

---

# AVALIAÇÃO DA MUSCULATURA INSPIRATÓRIA DE PACIENTES TRAQUEOSTOMIZADOS EM REGIME DE INTERNAÇÃO HOSPITALAR

*Evaluation of inspiratory muscles in hospitalized patients with tracheostomy*

Andrezza Ávila de Oliveira<sup>1</sup>, Ayama Carla Nogueira<sup>2</sup>, Cristiane Cenachi Coelho<sup>3</sup>,  
Evanirso da Silva Aquino<sup>4</sup>, Shirley Coelho Diniz<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Bacharel em Fisioterapia pela PUC Minas Betim, MG - Brasil, e-mail: dezzaavila@ibest.com.br

<sup>2</sup> Bacharel em Fisioterapia pela PUC Minas Betim, MG - Brasil, e-mail: iaiabh@uol.com.br

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia Biomédica pela UNIVAP, Bairro Burity, Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: ccoelho@terra.com.br

<sup>4</sup> Mestre em Fisioterapia pela UNICID, Bairro Burity, Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: evanirso-aquino@uol.com.br

<sup>5</sup> Bacharel em Fisioterapia pela PUC Minas Betim, Endereço: Rua Daniel Lopes Faria 115, Bairro das Indústrias, Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: eshirleycoelhod@hotmail.com

---

## Resumo

**Introdução:** Vários mecanismos podem contribuir para a disfunção dos músculos ventilatórios e quando a demanda ventilatória excede sua capacidade podem ocorrer episódios de hipoventilação e hipoxemia. **Objetivo:** Avaliar a força e resistência da musculatura inspiratória de pacientes traqueostomizados e hospitalizados. **Material e Métodos:** Foram selecionados pacientes pós-diagnóstico de insuficiência respiratória, traqueostomizados, que deveriam ter recebido alta do centro de terapia intensiva e estar estáveis hemodinamicamente. As medidas da pressão inspiratória (PI) e pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) foram utilizadas para avaliação da carga inspiratória e força da musculatura inspiratória respectivamente. Para avaliação da resistência, foi utilizado um teste incremental com carga inicial de 30% da PI<sub>máx</sub>. **Resultados:** Foram avaliados 13 pacientes (8 homens e 5 mulheres) com idade média de 51,00±19,13 anos e tempo médio de traqueostomia de 32,84±23,26 dias. Em relação às pressões inspiratórias, foi verificado: PI<sub>máx</sub> (34,46±11,90); PI/PI<sub>máx</sub> (28,15±15,01). Quanto ao teste de resistência, foi observado: carga inicial e final em cmH<sub>2</sub>O (7,68±2,78 e 14,54±9,89 respectivamente); tempo de teste de 7,61±6,17 segundos. A PI<sub>máx</sub> apresentou uma correlação significativa com a idade ( $r=-0,691$ ;  $p=0,009$ ) e carga final do teste ( $r=0,764$ ;  $p=0,002$ ). A carga inicial apresentou uma correlação significativa com a idade ( $r=-0,691$ ;  $p=0,009$ ) e PI/PI<sub>máx</sub> ( $r=-0,749$ ;  $p=0,003$ ). **Conclusão:** Os pacientes apresentaram fraqueza importante dos músculos inspiratórios que variou com a idade e estavam com esta musculatura no limiar de sobrecarga. Em relação ao teste de resistência, verificou-se uma variação das variáveis analisadas.

**Palavras-chave:** Traqueostomia; Músculos respiratórios; Força; Resistência.

## Abstract

**Introduction:** Many different mechanisms may contribute for respiratory muscles dysfunction and when ventilatory demand exceed its capacity may occurs hypoventilation and hypoxemia. **Aims:** To evaluate the strength and endurance of inspiratory muscles in patients with tracheostomy and in the hospital. **Materials and methods:** Were studied patients pos diagnostics of respiratory failure, with tracheostomy, that had already get out of the intensive therapy center and were stable. The inspiratory pressure (IP) and the maximal inspiratory pressure (MIP) were measured to evaluate the inspiratory load and inspiratory muscles strength respectively. To evaluate the endurance of inspiratory muscles was used an incremental test with an initial load of 30% of MIP. **Results:** This study evaluates 13 patients (8 men and 5 women) with a mean age of  $51.00 \pm 19.13$  years and with  $32.84 \pm 23.26$  days of tracheostomy. About inspiratory pressures was observed: MIP ( $34.46 \pm 1.90$ ) and IP/MIP ( $28.15 \pm 15.01$ ). In the endurance test initial and final loads sustained in  $\text{cmH}_2\text{O}$  were of  $7.68 \pm 2.78$  and  $14.54 \pm 9.89$  respectively; the time of the test were of  $7.61 \pm 6.17$  seconds. The MIP had a significant correlation with the age ( $r = -0.691$ ;  $p = 0.009$ ) and with the final load in the endurance test ( $r = 0.764$ ;  $p = 0.002$ ). The initial load showed a significant correlation with the age ( $r = -0.691$ ;  $p = 0.009$ ) and IP/MIP ( $r = -0.749$ ;  $p = 0.003$ ). **Conclusion:** The patients demonstrated an important weakness of inspiratory muscles that were working in the upper limits. About the endurance test was observed a large variation of the variables analyzed.

**Keywords:** Tracheostomy; Respiratory muscles; Strength; Endurance.

## INTRODUÇÃO

Os músculos respiratórios são músculos estriados que quando comparados aos músculos esqueléticos da periferia apresentam maiores fluxo sanguíneo, capacidade oxidativa e resistência à fadiga (1, 2). Entretanto, quando ocorre disfunção desta musculatura e a demanda ventilatória excede sua capacidade, podem ocorrer episódios de hypoventilação e hipoxemia (2, 3).

Vários mecanismos podem contribuir para o desequilíbrio entre a resistência e a capacidade dos músculos respiratórios e conseqüentemente a sua disfunção. Tais mecanismos podem ser provenientes da doença pulmonar obstrutiva crônica, asma, desnutrição, insuficiência cardíaca, insuficiência respiratória aguda, doenças neuromusculares restritivas e sistêmicas, além de complicações pós-cirúrgicas (4, 5, 6).

Tais afecções, em sua maioria, podem contribuir para a predisposição do uso da ventilação mecânica, que quando administrada por períodos superiores a 48 horas, pode ser responsável pela redução tanto na resistência quanto na força dos músculos inspiratórios (4, 7). É indicado que entre 10 dias a 3 semanas de ventilação mecânica com tubo endotraqueal seja realizado o procedimento de traqueostomia nos pacientes (8, 9, 10).

Os benefícios da traqueostomia são de grande aspecto, como permitir a articulação da voz, promovendo melhor socialização do paciente, alimentação oral, ou seja, melhora do conforto geral, redução das lesões de laringe e traquéia. Esteticamente, é menos ofensiva, facilita o desmame da ventilação mecânica e reduz o trabalho respiratório (9). Entretanto, a fraqueza muscular desencadeada por longos períodos no ventilador mecânico está freqüentemente associada com a dificuldade ou falha no desmame posterior desta traqueostomia, o que pode retardar a alta hospitalar dos pacientes, além de aumentar os riscos de infecção pulmonar (8, 9, 10).

É de fundamental importância avaliar o acometimento dos músculos inspiratórios de pacientes traqueostomizados para que com a quantificação da fraqueza destes músculos, protocolos de tratamento específicos possam ser estabelecidos visando a uma melhora clínica destes pacientes e

conseqüentemente contribuindo no processo de alta hospitalar (11, 12, 13, 14, 15). Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a força e resistência da musculatura inspiratória de pacientes traqueostomizados em regime de internação hospitalar.

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

### Cuidados éticos

Os pacientes voluntários e seus responsáveis legais foram informados da natureza e da proposta do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Esta pesquisa foi conduzida de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, tendo sido analisada e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (CAAE: 0105.0.213.000-05) e somente foi iniciada após consentimento por escrito do paciente ou responsável legal.

### Amostra do estudo

Tratou-se de um estudo transversal. Os treze pacientes incluídos estavam internados em um Hospital público. Foram selecionados pacientes de ambos os sexos, pós-diagnóstico de insuficiência respiratória aguda, que haviam sido submetidos a um período prolongado de ventilação mecânica. Entretanto, que já haviam recebido alta do centro de terapia intensiva do hospital, estavam traqueostomizados com traqueostomia de plástico e balonete de baixa pressão e estáveis do ponto de vista hemodinâmico.

Foram excluídos os pacientes que se enquadraram nos critérios de inclusão propostos, entretanto, estavam instáveis do ponto de vista hemodinâmico (um paciente) ou que se recusaram a participar do estudo (dois pacientes).

### Métodos de avaliação

Os procedimentos foram precedidos de um teste de confiabilidade inter e intra-examinadores que ocorreu no hospital durante três dias consecutivos.

Os pacientes selecionados foram submetidos a uma avaliação fisioterapêutica padronizada composta de identificação, história clínica e exame físico, em seguida foram avaliadas a carga inspiratória por meio da pressão inspiratória (PI) e força da musculatura inspiratória por meio da pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>), além da resistência dos músculos inspiratórios mediante um teste incremental específico (11, 16).

A avaliação das pressões inspiratórias foi realizada de acordo com o método proposto por Caruso et al. (16). As medidas foram realizadas por meio de um manovacuômetro analógico (Gerar®, 0 a -300 cmH<sub>2</sub>O) adaptado a uma válvula unidirecional. Antes da realização das medidas foi verificado se o aparelho estava devidamente calibrado por meio da observação do manômetro, que deveria estar com o ponteiro exatamente sobre o número zero. Após este procedimento, o manovacuômetro foi conectado à traqueostomia por um conector universal e as pressões inspiratórias foram mensuradas mediante oclusão do ramo expiratório da válvula unidirecional adaptada ao manovacuômetro por 20 segundos. O primeiro valor registrado no manômetro do aparelho foi considerado como sendo a PI, o valor máximo atingido em 20 segundos como a PI<sub>máx</sub>. Esta manobra foi realizada no mínimo três vezes e no máximo dez. Foram selecionadas as três manobras de maior valor, desde que a diferença entre elas não ultrapassasse 5% e a maior delas foi considerada (16, 17). Os valores de PI<sub>máx</sub> foram expressos em porcentagem do previsto (17).

Para avaliar a resistência da musculatura inspiratória pelo teste incremental, foi utilizado um treinador muscular de carga linear pressórica (Threshold IMT Healthcare, 7 a 41 cmH<sub>2</sub>O). O teste foi iniciado com carga referente a 30% da PI<sub>máx</sub> com aumentos sucessivos a cada dois minutos referente a 10% da PI<sub>máx</sub>. A carga considerada como sendo a carga máxima atingida foi aquela que o paciente conseguiu sustentar no mínimo por 1 minuto (18).

Tanto o teste de força quanto de resistência foi realizado no leito do paciente, que foi posicionado com uma inclinação anterior de aproximadamente 45°. Primeiramente foi realizada a medida de PI e PImáx. Após 15 minutos de intervalo, o paciente realizou o teste de resistência dos músculos inspiratórios. Caso o paciente apresentasse qualquer alteração hemodinâmica, os testes eram imediatamente interrompidos (17, 18).

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística, foi utilizado o programa estatístico Minitab 1.3. Foi realizada uma análise descritiva das variáveis de interesse e os valores estão expressos em média  $\pm$  desvio-padrão. Para o tratamento estatístico dos dados, foi utilizada a análise de correlação Spearman, uma vez que as variáveis não apresentavam uma distribuição normal.

## RESULTADOS

Foram avaliados 13 pacientes, destes 8 eram do sexo masculino e 5 do sexo feminino, com idade em média de  $51,00 \pm 19,13$  anos e tempo médio de traqueostomia de  $32,84 \pm 23,26$  dias. O diagnóstico clínico dos voluntários está demonstrado na Tabela 1.

TABELA 1 - Diagnóstico dos pacientes estudados

Diagnóstico	Pacientes
AVE	6
Politrauma	4
DPOC	1
Hiperglicemia	1
Intoxicação	1

**Legenda:** AVE = Acidente Vascular Encefálico;  
DPOC = Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

A análise descritiva das variáveis relacionadas à força e resistência dos músculos inspiratórios encontra-se na Tabela 2.

TABELA 2 - Análise descritiva das variáveis de força e resistência dos músculos inspiratórios analisadas na população estudada

Variáveis	Média	Desvio-Padrão
PI (cmH <sub>2</sub> O)	6,30	2,28
PI/PImáx (%)	28,15	15,01
%PImáx (cmH <sub>2</sub> O)	34,46	11,90
Carga inicial do teste de resistência (cmH <sub>2</sub> O)	7,68	2,78
Carga final do teste de resistência (cmH <sub>2</sub> O)	14,54	9,89
Tempo do teste de resistência (minutos)	7,61	6,17

**Legenda:** PI = Pressão Inspiratória; PImáx. = Pressão Inspiratória Máxima

Em relação à análise de correlação, foi observada uma correlação negativa e significativa entre PI/PI<sub>máx</sub> x carga inicial do teste de resistência, PI<sub>máx</sub> x idade e carga inicial x idade. Quanto à carga final, a correlação foi positiva e estatisticamente significativa com a PI<sub>máx</sub>. Contudo, o tempo de duração do teste não se correlacionou com as variáveis relacionadas com a força da musculatura inspiratória, como pode ser observado na Tabela 3.

TABELA 3 - Correlação entre as variáveis de força e resistência dos músculos inspiratórios

Variáveis	r	p
PI <sub>máx</sub> x Carga Final	0,764	<b>0,002</b>
PI/PI <sub>máx</sub> x Carga Inicial	-0,749	<b>0,003</b>
PI <sub>máx</sub> x Tempo do teste	0,126	<b>0,681</b>
PI <sub>máx</sub> x Idade	-0,691	<b>0,009</b>
Idade x Carga Inicial	-0,691	<b>0,009</b>

**Legenda:** PI = Pressão Inspiratória;  
PI<sub>máx</sub>. = Pressão Inspiratória Máxima

## DISCUSSÃO

Os dados obtidos no presente estudo demonstraram que tanto a idade como o tempo médio de traqueostomia dos pacientes apresentou grandes variações. A variação da idade pode ter interferido também nas variações observadas na força e nas variáveis do teste de resistência da musculatura inspiratória, uma vez que foram observadas correlações significativas entre a força destes músculos, a idade dos pacientes e as variáveis do teste de resistência. Vários autores já descreveram que tanto a força quanto a resistência dos musculosesqueléticos diminuem com a idade, principalmente, porque ocorrem alterações nesta musculatura que estão relacionadas a uma diminuição no tamanho e número de fibras musculares. Conseqüentemente, ocorre diminuição dos estímulos para os músculos do sistema respiratório que são potencialmente comprometedores para a saúde destes pacientes, dificultam o desmame da ventilação mecânica e posteriormente o desmame da traqueostomia (19, 20, 21).

Apesar de terem sido observadas grandes variações, os pacientes estudados apresentavam alterações importante da PI<sub>máx</sub> ( $34,46 \pm 11,90$ ) e da relação PI/PI<sub>máx</sub> ( $28,15 \pm 15,01$ ), demonstrando fraqueza importante da musculatura inspiratória e trabalhando no limiar da sobrecarga. Segundo Roussos et al. (22), a resistência do diafragma pode ser avaliada com os demais músculos ventilatórios da parede torácica por meio da relação PI/PI<sub>máx</sub>. Dessa forma, o aumento da carga inspiratória (PI) e a redução da força dos músculos inspiratórios (PI<sub>máx</sub>) diminuem a resistência destes músculos (22). Também já existem relatos que a relação PI/PI<sub>máx</sub> entre 15 e 18% é considerada como o limite máximo em que uma carga pode ser mantida indefinidamente pelo diafragma e 30% como o limite máximo pelos músculos da parede torácica em humanos (23). Portanto, isso pode ter interferido no teste de resistência dos pacientes do presente estudo, uma vez que as cargas utilizadas para a realização do teste se correlacionaram significativamente com a força da musculatura inspiratória e esta estava alterada em todos os voluntários, portanto, as cargas iniciais e finais foram relativamente baixas. O tempo de sustentação da maior carga, que foi representado pelo tempo do teste de resistência, também apresentou grande variação. Além disso, a resistência dos músculos respiratórios, em geral, depende da mecânica do sistema respiratório e da disponibilidade de energia gerada no músculo (12, 24, 25).

Não foi observada nenhuma correlação entre as variáveis estudadas e o tempo de traqueostomia, apesar do tempo de traqueostomia ser uma questão de grande controvérsia na literatura, pois este tempo está associado a altas incidências de complicações. O ar que chega aos pulmões através da traqueostomia não passa pelas vias aéreas superiores, não permitindo que o ar inspirado seja adequadamente umidificado, gerando, conseqüentemente, secreções mais viscosas e espessas, aumentando a resistência das vias aéreas e o trabalho ventilatório de uma musculatura que já está comprometida (8, 26).

A disfunção dos músculos inspiratórios pode contribuir para a dispnéia e falência respiratória. Isso prejudica o desmame da traqueostomia de pacientes hospitalizados e pode retardar a alta hospitalar. Com esse retardo, os pacientes ficam expostos a fatores que podem contribuir para a disfunção dos músculos inspiratórios, aumentando o trabalho respiratório e a sobrecarga muscular. Portanto, é de extrema importância que o fisioterapeuta avalie especificamente esses músculos, com testes adequados e elabore programas de tratamento para minimizar o acometimento muscular respiratório.

## REFERÊNCIAS

1. Franco L, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168:10-48.
2. De Troyer A, Estenne M. Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clinics in Chest Medicine.* 1985;9(2):175-193
3. De Troyer A. Respiratory muscle function. In: Cherniack, NS, Altose MD, Homma I. *Rehabilitation of the patient with respiratory disease.* Denver: Medical Library. 1998;3:21.
4. Martin AD, Davenport PD, Franceschi AC, Harman E. Use of inspiratory muscle strength training to facilitate ventilator weaning: a series of 10 consecutive patients. *Rev Chest.* 2002;122:192-196.
5. Sprague SS, Hopkins PD. Use of inspiratory strength training to wean six patients who were ventilator-dependent. *Physical Therapy.* 2003;83(2):171-181.
6. Polkey MI, Lyall RA, Moxham J, Leigh PN. Respiratory aspects of neurological disease. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 1999;66:5-15.
7. Chang AT, Boots RJ, Brown MG, Paratz J, Hodges PW. Reduced inspiratory muscle endurance following successful weaning from prolonged mechanical ventilation. *Rev. Chest.* 2005;128(2):481-483.
8. Bach JR, Saporito LR. Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure. *Rev. Chest.* 1996;110:1566-1571.
9. Hodder RV. A 55-year-old patient with advanced COPD, tracheostomy tube, and sudden respiratory distress. *Rev Chest.* 2002;121:279-280.
10. Pittock SJ, Weinshenker BG, Wijdicks EFM. Mechanical ventilation and tracheostomy in multiple sclerosis. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2004;75:1331-1333.
11. Dall'Ago P, Chiappa GRS, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. *Journal of the American College of Cardiology.* 2006;47:757-763.
12. Leith DE, Bradley M. Ventilatory muscle strength and endurance training. *Journal of Applied Physiology.* 1976;41:508-516.
13. Polkey MI, Moxham J. Clinical aspects of respiratory muscle dysfunction in the critically ill. *Rev. Chest.* 2001;119:926-939.
14. Klefbeck B, Lagerstrand L, Mattsson E. Inspiratory muscle training in patients with prior polio who use part-time assisted ventilation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(8):1065-1071.
15. Raida HI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of maximal inspiratory pressure. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158:1459-1464.

16. Caruso P, Friedrich C, Denari SDC, Ruiz SAL, Deheinzelin D. The unidirectional valve is the best method to determine maximal inspiratory pressure during weaning. *Rev. Chest.* 1999;115:1096-1101.
17. Pereira CAC, Barreto SP, Simões JP, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *Jornal de Pneumologia.* 1992;18:10-22.
18. De Jong W, Van Aalderen WM, Kraan J, Koeter GH, Van Der Schans CP. Inspiratory muscle training in patients with cystic fibrosis. *Respir Med.* 2001;95:31-36.
19. Watsford ML, Murphy AJ, Pine MJ, Coutts AJ. The Effect of Habitual Exercise on Respiratory Muscle Function in Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity.* 2005;13:34-44.
20. Tolep K, Kelsen SG. Effect of aging in respiratory skeletal muscles. *Clin Chest Med.* 1993;14(3):363-378.
21. Peterson DD, Pack AL, Silage DA, Fishman AP. Effects of Aging on Ventilatory and Occlusion Pressure Responses to Hypoxia and Hypercapnia. *Am Rev. Respir.* 1981;124(4):387-391.
22. Roussos C, Fixley M, Gross D, Macklem PT. Fatigue of inspiratory muscles and their synergic behavior. *Journal Applied Physiology.* 1979;46:897-904.
23. Crapo RO, Cassaburi R, Coates AR, Enright PL, MacLntyre NR, McKay RT et al. ATS Statement: Guidelines for the six 6-minute Walk Test. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2002;166:111-117.
24. Gross D, Ladd HW, Riley EJ, Macklem PT, Grassino A. The effect of training on strength and endurance of the diaphragm in quadriplegia. *The Am. J. of Med.* 1980;68: 27-35.
25. Iandelli I, Gorini M, Misuri G, Gigliotti F, Rosi E, Duranti R, et al. Assessing inspiratory muscle strength in patients with neurologic and neuromuscular diseases. *Rev Chest.* 2001;119:1108-1113.
26. Engoren M, Engoren CA, Fenn-Buderer N. Hospital and long-term outcome after tracheostomy for respiratory failure. *Rev Chest.* 2004;125:220-227.

Recebido: 10/08/2006

*Received:* 08/10/2006

Aprovado: 20/02/2008

*Approved:* 02/20/2008