

Artigo

Pressões respiratórias estáticas máximas

Maximum static respiratory pressures

Júlio Cezar Rodrigues Filho¹, Ana Maria Silva Araújo²

Resumo

A avaliação da função pulmonar consiste em diversas medidas e manobras que, em seu conjunto, nos fornece um panorama do funcionamento da musculatura respiratória. Testes para a análise da força muscular respiratória devem ser solicitados diante de indicações clínicas, como a presença de ortopneia, queda da capacidade vital ou diante de um grupo de doenças que cursam com comprometimento destes músculos, como as doenças neuromusculares. Espirometria, teste de contagem, pico do fluxo da tosse, pressões inspiratória e expiratória máximas e pressão de inspiração nasal nos fornecem dados relevantes na análise da força muscular inspiratória, importante na detecção precoce da insuficiência respiratória, e da força expiratória, importante na força e competência da tosse. Abordamos as técnicas mais utilizadas e destacamos a importância do uso integrado das informações e da necessidade de avaliações periódicas, principalmente em pacientes com fatores de risco. São informações importantes na prevenção de complicações, melhora da qualidade de vida e aumento da sobrevida destes pacientes.

Descritores: pressão inspiratória máxima, pressão expiratória máxima, pico do fluxo da tosse, pressão de inspiração nasal

Abstract

The assessment of pulmonary function consists of several measurements and maneuvers that, together, give us an overview of the functioning of the respiratory musculature. Tests to analyze the respiratory muscular strength should be solicited when there are clinical indications, such as the presence of orthopnea, decline of vital capacity, or in face of a group of diseases that impair those muscles, as do the neuromuscular diseases. Spirometry, single breath counting test, peak of cough flow, maximal inspiratory and expiratory pressures and nasal inspiration pressure give us relevant data for the analysis of the muscular inspiratory and expiratory force, important elements for coughing force and competence. We approach the techniques that are most used, and highlight the importance of the integrated use of the information and the necessity of periodical assessment, especially for patients that present risk factors. They are important for the prevention of complications, the improvement of life quality, and the possibility of enhancing the survival rate of the patients.

Keywords: maximum inspiratory pressure, maximum expiratory pressure, peak of cough flow, nasal inspiration pressure

1. Médico Pneumologia (SBPT/AMB) e na área de atuação em Medicina do Sono (AMB), Mestre em Neurociência PPGNeuro/UNIRIO, Médico Pneumologista da TDN/AFIP (Tratamento de Doenças Neuromusculares), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2. Médica Pneumologista e do Laboratório de Fisiopatologia Pulmonar do Instituto de Doenças do Tórax (IDT/UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Endereço para correspondência: Rua Professor Rodolpho Paulo Rocco, 255, Cidade Universitária, 21941-913, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Email: jcrfilho@yahoo.com

Introdução

A avaliação da função pulmonar consiste em diversas medidas e manobras que, em seu conjunto, nos fornece um panorama da mecânica ventilatória, permeabilidade das vias aéreas, competência das trocas gasosas e funcionamento da musculatura respiratória. Os músculos respiratórios são os únicos músculos esqueléticos envolvidos na manutenção de uma função eminentemente vital¹. Resumidamente podemos dividi-los em:

Músculos Inspiratórios que participam ativamente da inspiração:

- Diafragma (maior e mais importante músculo respiratório);
- Músculos Intercostais Externos;
- Músculos Inspiratórios Acessórios - Esternocleidomastóideos, levantadores das costelas.

Músculos Expiratórios que participam da expiração forçada, já que numa situação de normalidade a expiração se dá de forma passiva, após o relaxamento da musculatura inspiratória:

- Músculos Intercostais Internos;
- Músculos Abdominais¹.

A fraqueza da musculatura respiratória é definida como a incapacidade de gerar valores normais de fluxo e pressões aéreas durante uma inspiração ou expiração². Devemos realizar a avaliação da força dos músculos respiratórios diante da suspeição clínica. Sinais e sintomas como dispneia, ortopneia, tosse ineficaz ou queda inexplicada da capacidade vital (CV) podem ser indicativos da diminuição da eficácia dessa musculatura.

A apropriada avaliação da musculatura respiratória, no entanto, não é habitualmente solicitada, mesmo tratando-se de método fácil e prático. Isto se deve, provavelmente, ao pouco uso destas informações na conduta terapêutica da maioria dos especialistas, no entanto, o enfraquecimento da musculatura inspiratória é uma causa importante de dispneia³, sintoma extremamente comum em nossos pacientes e motivo suficiente para se dar mais atenção a este aspecto. Além disso, a avaliação é de crucial importância na condução das doenças neuromusculares, cujos pacientes em estágios avançados desenvolvem insuficiência respiratória decorrente da fraqueza muscular⁴, assim como na determinação da qualidade de vida e sobrevida de pacientes com DPOC ou ainda na extubação de pacientes em Unidades de Terapia Intensiva (UTI)⁵.

Vários métodos podem ser utilizados para avaliar a competência muscular. Os mais habitualmente usados são as pressões respiratórias estáticas máximas, como a Pressão Inspiratória Máxima (PI_{máx}) e a Pressão Expiratória Máxima (PE_{máx})⁶, porém outros testes podem nos fornecer informações adicionais. Apresentaremos algumas destas técnicas.

Indicações

Várias doenças têm seus cursos patológicos ligados à perda de força da musculatura respiratória. A presença de dispneia, não explicada por outras condições clínico-patológicas, queda dos valores de CV e condições que nos levem a suspeitar da ineficiência da tosse, são situações em que a apropriada avaliação da função muscular se faz necessária⁷.

Pacientes com DPOC avançada podem perder massa muscular e isto implica em um pior prognóstico, por isso, um acompanhamento de parâmetros envolvidos nesta avaliação se faz necessário.

A avaliação das condições de desmame de respiradores mecânicos, em pacientes de Unidades de Terapia Intensiva, ou de reversão de traqueostomias utilizam parâmetros de função da musculatura respiratória.

As doenças neuromusculares, entretanto, são sem dúvida, os casos em que estas informações ganham maior relevância médico-fisioterápica, sendo de crucial importância no estabelecimento de prognósticos e medidas terapêuticas como, por exemplo, o uso de ventilação mecânica não invasiva (VMNI), aparelhos e medidas de tosse assistida etc⁸. No Quadro 1, encontramos um quadro com as principais doenças para as quais é indicada uma avaliação rotineira da força muscular respiratória.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ❖ Distrofias Neuromusculares: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Distrofia Neuromuscular de Duchenne; ➢ Distrofia Neuromuscular de Becker; ➢ Distrofia Neuromuscular de Cinturas. ❖ Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) ❖ Atrofia Medial Espinhal (AME): <ul style="list-style-type: none"> ➢ Tipo I (Werdnig-Hoffmann); ➢ Tipo II; ➢ Tipo III (Kugelberg-Welander) ❖ Miopatias Metabólicas: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Miopatias Mitocondriais; ➢ Doença de Pompe ❖ Miastenia Gravis; ❖ Sequelas de Poliomielite; ❖ Esclerose Múltipla; ❖ Sequelas de Acidentes Vasculares Encefálicos (AVE); ❖ Síndrome de Guillain-Barré. |
|---|

Quadro 1. Lista de doenças neuromusculares

Métodos

Espirometria

Toda avaliação da força muscular respiratória deve ser iniciada pela espirometria, pois pacientes com deficiências musculares podem apresentar diminuição da capacidade vital (CV) e da capacidade vital forçada (CVF). A capacidade pulmonar total (CPT) também pode estar reduzida, porém necessita de testes de medida de volumes estáticos.

A queda dos parâmetros espirométricos, no entanto, pode acontecer mais tardiamente. Valores de CV normais foram registrados em pacientes que já mostravam perda da força muscular pelas avaliações de pressão ins-

piratória máxima (PI_{máx}) e pressão expiratória máxima (PE_{máx}). A queda de PI_{máx} é mais precoce e, portanto, uma efetiva queda de CV ocorre apenas quando a medida da força muscular está abaixo 50% do previsto⁹. Chaudri et al. e Polkey et al., em seus trabalhos, indicam que a inexistência do pico de fluxo na curva fluxo-volume da espirometria tem correlação com a presença de fraqueza muscular, podendo este achado anteceder a queda da CV^{10,11}.

A comparação de resultados espirométricos entre exames do mesmo paciente, realizados na posição sentada e em posição supina traz forte suspeição do comprometimento da força diafragmática. Indivíduos normais, em supino, conseguem valores de CV iguais ou maiores do que sentados, porém uma queda $\geq 40\%$ da CVF é muito indicativa de perda da eficácia diafragmática, o que pode levar à queda do volume corrente (VC) durante o sono. Diferenças de 20% de CVF em adultos entre as duas posições já devem ser suficientes para a suspeição de fraqueza muscular pelo clínico ou especialista⁹. Em crianças com doenças neuromusculares esta diferença pode ser de apenas $\geq 7\%$ ⁸.

Uma CV ou CVF $< 50\%$ do predito é indicativo de fraqueza muscular acentuada. Em pacientes com doenças neuromusculares uma queda de 15% da CVF num período de três meses também é um fator de suspeição. Pacientes com distrofia neuromuscular de Duchenne que apresentem CV $< 1L$ possuem uma sobrevida reduzida. Além disso, valores de volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) $\leq 20\%$ do previsto estão associados à hipercapnia em vigília¹².

Teste de contagem - *single breath counting test* (SBCT)

Um teste de fácil realização e que tem apresentando boa correlação com os resultados da espirometria¹³. Vem sendo utilizado para avaliação de pacientes com doenças neuromusculares com risco de declínio respiratório rápido, mas também pode ser utilizado para isolada avaliação periódica e comparativa da função respiratória. Além disso, pode ainda ser realizado em posição sentada e em decúbito dorsal para avaliar mais especificamente a fraqueza diafragmática¹⁴.

O teste de contagem consiste em quão longe o indivíduo consegue contar, com tom de voz normal depois de esforço inspiratório máximo, numa contagem na cadência de dois números por segundo. Trabalhos anteriores sugerem que o teste se correlaciona com medidas padrões da função respiratória no adulto, principalmente com os valores de CVF¹³, mostrando que esta manobra simples pode ser usada na monitoração da deterioração da função pulmonar.

Pico de fluxo da tosse (PFT)

Esta medida é um acesso direto à qualidade e força da tosse do paciente. Para a retirada eficaz do muco ou corpos estranhos das vias aéreas baixas, é necessário um pico de fluxo de grande magnitude, como os gerados pela tosse em indivíduos normais. Uma tosse competente é consequência de volumes pulmonares efetivos e da normalidade da função neuromuscular¹⁵.

Usando um medidor de *peak-flow* acoplado à boca do paciente, este deve ser estimulado a tossir partindo da CPT, ou seja, após uma inspiração máxima, anotando-se as medidas encontradas. As manobras devem ser repetidas por até 10 vezes até que os três melhores resultados não possuam variabilidade maior que 10%¹⁶. Valores abaixo de 160 L/min são indicativos de tosse ineficaz. Considerando que a presença de infecção respiratória piora a força muscular, valores < 270 L/min já podem indicar a necessidade do uso de aparelhos de tosse assistida⁹.

PI_{máx}/PE_{máx}

A PI_{máx} reflete a força do diafragma, dos músculos intercostais externos e musculatura inspiratória acessória, enquanto a PE_{máx} reflete a força da musculatura expiratória e a qualidade da tosse¹⁷.

O equipamento utilizado para a medida das pressões máximas pode variar. Os mais comumente usados são os Manovacuômetros analógicos, mas existem aparelhos digitais, que possuem módulos para esta aferição. O importante é que tenham capacidade de medir precisamente pressões positivas e negativas de forma linear, permitam ajustes e calibrações. A faixa de aferição ideal seria +200 à - 150 cm H₂O, mas faixas menores podem ser utilizadas diante da maior necessidade de precisão entre +100 à - 100 cm H₂O (18) (Figura 1).

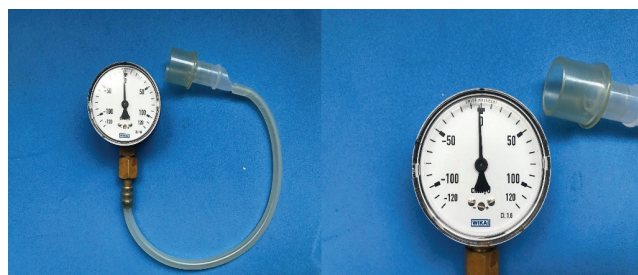


Figura 1. Manovacuômetro

As fibras musculares possuem maior eficácia na execução do seu esforço quando se apresentam em seu comprimento fisiológico favorável. Para a PI_{máx}, teremos maior força muscular quando a mensuração parte de um volume próximo do volume residual (VR). De modo contrário, a medida mais eficaz da PE_{máx} ocorre quando esta parte de um volume próximo à CPT^{1,18,19}.

O paciente deve estar preferencialmente sentado em posição ereta ou em decúbito dorsal à 45° (é importante sempre realizar as manobras posteriores, na posi-

ção adotada inicialmente), com o aparelho adaptado à boca usando um clip nasal. Para a mensuração da PImáx, o paciente deve ser estimulado a realizar uma expiração forçada até aproximar-se do VR e então, obstruindo-se o orifício de escape do manovacuômetro, solicita-se que realize uma inspiração profunda. Na medida de PEmáx, o paciente, nas mesmas condições descritas acima, deve ser estimulado a realizar uma inspiração profunda, se aproximando da CPT e então, com o orifício de escape obstruído, realizar uma expiração forçada. Os valores máximos que se mantiverem por um tempo aproximado de 1 a 2 segundos devem ser anotados. As manobras devem ser repetidas de 3 a 8 vezes, o maior valor deve ser o considerado e a reprodutibilidade aceitável entre as manobras deve ser de 10%^{18,19}.

A presença de ortopneia e PImáx < -60 cm H₂O é indicação do uso de VNI em pacientes com esclerose lateral amiotrófica (ELA)²⁰. A avaliação da qualidade da tosse é de fundamental importância, pois nos permite adotar medidas fisioterápicas para melhorá-la, prevenindo infecções respiratórias, assim valores de PEmáx ≤ 45 cm H₂O estão relacionados a tosse ineficaz⁹.

Pressão Inspiratória Nasal (PIN)

A pressão inspiratória nasal (PIN) tem apresentado mais reprodutibilidade do que a PImáx, além de evitar um resultado superestimado devido ao uso inadequado da força das bochechas²¹. Para a realização do teste, uma peça é adaptada a uma narina, enquanto o paciente respira normalmente com a boca fechada. A narina livre, então, é obstruída e o paciente estimulado a realizar *sniffs* de forte intensidade por até 10 vezes. O valor máximo encontrado deve ser aquele considerado como o resultado da medida²⁰.

A associação dos valores de PImáx com a PIN amplia a sensibilidade e especificidade para o diagnóstico de fraqueza muscular torácica. PIN <32% do predito tem uma especificidade de 85% e sensibilidade de 81% em prever Insuficiência Respiratória Hipercapnica, enquanto valores de PIN > 32 % do predito exclui este diagnóstico²⁰.

Valores discriminatórios de PImáx, PEmáx⁽²²⁾ e PIN⁽²³⁾ para a população brasileira já foram publicados (Tabela 1).

Tabela 1. Valores discriminatórios de PImáx, PEmáx e PIN segundo Uldry C. et al.²¹.

Idade	PImáx cm H ₂ O	PEmáx cm H ₂ O	PIN cm H ₂ O
	Média (DP)*	Média (DP)	Média (DP)#
Homens			
20-35	-110 (27), [-65]	128 (32)	-117 (30), [-37]
36-50	-105 (21), [-62]	132 (34)	-105 (25), [-33]
51-65	-104 (22), [-61]	129 (22)	-112 (16), [-35]
66-80	-83 (23), [-49]	103 (32)	-91 (22), [-28]
Mulheres			
20-35	-78 (18), [-46]	84 (16)	-84 (15), [-26]
36-50	-87 (21), [-51]	95 (25)	-94 (21), [-29]
51-65	-80 (17), [-47]	81 (16)	-84 (18), [-26]
66-80	-58 (18), [-34]	69 (18)	-76 (11), [-24]

Legenda: DP – Desvio Padrão, **PImáx** – Pressão Inspiratória Máxima, **PEmáx** – Pressão Expiratória Máxima, **PIN** – Pressão Inspiratória Nasal.

* Ortopneia e PImáx < 60% do predito é critério para o início do uso de ventilação mecânica não invasiva (VMNI)²⁴.

PIN <32% do predito tem uma especificidade de 85% e sensibilidade de 81% em prever insuficiência respiratória hipercapnica²⁵.

Conclusões

Alguns sinais e sintomas são bastante específicos do comprometimento muscular torácico. Entre eles, encontra-se a dispnéia, mais especificamente a ortopneia, principalmente quando ocorrem em pacientes altamente suscetíveis como os que apresentam doenças neuromusculares. A sonolência excessiva diurna em adultos e/ou agitação em crianças são sinais inespecíficos de baixa qualidade do sono, que podem ser decorrentes de hipoventilação. A presença de pneumonias repetidas pode ser indício de tosse inadequada. Por isso, estar atento a estes sinais clínicos pode ajudar no diagnóstico precoce da fraqueza muscular, possibilitando-nos proporcionar a nossos pacientes melhor qualidade de vida e aumento de sobrevida.

Embora existam vários testes que medem direta ou indiretamente a força muscular respiratória, cada manobra isolada perde a significância diagnóstica diante do conjunto de valores nos diversos testes, que compõem um painel mais rico e preciso na avaliação do paciente. Os valores de normalidade de todas as manobras mencionadas são importantes, mas diante da grande variação das equações de referências e doenças a serem investigados, uma avaliação longitudinal se torna mais relevante para as decisões médicas a serem adotadas. As mudanças dos parâmetros de um paciente, ao longo do tempo, são muito mais importantes do que um valor discriminatório isolado.

É bastante comum uma preocupação maior com as forças inspiratórias, diante da possibilidade de Insuficiência Respiratória, porém o que muitos se esquecem são que pacientes com comprometimento da musculatura expiratória são mais sujeitos a infecções pulmonares, por perder um dos principais mecanismos de defesa pulmonar. Pneumonia comunitária simples é uma enorme ameaça a estes pacientes.

Quando realizamos a espirometria em duas posições (sentado e supina) e a queda dos valores de CVF é > 40% em adultos sem fatores de risco ou ≥20% do previsto em adultos e ≥7% em crianças com fatores de risco, é indicativo da perda da eficácia diafragmática, podendo levar à queda do VC durante o sono.

O teste de contagem como o *peak-flow* não tem valores de normalidade bem estabelecidos. O importante nestes testes é a sua fácil execução e a possibilidade de monitoração à longo prazo, servindo como um bom indicativo da deterioração dos volumes pulmonares e indiretamente da força muscular em pacientes com fatores de risco.

A PImáx e PEmáx possuem valores de normalidades dependentes do gênero e da idade. Para a PImáx valores de -60 cm H₂O para mulheres e -80 cm H₂O para homens são bastante confiáveis como limites inferiores da normalidade. Vale lembrar que as alterações de PImáx são mais precoces do que as dos volumes pulmonares.

Referências

- Levitzky MG. Pulmonary Physiology (Lange Physiology Series): McGraw-Hill, New York; 2003.
- Bergofsky EH. Respiratory failure in disorders of the thoracic cage. *Am Rev Respir Dis.* 1979; 119(4):643-69.
- Dyspnea. Mechanisms, assessment, and management: a consensus statement. American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999; 159(1):321-40.
- Racca F, Del Sorbo L, Mongini T, Vianello A, Ranieri VM. Respiratory management of acute respiratory failure in neuromuscular diseases. *Minerva Anesthesiol.* 2010; 76(1):51-62.
- Maltais F, Decramer M, Casaburi R, Barreiro E, Burelle Y, Debigare R, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2014; 189(9):e15-62.
- Fregonezi G, Resqueti VR, Cury JL, Paulin E, Brunetto AF. Diurnal variations in the parameters of pulmonary function and respiratory muscle strength in patients with COPD. *J Bras Pneumol.* 2012; 38(2):257-63.
- Bessa EJC, Lopes AJ, Rufino R. A importância da medida da força muscular respiratória na prática da pneumologia. *Pulmão.* 2015; 24(1):37-41.
- Sharma GD. Pulmonary function testing in neuromuscular disorders. *Pediatrics.* 2009; 123(Suppl 4):S219-21.
- Paschoal IA, Villalba WdO, Pereira MC. Insuficiência respiratória crônica nas doenças neuromusculares: diagnóstico e tratamento. *J Bras Pneumol.* 2007; 33(1):81-92.
- Chaudri MB, Liu C, Hubbard R, Jefferson D, Kinnear WJ. Relationship between supramaximal flow during cough and mortality in motor neurone disease. *Eur Respir J.* 2002; 19(3):434-8.
- Polkey MI, Lyall RA, Green M, Nigel Leigh P, Moxham J. Expiratory muscle function in amyotrophic lateral sclerosis. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998; 158(3):734-41.
- Togero SM, Fontes FH. [Sleep hypoventilation]. *J Bras Pneumol.* 2010; 36(Suppl 2):47-52.
- Ali SS, O'Connell C, Kass L, Graff G. Single-breath counting: a pilot study of a novel technique for measuring pulmonary function in children. *Am J Emerg Med.* 2011; 29(1):33-6.
- Elsheikh B, Arnold WD, Gharibshahi S, Reynolds J, Freimer M, Kissel JT. Correlation of single-breath count test and neck flexor muscle strength with spirometry in myasthenia gravis. *Muscle Nerve.* 2016; 53(1):134-6.
- Freitas FSD, Parreira VF, Ibiapina CdC. Clinical application of peak cough flow: a literature review. *Fisioterapia em Movimento.* 2010; 23(3):495-502.
- Nicot F, Hart N, Forin V, Boule M, Clement A, Polkey MI, et al. Respiratory muscle testing: a valuable tool for children with neuromuscular disorders. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006; 174(1):67-74.
- Mangera Z, Panesar G, Makker H. Practical approach to management of respiratory complications in neurological disorders. *Int J Gen Med.* 2012; 5:255-63.
- Dias RM, Chauvet PR, de Siqueira HR, Rufino R. Testes de função respiratória: do laboratório à aplicação clínica com 100 exercícios para o diagnóstico: Atheneu; 2000.
- Caruso P, Albuquerque AL, Santana PV, Cardenas LZ, Ferreira JG, Prina E, et al. Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. *J Bras Pneumol.* 2015; 41(2):110-23.
- Gruis KL, Lechtzin N. Respiratory therapies for amyotrophic lateral sclerosis: a primer. *Muscle Nerve.* 2012; 46(3):313-31.
- Uldry C, Fitting JW. Maximal values of sniff nasal inspiratory pressure in healthy subjects. *Thorax.* 1995; 50(4):371-5.
- Costa D, Goncalves HA, Lima LP, Ike D, Cancelliero KM, Montebebo MI. New reference values for maximal respiratory pressures in the Brazilian population. *J Bras Pneumol.* 2010; 36(3):306-12.
- Araujo PR, Resqueti VR, Nascimento Junior J, Carvalho Lde A, Cavalcanti AG, Silva VC, et al. Reference values for sniff nasal inspiratory pressure in healthy subjects in Brazil: a multicenter study. *J Bras Pneumol.* 2012; 38(6):700-7.
- Bourke SC, Tomlinson M, Williams TL, Bullock RE, Shaw PJ, Gibson GJ. Effects of non-invasive ventilation on survival and quality of life in patients with amyotrophic lateral sclerosis: a randomised controlled trial. *Lancet Neurol.* 2006; 5(2):140-7.
- Lyall RA, Donaldson N, Polkey MI, Leigh PN, Moxham J. Respiratory muscle strength and ventilatory failure in amyotrophic lateral sclerosis. *Brain.* 2001; 124(Pt 10):2000-13.

