

Força dos músculos respiratórios em crianças e adolescentes com asma: similar à de indivíduos saudáveis?*

Respiratory muscle strength in children and adolescents with asthma:
similar to that of healthy subjects?

Cilmery Marly Gabriel de Oliveira, Fernanda de Cordoba Lanza, Dirceu Solé

Resumo

Objetivo: Comparar a força dos músculos respiratórios de crianças e adolescentes com asma leve/moderada com a de indivíduos saudáveis e correlacionar variáveis da espirometria com a força desses músculos nos indivíduos com asma. **Métodos:** Estudo transversal com indivíduos (6-16 anos de idade) com diagnóstico clínico de asma leve/moderada e voluntários saudáveis pareados por idade e gênero. Foram determinados valores espirométricos, Plmáx e PEmáx, sendo selecionadas três medidas reproduzíveis (variação < 10%). **Resultados:** Foram avaliados 75 pacientes com asma e 90 controles. A média de idade foi de $10,0 \pm 2,6$ anos. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre o grupo controle e asma em relação a Plmáx ($-89,7 \pm 26,7$ cmH₂O vs. $-92,2 \pm 26,3$ cmH₂O; $p = 0,541$) e PEmáx ($79,2 \pm 22,9$ cmH₂O vs. $86,4 \pm 24,0$ cmH₂O; $p = 0,256$). Os dois grupos foram subdivididos em crianças (6-12 anos) e adolescentes (13-16 anos). Nos subgrupos de crianças e adolescentes no grupo asma, houve diferença da PEmáx ($74,1 \pm 24,1$ cmH₂O vs. $92,1 \pm 21,9$ cmH₂O; $p < 0,001$), mas não da Plmáx ($p = 0,285$). Nos subgrupos de crianças e adolescentes no grupo controle, houve diferenças de Plmáx ($-79,1 \pm 17,7$ cmH₂O vs. $-100,9 \pm 28,1$ cmH₂O; $p < 0,001$) e PEmáx ($73,9 \pm 18,7$ cmH₂O vs. $90,9 \pm 28,1$ cmH₂O; $p < 0,001$). Não houve correlação das variáveis de espirometria com Plmáx e PEmáx nos pacientes do grupo asma. **Conclusões:** Na presente amostra, a presença de asma não determinou alterações significativas na força dos músculos respiratórios.

Descritores: Asma; Músculos respiratórios; Testes de função respiratória.

Abstract

Objective: To compare children/adolescents with mild or moderate asthma and healthy subjects in terms of respiratory muscle strength, correlating it with spirometric variables in the former group. **Methods:** This was a cross-sectional study involving individuals 6-16 years of age and clinically diagnosed with mild/moderate asthma, together with a group of healthy, age- and gender-matched subjects. We determined spirometric values, as well as MIP and MEP, and we selected three reproducible measurements (variation < 10%). **Results:** We evaluated 75 patients with asthma and 90 controls. The mean age was 10.0 ± 2.6 years. There were no statistically significant differences between the controls and the asthma group regarding MIP (-89.7 ± 26.7 cmH₂O vs. -92.2 ± 26.3 cmH₂O; $p = 0.541$) or MEP (79.2 ± 22.9 cmH₂O vs. 86.4 ± 24.0 cmH₂O; $p = 0.256$). The groups were subdivided by age (children and adolescents: 6-12 and 13-16 years of age, respectively). Within the asthma group, there was a significant difference between the child and adolescent subgroups in terms of MEP (74.1 ± 24.1 cmH₂O vs. 92.1 ± 21.9 cmH₂O; $p < 0.001$) but not MIP ($p = 0.285$). Within the control group, there were significant differences between the child and adolescent subgroups in terms of MIP (-79.1 ± 17.7 cmH₂O vs. -100.9 ± 28.1 cmH₂O; $p < 0.001$) and MEP (73.9 ± 18.7 cmH₂O vs. 90.9 ± 28.1 cmH₂O; $p < 0.001$). In the asthma group, spirometric variables did not correlate with MIP or MEP. **Conclusions:** In our sample, asthma was found to have no significant effect on respiratory muscle strength.

Keywords: Asthma; Respiratory muscles; Respiratory function tests.

* Trabalho realizado na Disciplina de Alergia, Imunologia Clínica e Reumatologia, Departamento de Pediatria, Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina - UNIFESP/EPM - São Paulo (SP) Brasil.

Endereço para correspondência: Fernanda de Cordoba Lanza. Rua Estado de Israel, 465, apto. 23, CEP 04022-001, São Paulo, SP, Brasil.

Tel. 55 11 5549-0542 ou 55 11 8330-5002. E-mail: fclanza@uol.com.br

Apoio financeiro: Nenhum.

Recebido para publicação em 7/3/2012. Aprovado, após revisão, em 20/4/2012.

Introdução

A asma é a doença pulmonar crônica mais comum na infância⁽¹⁻⁴⁾ e se caracteriza pelo aumento da resistência nas vias aéreas e pelo aprisionamento aéreo em virtude da diminuição do fluxo expiratório. Esses dois fatores determinam a hiperinsuflação pulmonar, alterando a mecânica respiratória, com consequente prejuízo à cinética dos músculos respiratórios.⁽⁵⁾

Os músculos respiratórios, em especial os inspiratórios, dos pacientes com doença obstrutiva encontram-se encurtados, fato que compromete a capacidade de gerar força.⁽⁶⁻⁸⁾ Todavia, devido ao grande esforço a que são submetidos frequentemente, esse grupo de músculos pode apresentar adaptações, que incluem hipertrofia.⁽⁹⁾ Este mecanismo poderia se expressar como treinamento muscular involuntário, levando a um possível incremento de força.^(10,11) Estudos anteriores mostraram que esta sobrecarga causa um aumento das fibras oxidativas e resistentes à fadiga, assim como incremento nas moléculas de miosina correspondentes, menor tamanho dos sarcômeros, maior densidade mitocondrial e maior densidade capilar no diafragma e nos músculos intercostais.^(12,13)

A força dos músculos respiratórios pode ser mensurada de maneira não invasiva pelas pressões respiratórias máximas, utilizando-se o manovacuômetro.⁽¹⁴⁾ Essas pressões refletem a força de contração dos músculos respiratórios somada às forças de recolhimento elástico do pulmão e da caixa torácica. A P_{lmáx} é a medida da força de contração dos músculos inspiratórios e a P_{Emáx} mede a força dos músculos expiratórios.^(15,16)

Estudos prévios mostraram que a variação da P_{lmáx} reflete a variação estrutural dos músculos inspiratórios, em especial a área muscular transversal do diafragma,⁽¹⁷⁻¹⁹⁾ e que os adultos com asma apresentaram decréscimos de até 30% nas pressões respiratórias máximas em decorrência dos efeitos da hiperinsuflação.⁽²⁰⁾ A medida das pressões respiratórias máximas já é bastante conhecida e difundida também na avaliação de crianças com pneumopatias crônicas; entretanto, há dúvidas sobre o valor da força dos músculos respiratórios nesse grupo de pacientes.⁽²¹⁾

O objetivo do presente estudo foi avaliar a força de contração dos músculos respiratórios em crianças e adolescentes com asma leve e moderada, pela mensuração das pressões respiratórias máximas, comparando-as às de

um grupo controle, assim como correlacionar as variáveis da espirometria com a P_{lmáx} e a P_{Emáx} nos pacientes com asma.

Métodos

Foi realizado um estudo transversal com uma amostra probabilística de crianças e adolescentes (6-16 anos de idade) residentes em Maceió, AL, e atendidas no Ambulatório do Programa de Asma, localizado no mesmo município. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo, em São Paulo (SP). Todas as crianças avaliadas tiveram a autorização de seus pais/responsáveis pela assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido.

Foram constituídos dois grupos: asma e controle. Os pacientes do grupo asma incluídos tinham diagnóstico clínico de asma há pelo menos seis meses de acordo com os critérios da *Global Initiative for Asthma*.⁽²²⁾ Todos foram classificados como tendo asma persistente leve/moderada após a avaliação por um médico especialista. Os indivíduos do grupo controle incluídos foram pareados por gênero e idade aos do grupo asma e foram recrutados em dois postos da rede municipal de saúde durante consultas de rotina ou para a imunização.

Os critérios de exclusão para os dois grupos foram os seguintes: tratamento com corticosteroides sistêmicos, cirurgia de tórax prévia, doença cardíaca ou neuromuscular diagnosticada, infecções nas vias aéreas superiores ou inferiores nas duas semanas que antecederam a realização dos testes, em tratamento de fisioterapia respiratória ou qualquer treinamento físico com frequência maior que duas vezes por semana, incapacidade de realizar a prova de função pulmonar de acordo com as recomendações⁽²³⁾ e distúrbios nutricionais.⁽²⁴⁾

De acordo com a faixa etária, os participantes do estudo dos grupos asma e controle foram subdivididos em dois subgrupos: crianças com 6-12 anos e adolescentes com 13-16 anos, para tentar identificar a influência da idade (Figura 1).

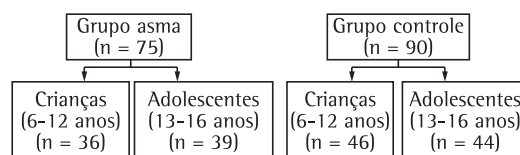


Figura 1 – Grupos estudados.

Após a admissão, cada um dos indivíduos foi avaliado em um único momento, sempre no turno vespertino. Foram realizadas medidas antropométricas, espirometria e avaliação da força dos músculos respiratórios. Todos os testes e medidas foram realizados pelo mesmo pesquisador. Os sujeitos avaliados foram orientados previamente a usar vestimenta leve e se alimentar até no máximo 30 min antes dos testes. Também foram orientados a evitar atividades físicas vigorosas, a não consumir bebidas alcoólicas, café e refrigerantes nas 24 h que antecederam os testes.

A avaliação espirométrica foi realizada com um espirômetro modelo EasyOne-2010® (NDD Medizintechnik AG, Munique, Alemanha) calibrado diariamente conforme recomendações.⁽²³⁾ O exame foi realizado segundo o preconizado,⁽²³⁾ sendo avaliados CVF, VEF₁, relação VEF₁/CVF e PFE. Os valores obtidos foram descritos em porcentagem do previsto para a normalidade, respeitando a estatura e o gênero.⁽²³⁾

Apenas para o grupo asma foi utilizado salbutamol (400 µg/dose), e uma nova espirometria foi realizada após 15 min. O aumento de 200 mL ou mais nos valores basais de VEF₁ ou CVF, ou de 12% em relação ao basal, ou ainda de 7% em relação ao valor previsto, caracterizou a resposta positiva ao broncodilatador. Essa informação foi um critério para confirmar o diagnóstico de asma.

As Plmáx e PEmáx foram mensuradas com um manômetro analógico (Gerar, São Paulo, Brasil) com intervalo de trabalho de ± 300 cmH₂O. A medida da PEmáx foi obtida partindo-se da CPT (inspiração máxima) e a Plmáx, a partir do VR (expiração máxima), de acordo com recomendações.^(25,26) As manobras foram repetidas entre cinco e oito vezes ou até que a última medida fosse menor que a penúltima. Os valores deveriam ter uma variação máxima de 10%, sendo necessárias três curvas reprodutíveis. Foram registrados os maiores picos pressóricos, desde que tivessem um período de sustentação mínimo de 1 s.

Utilizou-se um bocal rígido de plástico com orifício de escape de 2 mm de diâmetro na porção distal ao paciente, para prevenir a influência das pressões geradas pelos músculos faciais. Além disso, os indivíduos foram orientados a fazer compressão nas bochechas com as próprias mãos durante a medida da PEmáx. A acurácia dos valores de Plmáx e PEmáx foi de ± 5 cmH₂O.

As mensurações foram feitas com os pacientes na posição sentada.

Considerando-se 15% de diferença na força dos músculos inspiratórios como um valor clinicamente relevante, o tamanho amostral foi calculado considerando essa diferença de Plmáx entre os dois grupos, com poder de 80% e nível de significância de 5%. Para tanto, determinou-se a necessidade de 70 crianças em cada grupo.

A homogeneidade da amostra foi confirmada pelo teste Kolmogorov-Smirnov, sendo realizados testes paramétricos para a comparação das variáveis entre os grupos. Dessa forma, os dados foram descritos em média e desvio-padrão.

As variáveis primárias analisadas foram Plmáx e PEmáx entre os dois grupos, e as variáveis secundárias foram idade, gênero e variáveis da espirometria.

Foi realizado teste t de Student não pareado para a comparação de Plmáx e PEmáx entre os grupos asma e controle, assim como seus subgrupos (crianças e adolescentes). O mesmo foi feito na comparação de CVF, VEF₁, relação VEF₁/CVF e idade entre os grupos.

Foi realizado cálculo do coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis de força dos músculos respiratórios no grupo asma (Plmáx e PEmáx), VEF₁, CVF e relação VEF₁/CVF.

Em todos os testes, fixou-se em 5% o nível de rejeição para a hipótese de nulidade.

Resultados

Foram avaliados 217 crianças e adolescentes, dos quais 165 foram incluídos no estudo, sendo 75 pacientes com asma e 90 controles (Figura 1). Eram do gênero masculino 41 indivíduos (54%) no grupo asma e 43 (47%) no grupo controle. A Tabela 1 apresenta algumas características da população estudada.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre o grupo controle e o grupo asma em relação a Plmáx ($-89,7 \pm 26,7$ cmH₂O vs. $-92,2 \pm 26,3$ cmH₂O; Figura 2A) e PEmáx ($79,2 \pm 22,9$ cmH₂O vs. $86,4 \pm 24,0$ cmH₂O; Figura 2B).

Em relação ao gênero, não houve diferenças nas variáveis de força respiratória máxima ao se comparar o gênero feminino e o masculino no grupo controle e no grupo asma ($p > 0,05$).

Ao subdividir cada grupo segundo a faixa etária, obtivemos 36 crianças e 39 adolescentes

Tabela 1 – Características da população estudada.^a

Características	Grupo asma	Grupo controle	p*
	(n = 75)	(n = 90)	
Idade, anos	10,0 ± 2,6	10,0 ± 2,7	0,927
VEF ₁ , % do previsto	76,4 ± 17,5	95,5 ± 10,3	0,001
CVF, % do previsto	96,1 ± 18,6	96,8 ± 17,9	0,852
VEF ₁ /CVF, %	70,4 ± 18,6	85,4 ± 5,7	< 0,001
PFE, mL/s	66,6 ± 19,1	92,4 ± 16,5	0,036

^aValores expressos em média ± dp. *Teste t de Student.

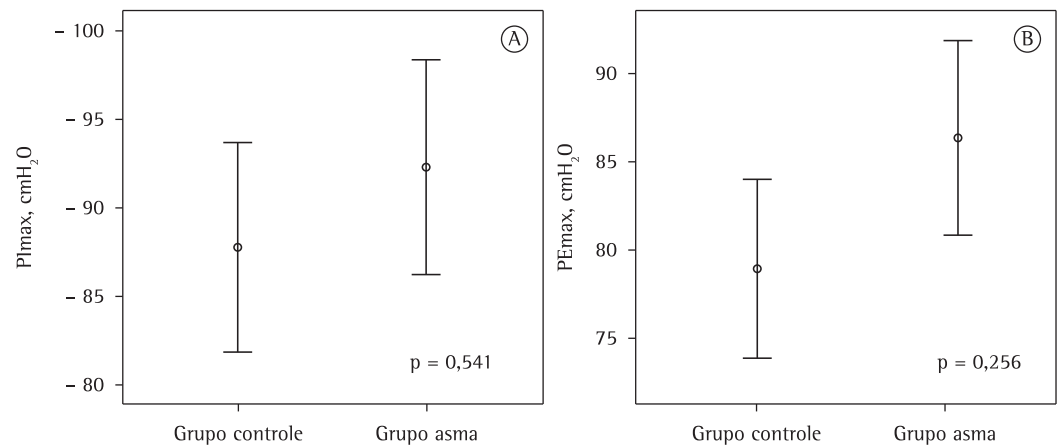


Figura 2 – Valores de pressões respiratórias máximas, em *error bar*, nos grupos estudados. Em A, Plmáx. Em B, PEmáx). Teste t de Student.

no grupo asma; e 46 crianças e 44 adolescentes no grupo controle.

No grupo controle, os valores de força respiratória máxima (Plmáx e PEmáx) foram maiores nos adolescentes quando comparados aos das crianças ($p < 0,001$). No grupo asma, os adolescentes apresentaram maior valor de PEmáx quando comparados aos das crianças ($p < 0,001$; Tabela 2), mas o mesmo não ocorreu com Plmáx.

Ao comparar as crianças asmáticas com as crianças controles, não foram observadas diferenças significantes nos valores de Plmáx ($p = 0,117$) e de PEmáx ($p = 0,961$). Os adolescentes de ambos os grupos também não apresentaram diferenças significantes nesses valores ($p = 0,257$ e $p = 0,291$, respectivamente).

Não houve correlações significantes entre VEF₁, CVF e relação VEF₁/CVF com os resultados de Plmáx e PEmáx ($p > 0,05$; $r < 0,2$ para todos).

Discussão

As pressões respiratórias máximas refletem a força dos músculos respiratórios. A medida dessas pressões constitui um teste simples, reprodutível, não invasivo e de fácil entendimento que permite determinar a fraqueza desses músculos bem como avaliar a evolução de pacientes com doenças pulmonares crônicas.^(27,28)

A avaliação da força dos músculos respiratórios (Plmáx e PEmáx) em crianças e adolescentes asmáticos não foi diferente da observada em indivíduos controles, pareados por gênero e idade. À semelhança do observado por outros autores, apesar de terem obstrução ao fluxo aéreo, constatada pela redução significativa no VEF₁, os asmáticos não tiveram comprometimento na força dos músculos respiratórios.^(29,30)

Pacientes asmáticos que apresentam distúrbio ventilatório obstrutivo leve ou moderado podem não apresentar hiperinsuflação pulmonar

Tabela 2 – Valores de PImáx e de PEmáx nos grupos e subgrupos estudados.^{a,b}

Pressões	Grupo asma		p*	Grupo controle		p*
	Crianças	Adolescentes		Crianças	Adolescentes	
PImáx, cmH ₂ O	-87,5 ± 26,0	-94,5 ± 26,4	0,285	-79,1 ± 17,7	-100,9 ± 28,1	< 0,001
PEmáx, cmH ₂ O	74,1 ± 24,1	92,1 ± 21,9	< 0,001	73,9 ± 18,7	90,9 ± 28,1	< 0,001

^aValores expressos em média ± dp. ^bCrianças: 6-12 anos de idade; adolescentes: 13-16 anos de idade. *Teste t de Student.

significativa que altere a posição do diafragma. O aumento na capacidade residual funcional causado pela hiperinsuflação altera a mecânica respiratória e retifica o diafragma. Esse posicionamento do diafragma resulta em desvantagem mecânica, que pode ser inferida pela redução na força dos músculos respiratórios. Os pacientes aqui avaliados apresentaram obstrução leve e moderada nas vias aéreas, e provavelmente esse fato justifique a similaridade nos valores de PImáx e PEmáx em relação aos voluntários saudáveis.

Entre os pacientes com asma, a PEmáx das crianças foi significativamente menor quando comparada à dos adolescentes, o que era esperado pelo crescimento fisiológico. Em seu estudo, Wagener et al. observaram que a força dos músculos respiratórios era maior nos indivíduos em fase pós-puberal e, à nossa semelhança, observaram menores valores de PEmáx entre as crianças em relação a adolescentes ou adultos.⁽¹⁶⁾ Esses resultados foram justificados pela maior área muscular dos indivíduos mais velhos. Acreditamos que o crescimento e o estágio puberal influenciam a força dos músculos respiratórios, assim como é sabido que ocorre com a força dos demais músculos do corpo. Em nosso estudo, não foi avaliado o estágio puberal dos participantes; a subdivisão foi feita considerando-se apenas a idade cronológica, o que limita essa constatação, embora a correlação da alteração dos valores de força dos músculos respiratórios de acordo com a idade já tenha sido descrita.⁽²⁷⁾

A PImáx nas crianças foi semelhante à dos adolescentes no grupo asma. Partindo do princípio de crescimento e desenvolvimento musculares, esperávamos que a força dos músculos inspiratórios se comportasse como a força dos músculos expiratórios, ou seja, quanto mais velho fosse o indivíduo, maior seria esse valor. Entretanto, as crianças apresentaram valores similares aos adolescentes.

As variações na PImáx associadas ao crescimento foram descritas por diversos autores.^(16,17,25) Entretanto, Galtier et al. verificaram que o

desenvolvimento da força muscular respiratória era apenas parcialmente refletido na PImáx, uma vez que essa força seria o produto da pressão e da superfície sobre a qual é aplicada e que ambas sofrem incrementos com o crescimento.⁽²⁵⁾ Esses autores avaliaram as pressões respiratórias máximas em crianças saudáveis, entre 8 e 11 anos de idade, e as relacionaram aos volumes pulmonares e à medida dos diâmetros da parede torácica. Concluíram que, assim como nos adultos, a PImáx nas crianças varia de acordo com os volumes pulmonares, relacionando-se diretamente com a CV do indivíduo e aumentando com a idade, mesmo antes da puberdade; assim, quanto maior for a idade e a CV, maior será a PImáx.⁽²⁵⁾ Partindo do mesmo princípio, Weiner et al.⁽²⁹⁾ avaliaram os efeitos da hiperinsuflação pulmonar na função dos músculos respiratórios de pacientes asmáticos. Esses autores verificaram que apenas os asmáticos do gênero masculino apresentavam diminuição da força e da eficiência dos músculos respiratórios, sem correlação com a idade. Portanto, pode ser observada a alteração na PImáx de acordo com a hiperinsuflação, mas sem influência direta da idade.

O fato de as crianças asmáticas em nosso estudo apresentarem valores de PImáx similares aos dos adolescentes, diferentemente do grupo controle, nos faz inferir que a alteração funcional pulmonar causada pela doença pode influenciar prematuramente a força dos músculos respiratórios, fazendo com que essa força seja similar à dos adolescentes de maneira mais precoce. Essa observação já fora relatada por outros autores,⁽¹⁰⁻¹²⁾ como um treinamento muscular forçado pelo fechamento das vias aéreas que altera a PImáx em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva. Ter a PImáx aumentada não trará um comprometimento na mecânica respiratória dessas crianças nesse momento, pois o sistema respiratório ainda está em desenvolvimento e pode se ajustar; entretanto, entendendo que esse fato ocorre provavelmente pela obstrução das vias aéreas e que a cronicidade da asma está

associada com a finalização do desenvolvimento do sistema respiratório, a retificação diafragmática decorrente da hiperinsuflação pode gerar maior ou menor comprometimento na P_{lmáx}.

Partindo do pressuposto de que a obstrução das vias aéreas provocaria o aumento nos valores de P_{lmáx}, esperava-se que as pressões respiratórias máximas dos pacientes asmáticos apresentassem uma correlação com as variáveis da espirometria, como descrito previamente.

(15,18,30) Entretanto, em nosso estudo, a P_{lmáx} e a P_{Emáx} no grupo asma não apresentaram correlações com VEF₁, CVF e relação VEF₁/CVF. Esse dado divergente da literatura pode ser justificado pelo grau de obstrução das vias aéreas no grupo de pacientes por nós estudado. Os pacientes aqui avaliados tinham obstrução leve e moderada, o que provavelmente desfavoreceu a constatação estatística da correlação entre resultados de espirometria e força dos músculos respiratórios. Embora não tenhamos observado correlações significantes, constatamos alterações na P_{lmáx}, ou seja, essa obstrução provavelmente foi suficiente para elevar precocemente a P_{lmáx} nas crianças asmáticas.

Não podemos generalizar os resultados do presente estudo para pacientes com asma grave, pois esses não foram incluídos neste protocolo. Entendemos a necessidade de estudos específicos nos asmáticos graves e inferimos que possa haver alterações na força muscular nesse grupo, mas é necessária a formulação de um protocolo com metodologia específica para responder esse questionamento.

Em conclusão, a asma persistente leve/moderada não determinou alterações significativas na força dos músculos respiratórios em comparação ao grupo controle. Constatamos que a P_{lmáx} e P_{Emáx} das crianças foi menor que aquelas dos adolescentes no grupo controle, embora a P_{lmáx} das crianças asmáticas fossem similares às dos adolescentes no mesmo grupo, ou seja, os valores de P_{lmáx} das crianças foram aumentados prematuramente. Não foram observadas correlações entre as variáveis da espirometria e a pressões respiratórias máximas.

Referências

1. Fiore R, Garcia PC, Piva JP, Pitrez PM, Fiore RM. Acute asthma in children. *Rev Med PUCRS*. 1999;9(2):109-14.
2. Baena-Cagnani CE, Badellino HA. Diagnosis of allergy and asthma in childhood. *Curr Allergy Asthma*

- Rep. 2011;11(1):71-7. PMID:21052877. <http://dx.doi.org/10.1007/s11882-010-0156-5>
3. Casagrande RR, Pastorino AC, Souza RG, Leone C, Solé D, Jacob CM. Asthma prevalence and risk factors in schoolchildren of the city of São Paulo, Brazil [Article in Portuguese]. *Rev Saude Publica*. 2008;42(3):517-23. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102008000300018>
4. Solé D, Wandalsen GF, Camelo-Nunes IC, Nasipitz CK; ISAAC - Brazilian Group. Prevalence of symptoms of asthma, rhinitis, and atopic eczema among Brazilian children and adolescents identified by the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) - Phase 3. *J Pediatr (Rio J)*. 2006;82(5):341-6.
5. Sharp JT. The respiratory muscles in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*. 1986;134(5):1089-91. PMID:3777674.
6. Basualto CL. Músculos respiratorios en la limitación crónica del flujo aéreo. *Bol Esc Med*. 1995;24(3):64-9.
7. Mergoni M, Rossi A. Physiopathology of acute respiratory failure in COPD and asthma [Article in Italian]. *Minerva Anestesiol*. 2001;67(4):198-205. PMID:11376510.
8. Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(1):10-48. PMID:12826594. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.2206020>
9. Sauleda Roig J. Clinical consequences of muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease [Article in Spanish]. *Nutr Hosp*. 2006;21 Suppl 3:69-75. PMID:16768033.
10. Hill AR. Respiratory muscle function in asthma. *J Assoc Acad Minor Phys*. 1991;2(3):100-8. PMID:1809452.
11. Jardim JR, Mayer AF, Camelier A. Respiratory muscles and pulmonary rehabilitation of asthmatics [Article in Spanish]. *Arch Bronconeumol*. 2002;38(4):181-8. PMID:11953271.
12. Gea J, Orozco-Levi M, Barreiro E. Physiologic particularities of muscle impairments in the patient with COPD. [Article in Spanish]. *Nutr Hosp*. 2006;21 Suppl 3:62-8. PMID:16768032.
13. Pastó M, Gea J, Blanco M, Orozco-Levi M, Pallás O, Masdeu M, et al. Metabolic activity of the external intercostal muscle of patients with COPD [Article in Spanish]. *Arch Bronconeumol*. 2001;37(3):108-14. PMID:11333535.
14. Parreira VF, França DC, Zampa CC, Fonseca MM, Tomich GM, Britto RR. Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11(5):361-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552007000500006>
15. 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):385-90. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0496\(199712\)24:6<385::AID-PPUL2>3.0.CO;2-G](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1099-0496(199712)24:6<385::AID-PPUL2>3.0.CO;2-G)
16. Wagener JS, Hibbert ME, Landau LI. Maximal respiratory pressures in children. *Am Rev Respir Dis*. 1984;129(5):873-5. PMID:6721285.
17. 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(5 Pt 1):1459-64. PMID:9817693.
18. Kabitz HJ, Waltersbacher S, Walker D, Windisch W. Inspiratory muscle strength in chronic obstructive pulmonary disease depending on disease severity. *Clin Sci (Lond)*. 2007;113(5):243-9. PMID:17391105. <http://dx.doi.org/10.1042/CS20060362>

19. McCool FD, Conomos P, Benditt JO, Cohn D, Sherman CB, Hoppin FG Jr. Maximal inspiratory pressures and dimensions of the diaphragm. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;155(4):1329-34. PMID:9105075.
20. Weiner P, Azgad Y, Ganam R, Weiner M. Inspiratory muscle training in patients with bronchial asthma. *Chest*. 1992;102(5):1357-61. PMID:1424851. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.102.5.1357>
21. Matecki S, Prioux J, Amsellem F, Denjean A, Ramonatxo M; EFR pédiatriques de la Société de Physiologie. Maximal respiratory pressures in children: the methodological challenge [Article in French]. *Rev Mal Respir*. 2004;21(6 Pt 1):1116-23. [http://dx.doi.org/10.1016/S0761-8425\(04\)71586-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0761-8425(04)71586-7)
22. Global Initiative for Asthma – GINA [homepage on the Internet]. Bethesda: Global Initiative for Asthma. [cited 2012 Mar 7]. Pocket Guide for Asthma Management and Prevention in Children. 2010 [Adobe Acrobat document, 30p.]. Available from: http://www.ginasthma.org/pdf/GINA_Pocket_2010a.pdf
23. Pereira CA. Espirometria. *J Pneumol*. 2002;28(Suppl 3):S1-S82.
24. Sigulem DM, Devincenzi MU, Lessa AC. Diagnosis of child and adolescent nutritional status [Article in Portuguese]. *J Pediatr (Rio J)*. 2000;76 Suppl 3:S275-84. <http://dx.doi.org/10.2223/JPED.164>
25. Gaultier C, Zinman R. Maximal static pressures in healthy children. *Respir Physiol*. 1983;51(1):45-61. [http://dx.doi.org/10.1016/0034-5687\(83\)90101-9](http://dx.doi.org/10.1016/0034-5687(83)90101-9)
26. 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(6):719-27. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X1999000600007>
27. Wilson SH, Cooke NT, Edwards RH, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax*. 1984;39(7):535-8. PMID:6463933 PMID:459855. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.39.7.535>
28. McKenzie DK, Gandevia SC. Strength and endurance of inspiratory, expiratory, and limb muscles in asthma. *Am Rev Respir Dis*. 1986;134(5):999-1004. PMID:3777698.
29. 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):1501-5. PMID:1972005.
30. Perez T, Becquart LA, Stach B, Wallaert B, Tonnel AB. Inspiratory muscle strength and endurance in steroid-dependent asthma. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153(2):610-5. PMID:8564106.

Sobre os autores

Cilmary Marly Gabriel de Oliveira

Fisioterapeuta. Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL – Maceió (AL) Brasil.

Fernanda de Cordoba Lanza

Professora Colaboradora. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho, São Paulo (SP) Brasil.

Dirceu Solé

Professor Titular. Disciplina de Alergia, Imunologia Clínica e Reumatologia, Departamento de Pediatria, Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina – UNIFESP/EPM – São Paulo (SP) Brasil.