

Avaliação estática e dinâmica da força muscular respiratória de crianças e adolescentes asmáticos

Jean Aretakis Cordeiro ¹

 <https://orcid.org/0000-0002-7639-1250>

Caroline Palácio Silva ²

 <https://orcid.org/0000-0002-4485-2382>

Murillo Carlos Amorim Britto ³

 <https://orcid.org/0000-0002-1566-6310>

Lívia Barboza Andrade ⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-5647-1835>

¹ Faculdade Pernambucana de Saúde. Recife, PE, Brasil.

²⁻⁴ Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira. Rua dos Coelhos, 300. Recife, PE, Brasil. CEP: 50.070-902. E-mail: ftlviabandrade@gmail.com

Resumo

Objetivos: avaliar a força muscular respiratória estática e dinâmica em crianças e adolescentes com asma.

Métodos: estudo transversal, envolvendo 80 crianças e adolescentes, sendo 40 com asma e 40 controles saudáveis. Analisadas características biológicas e clínicas. A análise da força muscular inspiratória dinâmica foi obtida através do dispositivo KH5 da linha POWERbreathe®, enquanto a avaliação estática, foi realizada por meio de um manovacuômetro analógico.

Resultados: a média obtida do S-Index foi maior no grupo controle comparado aos asmáticos ($p = 0.026$). Não houve diferença estatística entre os valores de P_{Imáx} dos asmáticos e os valores preditos ($p = 0.056$). Os resultados da P_{Emáx} demonstraram uma diferença significativa entre a média dos casos com os valores preditos ($p = 0.000$). Houve correlação positiva entre a altura e S-Index ($p = 0,002$ e $r = 0,438$).

Conclusão: o presente estudo demonstrou que a força muscular inspiratória estática (P_{Imáx}) de crianças e adolescentes asmáticos em comparação com os valores preditos na literatura não difere, porém, quando submetidos à avaliação dinâmica (S-Index), esta apresenta valores superiores em controles saudáveis. Além disso, o S-Index demonstrou uma correlação positiva com a altura da criança.

Palavras-chave Asma, Músculos respiratórios, Criança, Testes de função respiratória, Força muscular



Introdução

As doenças respiratórias são responsáveis por uma grande parcela das taxas de morbimortalidade em crianças, em condições agudas e crônicas.¹ No que se refere às doenças crônicas, em especial a asma, esta pode acometer a saúde infantil e remeter a uma adaptação e modificação de hábitos de vida, causando um profundo impacto na qualidade de vida da criança e da sua família.² Considerada a doença crônica não transmissível mais comum da infância e adolescência, a asma é um problema mundial de saúde que acomete cerca de 300 milhões de indivíduos. No Brasil, estima-se que existam cerca de 20 milhões de asmáticos, resultando em altas taxas de internação e elevados custos hospitalares.³⁻⁵

Por definição, é uma doença inflamatória crônica das vias aéreas inferiores, caracterizada por aumento exacerbado da resposta brônquica frente a diversos estímulos e obstrução variável do fluxo aéreo.⁴ Manifesta-se com episódios recorrentes de sibilos, tosse, dispneia e aperto torácico.⁴ Tais alterações funcionais impactam negativamente na qualidade de vida desses pacientes, limitando-os para as atividades diárias e prática de exercícios e recreacionais.²

A obstrução do fluxo aéreo em pacientes com asma induz a um aprisionamento progressivo de ar nas unidades alveolares.⁵⁻⁷ A hiperinsuflação pulmonar gerada, compromete a musculatura respiratória resultando em aumento do trabalho respiratório e maior gasto energético para vencer a impedância imposta pelas vias aéreas.⁵⁻⁷ Entre as desvantagens mecânicas causadas por essa condição respiratória, os principais fatores incluem a redução do comprimento do diafragma e dos músculos acessórios da inspiração, fazendo-os trabalhar abaixo do ideal da curva de comprimento-tensão. Além disso, a hiperinsuflação provoca ainda a elevação das costelas, deixando-as em posição mais horizontal, causando o rebaixamento das hemicúpulas diafragmáticas, diminuindo a zona de aposição com consequente limitação da expansibilidade torácica e redução da capacidade pulmonar total (CPT).^{8,9}

Somada às desvantagens mecânicas, o uso de corticosteroides em longo prazo, mesmo em baixas doses, pode contribuir para o aumento da fraqueza muscular respiratória.¹⁰⁻¹² Entre seus efeitos adversos, a redução da síntese de proteínas e o aumento da sua degeneração contribuem para a instalação de atrofia muscular.¹² Esse quadro de deficiência muscular respiratória contribui para um maior risco de fadiga muscular, expectoração ineficaz e intolerância ao exercício pela presença de

dispneia na prática de várias atividades físicas.¹³

Portanto, a quantificação da força muscular em pacientes asmáticos é de fundamental importância, a fim de permitir uma avaliação e tratamento adequados. A forma mais utilizada na prática clínica para avaliação da força muscular inspiratória é a pressão inspiratória máxima (PImáx) que consiste na medida da pressão gerada pelos músculos inspiratórios nas vias aéreas superiores por meio de uma máscara ou bocal durante uma inspiração máxima voluntária a partir do volume residual ou da capacidade residual funcional por meio de um manovacuômetro.^{14,15} Por se tratar de uma medida estática, a PImáx avalia a força muscular inspiratória apenas de forma isométrica, não sendo possível avaliar a força ao longo da inspiração.¹⁶

Novos dispositivos como o *POWERbreathe*®, England, UK foram desenvolvidos com a finalidade de mensurar a força dinâmica dos músculos inspiratórios. Diferentemente da PImáx, a avaliação dinâmica mede a força em toda amplitude de movimento do tórax, podendo ser visualizada e registrada por meio da análise gráfica, o que permite maior precisão dos resultados.¹⁷ Esse dispositivo é capaz de registrar a variação de fluxo durante a inspiração, calculando a força muscular inspiratória. O valor de pico ou força global muscular inspiratória é chamado de *S-Index*, sendo possível assim, indicar ou sugerir a presença de fraqueza muscular.¹⁷

Diante do exposto e considerando a ausência de pesquisas neste campo, o objetivo desse estudo foi avaliar a força muscular respiratória estática e dinâmica de crianças e adolescentes asmáticos.

Métodos

Estudo transversal com grupo comparativo, realizado no ambulatório de Pneumologia Pediátrica do Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira (IMIP), localizado em Recife, Estado de Pernambuco – Brasil. O IMIP é uma instituição de assistência, ensino e pesquisa e de referência em doenças respiratórias infantis atendendo exclusivamente a população do Sistema Único de Saúde (SUS). O estudo foi realizado no período de agosto de 2018 a abril de 2019. Recrutadas crianças e adolescentes com idade entre seis a 18 anos com diagnóstico clínico de asma persistente.¹⁸ Excluídos pacientes com outras doenças pulmonares associadas ou aqueles incapazes de realizar adequadamente a manobra de avaliação.

A captação dos participantes deu por meio de busca ativa no serviço de pneumologia, na qual aqueles elegíveis foram convidados a participar,

assinar o termo de consentimento livre e esclarecido e o termo de assentimento quando pertinente. Avaliaram-se características biológicas e clínicas do grupo de asmáticos. Diante da lacuna existente no que se refere aos valores de referência para o *S-Index* (avaliação dinâmica da força muscular) na população em estudo, foi criado um grupo controle com crianças e adolescentes sem asma e sem outra doença pulmonar associada, pareados por características biológicas de sexo, idade, peso e altura com o mesmo número de selecionados. A mensuração seguiu a mesma padronização da técnica realizada no grupo de crianças asmáticas e os participantes foram triados de uma escola pública do município de Olinda-PE.

Amostra foi por conveniência realizada de forma consecutiva durante o período do estudo. Iniciou-se a coleta de dados com informações referentes a dose total diária de corticoide inalatório administrado em microgramas (mcg), por meio da escala de medicação sugerida pelo *Global Initiative for Asthma* (GINA).¹⁸ Em seguida os participantes foram inquiridos sobre o nível de atividade física, por meio de um escore adaptado a partir do questionário *Habitual level physical activity* (HPLA) de Santuz *et al.*¹⁹ A amostra foi classificada quanto ao índice de massa corpórea (IMC) classificado de acordo com os valores obtidos através da calculadora *online* disponível no site da Biblioteca Virtual de Saúde, específicos para crianças e adolescentes, com base nos respectivos percentis.²⁰ O controle ambiental foi analisado, e os participantes/responsáveis foram abordados quanto à exposição à poeira, ao mofo e aos animais de estimação. Aqueles em contato com pelo menos um desses itens eram classificados como controle ambiental inadequado; além desses, a exposição ao fumo também foi avaliada.

Para avaliação das pressões respiratórias máximas (P_{Imáx} e P_{Emáx}), foi utilizado um manovacuômetro analógico da marca Indumed®, esta mensuração seguindo as normas da *American Thoracic Society* (ATS, 2002).²¹ Foram realizadas três medidas intercaladas, com um minuto de repouso. Os pacientes receberam incentivo verbal e *feedback* visual. O maior valor obtido foi considerado para a análise e comparado com os valores propostos pela equação de Lanza *et al.*²²

Após avaliação da força muscular estática, foi dado um intervalo de 15 minutos para que os pacientes descansassem a musculatura, e seguiu-se a avaliação dinâmica por meio do *S-Index* evitando a ocorrência de interferência nos valores mensurados. Para o *S-Index*, o posicionamento do paciente na cadeira e do bucal foi o mesmo utilizado na avali-

ção estática. Porém, para essa análise foi utilizado o dispositivo eletrônico de carga linear e computadorizado (KH5 da linha *POWERbreathe*®). O paciente foi orientado a expirar até o volume residual e, em seguida, realizar uma inspiração máxima, sendo realizadas 10 manobras, sem intervalos entre elas, sendo o maior valor das tentativas considerado para análise desde que a curva tenha sido reprodutível e aceitável. As medições foram consideradas aceitáveis, caso fossem mantidas, sem um vazamento de ar, por pelo menos 2 a 3 segundos e se duas leituras fossem feitas com um máximo de diferença de 20%, seguindo-se orientações do fabricante. Assim como na avaliação estática, os pacientes também receberam incentivo verbal e *feedback* visual.^{16,17}

Para análise estatística utilizou-se o programa STATA, versão 8. As variáveis mensuradas foram expostas por meio de tabelas de distribuição de frequência para variáveis categóricas, calculando-se médias e seus respectivos desvio-padrão. Para distribuição das variáveis utilizou-se o teste Shapiro-Wilk. Na análise entre asmáticos e grupo comparativo, foi aplicado o teste *t-student* e para a análise das variáveis qualitativas foi aplicado o teste qui-quadrado. Usou-se ainda correlação de Spearman entre as variáveis biológicas e a força muscular estática e dinâmica. Adotou-se o nível de significância $p < 0,05$.

Pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da instituição, sob número de CAAE: 84171618.3.0000.5201.

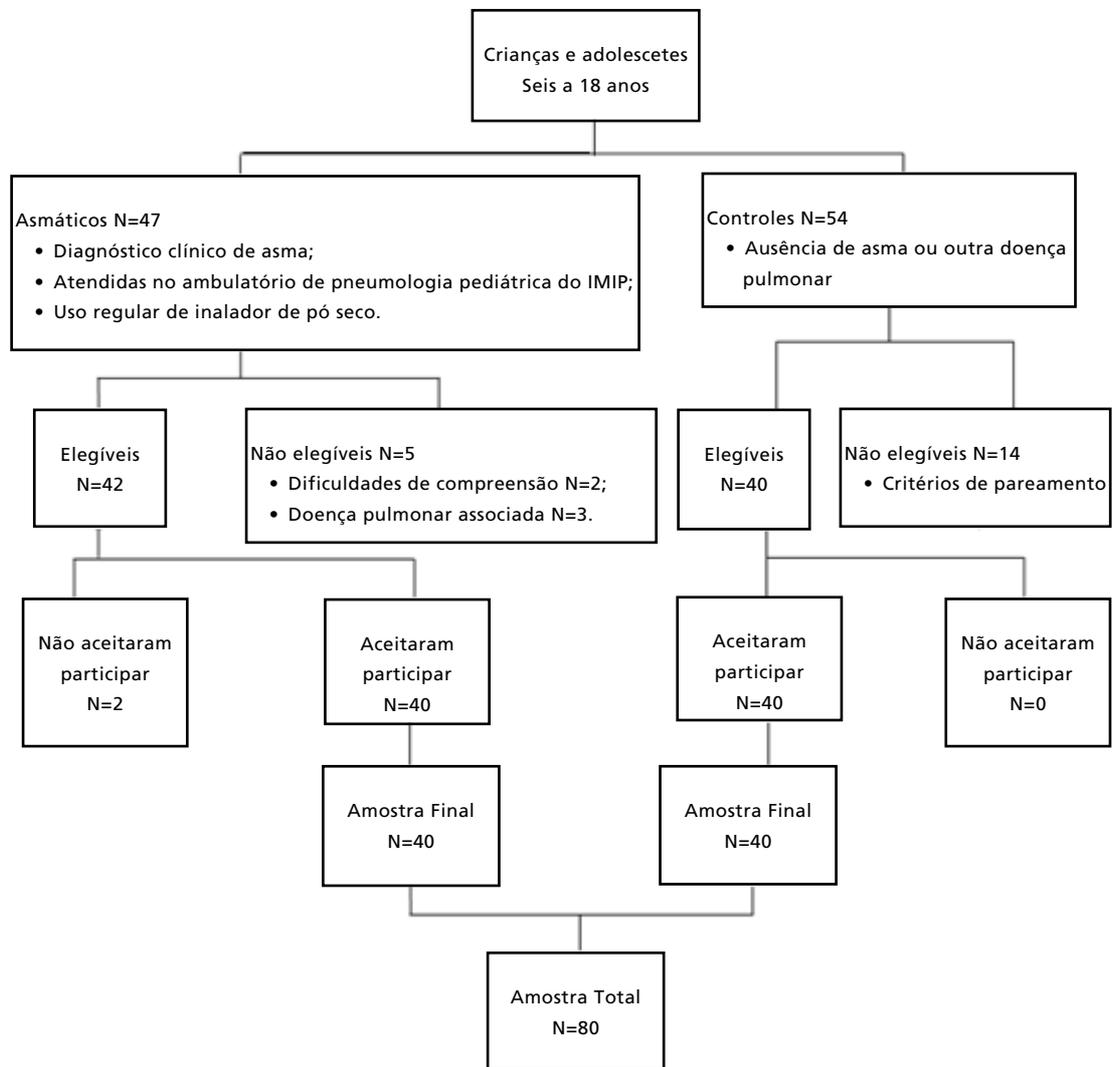
Resultados

Foram avaliadas 40 crianças e adolescentes asmáticos como mostrado na Figura 1. O grupo comparativo foi composto também por 40 crianças e adolescentes não asmáticos, perfazendo um total de 80 participantes no estudo. A média de idade, peso e altura dos grupos estudados foram semelhantes (Tabela 1).

Observou-se que 52,5 % da nossa amostra de crianças e adolescentes asmáticos eram do sexo masculino. No que se refere às características clínicas, 35,0% estavam com o IMC acima do recomendado, sendo 20% classificadas como sobrepeso, e 15% como obesas, porém, a maior porcentagem 57,5%, eram eutróficas. Em relação a renda, 22,5% da população em análise se enquadra em renda familiar total menor que um salário mínimo, 37,5% em renda igual a um salário mínimo e 40% com renda maior que um salário mínimo (Tabela 2). Ainda na análise descritiva, no que se

Figura 1

Fluxograma de captação dos participantes no estudo.



refere à exposição a fatores desencadeadores da asma, 75%, não obtiveram esse controle ambiental adequado. As demais características desses pacientes, incluindo o controle da doença, dose de corticoide inalatório e nível de atividade física estão dispostas na Tabela 2.

A análise do comportamento das médias dos valores obtidos na avaliação da força muscular dinâmica (*S-Index*) e dos valores estáticos (*PImáx* e *PEmáx*), encontram-se na Tabela 3. Observou-se que a média obtida no *S-Index* foi maior no grupo controle comparada ao grupo de asmáticos. Com relação a avaliação da força muscular estática, os valores de

PImáx dos asmáticos foram menores com relação aos valores esperados preditos, porém, sem diferença significativa. A *PEmáx*, demonstrou diferença significativa entre asmáticos comparado aos valores preditos (Tabela 3).

No que diz respeito à correlação das variáveis biológicas e da pressão inspiratória e expiratória máxima, com o *S-Index* (Tabela 4), foi observada a correlação positiva entre as variáveis de altura e *S-Index*, evidenciando-se uma relação diretamente proporcional, ou seja, quanto maior a altura, maior o *S-Index* dos pacientes estudados. Não houve correlação significativa entre as demais variáveis e o *S-Index*.

Tabela 1

Caracterização da amostra quanto à idade e medidas antropométricas. Recife, 2019.

Características	Asmáticos (n=40)	Não asmáticos (n=40)	p*
	$\bar{X} \pm DP$	$\bar{X} \pm DP$	
Idade (anos)	14 ± 3,46	14 ± 3,46	1,000
Peso (kg)	52,8 ± 13,0	55,8 ± 12,9	0,729
Altura (m)	1,57 ± 0,12	1,60 ± 0,11	0,408

*Teste t de Student.

Tabela 2

Características sócio-demográficas dos pacientes com asma persistente. Recife, 2019.

Variáveis socioeconômicas	N	%
Sexo		
Masculino	21	52,5
Feminino	19	47,5
Renda familiar (salário mínimo)		
<1	9	22,5
1	15	57,5
>1	16	40,0
IMC		
Baixo para idade	3	7,5
Adequado ou eutrófico	23	57,5
Sobrepeso	8	20,0
Obesidade	6	15,0
Escolaridade		
Fundamental	30	75,0
Médio	8	20,0
Superior	2	5,0
Fumo		
Sim	2	5,0
Não	38	95,0
Controle ambiental		
Sim	10	25,0
Não	30	75,0
Dose diária de corticoide inalatório (mcg)		
Baixa	20	50,0
Média	13	32,5
Alta	7	17,5
Nível de atividade física- HLPa (N=40)		
Sedentário	11	37,5
<ou até 2hrs/sem	16	40,0
>2hrs/sem	13	32,5

SM = Salário Mínimo; IMC = Índice de Massa Corpórea; HLPa = *Habitual level physical activity*. Valores expressos em números absolutos e percentuais.

Tabela 3

Comparação dos valores de força muscular respiratória dinâmica entre asmáticos e controles e força estática com valores preditos. Recife, 2019.

Características	Asmáticos		Controles		p*
	N	$\bar{X} \pm DP$	N	$\bar{X} \pm DP$	
S-Index	40	77,58 ± 15,21	40	83,48 ± 23,46	0,026
	Asmáticos		Valores preditos		
PImáx	40	100 ± 20,90	40	109,46 ± 10,35	0,056
PEmáx	40	89 ± 24	40	99,98 ± 8,86	<0,001

PImáx= pressão inspiratória máxima; PEmáx= pressão expiratória máxima; *Teste t de Student.

Tabela 4

Correlação entre as variáveis biológicas e a força muscular estática e dinâmica dos pacientes asmáticos. Recife, 2019.

Correlação	R	p
Idade x S-Index	-0,063	0,682
Peso x S-Index	0,282	0,061
Altura x S-Index	0,438	0,002*
PImáx caso x S-Index	-0,003	0,982

PImáx= Pressão Inspiratória Máxima; r=rhô; * p<0,05. Correlação de Spearman.

Discussão

Em nosso estudo, a análise dinâmica dos músculos inspiratórios evidenciou superioridade nas crianças saudáveis comparada com asmáticas. O comportamento da força muscular respiratória estática em comparação aos valores de normalidade preditos demonstrou diferença na pressão expiratória máxima. Quando comparada à força estática e dinâmica apenas no grupo de crianças asmáticas, observou-se que a PImáx foi maior que o S-Index.

A força muscular respiratória estática (PImáx) dos pacientes asmáticos, apesar de se mostrar um pouco inferior, não diferiu significativamente dos valores preditos para população infantil brasileira, este fato também foi observado no estudo de Marcelino *et al.*,¹¹ em que não houve diferença estatística da PImáx entre crianças asmáticas e seus controles. Esse achado pode ser considerado contestável, visto que crianças asmáticas sofrem com alteração da função pulmonar e biomecânica ventilatória, e valores mais baixos de força muscular seriam esperados. Essa convergência de achados nas duas populações pode ser explicada porque a PImáx avalia a força muscular respiratória ao nível de

volume residual ou capacidade residual funcional de forma isométrica, não sendo possível observar o desempenho de força ao longo de toda inspiração.^{14,15}

Murphy e Wilson²³ relataram a existência de diferenças significativas nos padrões de ativação neural dos músculos durante manobras isométricas em relação as contrações dinâmicas. O dispositivo que avalia a força inspiratória durante toda a manobra (isocinética), como o *POWERbreathe*®, pode propor uma avaliação mais fidedigna, desde o volume residual ou capacidade residual funcional até a capacidade pulmonar total, quando comparado a PImáx em crianças e adolescentes asmáticas.

Melzere Souhrada²⁴ em estudo com o objetivo de avaliar a PImáx por meio da mensuração da pressão esofágica observaram que elase encontrava diminuída em asmáticos. Outros estudos que avaliam a PImáx por meio da manovacuometria, não observam alteração da mesma em pacientes asmáticos, portanto tal instrumento pode não ser suficientemente fidedigno para avaliação.^{25,26} Como a técnica de mensuração através da pressão esofágica é feita de maneira invasiva, além de ser de alto custo, a avaliação dinâmica por meio do *POWERbreathe*®,

pode ser uma melhor alternativa para prática clínica.²⁴

Na avaliação da força muscular respiratória de forma dinâmica (*S-Index*), foi possível observar valores inferiores no grupo dos asmáticos em relação ao grupo controle pareados por idade, sexo e altura. Tais resultados estão de acordo com uma série de desvantagens biomecânicas que pacientes asmáticos podem desenvolver, implicando em uma redução da força da musculatura respiratória.⁸ Porém, essas sugestões são limitadas, pois até o presente momento não há estudos que avaliem o *S-Index* em pacientes asmáticos. Nosso estudo é pioneiro nessa análise dinâmica da força muscular inspiratória em crianças, não podendo assim serem feitas comparações com medidas anteriores.

Silva *et al.*²⁷ avaliaram o *S-Index* de 81 adultos saudáveis, obtendo uma média de 102 cmH₂O. Esses valores são superiores à média obtida em nosso estudo com crianças e adolescentes saudáveis, com valor médio de 87.10 cmH₂O. Isso pode ser explicado, uma vez que a força muscular se altera conforme características basais de idade, sexo e índice de massa corporal.²⁸ Ademais no grupo de pacientes com asma, obtivemos um valor médio ainda mais baixo que adultos saudáveis e crianças saudáveis, com média de 78.27 cmH₂O, o que pode sugerir que, além da idade influenciar, condições pulmonares como a asma podem reduzir os valores de força muscular dinâmica.

Além disso, em um estudo transversal desenvolvido em escolares no ano de 2013, foi observada uma correlação negativa da P_{Imáx} com o IMC, o que pode explicar valores abaixo do predito em nossa população, na qual 35,0% da nossa amostra eram classificados como sobrepeso ou obesos.²⁶

Em nosso estudo, os valores de P_{Imáx} foram superiores ao *S-Index* em crianças e adolescentes asmáticas, corroborando os achados de Minahan *et al.*¹⁶ em população adulta. Os valores mais baixos de *S-Index* podem ter sido relacionados ao número de repetições propostas para análise: por ser tratar de crianças, dez repetições podem não ser suficientes para encontrar o valor máximo do *S-Index* devido ao efeito aprendido da manobra de avaliação. Mais estudos são necessários para uma definição em crianças e adolescentes.²⁷

Observou-se ainda, em nosso estudo, que quanto maior a altura, maior o *S-Index* na população asmática. Em contrapartida, no estudo de Murphy e Wilson,²³ a altura provou ser um preditor negativo apenas para as mulheres, porém esses dados não podem ser comparáveis, pois os métodos de avaliação e a população são diferentes. Em relação à

avaliação da P_{Emáx}, nossos achados se distanciam do referido autor, pois evidenciou-se uma diferença significativa entre as médias dos casos comparados aos valores preditos para a população.²⁹ Uma possível explicação para a diminuição da P_{Emáx} em asmáticos pode estar relacionada com a fisiopatologia da doença, devido à obstrução do fluxo aéreo e o aumento da resistência de vias aéreas, sobretudo na expiração, dificultando a liberação do fluxo e reduzindo os valores esperado.⁷

A expiração em condições fisiológicas é uma manobra passiva, que ocorre apenas pelo recuo elástico do pulmão. Em condições de esforço máximo e submáximo (durante a manobra de avaliação), a ativação da musculatura expiratória acessória (abdominal) aumenta os valores de P_{Emáx}.²⁹ Em crianças asmáticas, observa-se desvantagem biomecânica originada pela resistência das vias aéreas aumentadas, resultando em baixa ativação da musculatura durante os esforços máximos. Tais fatores podem explicar os valores mais baixos de P_{Emáx} no grupo asmático do nosso estudo.^{7,29}

Outro fator importante é o uso de corticosteroide no tratamento medicamentoso da asma. Observou-se que 50% das crianças e adolescentes asmáticos incluídos no estudo utilizavam médias a altas doses diárias de corticoide inalatório, e há evidência de que seu uso prolongado pode ocasionar fraqueza muscular pela miopatia induzida por esteroides.¹² Além desses fatores, os valores de P_{Emáx} têm alto índice de falso positivo para fraqueza expiratória, uma vez que baixos valores podem ser causados por esforços submáximos ou vazamento ao redor do bocal.¹⁴ Em nosso estudo esses riscos foram reduzidos, pelo controle fiel dessas variáveis, por meio do *feedback* visual e estímulo verbal para que eles se sentissem estimulados a utilizar sua força máxima, e sempre orientados a manter os lábios bem vedados a fim de evitar vazamentos.

O presente estudo demonstrou que a força muscular inspiratória estática (P_{Imax}) de crianças e adolescentes asmáticos em comparação com os valores preditos na literatura não difere, porém, quando submetidos à avaliação dinâmica (*S-Index*), esta apresenta valores superiores em controles saudáveis. Além disso, o *S-Index* demonstrou uma correlação positiva com a altura da criança.

Contribuição dos autores

Cordeiro JA, Silva CP: concepção e planejamento do trabalho. Britto MCA: planejamento do trabalho. Andrade LB: concepção e planejamento do trabalho, aprovação da versão final.

Referências

- Victor J, Silva E, Elle S, Ferreira A, Rodrigues A. Perfil da morbidade hospitalar por doenças respiratórias na infância de 0 a 9 anos na cidade de Maceió – AL no período de 2010 a 2014. *Ciênc Biol Saúde*. 2016; 3 (3): 43-58.
- Nordlund B, Melén E, Schultz ES, Grönlund H, Hedlin G, Kull I. Prevalence of severe childhood asthma according to the WHO. *Respir Med*. 2014; 108 (8): 1234-7.
- Kuschnir F, Gurgel R, Solé D, Costa E, Felix M, De Oliveira C, Vasconcellos M, Kuschnir M. ERICA: Prevalence of asthma in Brazilian adolescents. *Rev Saúde Pública*. 2016; 50 (Suppl. 1): 1-10.
- Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia para o Manejo da Asma - 2012. *J Bras Pneumol*. 2012; 38 (Supl.1): 1-46.
- Cardoso T de A, Roncada C, Silva E, Pinto L, Jones MH, Stein RT, Pitrez PM. The impact of asthma in Brazil: a longitudinal analysis of data from a Brazilian national database system. *J Bras Pneumol*. 2017; 43 (3): 163-8.
- Asher I, Pearce N. Global burden of asthma among children. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2014; 18 (11): 1269-78.
- Mergoni M, Rossi A. Physiopathology of acute respiratory failure in COPD and asthma. *Minerva Anestesiol*. 2001; 67 (4): 198-205.
- Heinzmann-Filho JP, Vendrusculo FM, Woszezenki CT, Piva TC, Santos AN, Barcellos AB, Vagliatti BB, Corrêa DG, Marttiello R, Donadio MV. Inspiratory muscle function in asthmatic and healthy subjects: influence of age, nutrition and physical activity. *J Asthma*. 2016; 53 (9): 893-9.
- Shei R-J, Paris H, Wilhite D, Chapman R, Mickleborough T. The role of inspiratory muscle training in the management of asthma and exercise-induced bronchoconstriction. *Phys Sportsmed*. 2016; 44 (4): 327-34.
- Ramos E, de Oliveira LV, Silva A, Costa I, Corrêa JC, Costa D, Alves V, Donner C, Stirbulov R, Arena R, Sampaio LM. Peripheral muscle strength and functional capacity in patients with moderate to severe asthma. *Multidiscip Respir Med*. 2015; 10 (1): 3.
- Marcelino A, da Cunha D, da Cunha R, da Silva H. Respiratory muscle strength in asthmatic children. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2013; 16 (4): 492-6.
- Akkoca O, Mungan D. Inhaled and systemic corticosteroid therapies : do they contribute to inspiratory muscle weakness in asthma ? *Respiration*. 1999; 66: 332-7.
- Neumannová K, Kováčiková Z, Zatloukal J, Elfmark M, Rydlová J, Janura M. Respiratory muscle strength in children with mild bronchial asthma disease. *Acta Gymnica*. 2017; 47 (4): 180-6.
- Caruso P, Albuquerque A, Santana P, Cardenas L. Métodos diagnósticos para avaliação da força muscular inspiratória e expiratória. *J Bras Pneumol*. 2015; 41 (2): 110-23.
- Marcelino A, Silva H. Role of maximal inspiratory pressure in the evaluation of respiratory muscle strength in asthmatics - Systematic review. *Rev Port Pneumol*. 2010; 16 (3): 463-70.
- Minahan C, Sheehan B, Doutreband R, Kirkwood T, Reeves D. Repeated-Sprint Cycling Does Not Induce Respiratory Muscle Fatigue in Active Adults : Measurements from The Powerbreathe ® Inspiratory Muscle Trainer. *J Sport Sci Med*. 2015; 14: 233-8.
- Chiappa GR, Roncada C. Avaliação da função muscular ventilatória. 2016; (April).
- Global Initiative for Asthma. Pocket Guide for Asthma Management and Prevention; 2018. Disponível em: www.ginasthma.com
- Santuz P, Baraldi E, Zaramella P, Filippone M, Zacchello F. Factors limiting exercise performance in long-term survivors of bronchopulmonary dysplasia. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995; 152: 1284-9.
- Cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC) infantil. [acesso em 23 Fev 2018]. Disponível em: <https://aps.bvs.br/apps/calculadoras/?page=7>.
- American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166 (15): 518-624.
- Lanza FC, de Moraes Santos ML, Selman JPR, Silva JC, Marcolin N, Santos J, Oliveira CM.G, Lago PD, Corso SD. Reference equation for respiratory pressures in pediatric population: a multicenter study. *PLoS ONE*. 2015; 10 (8): 1-9.
- Murphy AJ, Wilson GJ. Poor correlations between isometric tests and dynamic performance: relationship to muscle activation. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1996; 73 (3-4): 353-7.
- Melzer E, Souhrada JF. Decrease of respiratory muscle-strength and static lung volumes in obese asthmatics. *Am Rev Respir Dis*. 1980; 121 (1): 17-22.
- Marks J, Pasterkamp H, Tal A, Leahy F. Relationship between respiratory muscle strength, nutritional status, and lung volume in cystic fibrosis and asthma. *Am Rev Respir Dis*. 1986; 133 (3): 414-7.
- Mckenzie DK, Gandevia SC. Strength and endurance of inspiratory, expiratory, and limb muscles in asthma. *Am Rev Respir Dis*. 1986; 134(5): 999-1004.
- Silva PE, de Carvalho KL, Frazão M, Maldaner V, Daniel CR, Gomes-Neto M. Assessment of Maximum Dynamic Inspiratory Pressure. *Respir Care*. 2018; 63 (10): 1231-8.
- Rosa, George Jung da e SCHIVINSKI, Camila Isabel S. Avaliação da força muscular respiratória de crianças segundo a classificação do índice de massa corporal. *Rev Paul Pediatr*. 2014, 32 (2): 250-5.
- Weiner S, 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: 1501-5.

Recebido em 25 de Outubro de 2019

Versão final apresentada em 4 de Agosto de 2020

Aprovado em 1 de Setembro de 2020