

# Distribuição padrão e percentuais dos valores de pressão respiratória máxima de crianças saudáveis de 7 a 10 anos de idade

Standard reference and percentiles of maximum respiratory pressures values of healthy children aged 7–10 years

Camila Isabel Santos Schivinski<sup>a,\*</sup> , Renata Maba Gonçalves Wamosy<sup>a</sup> , Paloma Lopes Francisco Parazzi<sup>b</sup> , André Moreno Morcillo<sup>b</sup> 

## RESUMO

**Objetivo:** Apresentar distribuição normal para os valores das pressões respiratórias máximas de escolares saudáveis, de acordo com o gênero.

**Métodos:** Estudo transversal envolvendo crianças saudáveis de 7 a 10 anos. Foram avaliados os dados de massa corporal e estatura, para o cálculo do índice de massa corporal (IMC). Os valores de volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) e pressão expiratória máxima foram avaliados de acordo com a American Thoracic Society. Os dados de pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>) obtidos no estudo deram origem à distribuição normal, cuja construção foi elaborada pelo método the Lambda-Mu-Sigma (LMS), bem como os percentis 3, 10, 25, 50, 75, 90 e 97 de PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> de cada sexo.

**Resultados:** Os dados de PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> foram coletados de 399 escolares. Todos os escolares da amostra apresentavam VEF<sub>1</sub> e índice de massa corporal adequados. O estudo mostrou aumento dos valores de pressão respiratória com o avançar da idade. Os valores de PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> das meninas foram de 53,49±11,07 e 61,80±12,51 cmH<sub>2</sub>O, respectivamente; e os meninos de 59,96±13,66 e 69,68±15,72 cmH<sub>2</sub>O, respectivamente.

**Conclusões:** Foram desenvolvidas curvas e percentis normais para os valores de PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> de escolares saudáveis o que poderia auxiliar no acompanhamento clínico e terapêutico de diferentes populações pediátricas.

**Palavras-chave:** Músculos respiratórios; Criança; Força muscular.

## ABSTRACT

**Objective:** This study aims to present standard reference for values of maximum respiratory pressures of healthy schoolchildren, according to gender.

**Methods:** This is a cross-sectional study involving healthy children aged 7–10 years. Data of body mass and height were evaluated to calculate body mass index (BMI). In addition, forced expiratory volume in 1 second (FEV<sub>1</sub>) and maximal expiratory pressure values were evaluated according to the American Thoracic Society. The maximal inspiratory pressure (MIP) and data of maximal expiratory pressure (MEP) obtained in the study showed normal distribution and curves were built by the Lambda–Mu–Sigma (LMS) method, as well as the values of MIP and MEP percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90, and 97 for each gender.

**Results:** MIP and MEP data were collected from 399 schoolchildren. All schoolchildren in the sample had adequate FEV<sub>1</sub> and BMI. The study showed an increase in respiratory pressure values with age progression. The MIP and MEP values of girls were of 53.4±11.0 and 61.8±12.5 cmH<sub>2</sub>O, respectively, and those of boys were 59.9±13.6 and 69.6±15.7 cmH<sub>2</sub>O, respectively.

**Conclusions:** Normal curves and percentiles were developed for MIP and MEP values of healthy schoolchildren. The extreme percentiles (3rd and 97th) were determined, and a specific graph was elaborated for each group. These graphs may help clinical follow-up and therapeutic monitoring of different pediatric populations.

**Keywords:** Respiratory muscles; Children; Muscle strength.

\*Autor correspondente. E-mail: [cacaiss@yahoo.com.br](mailto:cacaiss@yahoo.com.br) (C. I. S. Schivinski).

<sup>a</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brazil.

<sup>b</sup>Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brazil.

Recebido em 11 de janeiro de 2021; aprovado em 29 de agosto de 2021.

## INTRODUÇÃO

Os valores normativos da força muscular respiratória (FMR) são essenciais para doenças e indivíduos saudáveis. Para tanto, nas doenças, a pressão inspiratória máxima ( $PI_{máx}$ ) e a pressão expiratória máxima ( $PE_{máx}$ ) são utilizadas para diagnosticar, indicar o prognóstico e determinar o tratamento. Em condições de saúde, especificamente para crianças, a avaliação da FMR ajuda a monitorar o crescimento e o desenvolvimento.<sup>1,2</sup>

Normalmente, os estudos de FMR em pediatria têm indicado propostas de modelos ajustados,<sup>3-9</sup> que permitem apenas explicar uma pequena parte da variabilidade das variáveis dependentes; essas variáveis são listadas para a composição das equações, elaboradas para prever valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$ .

Em geral, os modelos utilizam fatores antropométricos como idade, peso e altura como variáveis preditoras e apresentam coeficiente de determinação ajustado muito baixo, em torno de 30%.<sup>4,8</sup> Sabe-se que apenas dois estudos apresentaram coeficientes que ultrapassaram 50%.<sup>5,6</sup> Essas evidências indicam pouca precisão nas equações propostas e sugerem que o uso de certas equações é mais apropriado se restrito às populações em que foram desenvolvidas. Isso porque a proposta desses modelos de “prever” o valor médio esperado é frágil porque o fator de “erro de previsão” é grande.

Apenas estimar ou prever a média de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  de uma criança por meio de equações previstas e valores de normalidade não apresentou significância clínica, uma vez que não considera a variabilidade da medida para indivíduos com características semelhantes. Isso ocorre porque nem todos os indivíduos de uma mesma comunidade ou região apresentam valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  iguais à média. A variabilidade regional é amplamente discutida,<sup>8,10-13</sup> mas a variabilidade da medida em si não. Nesse sentido, analisar se a medida de FMR verificada em um paciente por meio dos valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  é adequada à variabilidade observada em sua faixa etária e gênero parece ser substancial, uma vez que novas propostas de equações para parâmetros de FMR não parecem atender a necessidade clínica atual.

É necessário um desenho metodológico e de análise de dados mais elaborado, como o desenvolvimento de uma distribuição normal e seus percentuais. Assim, o objetivo deste estudo foi apresentar referências-padrão para valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  de escolares saudáveis, segundo sexo e idades entre 7 e 10 anos.

## MÉTODO

A referência padrão foi desenvolvida com dados de um estudo de valores de referência de pressões respiratórias máximas de crianças em idade escolar,<sup>8</sup> aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAAE 01821712.6.0000.0118/Parecer 63455).

Este estudo contou com alunos saudáveis, colaborativos e eutróficos, com idades entre 7 e 10 anos, de três escolas públicas de Florianópolis, pertencentes à faixa de índice de massa corporal (IMC) > 3 e <85 classificados de acordo com o Ministério da Saúde do Brasil,<sup>14</sup> e capazes de compreender e executar adequadamente todos os procedimentos de avaliação. As avaliações ocorreram no período da manhã, com autorização das escolas e consentimento dos pais e da criança. O mesmo examinador realizou a avaliação do peso (precisão 0,1kg) e da altura (precisão 0,5cm), utilizando balança com estadiômetro acoplado (Welmy, 200/50g). A criança permaneceu descalça, com o corpo ereto e alinhado, com o mínimo de vestimenta para a obtenção dessas medidas. As escolas da cidade foram convidadas a participar do estudo, e apenas três aceitaram o convite, ou seja, duas escolas particulares e uma pública, de ensino fundamental e médio, com aproximadamente 500 alunos de cada escola. As três instituições estão localizadas na Grande Florianópolis e correspondem a alunos de classe média. Na ocasião, foram enviados termos éticos aos responsáveis de cada um dos alunos, o Questionário de Saúde do *International Study of Asthma and Allergies Questionnaire* (ISSAC), bem como as diretrizes e objetivos da pesquisa. Todos os alunos que retornaram com o consentimento assinado dos pais e preencheram o ISAAC e o questionário de saúde foram avaliados. Foram considerados para inclusão na análise estatística apenas os dados de FMR dos alunos considerados saudáveis.

O estado de saúde das crianças foi controlado por meio da aplicação de um questionário de saúde elaborado pelos pesquisadores para controlar a ausência de diagnóstico ou história de doenças cardiorrespiratórias, musculoesqueléticas, reumáticas, neurológicas, e déficits auditivos ou visuais. Os pais responderam ao questionário, que continha questões relacionadas à prática de atividade física, contexto domiciliar, uso de medicamentos, doenças atuais ou pregressas e histórico de hospitalizações. Também foi aplicado um questionário de sintomas respiratórios, o módulo de asma do ISAAC, com questões relacionadas à sintomatologia dos últimos 12 meses, com escore total de 14 pontos.<sup>15</sup> Alunos de 7 a 9 anos que apresentaram pontuação igual ou superior a 5 pontos ou alunos de 10 anos com pontuação igual ou superior a 6 pontos devido ao risco de asma<sup>16</sup> não foram incluídos no estudo. Além disso, foram excluídas crianças com doença aguda no momento da coleta de dados e aquelas cujos questionários continham respostas de conteúdo questionável. Crianças com volume expiratório forçado em 1 segundo ( $VEF_1$ ) menor que 80% do previsto por Polgar e Promadhat<sup>17</sup> também não fizeram parte da amostra. O  $VEF_1$  foi obtido por meio de monitor digital (PIKo-1, nSpire Health, EUA), seguindo as orientações e critérios de desempenho da *American Thoracic Society* (ATS).<sup>18</sup> Foi registrado o

maior valor de três medidas, com intervalo de 30 segundos entre elas, e duas que não diferiram em mais de 0,15L em no máximo cinco manobras.

Posteriormente, as pressões respiratórias máximas foram obtidas por meio de um manovacuômetro digital com válvula unidirecional MVD300 (G-MED, Brasil), com precisão de 0–300cmH<sub>2</sub>O, resolução de 1cmH<sub>2</sub>O e erro de 1,8cmH<sub>2</sub>O. As medidas foram realizadas por um único examinador e respeitando os padrões e critérios da ATS.<sup>19</sup> A PE<sub>máx</sub> foi medida a partir de uma inspiração próxima à capacidade pulmonar total, seguida de expiração máxima. A criança expirou até próximo ao volume residual e então realizou a inspiração máxima na posição sentada para obter a PI<sub>máx</sub>. Foram realizadas no mínimo três e no máximo sete manobras para cada uma das medidas de PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>. As medidas foram consideradas satisfatórias quando o valor máximo de três manobras aceitáveis (sem vazamentos e com duração de no mínimo 2 segundos) e reproduzíveis variou menos de 20% entre elas; a maior medida foi registrada. Houve um intervalo de 30 a 40 segundos entre cada manobra de cada medição. Entre a medição da PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>, foi garantido um intervalo de 3 minutos para evitar o cansaço durante a avaliação. Apenas um avaliador conduziu a coleta de dados; todas as avaliações de cada participante foram realizadas no mesmo dia.

Os dados de PI<sub>máx</sub> ou PE<sub>máx</sub> obtidos na amostra de alunos saudáveis deram origem a referências padronizadas. O método Lambda-Mu-Sigma (LMS)<sup>20-22</sup> foi usado para construir as curvas. O *software* LMS *chartmaker*, versão 2.4 (Copyright 1997–2008; Medical Research Council, UK) foi usado para determinar os parâmetros L, M e S e os percentis 3, 10, 25, 50, 75, 90 e 97 do PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>. O escore z de qualquer valor de PI<sub>máx</sub> ou PE<sub>máx</sub> observado em crianças de 7 a 10 anos a partir dos parâmetros L, M e S foi determinado usando as seguintes fórmulas:<sup>20</sup>

$$z = \frac{(y/M)^L - 1}{L \times S} \quad \text{se } L \neq 0$$

$$z = \frac{\text{Log}(y/M)}{S} \quad \text{se } L = 0$$

## RESULTADOS

Foram avaliadas 625 crianças, das quais 209 foram excluídas por não atenderem aos critérios de inclusão (Figura 1) e 17 se recusaram a participar da pesquisa. Os dados de PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> foram analisados em 399 alunos, dos quais 101 tinham 7 anos (51 meninos), 102 tinham 8 anos (50 meninos), 101 tinham 9 anos (51 meninos) e 95 tinham 10 anos (46 meninos) (Tabela 1). Todos os alunos da amostra apresentavam função pulmonar e IMC adequados.

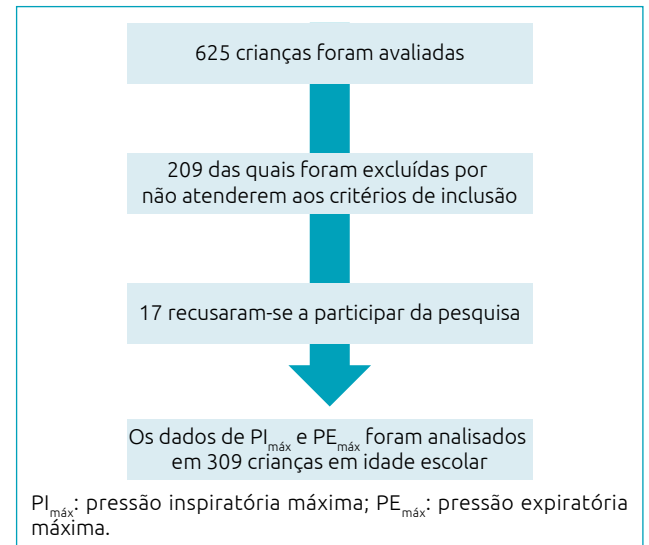


Figura 1 Fluxograma das crianças estudadas.

Tabela 1 Variáveis antropométricas e ventilatórias de acordo com sexo e idade.

	Homens (n=198)				Mulheres (n=201)			
	7 (n=51)	8 (n=50)	9 (n=51)	10 (n=46)	7 (n=50)	8 (n=52)	9 (n=50)	10 (n=49)
Peso, kg	25,2±3,6	27,1±4,1	30,9±4,5	33,8±4,5	24,2±3,2	28,7±4,3	30,5±4,9	34,0±5,5
Altura, m	1,3±0,1	1,3±0,1	1,4±0,1	1,4±0,1	1,3±0,1	1,3±0,1	1,4±0,1	1,4±0,1
IMC, kg/m <sup>2</sup>	15,8±1,1	15,6±1,3	16,6±1,4	16,3±1,4	15,4±1,2	16,6±1,3	16,4±1,5	16,8±1,5
VEF <sub>1</sub> L	1,4±0,2	1,7±0,2	1,8±0,2	2,1±0,3	1,4±0,2	1,6±0,2	1,8±0,3	2,0±0,3
VEF <sub>1</sub> %	93,1±7,1	95,9±6,8	94,7±6,1	93,8±7,3	93,0±9,6	94,0±5,5	93,0±6,4	94,2±6,4
PI <sub>máx</sub>	54,6±11,3	56,8±11,1	61,4±10,7	64,3±13,2	48,6±8,1	52,3±10,2	53,7±10,2	56,2±9,1
PE <sub>máx</sub>	62,8±12,7	65,3±11,6	75,3±15,7	74,4±14,7	54,5±9,8	60±10,5	63,2±12,3	66,2±9,4

Todas as variáveis são expressas em média±desvio padrão. VEF<sub>1</sub>L: volume expiratório forçado em 1 segundo em litros; VEF<sub>1</sub>%: percentual de volume expiratório forçado no primeiro segundo em relação ao previsto; PI<sub>máx</sub>: pressão inspiratória máxima, PE<sub>máx</sub>: pressão expiratória máxima; DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo.

As Tabelas 2 e 3 apresentam os percentuais (P3, P10, P25, P50, P75, P90 e P97) da  $PE_{máx}$  e da  $PI_{máx}$ , respectivamente, de meninas e meninos, entre 7 e 10 anos. A distribuição normal dos dados de  $+PI_{máx}$  representa o comportamento dos percentuais, de acordo com a idade de ambos os sexos, apresentados na Figura 2. A Figura 3 mostra a distribuição normal das curvas de  $PE_{máx}$ . Houve aumento dos valores das pressões respiratórias máximas com o avançar da idade.

## DISCUSSÃO

Este estudo determinou os percentuais extremos (3º e 97º) para valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  de crianças saudáveis de três escolas de Florianópolis. Valores de referência para a FMR de crianças brasileiras foram propostos em várias regiões do país;<sup>3-9</sup> embora haja grande variabilidade, eles constituem parâmetros clínicos de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$ . Até o momento, os percentuais e curvas de distribuição normal de FMR para crianças brasileiras ainda não foram propostos.

Pelo menos 100 casos são necessários para cada faixa etária para que haja precisão ao traçar curvas e percentuais. Porém, as curvas aqui apresentadas foram desenvolvidas para cada gênero, totalizando 50 casos em cada curva, o que pode ser considerado uma limitação. Na prática clínica, ter acesso a valores de referência que expressem a variabilidade observada na população é fundamental para os profissionais de saúde que acompanham o crescimento e

desenvolvimento da faixa etária pediátrica. Além disso, identificar se uma criança tem FMR acima ou abaixo da média ou mesmo 25% acima da média não se traduz para o profissional de saúde, médico ou fisioterapeuta que irá propor um programa de treinamento muscular; a condição clínica real; e evolução potencial de um indivíduo. No entanto, é um dado consistente destacar que um parâmetro relacionado à FMR, como a  $PI_{máx}$  de uma criança, é menor que o 5º percentil, o que significa que 5% ou menos das crianças saudáveis têm  $PI_{máx}$  menor que a dela. Embora a amostra seja caracterizada pela procedência de escolas públicas e, consequentemente, seja possível que a população tenha baixa renda, a maioria correspondeu a valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  compatíveis com dados estabelecidos na literatura. Dito isso, a renda social não parece ter comprometido a compreensão do exame, e a FMR foi medida indiretamente por manovacuometria.

Recentemente, Hulzebos et al.<sup>23</sup> estabeleceram curvas de distribuição para crianças e jovens holandeses saudáveis, de 8 a 19 anos, com base em valores de referência de 117 meninos e 134 meninas. Os valores ajustados do coeficiente de determinação foram próximos a 50%; entretanto, ao subdividir a amostra em idades, os autores determinaram percentuais a partir de subgrupos compostos por, em média, 20 crianças. Além disso, foi restrito à pediatria e incluiu 50 alunos para cada faixa etária, ao contrário do presente estudo, que incluiu uma faixa etária mais restrita (idades de 7 a 10 anos).

**Tabela 2** Percentuais da pressão expiratória máxima em meninos e meninas de 7 a 10 anos.

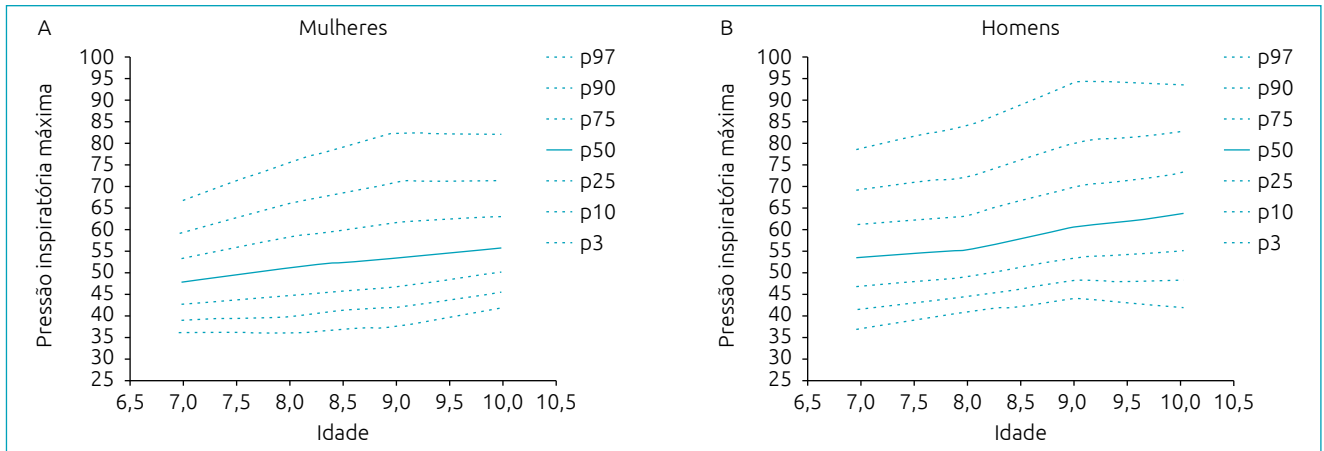
Idade, anos	Mulheres										Homens									
	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
7	-0,6	53,1	0,1	39,5	43,2	47,5	53,2	60,1	67,8	77,2	0,5	62,3	0,1	41,0	47,3	54,2	62,4	71,0	79,2	87,6
8	-0,2	59,8	0,1	42,0	46,8	52,5	59,9	68,5	77,6	88,1	-0,1	64,8	0,1	45,3	50,6	56,9	64,9	74,3	84,2	95,6
9	-0,2	62,3	0,1	44,0	49,0	54,9	62,4	71,2	80,4	91,0	-0,1	71,0	0,2	48,0	54,3	61,5	71,0	82,2	93,9	107,5
10	-0,6	66,0	0,1	50,3	54,6	59,6	66,1	73,8	82,1	91,9	0,2	75,1	0,2	48,9	56,3	64,7	75,1	86,9	98,6	111,5

L: valor enviesado; M: média; S: coeficiente de variação; P3: percentual 3; P10: percentual 10; P: percentual 25; P50: percentual 50; P75: percentual 75; P90: percentual 90; P97: percentual 97.

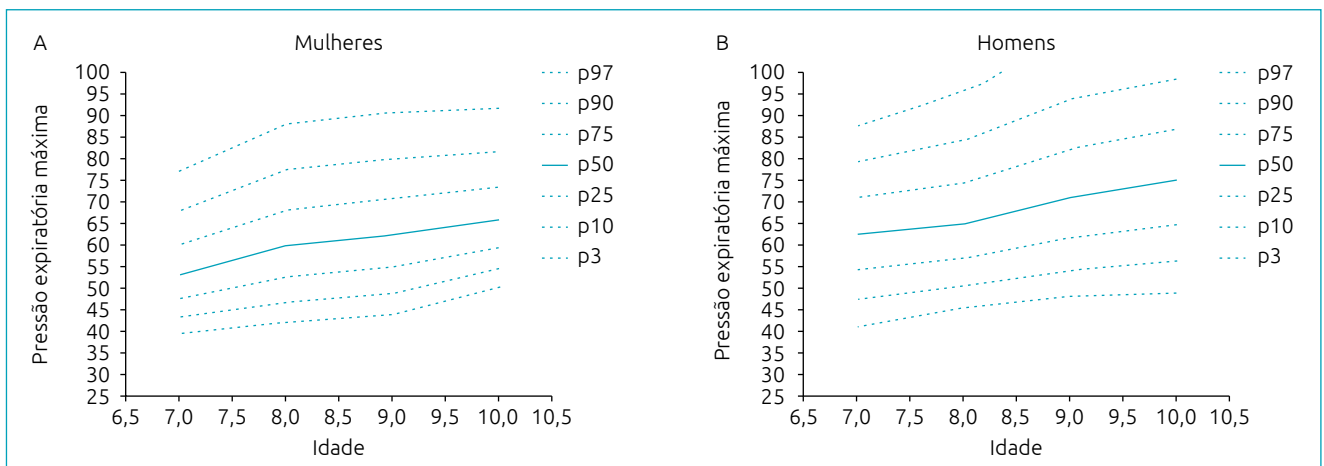
**Tabela 3** Percentuais de pressão inspiratória máxima em meninos e meninas de 7 a 10 anos.

Idade, anos	Mulheres										Homens									
	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97	L	M	S	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
7	-0,6	47,6	0,1	36,1	39,2	42,8	47,6	53,3	59,5	66,8	-0,1	53,2	0,2	36,9	41,3	46,5	53,2	61,1	69,3	78,7
8	-0,4	50,9	0,1	36,2	40,2	44,8	51,0	58,3	66,3	75,8	-0,8	55,3	0,1	40,6	44,4	49,1	55,3	63,3	72,4	84,2
9	-0,5	53,4	0,2	37,8	41,9	46,8	53,4	61,7	71,0	82,5	-0,7	60,8	0,1	43,8	48,2	53,5	60,8	70,1	80,7	94,3
10	-0,9	55,7	0,1	42,0	45,6	49,9	55,7	63,1	71,5	82,3	0,1	63,6	0,2	42,0	48,1	55,0	63,7	73,4	83,2	93,9

L: valor enviesado; M: média; S: coeficiente de variação; P3: percentual 3; P10: percentual 10; P: percentual 25; P50: percentual 50; P75: percentual 75; P90: percentual 90; P97: percentual 97.



**Figura 2** Distribuições normais, de acordo com cada percentual, das pressões inspiratórias máximas para mulheres (A) e homens (B).



**Figura 3** Distribuições normais, de acordo com cada percentual, das pressões expiratórias máximas para mulheres (A) e homens (B).

Porém, nas diferenças de faixa etária e valores médios da FMR, observa-se que nossas médias de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  são menores quando comparadas com outras populações.<sup>5,23</sup> Além das diferentes faixas etárias, o presente estudo usou a equação de referência específica para a população.<sup>4</sup> Além disso, as diferenças antropométricas entre crianças da mesma faixa etária são consideráveis.<sup>5</sup> Esses achados reforçam a orientação da ATS em desenvolver valores de referência e curvas de normalidade específicas para cada população.

A atenção exclusivamente ao comportamento da faixa etária pediátrica torna-se relevante uma vez que o estudo da FMR nessa população tem sido o foco de investigações recentes,<sup>24-26</sup> principalmente porque a força muscular é prejudicada por doenças típicas e relacionadas à infância. Existem doenças neuromusculares, que evoluem com fraqueza progressiva dos músculos intercostais e diafragmáticos e dos músculos abdominais.

Essa diminuição da força determina a inefetividade da tosse, um déficit na eliminação das secreções das vias aéreas, disfunção da mecânica respiratória e alterações posturais, que geralmente resultam em insuficiência respiratória.<sup>27</sup> Portanto, a aplicação de protocolos específicos para o treinamento da FMR nesta população, embora ainda controverso,<sup>26</sup> parece melhorar não só os valores medidos de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  em si, mas também o pico de fluxo de tosse, fundamental para a manutenção da integridade do sistema respiratório.<sup>28</sup> Na asma, o treinamento muscular respiratório parece aumentar a  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$ , assim como o pico de fluxo expiratório, o que sugere redução da obstrução das vias aéreas.<sup>29</sup> Em crianças com fibrose cística (FC), as alterações da FMR ainda não estão bem caracterizadas. Os valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  podem ser preservados, atribuídos a um possível efeito de “treinamento” devido ao aumento do trabalho respiratório decorrente da progressão da doença<sup>24</sup> ou diminuídos devido à

hiperinsuflação pulmonar e desnutrição.<sup>24</sup> No entanto, a FMR nesta população pode ser alterada com treinamento físico,<sup>8</sup> e um estudo identificou valores mais elevados de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  em pacientes com FC que se exercitam regularmente em comparação com aqueles que não praticam exercícios.<sup>8</sup> No entanto, a aplicação de treinamento específico ainda é controversa, uma vez que ainda não há evidências suficientes sobre os benefícios dessa intervenção. É relevante ressaltar que a correta prescrição do treinamento muscular respiratório depende diretamente da adequada avaliação e aplicabilidade das curvas.<sup>26</sup>

Em crianças saudáveis, por sua vez, a FMR tem sido relacionado a medidas antropométricas e níveis de atividade física.<sup>30-32</sup> O IMC, por exemplo, está fortemente relacionado à FMR, provavelmente devido à restrição causada pelo tecido adiposo que causa sobrecarga de trabalho respiratório.<sup>30-32</sup> Além desses fatores, o nível de atividade física de crianças saudáveis também está relacionado à FMR, uma vez que maiores valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  estão relacionados à prática de atividade física.<sup>28</sup> Assim, programas de treinamento físico, mesmo os inespecíficos, podem melhorar os parâmetros da FMR.

Nesse contexto, a aplicabilidade das distribuições normais extrapola as condições de doença. No entanto, isso parece ser indicado para a prevenção e controle de toda a população infantil, uma vez que a FMR pode estar alterada em decorrência de doenças respiratórias e neurodegenerativas crônicas e obesidade postural e infantil. Portanto, a avaliação, classificação e acompanhamento de parâmetros representativos de FMR, como valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$ , por meio de um instrumento de fácil aplicação e interpretação, como as curvas aqui apresentadas, podem nortear o controle da progressão das doenças e intervenções terapêuticas, auxiliar na prescrição de treinamentos mais específicos e facilitar a detecção de condições que possam influenciar na qualidade de vida da criança.

Uma limitação da pesquisa atual é que as curvas foram desenvolvidas a partir de dados de alunos de apenas uma cidade do

Brasil, o que pode comprometer a validade externa da pesquisa e a consequente generalização dos resultados para o comportamento da FMR para todos os alunos do país. No entanto, considerando que, na região Sul, Florianópolis possui grande diversidade étnica, cujos habitantes sofreram influências de imigrantes portugueses, alemães, italianos, japoneses, austríacos e poloneses, é uma cidade que reflete o caráter de miscigenação do país. Além disso, é uma das capitais que mais recebe migrantes de diversos estados e haitianos pela boa qualidade de vida que oferece, o que também contribui para um perfil mais eclético dos escolares.

Foram apresentados os valores de referência padrão e percentuais para os valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  de alunos saudáveis desenvolvidos de acordo com o gênero e as idades de 7 a 10 anos. Além disso, foram determinados os percentis extremos (3º e 97º), e elaborado um gráfico específico para cada grupo, o que poderia contribuir para o acompanhamento clínico e terapêutico de diferentes populações pediátricas.

## Financiamento

O estudo não recebeu financiamento.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Contribuição dos autores

*Desenho do estudo:* Schivinski CIS, Morcillo AM. *Coleta de dados:* Wamosy RMG, Parazzi PLF. *Análise dos dados:* Morcillo AM. *Redação do manuscrito:* Wamosy RMG, Schivinski CIS, Parazzi PLF, Morcillo AM. *Revisão do manuscrito:* Schivinski CIS. *Supervisão do estudo:* Schivinski CIS, Morcillo AM.

## Declaração

O banco de dados que deu origem ao artigo está disponível com autor correspondente.

## REFERÊNCIAS

1. Patil SP, Deodhar A, Jadhav S. Respiratory muscle strength in children in age group 7-12 years: a cross-sectional observational pilot. *Int J Health Sci.* 2020;10:145-56.
2. Ramos M, Silva DM, Buchaim DV, Buchaim RL, Audi M. Evaluation of respiratory muscular strength compared to predicted values in patients with stroke Sarah. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17:1091. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031091>
3. Nascimento RA, Campos TF, Melo JB, Borja RO, Freitas DA, Mendonça KM. Obtained and predicted values for maximal respiratory pressures of Brazilian children. *J Hum Growth Dev.* 2012;22:166-72. <https://doi.org/10.7322/jhgd.44946>
4. Barreto LM, Duarte MA, Moura SC, Alexandre BL, Augusto LS, Fontes MJ. Comparison of measured and predicted values for maximum respiratory pressures in healthy students. *Fisioter Pesqui.* 2013;20:235-43. <https://doi.org/10.1590/S1809-29502013000300007>
5. Heinzmann-Filho JP, Vidal PC, Jones MH, Donadio MV. Normal values for respiratory muscle strength in healthy preschoolers and school children. *Respir Med.* 2012;106:1639-46. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2012.08.015>



6. Gomes EL, Peixoto-Souza FS, Carvalho EF, Nascimento ES, Sampaio LM, Eloi JS, et al. Maximum respiratory pressures: values found and predicted in children. *J Lung Pulm Respir Res*. 2014;1:62-7. <https://doi.org/10.15406/jlpr.2014.01.00014>
7. Borja RO, Campos TF, Freitas DA, Macêdo TM, Mendonça WC, Mendonça KM, et al. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in children. *ConScientiae Saúde*. 2015;14:187-94. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v14n2.5109>
8. Rosa GJ, Morcillo AM, Assumpção MS, Schivinski CI. Predictive equations for maximal respiratory pressures of children aged 7–10. *Braz J Phys Ther*. 2017;21:30-6. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2016.04.002>
9. Domènech-Clar R, López-Andreu JA, Compte-Torrero L, De Diego-Damiá A, Macián-Gisbert V, Perpiñá-Tordera M, et al. Maximal static respiratory pressures in children and adolescents. *Pediatr Pulmonol*. 2003;35:126-32. <https://doi.org/10.1002/ppul.10217>
10. Schivinski CI, Gonçalves RM, Castilho T. Reference values for respiratory muscle strength in Brazilian children: a review. *J Hum Growth Dev*. 2016;26:374-9. <https://doi.org/10.7322/jhgd.122912>
11. Chen HI, Kuo CS. Relationship between respiratory muscle function and age, sex, and other factors. *J Appl Physiol* (1985). 1989;66:943-8. <https://doi.org/10.1152/jappl.1989.66.2.943>
12. Fauroux B, Lofaso F. Measurements of respiratory muscle function in children. *Paediatric Pulmonary Function Testing*. *Prog Respir Res*. 2005:138-47. <https://doi.org/10.1159/000083531>
13. No authors listed. Lung function testing: Selection of reference values and interpretative strategies. *American Thoracic Society. Am Rev Respi Dis*. 1991;144:1202-18. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/144.5.1202>
14. Brazil - Ministério da Saúde [homepage on the Internet]. Programa Telessaúde Brasil. São Paulo (SP): Programa Telessaúde Brasil Redes; 2020 [cited 2013 Apr 20]. Available from: <https://aps.bvs.br/apps/calculadoras/?page=7>
15. Solé D, Vanna AT, Yamada E, Rizzo MC, Naspitz CK. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) written questionnaire: validation of the asthma component among Brazilian children. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 1998;8:376-82.
16. Maçãira EF, Algrandi E, Stelmach R, Ribeiro M, Nunes MP, Mendonça EM, et al. Determining the score and cut-off point that would identify asthmatic adults in epidemiological studies using the asthma module of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood questionnaire. *J Bras Pneumol*. 2000;31:44-59. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132005000600004>
17. Polgar G, Promadhat V, editors. *Pulmonary function testing in children: techniques and standards*. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1971.
18. Laveneziana P, Albuquerque A, Aliverti A, Babb T, Barreiro E, Dres M, et al. ERS statement on respiratory muscle testing at rest and during exercise. *Eur Respir J*. 2019;53:1801214. <https://doi.org/10.1183/13993003.01214-2018>
19. American Thoracic Society/European Respiratory Society. *ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing*. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:518-624. <https://doi.org/10.1164/rccm.166.4.518>
20. Cole TJ. The LMS method for constructing normalized growth standards. *Eur J Clin Nutr*. 1990;44:45-60.
21. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: The lms method and penalized likelihood. *Stat Med*. 1992;11:1305-19. <https://doi.org/10.1002/sim.4780111005>
22. Cole TJ. The use and construction of anthropometric growth reference standards. *Nutr Res Rev*. 1993;1:19-50. <https://doi.org/10.1079/NRR19930005>
23. Hulzebos E, Takken T, Reijneveld EA, Mulder MM, Bongers BC. Reference values for respiratory muscle strength in children and adolescents. *Respiration*. 2018;95:235-43. <https://doi.org/10.1159/000485464>
24. Vendrusculo FM, Heinzmann-Filho JP, Piva TC, Marostica PJ, Donadio MV. Inspiratory muscle strength and endurance in children and adolescents with cystic fibrosis. *Respir Care*. 2016;61:184-91. <https://doi.org/10.4187/respcare.04231>
25. Radtke T, Nevitt S, Hebestreit H, Kriemler S. Physical exercise training for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;11:CD002768. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002768.pub4>
26. Natan H, Moya AS. Respiratory muscle training for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;5:CD006112. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006112.pub4>
27. Khirani S, Dabaj I, Amaddeo A, Ramirez A, Quijano-Roy S, Fauroux B. The value of respiratory muscle testing in a child with congenital muscular dystrophy. *Respirol Case Rep*. 2014;2:95-8. <https://doi.org/10.1002/rcr2.61>
28. Aslan GK, Gurses HN, Issever H, Kiyan E. Effects of respiratory muscle training on pulmonary functions in patients with slowly progressive neuromuscular disease: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2014;28:573-81. <https://doi.org/10.1177/0269215513512215>
29. Lima EV, Lima W, Nobre A, Santos AM, Brito LM, Costa MR. Inspiratory muscle training and respiratory exercises in children with asthma. *J Bras Pneumol*. 2003;34:552-8. <https://doi.org/10.1590/s1806-37132008000800003>
30. Jung RG, Schivinski CI. Assessment of respiratory muscle strength in children according to the classification of body mass index. *Rev Paul Pediatr*. 2014;32:250-5. <https://doi.org/10.1590/0103-0582201432210313>
31. Thivel D, Ring-Dimitriou S, Weghuber D, Frelut ML, O'Malley G. Muscle strength and fitness in pediatric obesity: a systematic review from the European Childhood Obesity Group. *Obes Facts*. 2016;9:52063. <https://doi.org/10.1159/000443687>
32. Chaves GS, Teixeira MA, Freitas DA, Mendes RE, Maciel AC, Mendonça KM. Maximal respiratory pressures of Brazilian adolescents with different levels of physical activity. *ConScientiae Saúde*. 2013;12:274-81. <https://doi.org/10.5585/ConsSaude.v12n2.4227>