

---

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA/PEDIATRIA E  
SAÚDE DA CRIANÇA  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**JOÃO PAULO HEINZMANN FILHO**

**VALORES DE NORMALIDADE PARA FORÇA MUSCULAR  
VENTILATÓRIA EM PRÉ-ESCOLARES E ESCOLARES SAUDÁVEIS**

**PORTO ALEGRE  
2012**

---

---

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL-PUCRS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA  
MESTRADO EM PEDIATRIA E SAÚDE DA CRIANÇA

**VALORES DE NORMALIDADE PARA FORÇA MUSCULAR VENTILATÓRIA EM  
PRÉ-ESCOLARES E ESCOLARES SAUDÁVEIS**

João Paulo Heinzmann Filho

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de  
Medicina da PUCRS para obtenção de título de Mestre em  
Medicina/Pediatria

Orientador: Márcio Vinícius Fagundes Donadio.

Porto Alegre, 2012

---

---

## FICHA CATALOGRÁFICA

H472v Heinzmann Filho, João Paulo

Valores de normalidade para força muscular ventilatória em pré-escolares e escolares saudáveis / João Paulo Heinzmann Filho. - Porto Alegre : PUCRS, 2012.

66 f.: il. tab. Inclui um artigo científico para submissão à publicação.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Vinícius Fagundes Donadio.

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Medicina/Pediatria e Saúde da Criança. Mestrado em Pediatria e Saúde da Criança.

1. PEDIATRIA. 2. TESTES DE FUNÇÃO RESPIRATÓRIA. 3. FORÇA MUSCULAR. 4. MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS. 5. PRÉ-ESCOLAR. 6. ADOLESCENTE. 7. ESTUDOS TRANSVERSAIS. I. Donadio, Márcio Vinícius Fagundes. II. Título.

C.D.D. 616.24075

C.D.U. 612.24-053.4/6(043.3)

N.L.M. WF 141

Vanessa Gomes Pinent  
Bibliotecária CRB 10/1297

---

---

***Dedicatória***

*Aos meus pais, pelo amor incondicional.*

*A todas as crianças e adolescentes que participaram da pesquisa e tornaram este estudo possível.*

*Todos que de alguma forma, colaboraram com meu crescimento profissional.*

*“Realizar sonhos é concretizar ao acordar, as coisas inesquecíveis do adormecer”.*

---

---

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as oportunidades, conquistas e experiências obtidas no decorrer de minha formação.

A minha família, em especial, meus pais que sempre me forneceram total apoio, dedicação e muito amor nessa fase tão importante de minha vida. Ao meu pai, João Paulo Heinzmann, pelo esforço, suor e por cada tijolo rebocado para que pudesse realizar este sonho. A minha mãe Roseli, exemplo de mulher e mãe, sempre disposta a ajudar, fornecendo conselhos e palavras de conforto nos momentos que mais precisei.

A meu orientador, Dr. Márcio V. F. Donadio, por acreditar em meu trabalho, mesmo sem me conhecer em um primeiro contato. Agradeço muito pelo apoio, orientações, disponibilidade e cooperação durante a realização do projeto, nos períodos das coletas de dados e principalmente, durante o desenvolvimento desta dissertação.

Ao meu professor da graduação, Dr. José Hermes Ribas Nascimento, pela ajuda e auxílio desde minha formação acadêmica e até os dias de hoje, colaborando principalmente, no processo de minha iniciação no programa de pós-graduação.

A minha amiga e colega de laboratório, Giovana dos Santos, pela ajuda, carinho e dedicação desde os primeiros dias que frequentei o laboratório. Agradeço pelos ensinamentos em banco de dados, logísticas de pesquisas e principalmente, pelos momentos de alegrias.

A Dr. Rita Mattiello, pelo carinho, confiança e pelos ensinamentos sobre relação interpessoal com pacientes, banco de dados e principalmente, os testes de função pulmonar.

Ao Dr. Edgar Sarria e a Sra. Sylvia Sarria, pela ajuda e confiança fornecida durante esse período.

---

---

A minha colega e amiga Paula Vidal, pelos ensinamentos teóricos e práticos, paciência, colaboração, dinamismo e alegria que refletia durante as coletas de dados nas escolas.

A minha amiga Suelen O. Goecks, pela sua cooperação, determinação e esforço sempre disposta a ajudar. Agradeço pelo carinho, paciência e principalmente, pelos sábados que passamos juntos organizando banco de dados, discutindo algumas mudanças e nossas perspectivas de futuro.

A todos os bolsistas de iniciação científica que colaboraram com êxito durante esse processo, Patrícia Silveira, Priscila Nunes e aos graduandos da Fisioterapia Marcos Mattos e Vinicius T. pelo apoio e auxílio durante nossas aventuras nas escolas.

A minha colega e amiga, Patrícia Dias de Araújo, pela amizade, paciência, auxílio durante as aulas, apresentações de trabalho, coletas de dados e por se tornar meu braço direito durante essa caminhada.

Aos meus amigos: Cristian Roncada, Cláudia Schindel, Vinícius Bastos, Paula C. Corso, Letícia Mastella e Vera Vargas, pela paciência, apoio e colaboração durante esse período.

Ao Dr. Paulo Pitrez, Dr. Marcus H. Jones e o Dr. Renato Stein, por ter aberto as portas do laboratório de fisiologia respiratória para que pudesse desenvolver este projeto e participar de outros estudos do grupo de pesquisa.

A secretária do programa de pós-graduação, Carla Rothmann pelas dicas, informações e auxílios durante o curso e pela ajuda na formatação final da dissertação.

A todas as escolas, diretoras, professores e alunos que tornaram esta pesquisa possível.

A CAPES, pelo auxílio-pesquisa concedido.

---

---

## RESUMO

A avaliação da força muscular respiratória é um método não invasivo e de fácil aplicabilidade, utilizado para a mensuração da pressão inspiratória máxima (PIMAX) e da pressão expiratória máxima (PEMAX). No entanto, ainda não existem valores de referência para crianças em idade pré-escolar, impossibilitando a normalização dos resultados obtidos e dificultando a avaliação da função muscular respiratória. Assim, o objetivo deste estudo foi gerar valores de referência para a força muscular respiratória em crianças e adolescentes saudáveis de três a doze anos de idade. Os participantes foram recrutados através de três escolas e selecionados após análise do questionário de doenças respiratórias e assinatura do termo de consentimento pelos pais ou responsáveis. Todos os participantes incluídos no estudo possuíam exame espirométrico normal e medidas de peso e altura no dia da mensuração. A avaliação da força muscular respiratória foi realizada por um único avaliador seguindo as diretrizes para testes de função pulmonar. A associação entre os valores de PIMAX e PEMAX com as potenciais variáveis preditoras foram analisadas utilizando-se um modelo de regressão linear múltipla. Um total de 171 participantes foram selecionados e distribuídos uniformemente por faixa etária. A idade, altura, peso e CVF apresentaram correlações de moderada à forte com ambas as pressões respiratórias. No entanto, o modelo de regressão demonstrou que a altura e o peso foram as melhores variáveis para predição da PIMAX em ambos os sexos e o peso e a idade para a PEMAX. A força de predição ( $R^2$ ) variou de 46 a 58%. O coeficiente de correlação intraclassa foi utilizado em um subgrupo e demonstrou excelente reprodutibilidade entre os testes. Em conclusão, os resultados do presente estudo demonstram que o comportamento da força muscular respiratória em pré-escolares e escolares saudáveis pode ser explicado em função da idade, altura e peso.

**Palavras-Chave:** força muscular respiratória, valores de referência, pré-escolares, pressões respiratórias estáticas máximas, crianças e adolescentes.

---

---

## ABSTRACT

The evaluation of respiratory muscle strength is a noninvasive and easily applicable method, used for the measurement of maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP). However, there are no reference values for children in preschool age, which makes it difficult to standardize the results and complicates the assessment of respiratory muscle function. Thus, the objective of present study was to generate reference values for respiratory muscle strength in healthy children and adolescents aged between three to twelve years old. Participants were recruited from three schools and selected after a respiratory disease questionnaire analysis and attainment of informed and written consent by parents or guardians. All participants included in the study had normal spirometry and measures of height and weight were performed in the same day. The evaluation of respiratory muscle strength was performed by a single examiner following the guidelines for pulmonary function tests. The association between MIP and MEP values with the potential predictive variables was analyzed using a multiple linear regression model. A total of 171 participants were selected and distributed evenly by age. The age, height, weight and FVC showed moderate to strong correlations with both respiratory pressures. However, the regression model showed that the height and weight were the best variables to predict MIP in both sexes and age and weight to predict MEP. The power of prediction ( $R^2$ ) ranged from 46 to 58%. The intraclass correlation coefficient was used in a subgroup and demonstrated an excellent reproducibility between tests. In conclusion, the results of present study demonstrate that the behavior of respiratory muscle strength in healthy preschool and school children can be explained by age, height and weight.

**Keywords:** respiratory muscle strength, reference values, preschool, maximal static respiratory pressures, children and adolescents.

---

---

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

Figura 1. Sistematização da busca e seleção dos estudos.....35

### CAPÍTULO III

Figura 1. Gráfico de Bland-Altman demonstrando as diferenças individuais entre os dois testes de PIMAX (A) e PEMAX (B) em relação à média de valores de força muscular respiratória, com um intervalo de três semanas entre as medidas.....58

Figura 2. Gráficos de dispersão apresentando os valores em percentual do previsto pela equação do presente estudo e de três estudos prévios em relação aos valores absolutos obtidos para a PIMAX em meninos (A) e meninas (C) e para a PEMAX em meninos (B) e meninas (D) .....59

---

## **LISTA DE TABELAS**

### **CAPÍTULO II**

Tabela 1. Sistematização da busca e seleção dos estudos. ....	36
---	----

### **CAPÍTULO III**

Tabela 1. Caracterização da amostra de acordo com sexo e faixa etária. ....	55
---	----

Tabela 2. Valores espirométricos basais de acordo com sexo e faixa etária.....	56
--	----

Tabela 3. Valores de força muscular respiratória de acordo com sexo e faixa etária. ....	57
--	----

---

---

## LISTA DE ABREVIATURAS

ATS	American Thoracic Society
ATS-DLD-78-C	American Thoracic Society e Division of Lung Diseases
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CVF	Capacidade vital forçada
FC	Fibrose Cística
FEF <sub>25-75%</sub>	Fluxo expiratório forçado 25% e 75% da capacidade vital forçada
ICC	Coefficiente de correlação intraclasse
PIMAX	Pressão inspiratória máxima
PEMAX	Pressão expiratória máxima
R <sup>2</sup>	Quadrado do coeficiente de correlação
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
VEF <sub>1</sub>	Volume expiratório forçado no primeiro segundo

---

---

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 JUSTIFICATIVA .....	17
1.2 OBJETIVOS .....	18
1.2.1 Objetivo geral.....	18
1.2.2 Objetivos Específicos.....	18
1.3 REFERÊNCIAS.....	19

### CAPÍTULO II

2 ARTIGO DE REVISÃO .....	22
---------------------------	----

### CAPÍTULO III

3 ARTIGO ORIGINAL.....	38
------------------------	----

### CAPÍTULO IV

CONCLUSÃO.....	61
----------------	----

### ANEXOS

ANEXO 1 - Ficha de coleta de dados- teste da manovacuometria .....	64
ANEXO 2 - Termo de consentimento informado .....	65
ANEXO 3 - Questionário de doenças respiratórias.....	66

---

---

# CAPÍTULO I

---

## 1 INTRODUÇÃO

A força muscular ventilatória é um importante parâmetro da função dos músculos respiratórios que estão envolvidos no processo da ventilação e reflete a capacidade de geração de força dessas estruturas.<sup>1</sup> Esse conjunto muscular possui a função de deslocar ritmicamente a parede torácica, para promover a entrada e a saída de ar dos pulmões, trabalhando de forma coordenada para a manutenção da ventilação.<sup>2</sup> Estes músculos quando em perfeita harmonia auxiliam no processo de limpeza das vias aéreas, mantendo uma ventilação voluntária adequada e colaborando para a remoção de secreções e impedindo o desenvolvimento de maiores morbidades.<sup>3,4</sup>

Os músculos respiratórios são um complexo conjunto de grupos musculares esqueléticos que auxiliam e favorecem o ciclo ventilatório.<sup>5</sup> Este processo mecânico e automático é regulado pelo sistema nervoso central e atua na contração e no relaxamento dos músculos diafragma, abdominais e intercostais, resultando no movimento da caixa torácica e do abdômen.<sup>2,6</sup> A fase inspiratória é realizada pela contração do diafragma, principal músculo responsável pela entrada de ar nos pulmões, juntamente com os escalenos, paraesternal, esternocleidomastoideo e intercostais externos. Por outro lado, a fase expiratória no repouso se caracteriza pelo padrão de contração excêntrica, enquanto a expiração forçada é realizada de forma ativa pelos músculos intercostais internos, transversos do abdômen, reto abdominal e oblíquo interno e externo do abdômen.<sup>2</sup> Durante o processo da ventilação, os músculos tendem a manter sincronia com a movimentação da caixa torácica, facilitando seu

---

---

deslocamento e colaborando para a manutenção da fisiologia respiratória.<sup>7, 8</sup> No entanto, quando ocorre alguma disfunção, isso parece alterar e comprometer a mecânica do sistema respiratório.

Diversos estudos vêm relatando que alterações musculares, neurológicas e pulmonares, parecem modificar o sincronismo do sistema respiratório e comprometer a função dos músculos da ventilação.<sup>9-12</sup> Dentre essas condições, as doenças neuromusculares parecem afetar os músculos respiratórios desses indivíduos, causando perda progressiva de força muscular ventilatória e posterior insuficiência respiratória.<sup>13</sup> Além disso, as doenças respiratórias crônicas, como a Fibrose Cística (FC), também parecem apresentar diferentes graus de acometimento pulmonares, afetando os níveis de função pulmonar, causando aprisionamento aéreo, aumento da resistência das vias aéreas e alterações na capacidade da função dos músculos respiratórios.<sup>14, 15</sup> Outras condições, como pacientes submetidos à ventilação mecânica, também podem apresentar reduções de força muscular diafragmática que, geralmente, está relacionada diretamente com o tempo de permanência no ventilador, fatores estes que associados à imobilização, acúmulo de secreção e atelectasias, comprometem ainda mais a capacidade ventilatória desses indivíduos.<sup>12, 16-18</sup> Assim, torna-se essencial a mensuração dos níveis de força muscular respiratória desses indivíduos, possibilitando a correta avaliação e quantificação da função muscular ventilatória e colaborando para a adequada prescrição de condutas e, conseqüentemente, para um melhor prognóstico desses pacientes.

A força muscular ventilatória pode ser mensurada através da manovacuometria, uma técnica simples, rápida e não invasiva.<sup>19</sup> Este recurso destaca-se por sua fácil aplicabilidade e por expressar a força dos músculos inspiratórios e expiratórios. Consiste na geração de um esforço máximo ao nível da boca, por uma via aérea ocluída e é dependente do esforço, compreensão da manobra e do volume de ar que foi realizada.<sup>20-22</sup> A pressão inspiratória

---

---

máxima (PIMAX) é realizada a partir do volume residual, quando o indivíduo esvazia todo o ar de seu pulmão e após realiza uma inspiração máxima e rápida. A pressão expiratória máxima (PEMAX) consiste na mensuração da força dos músculos expiratórios e inicia-se a partir da capacidade pulmonar total, quando o sujeito enche de ar todo o seu pulmão e após realiza uma expiração máxima.<sup>23</sup> O teste é geralmente realizado na postura sentada e com a utilização de clipe nasal durante as mensurações.<sup>24</sup>

Atualmente, diversos estudos<sup>23-26</sup> propuseram valores de referência para a população de adolescentes e adultos, porém as influências locais, instrumentais e de técnica parecem comprometer a interpretação dos resultados quando extrapolados e utilizados em outras populações. Em crianças, devido à necessidade de cooperação durante as técnicas, os estudos<sup>27-29</sup> são mais restritos. Apesar da simplicidade e da relevância desse recurso na conduta e no prognóstico de diversas condições clínicas, não existem valores de referência para a população pediátrica brasileira na faixa etária abaixo dos vinte anos de idade, assim como não há estudos com crianças saudáveis abaixo de seis anos (pré-escolares) na população mundial.

Em uma revisão de normas, em 1991, a *American Society Thoracic (ATS)*, reforça a ideia de que cada local deve possuir seus próprios valores de referência para demonstrar o comportamento de cada população.<sup>30</sup> Deste modo, a utilização de equações internacionais poderia não refletir as condições dos músculos respiratórios de nossa população, podendo, muitas vezes, subestimar ou supraestimar os achados de força muscular ventilatória. Da mesma forma, a ausência de valores de referência para força muscular ventilatória na população pré-escolar provoca uma lacuna no processo da avaliação de força muscular, já que não há possibilidade de correção dos valores absolutos obtidos nessa faixa etária, tornando inviável a predição da força muscular ventilatória nessa população.

---

Desta forma, a presente dissertação apresenta um artigo original e um de revisão, intitutados, respectivamente, “Valores de normalidade para força muscular ventilatória em pré-escolares e escolares saudáveis” e “Força muscular ventilatória em pacientes com fibrose cística”.

---

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A manovacuometria é um importante teste de função respiratória responsável pela avaliação da força dos músculos ventilatórios e auxilia na conduta e prognóstico de diversas condições clínicas, tanto em crianças como em adultos. É frequentemente utilizada em casos de desordens musculares, neurológicas e pulmonares, além de processos de reabilitação.

A mensuração da força muscular respiratória vem sendo utilizada em vários locais e laboratórios de função pulmonar e sua avaliação parece estar presente cada vez mais cedo em crianças e adolescentes em condições desfavoráveis. No entanto, a sua utilização na população brasileira pediátrica ainda é limitada pelo fato de não existirem valores referenciais para a população abaixo dos vinte anos de idade, além da ausência internacional de valores para a faixa etária pré-escolar. A carência de valores de normalização para a força muscular na população brasileira parece causar uma importante limitação na interpretação dos resultados, tendo em vista a necessidade de utilização de equações internacionais. Tal fato pode ser atribuído às diferenças metodológicas e à maneira como as variáveis demográficas podem influenciar na sua predição.

Assim, considerando o valor avaliativo e de prognóstico dessa ferramenta e a ausência de valores de normalização para a faixa etária de pré-escolares e escolares, torna-se relevante a geração de valores de referência para crianças e adolescentes de três a doze anos de idade, visando avaliar a influência das variáveis antropométricas e demográficas de nossa população na predição da capacidade muscular ventilatória. Com isso, espera-se favorecer a utilização desse importante recurso em diferentes centros do nosso país, beneficiando inúmeros pacientes com alterações do sistema muscular ventilatório.

---

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Gerar equações referenciais para força muscular ventilatória em crianças e adolescentes saudáveis de três a doze anos de idade.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Estabelecer valores de referência para a pressão inspiratória máxima e a pressão expiratória máxima através da manovacuometria em crianças e adolescentes saudáveis.

Avaliar os efeitos de possíveis variáveis intervenientes como idade, sexo, altura, peso e raça nas pressões respiratórias estáticas máximas.

---

## 1.3 REFERÊNCIAS

1. 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.
2. Ratnovsky A, Elad D, Halpern P. Mechanics of respiratory muscles. *Respir Physiol Neurobiol*. 2008;163(1-3):82-9.
3. Man WD, Kyroussis D, Fleming TA, Chetta A, Harraf F, Mustafa N, et al. Cough gastric pressure and maximum expiratory mouth pressure in humans. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(6):714-7.
4. Dipayan C, Manjunath A, Vasant A. Maximal Expiratory Pressure in Residential and Non-Residential School Children. *Indian Journal of Pediatrics*. 2002.
5. Flaminiano LE, Celli BR. Respiratory muscle testing. *Clin Chest Med*. 2001;22(4):661-77.
6. Butler JE. Drive to the human respiratory muscles. *Respir Physiol Neurobiol*. 2007;159(2):115-26.
7. Ratnovsky A, Elad D. Anatomical model of the human trunk for analysis of respiratory muscles mechanics. *Respir Physiol Neurobiol*. 2005;148(3):245-62.
8. Gaultier C. Respiratory muscle function in infants. *Eur Respir J*. 1995;8(1):150-3.
9. Clanton TL, Diaz PT. Clinical assessment of the respiratory muscles. *Phys Ther*. 1995;75(11):983-95.
10. 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.
11. Arora NS, Rochester DF. Respiratory muscle strength and maximal voluntary ventilation in undernourished patients. *Am Rev Respir Dis*. 1982;126(1):5-8.
12. Harikumar G, Moxham J, Greenough A, Rafferty GF. Measurement of maximal inspiratory pressure in ventilated children. *Pediatr Pulmonol*. 2008;43(11):1085-91.
13. Spehrs-Ciaffi V, Fitting JW, Cotting J, Jeannet PY. Respiratory surveillance of patients with Duchenne and Becker muscular dystrophy. *J Pediatr Rehabil Med*. 2009;2(2):115-22.
14. Zanchet RC, Chagas AM, Melo JS, Watanabe PY, Simões-Barbosa A, Feijo G. Influence of the technique of re-educating thoracic and abdominal muscles on respiratory muscle strength in patients with cystic fibrosis. *J Bras Pneumol*. 2006;32(2):123-9.
15. de Jong W, van Aalderen WM, Kraan J, Koëter GH, van der Schans CP. Inspiratory muscle training in patients with cystic fibrosis. *Respir Med*. 2001;95(1):31-6.
16. Bittner EA, Martyn JA, George E, Frontera WR, Eikermann M. Measurement of muscle strength in the intensive care unit. *Crit Care Med*. 2009;37(10 Suppl):S321-30.
17. Jubran A. Critical illness and mechanical ventilation: effects on the diaphragm. *Respir Care*. 2006;51(9):1054-61; discussion 62-4.

18. Petrof BJ, Jaber S, Matecki S. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *Curr Opin Crit Care*. 2010;16(1):19-25.
  19. McConnell AK, Copestake AJ. Maximum static respiratory pressures in healthy elderly men and women: issues of reproducibility and interpretation. *Respiration*. 1999;66(3):251-8.
  20. Gibson GJ. Measurement of respiratory muscle strength. *Respir Med*. 1995;89(8):529-35.
  21. Sachs MC, Enright PL, Hinckley Stukovsky KD, Jiang R, Barr RG, Study M-ESoAL. Performance of maximum inspiratory pressure tests and maximum inspiratory pressure reference equations for 4 race/ethnic groups. *Respir Care*. 2009;54(10):1321-8.
  22. Parreira V, França D, Zampa C, Fonseca M, Tomich G, Britto R. Pressões Respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2007.
  23. Smyth RJ, Chapman KR, Rebeck AS. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents. Normal values. *Chest*. 1984;86(4):568-72.
  24. Costa D, Gonçalves H, Lima L, Ike D, Cancellieri K, Montebelo M. Novos valores de referencias para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2010;36(3):306-12.
  25. Koch B, Schäper C, Ittermann T, Bollmann T, Völzke H, Felix SB, et al. Reference values for respiratory pressures in a general adult population--results of the Study of Health in Pomerania (SHIP). *Clin Physiol Funct Imaging*. 2010;30(6):460-5.
  26. Johan A, Chan CC, Chia HP, Chan OY, Wang YT. Maximal respiratory pressures in adult Chinese, Malays and Indians. *Eur Respir J*. 1997;10(12):2825-8.
  27. 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(2):126-32.
  28. Gaultier C, Zinman R. Maximal static pressures in healthy children. *Respir Physiol*. 1983;51(1):45-61.
  29. Tomalak W, Pogorzelski A, Prusak J. Normal values for maximal static inspiratory and expiratory pressures in healthy children. *Pediatr Pulmonol*. 2002;34(1):42-6.
  30. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. American Thoracic Society. *Am Rev Respir Dis*. 1991;144(5):1202-18.
-

---

## **CAPÍTULO II**

---

## **2 ARTIGO DE REVISÃO**

**Título: Força muscular ventilatória em pacientes com fibrose cística**

Autores: João Paulo Heinzmann Filho, Paulo José Cauduro Marostica, Márcio Vinícius  
Fagundes Donadio

---

**Resumo**

As modificações da mecânica ventilatória que ocorrem em pacientes com fibrose cística (FC) podem levar a alterações nos níveis de força muscular ventilatória. No entanto, os achados relativos ao perfil da força nesses pacientes ainda são contraditórios. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar, através de uma revisão de literatura, o comportamento da força muscular ventilatória em pacientes com FC. Para tanto, foram pesquisadas as bases de dados Medline/Pubmed e Scielo, selecionando estudos observacionais transversais ou ensaios clínicos randomizados, publicados no período de 1981 a 2011, em inglês ou português, utilizando os seguintes termos: *cystic fibrosis*/fibrose cística, *respiratory muscle strength*/força muscular respiratória, *inspiratory maximal pressure*/ pressão inspiratória máxima e *muscle training*/treinamento muscular. A maioria dos estudos 71,24% demonstrou força muscular ventilatória normal ou acima da normalidade, enquanto 28,57% dos trabalhos apontaram redução dos valores ou proximidade do normal. Em sua maioria, esses achados foram atribuídos ao aumento do trabalho respiratório, como consequência da obstrução das vias aéreas e da tosse crônica persistente. Em conjunto, a análise dos estudos selecionados demonstrou achados divergentes em relação ao comportamento da força muscular ventilatória nestes pacientes. No entanto, a maioria dos estudos parece indicar que os indivíduos com FC estudados apresentaram valores de pressões respiratórias máximas normais ou acima dos valores previstos.

**Palavras-Chave:** fibrose cística, força muscular, treinamento muscular.

---

**Abstract**

The ventilatory mechanic changes that occur in cystic fibrosis (CF) patients may lead to alterations in the respiratory muscle strength levels. However, the findings regarding the strength profile in these patients are still contradictory. Thus, the objective of this study was to evaluate, through a literature review, the respiratory muscle strength behavior in CF patients. For that, we have performed a search in Medline/Pubmed and Scielo databases selecting observational cross-sectional studies or randomized clinical trials, published between 1981 and 2011, in English or Portuguese, using the following terms: cystic fibrosis/*fibrose cística*, respiratory muscle strength/*força muscular respiratória*, inspiratory maximal pressure/*pressão inspiratória máxima* e muscle training/*treinamento muscular*. The majority of the studies 71,24% have shown normal or above normal respiratory muscle strength, whilst 28,57% demonstrated reduced or near-normal values. Most of these findings were attributed to an increased work of breathing as a result of airway obstruction and chronic persistent cough. Taken together, the analyses of selected studies have showed conflicting findings regarding respiratory muscle strength behavior in these patients. However, most of the studies seem to indicate that CF patients presented maximum respiratory pressures normal or above predicted values.

**Keywords:** cystic fibrosis, muscle strength, muscle training.

---

## **Introdução**

A fibrose cística (FC) é uma doença genética caracterizada pela transmissão autossômica recessiva, resultante de alterações do gene regulador transmembrana da FC localizado no cromossomo 7.<sup>1,2</sup> Essas mutações causam uma complexa disfunção de órgãos, incluindo o sistema digestivo, metabólico, reprodutivo e respiratório devido ao comprometimento do transporte de íons e água nas células epiteliais.<sup>3</sup> Dentre esses acometimentos a parte respiratória parece ser o maior agravante, pois é responsável pela maior causa de mortalidade nessa população.<sup>2</sup> Esse acometimento leva a diferentes graus de manifestações clínicas com alterações nos níveis de função pulmonar, apresentando doença pulmonar supurativa crônica com destruição do parênquima pulmonar.<sup>1</sup> Ainda podem estar presentes aprisionamento aéreo, hiperinsuflação pulmonar e aumento da resistência das vias aéreas, o que pode favorecer o comprometimento do sistema respiratório e alterar o equilíbrio toraco-abdominal.<sup>1,4</sup>

Alguns estudos demonstram que a hiperinsuflação, combinada com má nutrição, pode ser um fator predisponente para o desenvolvimento de fraqueza muscular ventilatória e, uma vez instalada, pode incrementar o quadro de fadiga muscular e dispnéia. Associado com o desuso, a hipoxemia, acidose e distúrbios eletrolíticos podem favorecer ainda mais a redução da força muscular ventilatória.<sup>5,6</sup> Por outro lado, a tosse crônica e o aumento do esforço ventilatório parecem favorecer o aumento da força muscular.<sup>4,6</sup> Essas mudanças alteram o formato do tórax, colocando os músculos inspiratórios em desvantagem, principalmente o diafragma, diminuindo a complacência, aumentando o gasto energético e o consumo de oxigênio para respirar.<sup>7</sup> A partir dessas modificações musculares, torna-se essencial a mensuração dos níveis de força muscular ventilatória através da manovacuometria.<sup>1</sup> Esse

---

método destaca-se por ser simples e não invasivo, permitindo a quantificação da função dos músculos inspiratórios e expiratórios.<sup>8,9</sup>

Apesar da relevância do tema e da utilização frequente desse método na avaliação e acompanhamento de pacientes com FC, ainda parece não haver um consenso em relação aos resultados esperados para a força muscular ventilatória nesses pacientes, variando desde redução dos níveis de força muscular ao aumento da força.<sup>5, 10, 11</sup> Tal fato pode ser atribuído as diferenças metodológicas empregadas, as diferentes faixas etárias, instrumentos de mensuração, estados nutricionais e aos distintos níveis de comprometimento pulmonar.<sup>5, 6</sup> Levando em conta os conflitos em relação às evidências sobre as alterações da força muscular ventilatória nessa população e as modificações respiratórias persistentes presentes nesses pacientes, o objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de uma revisão de literatura, o comportamento da força muscular ventilatória em pacientes com FC.

## **Materiais e Métodos**

O estudo consiste em uma revisão bibliográfica, realizada por meio de pesquisa nos bancos de dados Medline/Pubmed e Scielo. Foram selecionados estudos observacionais transversais ou ensaios clínicos randomizados, publicados no período de 1981 a 2011, nos idiomas inglês e português, em que as palavras-chaves estivessem presentes no título ou resumo. As palavras-chaves utilizadas foram: *cystic fibrosis* (fibrose cística), *respiratory muscle strength* (força muscular respiratória), *inspiratory maximal pressure* (pressão inspiratória máxima) e *muscle training* (treinamento muscular).

Foram utilizados como critérios de inclusão estudos que avaliaram a força muscular ventilatória em pacientes com diagnóstico clínico de fibrose cística, clinicamente estáveis e

---

---

que tenham expresso os valores de força muscular ventilatória em percentual do predito, escore-z ou em comparação com um grupo controle (indivíduos saudáveis). Os estudos que relataram seus valores de força muscular ventilatória em cmH<sub>2</sub>O, mas que apresentaram seus achados em comparação a valores de normalidade, também foram incluídos. A força muscular ventilatória foi considerada normal, reduzida ou acima da normalidade de acordo com a classificação dos próprios autores. Na ausência de classificação, os resultados foram analisados e denominados normais ou aumentados, quando houvesse a maioria dos indivíduos com valores acima de 80% do predito. Em contrapartida, foram excluídos estudos de revisão, outras técnicas de mensuração além da manovacuometria, artigos que não avaliaram força ventilatória e aqueles estudos que apenas utilizaram a força muscular ventilatória como desfecho para avaliação de algum tipo de intervenção terapêutica, sem a normalização dos dados.

Após a seleção dos artigos foi realizada a leitura dos mesmos utilizando-se um instrumento de sistematização da análise dos métodos e dos principais resultados dos estudos. Dessa forma, os aspectos relevantes de cada artigo foram selecionados e colocados em uma tabela para a realização da análise crítica e sistemática das avaliações e resultados contidos nos mesmos.

## **Resultados e Discussão**

Através da união dos termos *cystic fibrosis* e *respiratory muscle strength*, foram encontrados 47 (quarenta e sete) artigos, dos quais foram selecionados 22 (vinte e dois). Utilizando os termos *cystic fibrosis* e *inspiratory maximal pressure*, foram encontrados 27 (vinte e sete) artigos, destes, selecionados 5 (cinco). Na última busca, utilizando os termos

---

*cystic fibrosis* e *muscle training*, foi selecionado apenas 1 (um) estudo. A figura 1 demonstra a sistematização de busca dos artigos. A busca em português não encontrou nenhum estudo diferente para a inclusão na análise.

A análise dos estudos que avaliaram a força muscular ventilatória em pacientes com FC demonstrou que os valores de pressões inspiratórias e expiratórias máximas podem encontrar-se normais, aumentados ou diminuídos. A maioria dos estudos, 20 artigos (71,24%), demonstraram valores de força muscular ventilatória normais ou acima do normal, enquanto 8 (28,57%) trabalhos apontaram valores reduzidos ou próximo da normalidade. A síntese dos estudos selecionados é apresentada na tabela 1. Estes achados de força muscular ventilatória normal ou acima da normalidade são frequentemente atribuídos ao aumento do trabalho ventilatório,<sup>5</sup> como consequência da obstrução das vias aéreas<sup>4, 10, 12</sup> e da tosse crônica persistente,<sup>6</sup> achados estes comuns na evolução de pacientes com fibrose cística. Assim, essas alterações teriam origem primariamente em compensações funcionais adaptativas da mecânica respiratória em resposta às modificações fisiopatológicas em pacientes fibrocísticos. Em contrapartida, os estudos que relatam diminuição da força muscular ventilatória geralmente a relacionam com diversos fatores, incluindo: hiperinsuflação pulmonar,<sup>13</sup> alterações na mecânica do diafragma,<sup>14</sup> má nutrição,<sup>7</sup> gravidade da doença pulmonar,<sup>15, 16</sup> idade cronológica avançada<sup>17, 18</sup> e o desuso.<sup>5</sup> De uma maneira geral, a associação destes fatores pode contribuir para o desenvolvimento de fadiga muscular, facilitando a dispnéia, aumentando o consumo energético e a instalação de um quadro de falência respiratória.

Ao realizarmos uma análise separando os artigos selecionados de acordo com a faixa etária da amostra estudada, 7 (25%) avaliaram força muscular ventilatória em crianças e adolescentes até 18 anos de idade. Destes, 4 (57,14%) demonstraram força reduzida ou próximo do normal<sup>19-22</sup> e 3 (42,85%) apontaram valores normais ou aumentados.<sup>18, 23, 24</sup> Por

---

outro lado, quando analisamos os estudos em adultos (a partir de 18 anos de idade), houve novamente um predomínio de força muscular ventilatória normal, sendo que 9 (90%) de um total de 10 estudos, demonstraram valores normais ou acima da normalidade,<sup>5-7, 12, 25-29</sup> enquanto apenas 1 (10%) relatou valores reduzidos.<sup>30</sup> Os demais estudos (39, 28%) não foram incluídos na análise por faixa etária pelo fato de não analisarem separadamente indivíduos de diferentes idades, apresentando crianças e adultos de maneira única.<sup>1, 4, 11, 13, 15-17, 24, 31-33</sup> Esta análise separada dos dados de acordo com a faixa etária parece indicar que o fator da idade não se constitui no principal aspecto relacionado à redução da força muscular ventilatória, tendo em vista que a redução da mesma parece estar mais associada à faixa etária pediátrica. Isto pode estar relacionado à diminuição da capacidade de realizar as manobras por parte das crianças, o que poderia subestimar os valores das pressões respiratórias e, por consequência, determinar uma diminuição nos níveis de força muscular ventilatória aferida. Outro ponto que deve ser analisado é a utilização de possíveis valores referenciais inapropriados, pois o fato de utilizarem equações de outros locais poderia influenciar os desfechos de força muscular ventilatória.

Em uma revisão de normas em 1991, a *American Thoracic Society* (ATS) recomenda a geração de valores de referência de parâmetros espirométricos para cada região ou local, a fim de demonstrar a realidade de cada população.<sup>34</sup> Desta forma, é possível que os valores de força muscular ventilatória também possam ser influenciados por essas diferenças populacionais, incluindo aspectos étnicos e estruturais que podem ser distintos e influenciar a normalização dos resultados. Além disso, a hiperinsuflação pulmonar é ainda apontada por diferentes autores, como sendo um dos principais fatores relacionados à redução da força muscular ventilatória.<sup>16, 17</sup> Estudos em indivíduos normais relatam que o processo do envelhecimento é associado com uma redução do trefismo da musculatura acessória e do diafragma e que o fator idade, pode contribuir para o declínio das pressões respiratórias

---

---

estáticas máximas.<sup>9, 35</sup> No entanto, isto parece não ocorrer em indivíduos fibrocísticos, nos quais os fatores discutidos acima e a possibilidade de auto-treinamento pelas alterações pulmonares parece exercer maior efeito sobre a força muscular ventilatória do que o próprio envelhecimento.

Além dessas diferenças e do difícil discernimento dos fatores que poderiam interferir nos níveis ventilatórios, outros aspectos também poderiam contribuir para explicar os achados contraditórios, tais como: as distintas metodologias empregadas, diferenças de idades dos sujeitos, comprometimento pulmonar e a variabilidade durante as manobras.<sup>5, 13, 14, 36</sup> Diversos estudos relataram que a variabilidade de um sujeito pode girar em torno dos 7-10% e que essas alterações poderiam estar relacionadas aos diferentes estímulos verbais, motivacionais, tanto por parte do técnico, como do próprio paciente, a quantidade de avaliadores e as diferenças nas técnicas de mensuração.<sup>8, 36-38</sup> Existe também uma grande variabilidade na quantidade de manobras realizadas nos estudos, variando desde um mínimo de três manobras a um máximo de dez repetições.<sup>1, 6, 13, 16, 30, 31</sup> No entanto, sabe-se que quanto mais repetições forem realizadas, maiores serão os efeitos da aprendizagem e maiores valores poderão ser obtidos, justificando a recomendação de que as mensurações sejam executadas em até cinco manobras.<sup>39</sup> Estes fatores, quando associados a um pequeno tamanho amostral, podem dificultar um processo comparativo mais homogêneo e muitas vezes modificar os resultados das pressões respiratórias estáticas máximas.

### **Considerações Finais**

A análise dos estudos selecionados demonstrou achados divergentes em relação ao comportamento da força muscular ventilatória em pacientes com FC. No entanto, a maioria

---

dos estudos parece indicar que os indivíduos com FC estudados apresentaram valores de pressões respiratórias máximas normais ou acima dos valores previstos. Na sua maioria, esses achados foram atribuídos ao aumento do trabalho e da demanda ventilatória, especialmente como consequência da doença obstrutiva crônica e da tosse persistente. Apesar de existirem evidências em relação aos fatores que poderiam modificar os desfechos de força muscular ventilatória, os mecanismos que influenciam o seu comportamento ainda não estão totalmente esclarecidos. Fatores como idade, comprometimento da função pulmonar e hiperinsuflação ainda precisam ser mais bem estudados nessa população. Da mesma forma, estudos que avaliem não só a força muscular, mas também aspectos da capacidade de *endurance* dessa musculatura ainda se fazem necessários.

---

**Referências Bibliográficas**

1. Zanchet RC, Chagas AM, Melo JS, Watanabe PY, Simões-Barbosa A, Feijo G. Influence of the technique of re-educating thoracic and abdominal muscles on respiratory muscle strength in patients with cystic fibrosis. *J Bras Pneumol*. 2006;32(2):123-9.
2. Fiates GMR, Barbosa E, Auler F, Feiten SF, Miranda F. Nutritional Status and Food intake of Individuals with cystic fibrosis. *Revista de Nutrição*. 2001;14(2):95-101.
3. Sahlberg ME, Svantesson U, Thomas EM, Strandvik B. Muscular strength and function in patients with cystic fibrosis. *Chest*. 2005;127(5):1587-92.
4. de Jong W, van Aalderen WM, Kraan J, Koëter GH, van der Schans CP. Inspiratory muscle training in patients with cystic fibrosis. *Respir Med*. 2001;95(1):31-6.
5. Barry SC, Gallagher CG. Corticosteroids and skeletal muscle function in cystic fibrosis. *J Appl Physiol*. 2003;95(4):1379-84.
6. Dunnink MA, Doeleman WR, Trappenburg JC, de Vries WR. Respiratory muscle strength in stable adolescent and adult patients with cystic fibrosis. *J Cyst Fibros*. 2009;8(1):31-6.
7. Ionescu AA, Chatham K, Davies CA, Nixon LS, Enright S, Shale DJ. Inspiratory muscle function and body composition in cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158(4):1271-6.
8. 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.
9. 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.
10. Lands LC, Heigenhauser GJ, Jones NL. Respiratory and peripheral muscle function in cystic fibrosis. *Am Rev Respir Dis*. 1993;147(4):865-9.
11. Mier A, Redington A, Brophy C, Hodson M, Green M. Respiratory muscle function in cystic fibrosis. *Thorax*. 1990;45(10):750-2.
12. Enright S, Chatham K, Ionescu AA, Unnithan VB, Shale DJ. The influence of body composition on respiratory muscle, lung function and diaphragm thickness in adults with cystic fibrosis. *J Cyst Fibros*. 2007;6(6):384-90.
13. Ziegler B, Lukrafka JL, de Oliveira Abraão CL, Rovedder PM, Dalcin PeT. Relationship between nutritional status and maximum inspiratory and expiratory pressures in cystic fibrosis. *Respir Care*. 2008;53(4):442-9.
14. Pinet C, Cassart M, Scillia P, Lamotte M, Knoop C, Casimir G, et al. Function and bulk of respiratory and limb muscles in patients with cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(8):989-94.
15. Hahn A, Ankermann T, Claass A, Mann M, Lindemann H, Neubauer BA. Non-invasive tension time index in relation to severity of disease in children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol*. 2008;43(10):973-81.

16. Szeinberg A, England S, Mindorff C, Fraser IM, Levison H. Maximal inspiratory and expiratory pressures are reduced in hyperinflated, malnourished, young adult male patients with cystic fibrosis. *Am Rev Respir Dis.* 1985;132(4):766-9.
17. Lands L, Desmond KJ, Demizio D, Pavilanis A, Coates AL. The effects of nutritional status and hyperinflation on respiratory muscle strength in children and young adults. *Am Rev Respir Dis.* 1990;141(6):1506-9.
18. Sawyer EH, Clanton TL. Improved pulmonary function and exercise tolerance with inspiratory muscle conditioning in children with cystic fibrosis. *Chest.* 1993;104(5):1490-7.
19. Cunha MT, Rozov T, de Oliveira RC, Jardim JR. Six-minute walk test in children and adolescents with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2006;41(7):618-22.
20. Keochkerian D, Chlif M, Delanaud S, Gauthier R, Maingourd Y, Ahmaidi S. Timing and driving components of the breathing strategy in children with cystic fibrosis during exercise. *Pediatr Pulmonol.* 2005;40(5):449-56.
21. Fauroux B, Boulé M, Lofaso F, Zérah F, Clément A, Harf A, et al. Chest physiotherapy in cystic fibrosis: improved tolerance with nasal pressure support ventilation. *Pediatrics.* 1999;103(3):E32.
22. Mansell AL, Andersen JC, Muttart CR, Ores CN, Loeff DS, Levy JS, et al. Short-term pulmonary effects of total parenteral nutrition in children with cystic fibrosis. *J Pediatr.* 1984;104(5):700-5.
23. Hayot M, Guillaumont S, Ramonatxo M, Voisin M, Préfaut C. Determinants of the tension-time index of inspiratory muscles in children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 1997;23(5):336-43.
24. Hanning RM, Blimkie CJ, Bar-Or O, Lands LC, Moss LA, Wilson WM. Relationships among nutritional status and skeletal and respiratory muscle function in cystic fibrosis: does early dietary supplementation make a difference? *Am J Clin Nutr.* 1993;57(4):580-7.
25. Dufresne V, Knoop C, Van Muylem A, Malfroot A, Lamotte M, Opdekamp C, et al. Effect of systemic inflammation on inspiratory and limb muscle strength and bulk in cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2009;180(2):153-8.
26. Troosters T, Langer D, Vrijnsen B, Segers J, Wouters K, Janssens W, et al. Skeletal muscle weakness, exercise tolerance and physical activity in adults with cystic fibrosis. *Eur Respir J.* 2009;33(1):99-106.
27. Bradley S, Solin P, Wilson J, Johns D, Walters EH, Naughton MT. Hypoxemia and hypercapnia during exercise and sleep in patients with cystic fibrosis. *Chest.* 1999;116(3):647-54.
28. Barry PJ, Waterhouse DF, Reilly CM, McKenna TJ, McKone EF, Gallagher CG. Androgens, exercise capacity, and muscle function in cystic fibrosis. *Chest.* 2008;134(6):1258-64.
29. Milross MA, Piper AJ, Norman M, Willson GN, Grunstein RR, Sullivan CE, et al. Predicting sleep-disordered breathing in patients with cystic fibrosis. *Chest.* 2001;120(4):1239-45.
30. Leroy S, Perez T, Neviere R, Aguilaniu B, Wallaert B. Determinants of dyspnea and alveolar hypoventilation during exercise in cystic fibrosis: impact of inspiratory muscle endurance. *J Cyst Fibros.* 2011;10(3):159-65.

31. Alison JA, Regnis JA, Donnelly PM, Adams RD, Sutton JR, Bye PT. Evaluation of supported upper limb exercise capacity in patients with cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;156(5):1541-8.
  32. 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.
  33. O'Neill S, Leahy F, Pasterkamp H, Tal A. The effects of chronic hyperinflation, nutritional status, and posture on respiratory muscle strength in cystic fibrosis. *Am Rev Respir Dis.* 1983;128(6):1051-4.
  34. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. American Thoracic Society. *Am Rev Respir Dis.* 1991;144(5):1202-18.
  35. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994;149(2 Pt 1):430-8.
  36. Hautmann H, Hefele S, Schotten K, Huber RM. Maximal inspiratory mouth pressures (PIMAX) in healthy subjects--what is the lower limit of normal? *Respir Med.* 2000;94(7):689-93.
  37. McElvaney G, Blackie S, Morrison NJ, Wilcox PG, Fairbairn MS, Pardy RL. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am Rev Respir Dis.* 1989;139(1):277-81.
  38. Leech JA, Ghezzi H, Stevens D, Becklake MR. Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis.* 1983;128(1):17-23.
  39. Souza R. Diretrizes para testes de função pulmonar. *Jornal Brasileiro de Pneumologia.* 2002;28(3):155-65.
-

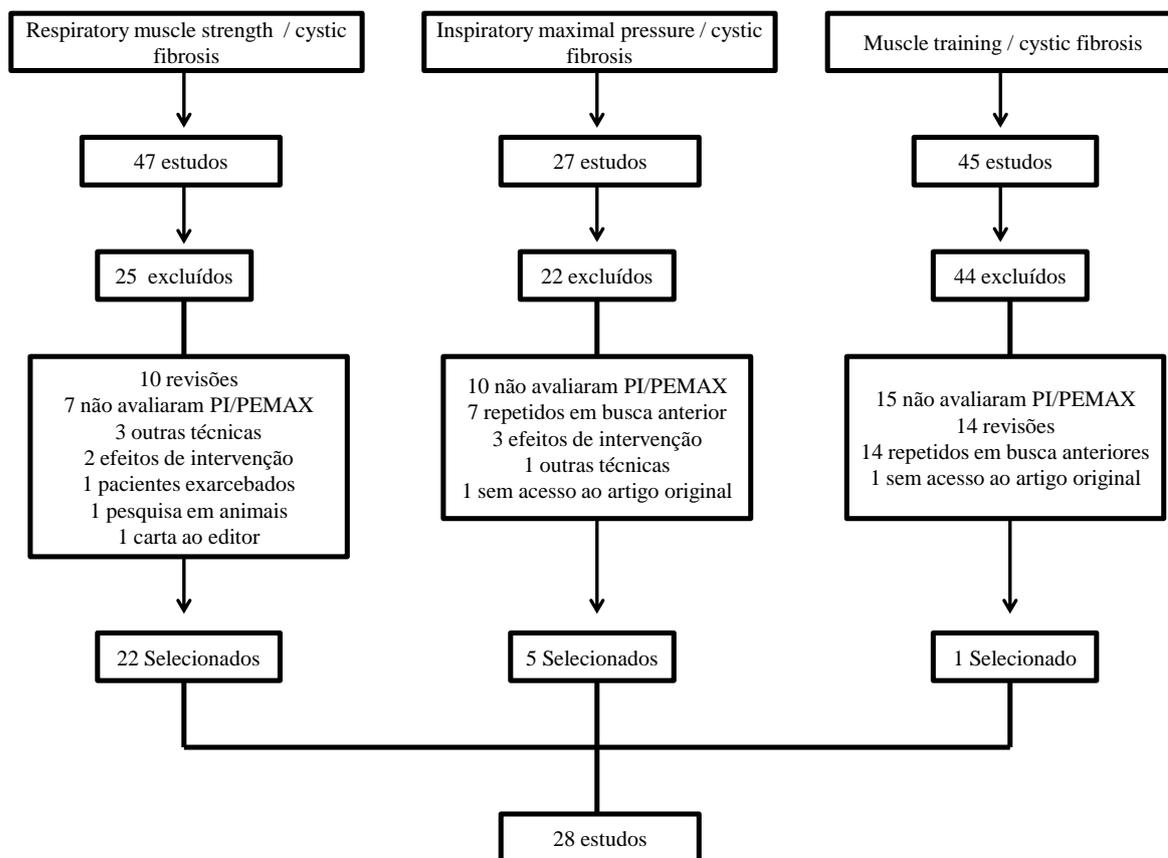


Figura 1. Sistematização da busca e seleção dos estudos.

Tabela 1. Sistematização da busca e seleção dos estudos.

Autor	Ano	País (Origem)	População	Faixa Etária	N	Apresentação dos dados	Principais resultados
Leroy S et al.	2011	França	FC	32±12,6 (20-67)	18	% predito	↓ PIMAX
Dunnink et al.	2009	Holanda	FC	26±7 (18-40)	27	% predito	↑ PIMAX ↔ PEMAX
Dufresne V et al.	2009	Bélgica	FC	29,1 ± 6,6	38	cmH <sub>2</sub> O	↑ PIMAX
Troosters T et al.	2009	Bélgica	Normais	30,2 ± 6,1	24		
			FC	26±8	64	% predito	↔ PIMAX
			Normais	25±5	20		↔ PEMAX
Barry P J et al.	2008	Irlanda	FC	23,9 (19-40)	15	% predito	↔ PIMAX ↔ PEMAX
Hahn A et al.	2008	Alemanha	FC	14 (9-26)	47	% predito	↔ PIMAX
			Normais	14,5 (9-26)	47		
Ziegler B et al.	2008	Brasil	FC	23,7±6,4 (16-47)	39	% predito	↔ PIMAX ou ↓ ↔ PEMAX ou ↓
Enright S et al.	2007	Reino Unido	FC	22,4 (18-32)	40	cmh <sub>2</sub> 0	↔ PIMAX
			Normais	21,7 (18-33)	30		
Zanchet R C et al.	2006	Brasil	FC	10±5,6 (7-28)	29	cmh <sub>2</sub> 0	↑ PIMAX ↑ PEMAX
Cunha et al.	2006	Brasil	FC	11±1,9 (8-14)	16	cmh <sub>2</sub> 0	↔ PIMAX ou ↓ ↔ PEMAX ou ↓
Keochkerian D et al.	2005	França	FC	13,1±1,5 (10-14)	8	cmH <sub>2</sub> O	↓ PIMAX
			Normais	13,3±0,5 (11-14)	8		
Barry S C et al.	2003	Irlanda	FC	23,3±5,1 (18-39)	23	% predito	↔ PIMAX ↔ PEMAX
de Jong W et al.	2001	Holanda	FC Controle	19±5,5 (10-25)	8	% predito	↑ PIMAX
			FC Intervenção	17±5,2 (10-25)	8		
Milross M A et al.	2001	Austrália	FC	27±8 (18-49)	30	% predito	↔ PIMAX ou ↑ ↔ PEMAX
Bradley S et al.	1999	Austrália	FC	25,9± 3,5	14	cmH <sub>2</sub> O	↔ PIMAX
			Normais	27,6 ±3,2	8		↔ PEMAX
Fauroux B et al.	1999	França	FC	13 ± 4 (6-18)	16	cmH <sub>2</sub> O	↓ PIMAX ↔ PEMAX
Ionescu A A et al.	1998	Reino Unido	FC	22,9±3,8	25	cmH <sub>2</sub> O	↔ PIMAX
Alisson J A et al.	1997	Austrália	FC	26±7,7 (17-44)	24	% predito	↔ PIMAX
			Normais	24,6±2,4 (21-30)	10		↔ PEMAX
Hayot M et al.	1997	França	FC	11 ± 2	16	% predito	↔ PIMAX
			Normais	11 ± 2	10		
Hanning R M et al.	1993	Canadá	FC Controle	9,5±2,9 (7-15)	7	% predito	↔ PIMAX ou ↑
			FC Intervenção	10,6±2,5 (7-15)	9		↔ PEMAX
Lands L C et al.	1993	Canadá	FC	21,0 ± 8,38	14	cmH <sub>2</sub> O	↔ PIMAX ou ↑
			Normais	26,8 ± 8,70	16		↔ PEMAX
Sawyer E H et al.	1993	Estados Unidos	FC Controle	9,76±2,57 (7-14)	10	% predito	↔ PIMAX ou ↑
			FC Intervenção	11,46±2,45 (7-14)	10		
Mier A et al.	1990	Reino Unido	FC	21 (16-28)	25	% predito	↔ PIMAX ou ↓ ↔ PEMAX ou ↓
Lands L et al.	1990	Canadá	Controle	14,6±2 (12-35)	14	% predito	↔ PIMAX
			Controle Feminino	14,3±0,7 (12-35)	8		
			Anorexia Nervosa	14,7±1,9 (12-35)	9		
			Asma	15,2±1,5 (12-35)	10		
			FC	17,8±5,6 (12-35)	22		
Marks J et al.	1986	Canadá	Asma	12,8±5 (5-25)	29	cmH <sub>2</sub> O	↔ PIMAX
			FC	14,5±5 (7-23)	25		↔ PEMAX
			Normais	(7-24)	80		
Szeinberg A et al.	1985	Canadá	FC	22,1±3,7 (16-35)	23	cmH <sub>2</sub> O	↓ PIMAX
			Normais	22,5±6,8 (17-39)	33		↓ PEMAX
Mansell L A et al.	1984	Estados Unidos	FC	13,6 (10-17)	11	cmH <sub>2</sub> O	↓ PIMAX ↓ PEMAX
O'Neill S et al.	1983	Canadá	FC	14,5±5 (7-23)	25	cmH <sub>2</sub> O	↔ PIMAX ou ↑
			Normais	(7-24)	80		↔ PEMAX ou ↑

---

## **CAPÍTULO III**

---

### **3 ARTIGO ORIGINAL**

**Título: Valores de normalidade para força muscular ventilatória em pré-escolares e escolares saudáveis**

Autores: João Paulo Heinzmann Filho, Paula Cristina Vasconcellos Vidal, Marcus Herbert Jones, Márcio Vinícius Fagundes Donadio

---

**Resumo**

A avaliação da força muscular respiratória é um método não invasivo e de fácil aplicabilidade, utilizado para a mensuração da pressão inspiratória máxima (PIMAX) e da pressão expiratória máxima (PEMAX). No entanto, ainda não existem valores de referência para crianças em idade pré-escolar, impossibilitando a normalização dos resultados obtidos e dificultando a avaliação da função muscular respiratória. Assim, o objetivo deste estudo foi gerar valores de referência para a força muscular respiratória em crianças e adolescentes saudáveis de três a doze anos de idade. Os participantes foram recrutados através de três escolas e selecionados após análise do questionário de doenças respiratórias e assinatura do termo de consentimento pelos pais ou responsáveis. Todos os participantes incluídos no estudo possuíam exame espirométrico normal e medidas de peso e altura no dia da mensuração. A avaliação da força muscular respiratória foi realizada por um único avaliador seguindo as diretrizes para testes de função pulmonar. A associação entre os valores de PIMAX e PEMAX com as potenciais variáveis preditoras foram analisadas utilizando-se um modelo de regressão linear múltipla. Um total de 171 participantes foram selecionados e distribuídos uniformemente por faixa etária. A idade, altura, peso e CVF apresentaram correlações de moderada à forte com ambas as pressões respiratórias. No entanto, o modelo de regressão demonstrou que a altura e o peso foram as melhores variáveis para predição da PIMAX em ambos os sexos e o peso e a idade para a PEMAX. A força de predição ( $R^2$ ) variou de 46 a 58%. O coeficiente de correlação intraclassa foi utilizado em um subgrupo e demonstrou excelente reprodutibilidade entre os testes. Em conclusão, os resultados do presente estudo demonstram que o comportamento da força muscular respiratória em pré-escolares e escolares saudáveis pode ser explicado em função da idade, altura e peso.

**Palavras-Chave:** força muscular respiratória, valores de referência, pré-escolares, pressões respiratórias estáticas máximas, crianças e adolescentes.

**Abstract**

The evaluation of respiratory muscle strength is a noninvasive and easily applicable method, used for the measurement of maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP). However, there are no reference values for children in preschool age, which makes it difficult to standardize the results and complicates the assessment of respiratory muscle function. Thus, the objective of present study was to generate reference values for respiratory muscle strength in healthy children and adolescents aged between three to twelve years old. Participants were recruited from three schools and selected after a respiratory disease questionnaire analysis and attainment of informed and written consent by parents or guardians. All participants included in the study had normal spirometry and measures of height and weight were performed in the same day. The evaluation of respiratory muscle strength was performed by a single examiner following the guidelines for pulmonary function tests. The association between MIP and MEP values with the potential predictive variables was analyzed using a multiple linear regression model. A total of 171 participants were selected and distributed evenly by age. The age, height, weight and FVC showed moderate to strong correlations with both respiratory pressures. However, the regression model showed that the height and weight were the best variables to predict MIP in both sexes and age and weight to predict MEP. The power of prediction ( $R^2$ ) ranged from 46 to 58%. The intraclass correlation coefficient was used in a subgroup and demonstrated an excellent reproducibility between tests. In conclusion, the results of present study demonstrate that the behavior of respiratory muscle strength in healthy preschool and school children can be explained by age, height and weight.

**Keywords:** respiratory muscle strength, reference values, preschool, maximal static respiratory pressures, children and adolescents.

---

## Introdução

A força muscular respiratória é avaliada através da mensuração das pressões respiratórias estáticas máximas e reflete a função dos músculos respiratórios.<sup>1, 2</sup> Esse recurso destaca-se por ser um método não invasivo, rápido e pela sua simplicidade de mensuração.<sup>3</sup> Consiste em duas medidas diferentes, uma direcionada para avaliar a força da musculatura inspiratória através da pressão inspiratória máxima (PIMAX) e outra para investigar a força muscular expiratória pela pressão expiratória máxima (PEMAX).<sup>4, 5</sup> Ambas as pressões são medidas geradas por esforços máximos ao nível da boca por uma via aérea ocluída<sup>6</sup> e são dependentes não apenas da força muscular respiratória, mas também, da capacidade de compreensão, esforço durante as manobras<sup>7</sup> e do volume pulmonar em que foram realizadas as medidas.<sup>8</sup>

A avaliação das pressões respiratórias é um recurso muito utilizado para determinar a fraqueza muscular,<sup>9, 10</sup> quantificar a severidade de determinadas doenças<sup>11</sup> e pelo seu valor de prognóstico.<sup>12</sup> Em crianças auxilia na conduta e no acompanhamento de doenças neuromusculares,<sup>13</sup> desordens pulmonares,<sup>14</sup> como asma e fibrose cística, além de sua utilização em programas de reabilitação,<sup>4</sup> processos de desmame e pós-operatórios.<sup>15</sup>

Na prática clínica, a fraqueza muscular respiratória pode estar associada à hipercapnia, com infecções respiratórias recorrentes e tosse ineficiente, predispondo ao desenvolvimento de atelectasias, insuficiência respiratória, comprometendo a capacidade ventilatória e colaborando para a instalação de maiores morbidades.<sup>16, 17</sup> Assim, a mensuração da força muscular respiratória pode auxiliar na avaliação e no manejo de diferentes condições clínicas. Por isso, vários estudos têm sido conduzidos no intuito de gerar valores de normalidade para as pressões respiratórias estáticas máximas em crianças e adultos, demonstrando a influência de fatores como idade, sexo, peso e altura.<sup>3, 13, 18, 19</sup> No entanto, a maneira como cada uma

dessas variáveis pode influenciar a predição de valores de normalidade parece variar em populações distintas, justificando a geração de equações referenciais em diferentes locais. Além disso, ainda não existem valores de referência para crianças pré-escolares, limitando a sua utilização em crianças abaixo dos seis anos de idade devido à impossibilidade de normalização dos resultados obtidos.

Portanto, considerando o fato de que a força muscular respiratória é frequentemente utilizada para avaliar a função dos músculos respiratórios na faixa etária pediátrica e que esta é influenciada por diferentes fatores, o objetivo do estudo foi gerar valores de referência para a força muscular respiratória em crianças e adolescentes saudáveis de três a doze anos de idade. A geração de equações de referência atuais incluindo a faixa etária de pré-escolares pode ajudar na avaliação e no prognóstico de diversas doenças e programas de reabilitação, colaborando para utilização desse recurso em diferentes centros.

## **Materiais e Métodos**

Foi realizado um estudo observacional, do tipo transversal, em crianças e adolescentes saudáveis de três a doze anos de idade, em três escolas da rede de ensino de Porto Alegre-RS (2 públicas e 1 privada), no período de maio a dezembro de 2011. O tamanho da amostra foi estimado baseado nos dados dos primeiros 50 participantes incluídos no presente estudo. A partir do comportamento das principais variáveis de interesse (PIMAX e altura) e adotando um índice de significância de 0.05, um poder de 95% e uma correlação mínima de 0.25, o tamanho amostral estimado foi de aproximadamente 170 crianças e adolescentes. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande

---

do Sul sob o número 11/05503. Todos os responsáveis legais dos indivíduos testados leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes da realização do estudo.

Primeiramente foi enviado um questionário de doenças respiratórias e o termo de consentimento para os responsáveis legais dos estudantes através da escola, convidando-os para participarem do estudo. Após o preenchimento e retorno destes instrumentos, as crianças foram selecionadas e chamadas para realizarem os testes na própria escola de origem. Participaram do estudo crianças e adolescentes saudáveis do ponto de vista respiratório, através da análise do questionário de doenças respiratórias elaborado por pneumologistas pediátricos, baseado no questionário recomendado pela *American Thoracic Society e Division of Lung Diseases (ATS-DLD-78-C)* adaptado e previamente validado para uso no Brasil.<sup>20</sup>

Para inclusão no estudo os indivíduos também deveriam possuir um teste de função pulmonar (espirometria) considerados normais para a faixa etária.<sup>21</sup> Foram excluídas do estudo aquelas crianças e adolescentes com histórico de prematuridade (<37 semanas), baixo peso ao nascimento (<2500 gramas), tabagismo ativo, história prévia de sibilância recorrente ou ativa, doença cardíaca, neuromuscular, escoliose e cirurgia torácica. Aquelas crianças que apresentavam infecções respiratórias no dia do exame e que não conseguiram realizar as manobras de maneira aceitável e reprodutível também foram excluídas.<sup>1</sup>

A seleção da amostra estudada foi por conveniência durante o período escolar, nos turnos da manhã e da tarde. As avaliações foram realizadas na seguinte ordem: medidas antropométricas (peso e altura), função pulmonar (espirometria) e força muscular respiratória (manovacuometria).

A avaliação antropométrica foi realizada através da mensuração do peso e da altura em triplicata ou até a obtenção de dois valores idênticos. O peso foi obtido com os indivíduos em posição ortostática, com o mínimo de roupa, sem calçados e por uma balança digital (G-Tech, Glass 1 FW, Rio de Janeiro, Brasil) previamente calibrada com precisão de 100 gramas. A

altura foi obtida com os participantes descalços, com os pés em posição paralela, tornozelos unidos, braços estendidos ao longo do corpo, com a cabeça posicionada de modo que a parte inferior da órbita ocular estivesse no mesmo plano que o orifício externo do ouvido.<sup>22</sup> As medidas de altura foram obtidas através de um estadiômetro portátil (AlturaExata, TBW, São Paulo, Brasil) com precisão de 1 mm.

A espirometria foi realizada utilizando-se um espirômetro KOKO (Louisville, CO, USA) baseada em fluxo. Os parâmetros espirométricos avaliados incluíram capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) e o fluxo expiratório forçado 25% e 75 % ( $FEF_{25-75\%}$ ). A calibração foi realizada antes de cada sessão de testes e seguindo as instruções do fabricante. Após instruções e treinamento prévio, as crianças foram orientadas a iniciar o exame. A espirometria foi realizada individualmente, em posição ortostática e sem o uso de clipe nasal.<sup>23</sup> Todos os participantes realizaram no mínimo três manobras de expiração forçada e a escolha da melhor curva foi realizada pelo próprio software ou pelo técnico quando pertinente. Foram considerados normais os valores de  $VEF_1$  e CVF acima de 80% do predito. Para melhor visualização dos resultados os valores espirométricos foram expressos em valores absolutos e escore-Z.<sup>21</sup>

A avaliação da força muscular respiratória foi realizada sempre pelo mesmo avaliador, utilizando-se um manovacuômetro digital (MVD 300, Globalmed, Porto Alegre, Brasil) previamente calibrado e com variação de -300 a +300 cmH<sub>2</sub>O. O instrumento foi conectado a uma mangueira, acoplado a um filtro isolador e a uma peça com diâmetro interno de aproximadamente 2,5 cm que se conectava a um bocal. O bocal semi-rígido e de formato achatado possuía um orifício de aproximadamente 2 mm de diâmetro para prevenir o aumento da pressão intra-oral gerada pela contração dos músculos da cavidade oral.<sup>24</sup> Para evitar escape aéreo, os indivíduos foram orientados a manter firmemente o bocal ao redor dos

lábios.<sup>8</sup> Antes da mensuração das pressões respiratórias o técnico demonstrou e orientou detalhadamente a realização das manobras.

Primeiramente foi realizada a medida da PIMAX, mensurada a partir do volume residual, seguida da PEMAX a partir da capacidade pulmonar total.<sup>1</sup> Durante essa última medida, os indivíduos foram orientados a posicionar suas mãos na bochecha para evitar acúmulo de ar na região lateral da cavidade oral.<sup>8</sup> As medidas foram realizadas na postura sentada, com o tronco ereto em uma posição de 90° graus com o quadril e com a utilização do clipe nasal.<sup>25</sup> Ambas as medidas foram realizadas com esforços respiratórios máximos, com intervalos de aproximadamente um minuto entre as medidas e sustentadas por no mínimo um segundo.<sup>26</sup> Um mínimo de três e um máximo de nove medidas foram utilizadas para cada teste.<sup>19</sup> O teste era finalizado quando se obtivesse manobras tecnicamente corretas, incluindo três medidas aceitáveis (sem escape aéreo) e duas reprodutíveis (variação menor que 10% entre as duas maiores manobras). O último valor registrado não poderia ser maior que os anteriores<sup>1</sup> e o resultado final foi o maior valor obtido.

Para avaliar a reprodutibilidade das manobras, um subgrupo de 29 crianças da própria amostra foi randomizado e selecionado para repetir as mensurações. O teste foi repetido após três semanas da primeira aferição.

### **Análise Estatística**

As principais variáveis do estudo foram avaliadas através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* e apresentaram distribuição normal sendo, assim, apresentadas em média e desvio-padrão. Os dados espirométricos foram expressos em valor absoluto e escore-z do predito e os resultados de força muscular respiratória em cmH<sub>2</sub>O. As comparações das pressões

---

respiratórias estáticas máximas entre diferentes faixa etárias foram realizadas utilizando-se uma ANOVA de uma via seguida do pós-teste de *Bonferroni*. O teste de correlação de *Pearson* foi utilizado para avaliar possíveis correlações de variáveis preditoras com valores de força muscular respiratória. A associação entre os valores de PIMAX e PEMAX com as potenciais variáveis preditoras (sexo, idade, altura, peso, raça) foram analisadas utilizando-se um modelo de regressão linear múltipla. A melhor combinação de variáveis foi selecionada através do método *stepwise*. A reprodutibilidade do teste foi avaliada através do cálculo do coeficiente de correlação intraclassa (ICC), no qual valores acima de 0.75 indicam excelente reprodutibilidade. Todas as análises e o processamento dos dados foram realizados com o programa *SPSS* versão 18.0 (SPSS Inc., EUA). Em todos os casos as diferenças foram consideradas significativas quando  $p < 0.05$ .

## **Resultados**

Um total de 202 crianças e adolescentes saudáveis foram selecionadas através do questionário de doenças respiratórias. Destas, uma não foi localizada no dia do exame, duas apresentavam infecções respiratórias, uma recusou-se a fazer os testes, doze apresentavam valores espirométricos abaixo do limite da normalidade e quinze obtiveram insucesso na manovacuometria. Devido à alta taxa de insucesso na faixa etária dos três anos de idade (8/8), os dados apresentados a seguir, incluem voluntários de 4 a 12 anos. Assim, a amostra final do estudo foi composta por 171 participantes, 83 do sexo masculino, com média de idade de  $8.61 \pm 2.51$ . A tabela 1 apresenta os dados de caracterização da amostra. Destes, 71,3% (122) eram da raça branca, 15,3% (27) negra, 12,3% (21) parda e 0,6% (1) amarela. Todas as crianças e adolescentes incluídas realizaram teste de função pulmonar, através de exame espirométrico, e apresentaram valores normais para CVF, VEF<sub>1</sub> e FEF<sub>25-75</sub> (tabela 2).

De uma maneira geral, os valores médios de força muscular respiratória em meninos tendem a ser mais elevados do que nas meninas, porém sem diferenças significativas. Por outro lado, as pressões respiratórias estáticas máximas aumentaram significativamente de acordo com a idade. Ressalta-se que, tanto em meninos como em meninas, a faixa etária pré-escolar (4-6 anos de idade), apresentou valores de força muscular respiratória significativamente menores ( $p < 0.001$ ) em comparação com as demais faixas etárias (tabela 3).

A reprodutibilidade do teste foi avaliada em 29 participantes para calcular o coeficiente de correlação intraclassa (ICC). O ICC calculado para os dois testes foi de 0.98 para a PIMAX e 0.97 para PEMAX, indicando a alta reprodutibilidade das avaliações. Assim, as manobras obtidas na primeira avaliação foram utilizadas para gerar as equações de referência. A figura 1 apresenta o gráfico de *Bland-Altman*, demonstrando que 95% das diferenças estavam dentro de dois desvios padrão da média, apontando que ambos os testes são muito similares e com excelente reprodutibilidade. A média da PIMAX (cmH<sub>2</sub>O) no primeiro teste foi de  $-87.75 \pm 21.62$  e  $-90.20 \pm 22.04$  no segundo, enquanto a PEMAX (cmH<sub>2</sub>O) foi de  $99.51 \pm 28.28$  e  $104.06 \pm 29.58$ , respectivamente. A diferença média (cmH<sub>2</sub>O) foi de  $-2.44 \pm 0.41$  para a PIMAX e  $4.55 \pm 1.29$  para a PEMAX.

Utilizando o teste de correlação de *Pearson*, encontramos que a PIMAX apresentou uma forte correlação com a idade ( $r=0.70$ ;  $p < 0.001$ ), altura ( $r=0.74$ ;  $p < 0.001$ ) e peso ( $r=0.72$ ;  $p < 0.001$ ) no sexo masculino e com a idade ( $r=0.70$ ;  $p < 0.001$ ), altura ( $r=0.75$ ;  $p < 0.001$ ) e peso ( $r=0.75$ ;  $p < 0.001$ ) no feminino. A PEMAX se correlacionou moderadamente em meninos e meninas com a idade ( $r=0.62$ ;  $p < 0.001$  e  $r=0.68$ ;  $p < 0.001$ ), altura ( $r=0.65$ ;  $p < 0.001$  e  $r=0.67$ ;  $p < 0.001$ ) e peso ( $r=0.65$ ;  $p < 0.001$  e  $r=0.68$ ;  $p < 0.001$ ), respectivamente. A CVF também apresentou uma forte correlação com a PIMAX em meninos ( $r=0.71$ ;  $p < 0.001$ ) e meninas ( $r=0.75$ ;  $p < 0.001$ ). Já em relação a PEMAX, houve uma forte correlação no sexo feminino ( $r=0.71$ ;  $p < 0.001$ ) e moderada correlação no sexo masculino ( $r=0.63$ ;  $p < 0.001$ ).

Logo após, o método *stepwise* foi utilizado em um modelo de regressão linear múltipla, visando obter a melhor combinação de variáveis independentes para estimar os valores de força muscular respiratória. A altura e o peso contribuíram para explicar, respectivamente, 58.6% e 58.9% da PIMAX em meninos e meninas. Por outro lado, para a PEMAX, o peso e a idade colaboraram com 46.4% e 51.5%, respectivamente. Estes foram os melhores modelos obtidos na regressão múltipla para estimar as variáveis dependentes. A raça também foi testada, mas não adicionou influência significativa no modelo. Assim, os modelos foram separados por sexo e as seguintes fórmulas foram obtidas para prever os valores de força muscular respiratória:

PIMAX (cmH<sub>2</sub>O):

$$\text{Meninos} = 17.879 - [0.674 \times \text{altura (cm)}] - [0.604 \times \text{peso (kg)}]$$

$$R^2 = 0.586 / \text{Erro padrão da estimativa} = 13.211$$

$$\text{Meninas} = 14.226 - [0.551 \times \text{altura (cm)}] - [0.638 \times \text{peso (kg)}]$$

$$R^2 = 0.589 / \text{Erro padrão da estimativa} = 14.579$$

PEMAX (cmH<sub>2</sub>O):

$$\text{Meninos} = 47.417 + [0.898 \times \text{peso (kg)}] + [3.166 \times \text{idade (anos)}]$$

$$R^2 = 0.464 / \text{Erro padrão da estimativa} = 18.670$$

$$\text{Meninas} = 30.045 + [0.749 \times \text{peso (kg)}] + [4.213 \times \text{idade (anos)}]$$

$$R^2 = 0.515 / \text{Erro padrão da estimativa} = 19.200$$

Ao correlacionar os valores das pressões respiratórias previstas pela equação do presente estudo com as equações propostas por Wilson et al. 1984, Tomalak et al. 2002 e Domènech-Clar et al. 2003, foram demonstradas correlações fortes e significativas. A PIMAX apresentou um coeficiente de correlação, respectivamente, de  $r=0.96$ ,  $r=0.79$  e  $r=0.98$  ( $p<0.001$ ) para o sexo feminino e de  $r=0.94$ ,  $r=0.77$  e  $r=0.92$  ( $p<0.001$ ) para o masculino. Da mesma forma, a PEMAX apresentou coeficientes de correlação de  $r=0.89$ ,  $r=0.89$  e  $r=0.84$  ( $p<0.001$ ) para as meninas e de  $r=0.83$ ,  $r=0.83$  e  $r=0.96$  ( $p<0.001$ ) para os meninos. No entanto, apesar das fortes correlações com estudos anteriores, as previsões realizadas pelas equações prévias apresentam uma tendência a superestimar a força muscular respiratória para ambos os sexos em nossa população (figura 2).

## **Discussão**

A mensuração das pressões respiratórias pode contribuir para avaliação da função do sistema respiratório em crianças na fase pré-escolar e escolar. No entanto, a ausência de valores de referência para populações específicas pode dificultar a interpretação destes achados. O presente estudo apresenta, através de um modelo de regressão linear múltipla, a relação das principais variáveis independentes na predição das pressões respiratórias máximas. De uma maneira geral, idade, altura, peso e CVF apresentaram correlações de moderada à forte tanto com a PIMAX como com a PEMAX. No entanto, utilizando-se o modelo de regressão, a altura e o peso foram as melhores variáveis para predizer a PIMAX em ambos os sexos e o peso e a idade para predizer a PEMAX. Diversos estudos prévios<sup>4,13,19,27-31</sup> avaliaram crianças e adolescentes saudáveis da mesma faixa etária do nosso estudo, no entanto, apenas três<sup>4,13,19</sup> propuseram modelos de equações referenciais, utilizando manobras partindo dos mesmos volumes pulmonares e na postura sentada durante a realização

---

do teste. Wilson et al. 1984 demonstrou que o peso, para a PIMAX, e a idade, para a PEMAX, foram as únicas variáveis com valores preditivos em ambos os sexos. Em outro estudo,<sup>4</sup> a idade foi a única variável que apresentou influência no modelo. Já Domènech-Clar et al. 2003 utilizou a idade, altura e peso para PIMAX de ambos os sexos e para a PEMAX dos meninos, sendo que na predição da PEMAX das meninas foi utilizada apenas a idade. Nesses estudos, a força de predição, avaliada através do quadrado do coeficiente de correlação ( $R^2$ ), variou de 9 a 51%, enquanto que o presente estudo demonstrou uma força de 46 a 58%.

Como relatado por diversos autores<sup>4,13,19,28</sup> os valores médios de força muscular respiratória apresentam-se maiores no sexo masculino. No presente estudo, apesar de não haver diferenças estatísticas, encontramos valores mais elevados para os meninos em comparação com as meninas, fazendo com que a variável sexo apresente peso importante na composição do modelo de predição, justificando a geração de fórmulas independentes tanto em nosso estudo, como nos demais. Além disso, dentro de cada grupo de gênero, os valores tendem a aumentar conforme a idade, sendo que a faixa etária de pré-escolares apresenta valores significativamente reduzidos quando comparada aos demais grupos etários, ressaltando a necessidade de geração de valores de referência para tal população.

Os resultados de força muscular respiratória obtidos com as equações geradas neste estudo apresentam uma forte correlação com as predições alcançadas com base em estudos prévios,<sup>4, 13, 19</sup> indicando que todas as equações propostas são sensíveis na discriminação das variações de idade e dados antropométricos. No entanto, os valores das pressões respiratórias estimados pelos estudos anteriores tendem a superestimar os achados de força muscular respiratória em ambos os sexos para a população avaliada em nosso estudo, ressaltando a importância de valores de referência locais e atuais para uma adequada predição da função dos músculos respiratórios.

---

Para o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que avaliou a força muscular respiratória em uma população pré-escolar e também o primeiro a avaliar crianças e adolescentes saudáveis na faixa etária escolar na América do Sul. A ausência de valores de referência na população pré-escolar tem sido atribuída à baixa reprodutibilidade das manobras, difícil entendimento e pouca colaboração por parte das crianças nesta faixa etária.<sup>19,28,32</sup> No presente estudo, não foi utilizada uma metodologia distinta para a faixa etária pré-escolar, apenas um nível maior de explicação, demonstração, tempo de mensuração e paciência por parte do técnico para realização dos exames. Além disso, ressalta-se que todas as crianças incluídas no estudo realizaram também um exame espirométrico, o que demonstra a sua capacidade de cooperação e entendimento. Ainda assim, não foi possível estabelecer valores para a faixa etária dos três anos de idade, sugerindo que novas metodologias deverão ser desenvolvidas para possibilitar uma adequada avaliação nesse grupo.

Diferente de outros estudos<sup>13, 19, 27, 28</sup> que avaliaram apenas a raça caucasiana, nossa amostra incluiu crianças e adolescentes de diferentes origens e cor da pele. A origem étnica é citada por outros estudos<sup>27, 32</sup> como um possível fator de contribuição para influenciar os achados de força muscular respiratória. No entanto, devido à homogeneidade das populações de outros estudos, não incluindo crianças de outras etnias, a influência da variável raça não havia sido previamente testada. Desta forma, este foi o primeiro estudo na população infantil que testou a participação da cor da pele no modelo de predição, demonstrando que a mesma não apresentou influência significativa no comportamento das pressões respiratórias estáticas máximas.

A reprodutibilidade dos testes de avaliação na população pediátrica é de grande importância devido à necessidade de colaboração para a sua adequada realização. Em nosso estudo, a força muscular respiratória foi avaliada em um subgrupo de indivíduos em dois momentos distintos, demonstrando um ICC de 0.98 para a PIMAX e de 0.97 para PEMAX.

---

---

Estes resultados demonstram que, apesar de incluir a faixa etária pré-escolar, os testes apresentaram excelente reprodutibilidade, indicando que a realização de apenas um teste parece suficiente. Mesmo avaliando a reprodutibilidade apenas na faixa etária pré-escolar, os valores (0.94 para PIMAX e 0.92 para PEMAX) permanecem dentro de uma faixa excelente. Além disso, a realização das técnicas por um único avaliador e a utilização de um intervalo de três semanas, diminuindo o efeito aprendizagem, contribui para a redução da variabilidade entre os testes. Estudo anterior<sup>19</sup> também demonstrou uma excelente reprodutibilidade, com ICC de 0.95 e 0.98 para a PIMAX e a PEMAX, respectivamente. Outros estudos (13, 27-31) avaliaram o coeficiente de variação e demonstraram baixa variabilidade, variando de 3 a 15% para ambas as pressões respiratórias. Esses achados sugerem que a população pediátrica, quando bem instruída e treinada, consegue realizar as manobras de maneira satisfatória, gerando um exame de qualidade.

Em conclusão, os resultados do presente estudo demonstram que o comportamento da força muscular respiratória em pré-escolares e escolares saudáveis pode ser explicado em função da idade, altura e peso. Este é o primeiro estudo demonstrando valores de normalidade para crianças abaixo de seis anos de idade. A geração de equações de referência nessa faixa etária pode contribuir para uma melhor avaliação e acompanhamento de crianças e adolescentes com alterações da função muscular respiratória.

---

**Referências**

1. Souza R. Diretrizes para testes de função pulmonar. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2002;28(3):155-65.
2. Society ATSER. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(4):518-624.
3. Johan A, Chan CC, Chia HP, Chan OY, Wang YT. Maximal respiratory pressures in adult Chinese, Malays and Indians. *Eur Respir J*. 1997;10(12):2825-8.
4. Tomalak W, Pogorzelski A, Prusak J. Normal values for maximal static inspiratory and expiratory pressures in healthy children. *Pediatr Pulmonol*. 2002;34(1):42-6.
5. Uldry C, Fitting JW. Maximal values of sniff nasal inspiratory pressure in healthy subjects. *Thorax*. 1995;50(4):371-5.
6. Gibson GJ. Measurement of respiratory muscle strength. *Respir Med*. 1995;89(8):529-35.
7. Sachs MC, Enright PL, Hinckley Stukovsky KD, Jiang R, Barr RG, Study M-ESoAL. Performance of maximum inspiratory pressure tests and maximum inspiratory pressure reference equations for 4 race/ethnic groups. *Respir Care*. 2009;54(10):1321-8.
8. Parreira V, França D, Zampa C, Fonseca M, Tomich G, Britto R. Pressões Respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2007.
9. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99(5):696-702.
10. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(2 Pt 1):430-8.
11. Dipayan C, Manjunath A, Vasant A. Maximal Expiratory Pressure in Residential and Non-Residential School Children. *Indian Journal of Pediatrics*. 2002.
12. Koch B, Schäper C, Ittermann T, Bollmann T, Völzke H, Felix SB, et al. Reference values for respiratory pressures in a general adult population--results of the Study of Health in Pomerania (SHIP). *Clin Physiol Funct Imaging*. 2010;30(6):460-5.
13. 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.
14. Arora NS, Rochester DF. Respiratory muscle strength and maximal voluntary ventilation in undernourished patients. *Am Rev Respir Dis*. 1982;126(1):5-8.
15. Harikumar G, Moxham J, Greenough A, Rafferty GF. Measurement of maximal inspiratory pressure in ventilated children. *Pediatr Pulmonol*. 2008;43(11):1085-91.
16. Simões RP, Deus AP, Auad MA, Dionísio J, Mazzonetto M, Silva-Borghi A. Pressões respiratórias máximas em indivíduos saudáveis sedentários de 20 a 89 anos da região central do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2010;14(1):60-7.

17. Severino FG, Resqueti VR, Bruno SS, Azevedo IG, Vieira RHG, Fregonezi GAF. Comparação entre o manovacuômetro nacional e o importado para a medida da pressão inspiratória nasal. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2010;14(5):426-31.
18. Smyth RJ, Chapman KR, Rebuck AS. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents. Normal values. *Chest*. 1984;86(4):568-72.
19. 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(2):126-32.
20. Esteves A, Solé D, Ferraz M. Adaptation and validity of the ATS-DLD-78-C questionnaire for asthma diagnosis in children under 13 years of age. *Braz Ped News*. 1999;1:3-5.
21. Stanojevic S, Wade A, Cole TJ, Lum S, Custovic A, Silverman M, et al. Spirometry centile charts for young Caucasian children: the Asthma UK Collaborative Initiative. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;180(6):547-52.
22. Borman H, Ozgür F. A simple instrument to define the Frankfurt horizontal plane for soft-tissue measurements of the face. *Plast Reconstr Surg*. 1998;102(2):580-1.
23. Chavasse R, Johnson P, Francis J, Balfour-Lynn I, Rosenthal M, Bush A. To clip or not to clip? Noseclips for spirometry. *Eur Respir J*. 2003;21(5):876-8.
24. Sobush DC, Dunning M. Assessing maximal static ventilatory muscle pressures using the "bugle" dynamometer. Suggestion from the field. *Phys Ther*. 1984;64(11):1689-90.
25. Costa D, Gonçalves H, Lima L, Ike D, Cancelliero K, Montebelo M. Novos valores de referencias para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2010;36(3):306-12.
26. Junior JFF, Paisani DdM, Franceschini J, Chiavegato LD, Faresin SM. Pressões respiratórias máximas e capacidade vital: comparação entre avaliações através de bocal e de máscara facial. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2004;30(6):515-20.
27. Stefanutti D, Fitting JW. Sniff nasal inspiratory pressure. Reference values in Caucasian children. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(1):107-11.
28. Gaultier C, Zinman R. Maximal static pressures in healthy children. *Respir Physiol*. 1983;51(1):45-61.
29. Szeinberg A, Marcotte JE, Roizin H, Mindorff C, England S, Tabachnik E, et al. Normal values of maximal inspiratory and expiratory pressures with a portable apparatus in children, adolescents, and young adults. *Pediatr Pulmonol*. 1987;3(4):255-8.
30. Cook Cd, Mead J, Orzalesi Mm. Static Volume-Pressure Characteristics Of The Respiratory System During Maximal Efforts. *J Appl Physiol*. 1964;19:1016-22.
31. Wagener JS, Hibbert ME, Landau LI. Maximal respiratory pressures in children. *Am Rev Respir Dis*. 1984;129(5):873-5.
32. Matecki S, Prioux J, Jaber S, Hayot M, Prefaut C, Ramonatxo M. Respiratory pressures in boys from 11-17 years old: a semilongitudinal study. *Pediatr Pulmonol*. 2003;35(5):368-74.

Tabela 1. Caracterização da amostra de acordo com sexo e faixa etária.

Variáveis Antropométricas	Masculino				Feminino			
	4-6 (28)	7-9 (30)	10-12 (25)	Total (83)	4-6 (26)	7-9 (29)	10-12 (33)	Total (88)
<b>Idade (anos)</b>	5.64±0.88	8.56±0.80	11.53±0.70	8.47±2.49	5.58±0.70	8.51±0.90	11.41±0.94	8.73±2.53
<b>Altura (cm)</b>	114.81±4.48	131.28±7.27	144.75±7.16	129.78±13.63	113.99±8.08	129.91±9.84	148.42±8.71	132.15±16.69
<b>Peso (kg)</b>	22.47±3.53	29.73±5.89	43.33±12.80	31.37±11.66	21.98±4.67	31.12±9.73	45.33±11.20	33.75±13.32
<b>IMC</b>								
<b>Absoluto</b>	16.96±1.82	17.19±2.55	20.42±4.49	18.09±3.41	16.73±1.70	18.05±3.45	20.33±3.53	18.52±3.39
<b>Percentil</b>	72.75±24.69	59.63±29.05	67.68±24.49	66.48±26.57	72.00±20.16	62.10±32.51	67.30±26.03	66.98±26.86

Valores expressos em média e desvio padrão. Idade em anos (número de indivíduos).

Tabela 2. Valores espirométricos basais de acordo com sexo e faixa etária.

Valores Espirométricos	Masculino				Feminino			
	4-6 anos	7-9 anos	10-12 anos	Total	4-6 anos	7-9 anos	10-12 anos	Total
<b>CVF</b>								
<b>Absoluto</b>	1.43±0.23	2.12±0.33	2.90±0.48	2.12±0.69	1.36±0.27	1.90±0.44	2.85±0.69	2.10±0.80
<b>Score-z</b>	0.53±1.10	0.54±0.97	0.96±0.99	0.66±1.03	0.67±0.80	0.34±0.98	0.63±1.41	0.54±1.12
<b>VEF<sub>1</sub></b>								
<b>Absoluto</b>	1.30±0.20	1.92±0.28	2.54±0.40	1.90±0.58	1.29±0.23	1.74±0.37	2.57±0.58	1.92±0.68
<b>Score-z</b>	0.45±1.12	0.85±0.94	1.17±1.02	0.81±1.06	0.79±0.78	0.55±0.93	0.77±1.22	0.70±1.01
<b>FEF<sub>25-75</sub></b>								
<b>Absoluto</b>	1.74±0.35	2.53±0.42	2.94±0.58	2.39±0.67	1.80±0.39	2.42±0.56	3.26±0.73	2.55±0.84
<b>Score-z</b>	0.21±0.85	0.79±0.74	0.47±0.76	0.50±0.81	0.47±0.74	0.61±0.90	0.55±0.79	0.55±0.81

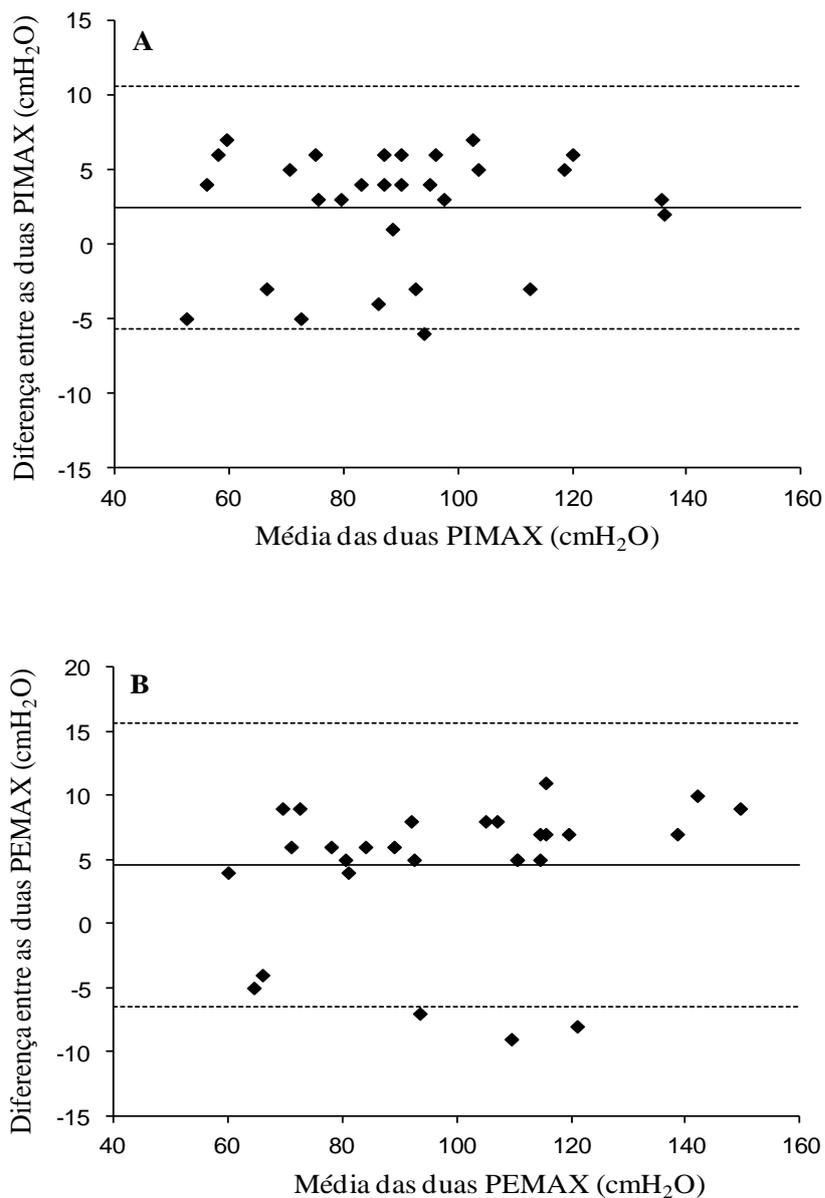
Valores expressos em média e desvio padrão. Dados espirométricos apresentados em valores absolutos e escore-z do predito<sup>21</sup>. CVF: capacidade vital forçada. VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo. FEF<sub>25-75</sub>: Fluxo expiratório forçado em 25-75 da capacidade vital forçada.

Tabela 3. Valores de força muscular respiratória de acordo com sexo e faixa etária.

Idade	Masculino				Feminino			
	4-6 anos	7-9 anos	10-12 anos	Total	4-6 anos	7-9 anos	10-12 anos	Total
<b>PIMAX (cmH<sub>2</sub>O)</b>	-73.5±13.63*	-89.73±15.25	-104.12±19.92	-88.59±20.28	-60.62±16.28*	-80.83±20.71	-94.94±15.93	-80.15±22.47
<b>PEMAX (cmH<sub>2</sub>O)</b>	85.67±17.85*	103.4±20.76	119.96±25.28	102.41±25.18	71.54±17.83*	87.83±21.73	112.18±24.08	92.15±27.24

Valores expressos em média e desvio padrão. PIMAX: pressão inspiratória máxima. PEXAX: pressão expiratória máxima.

\* Indica diferença significativa ( $p < 0.001$ ) para PIMAX e PEXAX quando comparado com demais faixas etárias. Utilizado ANOVA de uma via com pós-teste de Bonferroni.



**Figura 1.** Gráfico de Bland-Altman demonstrando as diferenças individuais entre os dois testes de PIMAX (A) e PEMAX (B) em relação à média de valores de força muscular respiratória, com um intervalo de três semanas entre as medidas. As linhas sólidas indicam as diferenças médias entre as mensurações e as pontilhadas, os limites de 95% de concordância.

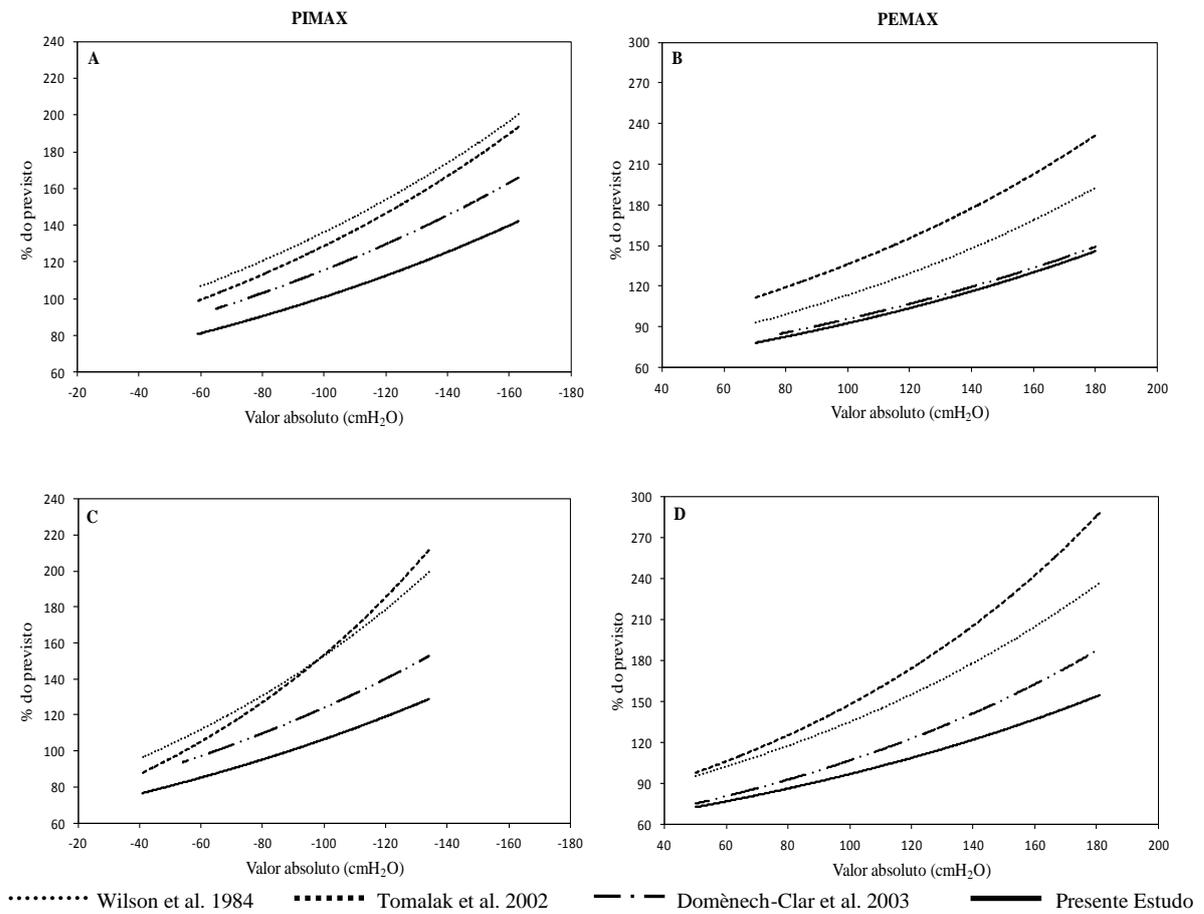


Figura 2. Gráficos de dispersão apresentando os valores em percentual do previsto pela equação do presente estudo e de três estudos prévios em relação aos valores absolutos obtidos para a PIMAX em meninos (A) e meninas (C) e para a PEMAX em meninos (B) e meninas (D).

---

## **CAPÍTULO IV**

---

## CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo reforçam a necessidade da geração de valores de referência locais e atuais, indicando que a utilização de equações internacionais pode comprometer a interpretação dos achados de força muscular ventilatória quando utilizadas para outras populações. A utilização de equações obtidas em populações de características distintas para estimar os valores de força muscular respiratória em nossa população pode superestimar os resultados das pressões respiratórias, resultando na classificação de indivíduos com possíveis condições clínicas desfavoráveis como normais, perdendo, assim, a capacidade de demonstrar possíveis reduções da força muscular ventilatória. Este fato pode ser particularmente relevante para a avaliação de crianças e adolescentes com doenças respiratórias crônicas como a fibrose cística, na qual diversos estudos têm apontado que pacientes acometidos pela doença apresentam força muscular ventilatória normal ou acima dos valores previstos. Assim, ressalta-se a importância da recomendação proposta pela *American Thoracic Society*, em 1991, em uma revisão de normas, reforçando a necessidade de valores locais para predizer a condição de cada população.

A avaliação de crianças e adolescentes saudáveis em nosso estudo demonstrou que o comportamento das pressões respiratórias estáticas máximas em pré-escolares e escolares pode ser explicado em função da idade, altura e peso. Este é o primeiro estudo demonstrando valores de normalidade para crianças abaixo de seis anos de idade na população mundial e o primeiro em crianças e adolescentes em faixa etária escolar no Brasil. A geração de equações

---

de referência nestas faixas etárias pode contribuir para uma melhor avaliação e acompanhamento de crianças e adolescentes com alterações da função muscular respiratória.

---

---

## **ANEXOS**

---

## ANEXO 1 – Ficha de coleta de dados- teste da manovacuometria

Escola: \_\_\_\_\_

Série: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Data de Nasc.: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_

IMC: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

PI Máxima	PE Máxima
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.
6.	6.
7.	7.
8.	8.
9.	9.

## ANEXO 2 – Termo de consentimento informado

Seu filho está sendo convidado a participar de um estudo de função pulmonar, onde iremos medir as pressões respiratórias estáticas máximas de sua inspiração e sua expiração. Isso ajudará muitos médicos a diagnosticarem e melhor tratarem as doenças respiratórias e a retirarem crianças da ventilação mecânica quando elas estão na Unidade de Terapia Intensiva. Portanto, a participação do seu filho poderá ajudar os médicos a colaborarem com muita gente.

O teste que seu filho irá realizar é chamado Manovacuometria e consiste em que ele encha o peito de ar profundamente e realize um sopro rápido e forte (dentro de um bucal) e depois puxe forte o ar dentro do mesmo. Esse procedimento será conduzido por um pesquisador experiente, com a duração de aproximadamente 5 a 10 minutos. Não haverá nenhum prejuízo, caso seu filho não consiga soprar de maneira adequada e ele não estará exposto a nenhum risco. Além disso, seu filho realizará o exame caso se concordar e colaborar, pois ele não será obrigado a nada.

Este estudo não oferece nenhum perigo para seu filho e você poderá ter acesso ao resultado do exame, caso seja solicitado por escrito ao pesquisador. Você e seu filho poderão desistir quando quiserem deste estudo. Os resultados são confidenciais e não haverá identificação das crianças e adolescentes estudados na publicação dos dados.

---

Gostaríamos de pedir que você concordasse, assinando esse documento para que seu filho participasse desse estudo. Garantimos a **total confidencialidade dos dados**, ou seja, seu filho não poderá ser identificado direta ou indiretamente por ninguém que seja estranho ao comitê de estudos. Você não vai gastar nada, nem terá que deslocar seu filho do seu local habitual, mas também não há qualquer ganho financeiro para participação no estudo. Todo o material que cada criança e adolescente utilizará será limpo e esterilizado após cada teste, não havendo, portanto, risco de infecção decorrente do exame. As crianças e adolescentes resfriados ou com qualquer tipo de doença contagiosa não serão testadas. A qualquer momento você pode desistir de participar, sem nenhum prejuízo para você ou para ele.

---

Eu, ..... (responsável legal) fui informado sobre os objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada. Estou ciente que caso existam danos à saúde de meu filho(a) ....., ele(a) terá direito a tratamento médico e indenização conforme estabelece a lei. Caso possuo novas perguntas sobre o estudo, sobre meus direitos como participante ou se penso que fui prejudicado, posso contatar o pesquisador responsável Dr. Márcio Donadio, pelo telefone (51) 3320-3000 ramal 2313 ou pelo celular (51) 9993.0528 (24h), Paula Vidal pelo telefone (51) 3384-5104 ou João Paulo Heinzmann Fº pelo telefone (51) 3276-3608. Caso queira, posso contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa PUCRS pelo telefone (51) 3320-3345.

Declaro que recebi cópia do presente Termo de Consentimento e concordo com a participação de meu(minha) filho(a) neste estudo.

---

Nome responsável

---

Assinatura do responsável

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Pesquisador principal

---

Assinatura do pesquisador

---

## ANEXO 3 – Questionário de doenças respiratórias

Nome \_\_\_\_\_ Sexo:  Masculino  Feminino

Idade: \_\_\_\_\_ Endereço residência \_\_\_\_\_

Dois telefones para contato (mãe e avó/ outro parente): \_\_\_\_\_

Data de nascimento \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Peso de nascimento: \_\_\_\_\_ Foi prematuro ?  SIM  NÃO1. Como você descreveria a **Cor ou raça** desta criança:  Branca  Negra  Amarela  Parda  Indígena**Cor ou raça** da mãe desta criança:  Branca  Negra  Amarela  Parda  Indígena**Cor ou raça** do pai desta criança:  Branca  Negra  Amarela  Parda  Indígena2. Até que série o pai estudou? \_\_\_\_\_ O pai é fumante?  SIM  NÃO3. Até que série a mãe estudou? \_\_\_\_\_ A mãe é fumante?  SIM  NÃO4. A mãe fumou durante a gravidez desta criança?  SIM  NÃO5. Quem passa a maior parte do dia com esta criança fuma?  SIM  NÃO6. Esta criança fuma?  SIM  NÃO Quantos irmãos tem esta criança? \_\_\_\_\_

7. Qual o tipo de combustível que você utiliza para aquecer sua casa?

 Carvão  Eletricidade  Madeira  Óleo combustível, querosene, etc Gás de cozinha (GLP)  Outros  Não utilizo aquecimento

8. Qual o tipo de combustível mais utilizado para cozinhar na sua casa?

 Carvão  Eletricidade  Madeira  Óleo combustível, querosene, etc Gás de cozinha (GLP)  Outros  Não utilizo9. Esta criança, alguma vez na vida, apresentou um chiado no peito (tipo miado de gato/pito/pieira/chieira/chiado) que causou falta de ar ou fôlego curto?  SIM  NÃO10. Esta criança, alguma vez na vida, teve duas ou mais dessas crises de chiado no peito?  SIM  NÃO11. Alguma vez na vida o médico disse que esta criança tinha asma ou bronquite?  SIM  NÃO12. Esta criança, alguma vez na vida precisou usar bombinha, spray ou nebulização para aliviar essas crises?  SIM  NÃO13. Esta criança foi hospitalizada por doença respiratória?  SIM  NÃO.14. Esta criança teve diagnóstico médico de: Doença cardíaca?  SIM  NÃO15. Escoliose?  SIM  NÃO16. Alguma doença grave:  SIM  NÃO Qual: \_\_\_\_\_17. Seu filho(a) já realizou cirurgia torácica?  SIM  NÃOQuem responde o questionário:  Pai  Mãe  Avós  Outra pessoa

Data de hoje: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_