

FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA DE ADOLESCENTES BRASILEIROS: VALORES ENCONTRADOS E PREDITOS

RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH OF BRAZILIAN ADOLESCENTS: OBTAINED AND PREDICTED VALUES

Priscilla Rique Furtado¹, Tania Fernandes Campos², Raquel Emanuele de França Mendes¹,
Diana Amélia de Freitas¹, Gabriela Suéllen da Silva Chaves¹,
Thalita Medeiros Fernandes de Macêdo¹, Karla Morganna Pereira Pinto de Mendonça²

Resumo

Objetivos: Comparar os valores encontrados para as pressões respiratórias máximas de uma amostra de adolescentes brasileiros com os valores preditos por Wilson *et al* e Domènech-Clar *et al*. **Método:** Foram avaliados 156 adolescentes (84 meninos) entre 12 e 17 anos. As pressões respiratórias máximas foram avaliadas por meio de um manovacuômetro digital com os adolescentes sentados e utilizando um clipe nasal. As avaliações das pressões inspiratória e expiratória máximas foram realizadas a partir do volume residual e da capacidade pulmonar total, respectivamente. A comparação dos valores das pressões respiratórias máximas obtidos no atual estudo com os preditos pelas equações propostas por Wilson *et al* e Domènech-Clar *et al*, foi realizada pelo teste t de Student pareado. Para verificar a associação entre estes valores, foi utilizado o teste de correlação de Pearson. **Resultados:** A média da pressão inspiratória máxima foi de $74,66 \pm 22,95$ cm H₂O e de $103,52 \pm 25,67$ cm H₂O para meninas e meninos, respectivamente. A média da pressão expiratória máxima foi de $86,23 \pm 25,92$ cm H₂O e de $120,08 \pm 27,37$ cm H₂O para meninas e meninos, respectivamente. Os valores obtidos não diferiram e também não se correlacionaram significativamente com os preditos através das equações propostas por Wilson *et al.*, e Domènech-Clar *et al*. **Conclusões:** As equações propostas por Wilson *et al.* e Domènech-Clar *et al.*, não foram capazes de prever os valores das pressões respiratórias máximas na população estudada, indicando a necessidade de se usar na prática clínica valores de referência advindos de uma população saudável de mesma etnia.

Palavras-chave: força muscular, músculos respiratórios, avaliação, valores de referência, adolescente.

Abstract

Objectives: To compare the obtained values for maximal respiratory pressures of a sample of Brazilian adolescents with the values predicted by Wilson *et al.* and Domènech-Clar *et al.* **Methods:** 156 adolescents (84 boys) aged between 12 and 17 years were assessed. Maximal respiratory pressures were assessed by a digital manometer with the adolescents in the seated position and wearing a nose clip. Maximal inspiratory and expiratory pressures were performed from residual volume and total lung capacity, respectively. Comparison of the values of maximal respiratory pressures obtained in this study with those predicted by the equations proposed by Wilson *et al.* and Domènech-Clar *et al.*, was performed by the paired Student's t test. To verify the association between these values, the Pearson's correlation test was used. **Results:** Mean maximal inspiratory pressure was $74,66 \pm 22,95$ cm H₂O and $103,52 \pm 25,67$ cm H₂O for girls and boys, respectively. Mean maximal expiratory pressure was $86,23 \pm 25,92$ cm H₂O and $120,08 \pm 27,37$ cm H₂O for girls and boys, respectively. The values obtained by this study did not differ and also did not significantly correlate with those predicted by the equations proposed by Wilson *et al.*, e Domènech-Clar *et al.* **Conclusions:** The equations proposed by Wilson *et al.* and Domènech-Clar *et al.* were not successful in predicting the values for maximal respiratory pressures in the population studied, indicating the necessity of using in clinical practice reference values from a healthy population of the same ethnicity.

Key words: muscle strength, respiratory muscles, evaluation, reference values, adolescent.

1 Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Avenida Senador Salgado Filho, 3000, Departamento de Fisioterapia, Campus Universitário, Lagoa Nova, Natal, RN, Brasil.

2 Professora Associada, Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia - UFRN. Avenida Senador Salgado Filho, 3000, Departamento de Fisioterapia, Campus Universitário, Lagoa Nova, Natal, RN, Brasil.

Instituição: Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

Fonte financiadora: projeto executado com recursos próprios. O presente estudo é parte de uma dissertação de mestrado denominada "Equações preditivas para as pressões respiratórias estáticas máximas de adolescentes brasileiros", defendida em Natal na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) - Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, em 2012.

Corresponding author: kmorganna@ufrnet.br

Suggested citation: Furtado PR, et al. Respiratory muscle strength of brazilian adolescents: obtained and predicted values, *Journal of Human Growth and Development*, 24(2):168-174

Manuscript submitted Aug 01 2013, accepted for publication Dec 28 2013.

INTRODUÇÃO

A mensuração das pressões respiratórias estáticas máximas (PRM) ao nível da boca fornece subsídios para direcionar os objetivos terapêuticos pré e pós-operatórios¹, avaliar a resposta ao treinamento muscular respiratório e permite a identificação precoce da fraqueza muscular em diversas condições patológicas². As medidas de pressões expiratória e inspiratória máximas ($PE_{máx}$ e $PI_{máx}$, respectivamente) são determinantes na avaliação adequada da função pulmonar, e podem ser realizadas em indivíduos saudáveis de diferentes idades, ou em indivíduos com distúrbios de origens distintas^{3,4}.

Diversas pesquisas têm sido feitas com o intuito de fornecer valores de referência para as PRM ou formular equações capazes de prever esses valores^{5,6}. Para tanto, variáveis como: idade, sexo, altura, peso, nível de atividade física e etnia foram considerados, o que motivou mais pesquisas com amostras variadas para comparar valores encontrados com preditos em estudos anteriores, ou para apresentar novas equações preditivas^{2,7-11}.

Em 1984, Smith *et al.*⁷ destacaram a escassez de estudos de PRM em adolescentes e avaliaram 112 indivíduos de diferentes idades, dentre eles 76 adolescentes de ambos os sexos, publicando os dados como valores de normalidade. No mesmo ano, Wilson *et al.*⁶ estudaram 235 sujeitos entre 7 e 17 anos, de ambos os sexos, e disponibilizaram equações preditivas para $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ considerando as variáveis independentes: peso e idade. Posteriormente, Szeinberget *al.*, em 1987¹², publicaram valores de referência a partir de uma amostra de 270 sujeitos com idade entre 8 e 40 anos, sendo 243 estudantes entre crianças e adolescentes. Em 2003, Domènech-Clar *et al.*⁸ disponibilizaram equações preditivas a partir da avaliação de 392 crianças e adolescentes espanhóis na faixa etária entre 8 e 17 anos. Semelhante ao estudo de Wilson *et al.*⁶, as equações propostas por Domènech-Clar *et al.*⁸ consideraram as mesmas variáveis, porém acrescentando a altura. Todos os estudos citados fizeram a comparação entre valores encontrados e preditos, obtendo diferença entre os resultados.

Estudos realizados no Brasil demonstraram que é necessário avaliar distintas populações e disponibilizar parâmetros diferenciados para as mesmas, visto que podem existir diferenças entre as características desses indivíduos, em regiões distintas de um mesmo país^{9,10} e inclusive na mesma região⁹.

Até o presente momento, as equações preditivas e os parâmetros de normalidade disponibilizados por Wilson *et al.*⁶ e Domènech-Clar *et al.*⁸ têm sido os mais utilizados como referência na avaliação da força muscular respiratória de adolescentes de diversas nacionalidades, porém não foram encontrados estudos comparativos utilizando uma amostra de adolescentes brasileiros.

Assim, o objetivo é comparar os valores encontrados com os preditos por Wilson *et al.*⁶ e

Domènech-Clar *et al.*⁸ e verificar se os valores preditos são adequados para serem utilizados em uma população de adolescentes brasileiros.

MÉTODO

Esse estudo caracteriza-se por ser observacional do tipo analítico transversal. O mesmo foi conduzido dentro dos padrões exigidos pela Declaração de Helsinque e recebeu parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), segundo o protocolo número 278/2009. O tamanho da amostra foi calculado utilizando a fórmula para estimativa de média por sexo, do laboratório de epidemiologia e estatística¹³ resultando em 14 meninos e 12 meninas para cada idade avaliada.

A seleção de sujeitos foi feita a partir da listagem de escolas públicas e privadas do município de Natal-RN cedida pela 1ª Diretoria Regional de Educação – Dired. Por meio de um contato prévio, foi entregue aos pais e/ou responsáveis uma carta de apresentação do estudo, acompanhado do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e do questionário respiratório, composto por nove questões referentes a sintomas respiratórios, validado para o diagnóstico de doenças respiratórias. Este é recomendado pela *American Thoracic Society and Division of Lung Diseases*¹⁴. Os critérios de inclusão foram: ter entre 12 e 17 anos¹⁵, ser eutrófico¹⁶; não possuir doença pulmonar crônica, cardiovascular ou neuromuscular; bem como relato de uso de medicações que pudessem interferir na performance da avaliação¹⁷; presença de comprometimento neurológico e/ou incompreensão das orientações para a manovacuometria^{3,17}; história de traumatismo recente de vias aéreas superiores, tórax ou abdômen; problema agudo de ouvido médio; hérnia abdominal; glaucoma ou deslocamento de retina³; relato de febre nas últimas três semanas³ e gripe e/ou resfriado na semana anterior ao procedimento; ou ter história de tabagismo; evidente deformidade torácica³; apresentar escore igual ou superior a sete no questionário padronizado da *American Thoracic Society and Division of Lung Diseases* ATS – DLD – 78 – C¹⁴.

Os participantes eram excluídos nas seguintes condições: caso não conseguissem realizar as manobras necessárias; desistissem de participar da pesquisa; apresentassem alguma doença aguda no trato respiratório durante o período de coleta; faltassem aula durante todo o período de coleta naquela escola; ou que apresentassem valor inferior a 80% do previsto para o pico de fluxo expiratório (PFE), para a capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e para a relação VEF_1/CVF ; e valor inferior a 70% do previsto para o fluxo expiratório forçado médio entre 25-75% da curva de CVF ($FEF_{25-75\%}$) em conformidade com os critérios da ATS¹⁸. As medidas propostas por Mallozi¹⁹ foram utilizadas como valores de referência.

No dia marcado, cada adolescente passou pela avaliação das medidas antropométricas. O Software da Organização Mundial de Saúde Who Anthro Plus (*Software Anthro Plus*) fornecia automaticamente o diagnóstico nutricional. A frequência cardíaca e a saturação periférica de oxigênio foram verificadas com o propósito de monitorar o adolescente avaliado para possível interrupção da avaliação diante de intercorrências. Os instrumentos utilizados foram um esfigmomanômetro digital Visomat® Handy IV (UEBE Medical GmbH, Alemanha) e um oxímetro de pulso Onyx® II 9550 (Nonin Medical, Plymouth – MN, Estados Unidos da América).

Com o intuito de evitar escape de ar, todas as medições foram realizadas com o adolescente utilizando um clipe nasal e este foi orientado a fazer um ajuste adequado dos lábios ao redor do bocal⁸. Por se tratarem de testes esforço dependente, as manobras foram feitas com incentivo verbal, com o adolescente sentado e com a cabeça em posição neutra.

Espirometria

Para a realização da espirometria foi utilizado o espirômetro portátil digital One Flow FVC da marca Clemente Clark Internacional – Inglaterra.

O adolescente inicialmente realizava 3 ciclos respiratórios em volume corrente, em seguida era instruído a inspirar profundamente e, atingindo o máximo possível, prendia o ar e indicava por um gesto previamente combinado com o avaliador, para que o mesmo acoplasse o bocal na boca do participante. Certificado de que havia ajuste adequado dos lábios ao redor do bocal, o avaliador solicitava ao adolescente para soprar com o máximo esforço. As manobras realizadas produziram curvas fluxo-volume e volume-tempo que, para sua utilização na interpretação, deveriam estar de acordo com os critérios de reprodutibilidade e aceitabilidade preconizados pela *American Thoracic Society*²⁰: realização de uma inspiração máxima antes do início do teste; uma pausa mínima (1-2 segundos); expiração com máximo esforço; duração satisfatória do teste (6 segundos); e a ausência de artefatos.

Foram feitas no mínimo 3 e no máximo 8 manobras, destas, 3 deveriam ser aceitáveis e não apresentar diferença máxima de 0,150 L entre as duas melhores, sendo escolhida a melhor das duas provas. Foi dado 1 minuto de descanso entre cada manobra¹⁸.

Manovacuometria

A avaliação foi realizada após 10 minutos de descanso seguido à espirometria. Para mensurar as PRM foi utilizado o manovacuômetro digital MVD 300 (Globalmed®, Porto Alegre – RS, Brasil). Um filtro biológico descartável (Vida Tecnologia Biomédica, São Paulo – SP, Brasil) era acoplado a uma peça denominada Rescal, a qual conecta o sistema com o ar ambiente. Na sequência, foi acoplado um bocal achatado de plástico rígido (Globalmed®, Porto Alegre – RS, Brasil) com orifício de 2 mm de diâmetro na parte superior.

A avaliação foi realizada com o manovacuômetro conectado a um *notebook* Compac Presario CQ50-113BR. Por meio do *software* de aquisição de dados (versão 1.5) do equipamento, o adolescente recebeu *feedback* visual, além do verbal dado pelo avaliador. O método utilizado para avaliação foi o proposto por Souza³.

A primeira medida a ser realizada era sorteada. Para mensurar a $PI_{máx}$ o aluno recebia a orientação de respirar ao nível do volume corrente - VC durante três ciclos respiratórios e, após o comando do avaliador, realizava uma expiração máxima (até aproximadamente o volume residual - VR). O adolescente indicava o final da expiração por um gesto previamente combinado. Nesse momento, o avaliador ocluía o orifício que conecta o sistema com o ar ambiente e solicitava que fosse feita uma inspiração máxima (até aproximadamente a capacidade pulmonar total - CPT). Para avaliar a $PE_{máx}$, as orientações foram semelhantes, diferindo no fato de que o indivíduo realizava primeiro uma inspiração máxima e depois uma expiração máxima após a oclusão do orifício. Durante a expiração forçada o avaliador realizava uma sustentação manual das bochechas do adolescente²¹.

Foram realizadas no máximo 9 manobras para cada uma das pressões respiratórias máximas⁸. Destas, foram obtidas pelo menos três manobras aceitáveis (sem vazamento e com duração de pelo menos 2 segundos) e entre as aceitáveis era necessário ter pelo menos duas manobras reprodutíveis (com valores que não diferissem entre si por mais de 10% do valor mais elevado), das quais foi utilizada a maior destas⁸. No entanto, a última medida não podia ser a maior, realizando-se outra mensuração caso isso ocorresse. Foi dado 1 minuto de descanso entre a realização de cada manobra e 5 minutos entre a medição das pressões inspiratória e expiratória máximas.

O equipamento utilizado no presente estudo, para a avaliação da força dos músculos respiratórios, fornece apenas os valores de pressão de pico (valor mais elevado durante a manobra)²². Diante disso, os valores das pressões médias máximas foram determinados por meio da análise da curva pressão *versus* tempo fornecido pelo *software* do manovacuômetro.

Análise dos dados

Os dados da amostra foram analisados por meio do *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) versão 17.0 atribuindo-se o nível de significância de 5%. A normalidade de distribuição dos dados foi verificada pelo teste Kolmogorov-Smirnov (KS). A estatística descritiva foi realizada por meio de médias e desvio padrão.

O teste de análise de variância ANOVA one way seguida do Post Hoc Bonferroni foi utilizado para verificar diferença nas pressões respiratórias máximas, de acordo com a idade e o sexo. O teste t de Student não pareado foi aplicado para comparar as médias das pressões respiratórias

máximas entre os sexos. Para a comparação das médias dos valores das PRM obtidas no atual estudo com os valores preditos por meio das equações propostas por Wilson *et al.*⁶ e Domènech-Clar *et al.*⁸ foi utilizado o teste t de Student pareado. Para verificar a associação entre estes valores, foi utilizado o teste de correlação de Pearson. Utilizou-se o teste de Levene para avaliar a homogeneidade de variância (homocedasticidade). O limiar inferior de normalidade foi calculado subtraindo-se do valor médio das PRM o valor de 2 vezes o desvio padrão das medidas³.

RESULTADOS

244 questionários foram devolvidos preenchidos e com TCLE assinados, porém 28 indivíduos não satisfizeram os critérios de inclusão. Após isso, 60 adolescentes foram excluídos: 03 porque se recusaram a participar, 12 por apresentarem baixo peso, 21 por apresentarem so-

brepeso, 06 por apresentarem obesidade, 13 por não atingirem os valores mínimos aceitáveis para espirometria e 05 por não conseguirem fazer a manovacuometria de forma aceitável e reprodutível dentro do número máximo de manobras (09 mensurações) permitido pela metodologia desse estudo. Resultando numa amostra de 156 adolescentes avaliados, sendo 84 do sexo masculino e 72 do sexo feminino. As características antropométricas estão descritas na tabela 1.

Os valores de $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ tiveram distribuição normal, apresentando nível de significância de $p = 0,49$ e $p = 0,55$, respectivamente. A ANOVA *oneway* com Post Hoc (Bonferroni) mostrou que não houve diferença significativa entre a força muscular respiratória e a idade (12-17 anos), com valor de $p = 0,18$ para a $PI_{máx}$ e $p = 0,749$ para $PE_{máx}$.

Na tabela 2 é possível visualizar a comparação entre as médias obtidas, no sexo feminino e masculino, para as pressões respiratórias máximas. Nesta tabela estão apresentados ainda, os Limites Inferiores de Normalidade (LIN) para os adolescentes avaliados.

Tabela 1: Características antropométricas da amostra estudada, em cada idade avaliada para ambos os sexos, expressa em média e desvio padrão

Idade (anos)		Meninas (n = 72)	Meninos (n = 84)
12 (n = 12♀ 14♂)	Peso (Kg)	46,33 ± 9,80	42,92 ± 6,12
	Altura (m)	1,56 ± 0,08	1,54 ± 0,08
	IMC (Kg/m ²)	18,69 ± 2,57	17,92 ± 2,26
13 (n = 12♀ 14♂)	Peso (Kg)	44,75 ± 6,60	54 ± 6,96
	Altura (m)	1,58 ± 0,05	1,66 ± 0,05
	IMC (Kg/m ²)	17,72 ± 2,32	19,41 ± 1,74
14 (n = 12♀ 14♂)	Peso (Kg)	49,33 ± 4,79	54,14 ± 9,72
	Altura (m)	1,59 ± 0,04	1,66 ± 0,08
	IMC (Kg/m ²)	19,41 ± 2,29	19,50 ± 1,96
15 (n = 12♀ 14♂)	Peso (Kg)	53,50 ± 7,45	60,07 ± 7,94
	Altura (m)	1,62 ± 0,07	1,72 ± 0,06
	IMC (Kg/m ²)	18,46 ± 6,36	18,71 ± 5,49
16 (n = 12♀ 14♂)	Peso (Kg)	52,50 ± 7,11	64,14 ± 8,52
	Altura (m)	1,61 ± 0,05	1,74 ± 0,07
	IMC (Kg/m ²)	20,06 ± 2,70	20,95 ± 1,87
17 (n = 12♀ 14♂)	Peso (Kg)	54,25 ± 10,92	68,07 ± 8,68
	Altura (m)	1,62 ± 0,06	1,74 ± 0,07
	IMC (Kg/m ²)	20,45 ± 3,15	22,35 ± 1,94

IMC: índice de massa corporal.

♀: Feminino; ♂: Masculino.

Tabela 2: Comparação das pressões respiratórias máximas entre o sexo feminino e masculino e os limites inferiores de normalidade (LIN) para os adolescentes avaliados

Valores obtidos	Meninas (n=72)	Meninos (n=84)	valor de p
$PI_{MÁX}$ (cmH ₂ O)	74,66 ± 22,95	103,52 ± 25,67	0,000
$PE_{MÁX}$ (cmH ₂)	86,24 ± 25,92	120,08 ± 27,37	0,000
LLN $PI_{MÁX}$ (cmH ₂ O)	28,76	52,18	
LLN $PE_{MÁX}$ (cmH ₂ O)	34,40	65,34	

$PI_{MÁX}$: pressão inspiratória máxima; $PE_{MÁX}$: pressão expiratória máxima.

LIN: Limite Inferior de Normalidade. Significância de $p < 0,05$.

A tabela 3 apresenta inexistência de diferença significativa na comparação das médias das pressões respiratórias máximas dos valores encontrados com os preditos pelas equações propostas por Wilson *et al.*⁶ e Domènech-Clar *et al.*⁸

Os gráficos de dispersão dos valores das PRM encontradas e preditas pelas equações

de Wilson *et al.*⁶ e Domènech-Clar *et al.*⁸ estão apresentados nas figuras 1 e 2, respectivamente. Os valores obtidos de $PI_{m\acute{a}x}$ e $PE_{m\acute{a}x}$ em ambos os sexos, tiveram baixos coeficientes não apresentando correlação significativa com os valores preditos pelos autores supra-citados.

Tabela 3: Comparação entre as médias das pressões inspiratórias e expiratórias máximas encontradas com as médias preditas pelas equações de Wilson *et al.*⁶ e Domènech-Clar *et al.*⁸

PRM	n	Valores encontrados (cmH ₂ O)	Valore preditos por Wilson <i>et al.</i> ⁶ (cmH ₂ O)	P value	Valores preditos por Domènech-Claret <i>al.</i> ⁸ (cmH ₂ O)	valor de p
$PI_{M\acute{A}X}$						
Meninas	72	74,67 ± 22,92	68,47 ± 4,91	0,579	91,88 ± 7,86	0,398
Meninos	84	103,52 ± 25,67	86,95 ± 8,69	0,583	116,00 ± 13,21	0,709
$PE_{M\acute{A}X}$						
Meninas	72	86,24 ± 25,92	93,50 ± 8,21	0,963	98,67 ± 9,63	0,980
Meninos	84	120,08 ± 27,37	114,50 ± 9,37	0,382	159,86 ± 21,01	0,436

PRM: Pressões respiratórias máximas; $PI_{M\acute{A}X}$: pressão inspiratória máxima; $PE_{M\acute{A}X}$: pressão expiratória máxima. Significância de $p < 0,05$.

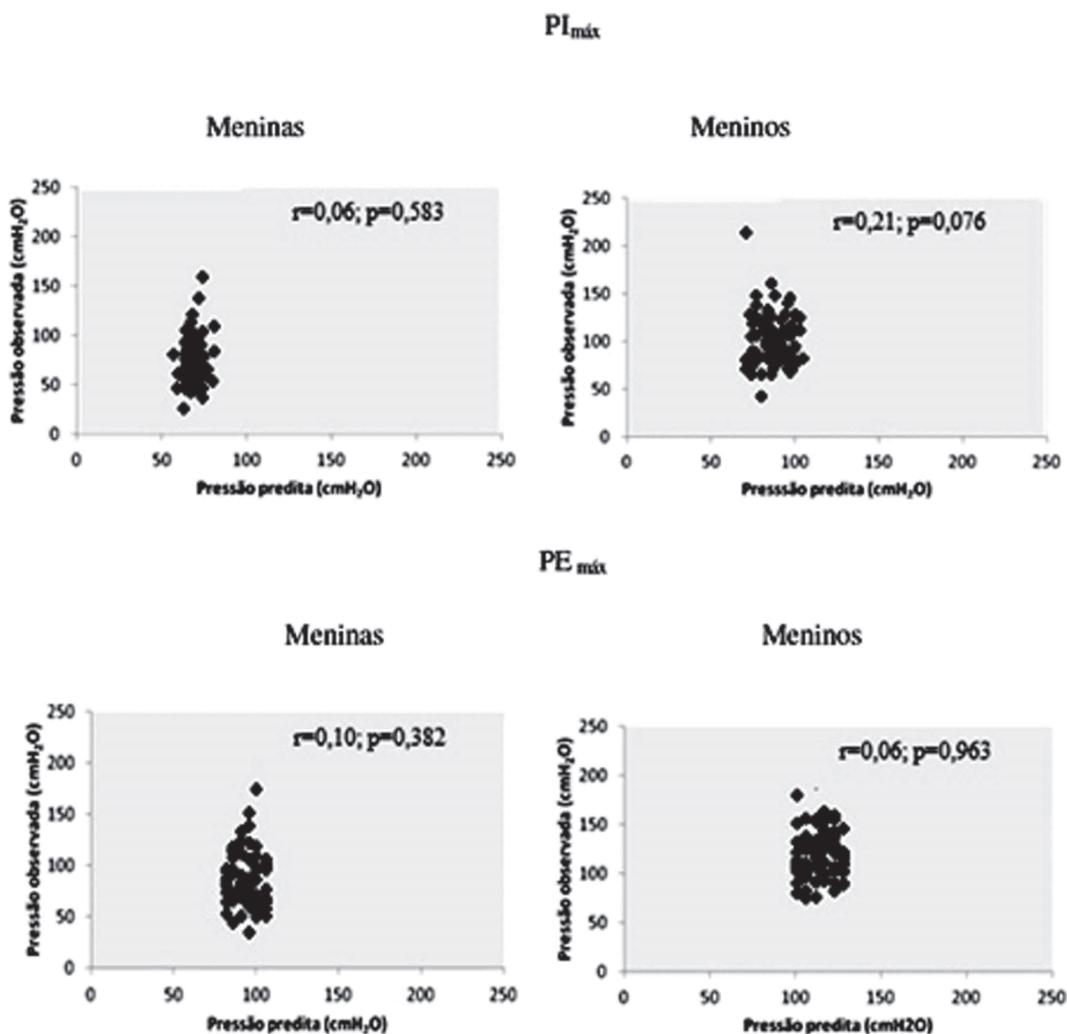


Figura 1: Diagramas de dispersão dos valores de pressão inspiratória máxima ($PI_{M\acute{A}X}$) e pressão expiratória máxima ($PE_{M\acute{A}X}$) encontrados e preditos pelas equações propostas por Wilson *et al.*⁶

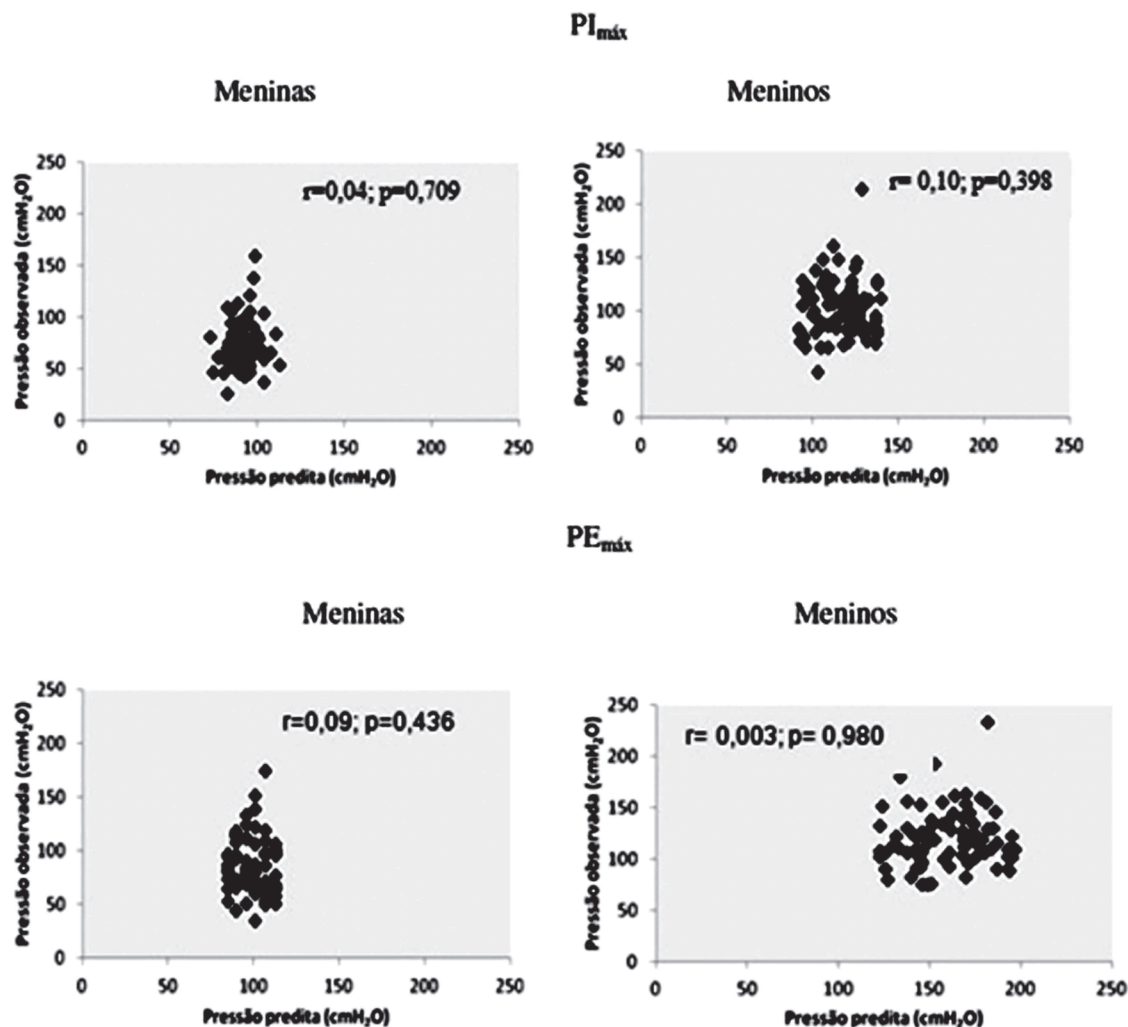


Figura 2: Diagramas de dispersão dos valores de pressão inspiratória máxima ($PI_{\text{MÁX}}$) e pressão expiratória máxima ($PE_{\text{MÁX}}$) encontrados e preditos pelas equações propostas por Domènech-Clar *et al.*⁸

DISCUSSÃO

Ao compararmos os valores encontrados para as pressões respiratórias máximas de uma amostra de 182 adolescentes brasileiros saudáveis com os valores preditos por Wilson *et al.* (1984)⁶ e Domenèch-Clar *et al.* (2003)⁸ foi verificado que as equações propostas por estes autores não foram capazes de prever a força muscular respiratória de adolescentes brasileiros.

Apesar de as diferenças não serem significativas, houve correlação fraca e sem significância estatística entre os valores encontrados no atual estudo e os preditos por ambos os autores^{6,8}. De acordo com Parreira *et al.*⁹, para afirmar que existe concordância entre valores de pressões respiratórias máximas, encontrados e preditos, é necessária que estas medidas não apresentem diferença estatística e se correlacionem de forma significativa.

Nos últimos anos, diversos estudos analisaram comparativamente as pressões respiratórias máximas e destacaram as discrepâncias ob-

servadas entre valores encontrados e preditos para diversas faixas etárias^{7,9-11}. Tal fato tem sido atribuído às diferenças metodológicas, à quantidade e qualidade das amostras avaliadas, aos equipamentos e técnicas utilizadas, além das diferenças geográficas, sociais e antropométricas dos indivíduos⁹.

Quanto aos aspectos técnicos, é discutido que o uso de clipe nasal e bucal com asa na extremidade contribuem para reduzir os riscos de escape de ar, e conseqüentemente evitam a subestimação dos reais valores mensurados para as pressões respiratórias máximas¹⁰. Esse aspecto pode justificar a possível subestimação dos valores obtidos pelo estudo de Wilson *et al.*⁶, no qual não foi utilizado clipe nasal. Outro fator a ser analisado, é a contenção manual das bochechas durante a avaliação da $PE_{\text{máx}}$ que, de acordo com Clanton e Diaz²¹, visa garantir que a pressão exercida pelos músculos respiratórios seja transmitida ao aparelho ao invés de ficar retida na cavidade bucal pela distensão das bochechas e concentração de ar nessa área. No

estudo de Domenèch-Clar *et al*⁸, a contenção na bochecha foi realizada pelos próprios adolescentes, enquanto que no presente estudo foi realizada pelo avaliador. Não foram encontrados estudos que investigassem diferenças de resultados quando o avaliador treinado faz a contenção ou o próprio indivíduo avaliado a faz, porém é possível que esse fator metodológico interfira nos resultados.

Os resultados demonstram ainda que os valores médios das PRM dos adolescentes do sexo masculino foram significativamente superiores aos observados no sexo oposto. Achados semelhantes foram referidos em diversos estudos prévios realizados com amostras de crianças^{6,12}, adolescentes^{7,8} e adultos^{2,6,9,10}. A explicação mais aceita para essa diferença envolve a existência de maior quantidade de massa magra em garotos, que é ainda maior após a puberdade⁸, e ao fato de que, em geral, os indivíduos do sexo masculino são mais ativos fisicamente²³. No sexo feminino, as alterações hormonais têm um importante papel na puberdade e durante o ciclo menstrual podem interferir nas medidas de PRM como foi verificado por Silva *et al*.²⁴. Estes autores comentaram sobre a existência da influência positiva dos hormônios estradiol e progesterona sobre a força muscular respiratória na fase lútea.

Considerando o efeito de aprendizado, no atual estudo foram utilizados um mínimo de 3 manobras e máximo de 9 manobras suficientes para se obter 3 manobras aceitáveis e 2 reproduzíveis¹¹. Parâmetro semelhante foi utilizado por Domenèch-Claret *et al*.⁸. Entretanto, Wilson *et al*.⁶ não estabeleceram um limite máximo, apenas determinaram a realização mínima de 3 manobras. Em 1997, um estudo realizado por Wen *et al*.²⁵ afirmou que um número maior de mano-

bras pode determinar de maneira mais eficaz a fraqueza muscular. Em oposição a essa perspectiva, Smyth *et al*.⁷ afirmaram que na prática clínica a realização de sucessivas repetições destas manobras pode ser impraticável na avaliação de pacientes. Em adição, um estudo recente, ao comparar o número de manobras de pressões respiratórias máximas realizadas, observou que não houve diferença no índice de percepção de esforço de crianças que realizaram até cinco manobras ou mais de cinco manobras²⁶.

Uma diferença importante a ser considerada entre estudos sobre as pressões respiratórias máximas consiste nas diferenças étnicas. Diversos autores destacam as discordâncias entre valores das PRM de indivíduos de nacionalidades diferentes, e inclusive em uma mesma região de um país^{5,9-11}. Apesar disso, não foram encontradas referências de trabalhos comparando valores de PRM obtidos de uma amostra de adolescentes brasileiros com os preditos por estudos anteriores de outras nacionalidades. Esse tema foi previamente estudado apenas na população adulta e infantil^{27,28}. Tal fato ressalta a importância do presente estudo para contribuir no avanço da investigação de valores de PRM que possam ser usados como referência.

Foi identificada como limitação, para o presente estudo, a ausência de avaliação hormonal que permitiria uma melhor compreensão sobre influência das alterações puberais na força muscular respiratória durante a adolescência. Outro aspecto que pode limitar a interpretação dos achados do atual estudo é a divergência observada entre as faixas etárias avaliadas nos estudos prévios, bem como a carência de informações sobre as características das amostras avaliadas o que permitiria comparações mais adequadas.

REFERÊNCIAS

1. Paisani DM, Chiavegato LD, Faresini SM. Volumes, capacidades pulmonares e força muscular respiratória no pós-operatório de gastroplastia. *J Bras Pneumol*. 2005; 31(2):125-32. doi: 10.1590/S1806-37132005000200007
2. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969; 99(5): 696-702.
3. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*. 2002; 28 (Suppl 3): S155-65.
4. Oliveira KM, Macêdo TM, Borja RO, Nascimento RA, Medeiros Filho WC, Campos TF *et al*. Força muscular respiratória e mobilidade torácica em crianças e adolescentes com leucemia aguda e escolares saudáveis. *Rev Bras Cancerol*. 2011;57(4):511-7.
5. 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. doi: 10.1183/09031936.97.1012282
6. 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. doi: 10.1136/thx.39.7.535
7. Smyth RJ, Chapman KR, Rebeck AS. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents. Normal values. *Chest*. 1984; 86(4): 568-72. doi 10.1378/chest.86.4.568
8. 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. doi: 10.1002/ppul.10217
9. Parreira VF, França DC, Zampa CC, Fonseca MM, Tomich GM, Brito RR. Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11(5):361-8. doi: 10.1590/S1413-35552007000500006
10. Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike D, Cancelliero KM, Montebelo MIL. Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *J Bras*

- Pneumol. 2010;36(3):306-12. doi: 10.1590/S1806-37132010000300007
11. Freitas DA, Borja RO, Ferreira GM, Nogueira PA, Mendonça KM. Predictive equations and normal values for maximal respiratory pressures in childhood and adolescence. *Rev Paul Pediatr.* 2011;29(4):656-62. doi: 10.1590/S0103-05822011000400028
 12. Szeinberg A, Marcotte JE, Roizin H, Mindorff C, England S, Tabachnik *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.
 13. Laboratório de Epidemiologia e Estatística [homepage on the Internet]. Tamanho de amostra para pesquisa em ciências da saúde [cited 2012 Feb 2]. Available from: <http://www.lee.dante.br/pesquisa/amostragem/amostra.html>
 14. Esteves A SD, Ferraz M. Adaptation and validity of the ATS-DLD-78-C questionnaire for asthma diagnosis in children under 13 years of age. *BrazPed News.* 1999;1: 3-5.
 15. Brasil – Presidência da República. Lei. nº 8.069, de 13 de Julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da criança e do adolescente. Brasília: Diário Oficial da República, 1990.
 16. Brasil - Ministério da Saúde. Secretaria de atenção à saúde – departamento de atenção básica – SISVAN [Internet]. Incorporação da curva de crescimento da Organização Mundial da Saúde de 2006 e 2007 nos SISVAN [cited 2012 Jun 2]. Available from: http://189.28.128.100/nutricao/docs/geral/curvas_oms_2006_2007.pdf
 17. Harik-Khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of maximal inspiratory pressure. The Baltimore longitudinal study of aging. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158(5):1459-64.
 18. Rodrigues JC, Cardieri JM, Bussamra MH, Nakaie CM, Almeida MB, Silva Filho LV, *et al.* Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes. *J Pneumol.* 2002;28 (Suppl 3):S207-21.
 19. Mallozi MC. Valores de referência para espirometria em crianças e adolescentes, calculados a partir de uma amostra da cidade de São Paulo [Dissertação]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina, 1995.
 20. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, *et al.* Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26(2):319-38. doi: 10.1183/09031936.05.00034805
 21. Clanton TL, Diaz PT. Clinical assessment of the respiratory muscles. *Phys Ther.* 1995;75(11):983-95.
 22. Montemezzo D, Vieira DS, Tierra-Criollo CJ, Britto RR, Veloso M, Parreira VF. Influence of four interfaces in the assessment of maximal respiratory pressures. *Respir Care.* 2012; 57(3): 392-8. doi: 10.4187/respcare.01078
 23. Jenovesi JF, Bracco MM, Colugnati FA, Taddei JA. Evaluation in the physical activity level of schoolchildren observed during 1 year. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano.* 2004; 12(1): 19-24.
 24. Silva SB, Viana ES, Sousa MB. Changes in peak expiratory flow and respiratory strength during the menstrual cycle. *Respir Physiol Neurobiol.* 2006;150(2,3):211-9. doi: 10.1016/j.resp.2005.03.001
 25. Wen AS, Woo MS, Keens TG. How many maneuvers are required to measure maximal inspiratory pressure accurately. *Chest.* 1997; 111(3): 802-7. doi:10.1378/chest.111.3.802
 26. Oliveira JS, Campos TS, Borja RO, Silva ROE, Freitas DA, Oliveira LC, Mendonça KMPP. Analysis of the rate of perceived exertion in the assessment of maximal respiratory pressures in children and adolescents. *J Hum Growth Developm.* 2012;22(3):314-20.
 27. Leal AH, Hamasaki TA, Jamami M, Di Lorenzo VA, Pessoa BV. Comparação entre valores de força muscular respiratória medidos e previstos por diferentes equações. *Fisioter Pesqui* 2007;14:25-30.
 28. Nascimento RA, Campos TF, Melo JBC, Borja RO, Freitas DA, Mendonça KMPP. Obtained and predicted values for maximal respiratory pressures of Brazilian children. *J Hum Growth Dev.* 2012;22(1):166-72.