

# Ergoespirometria em indivíduos com escoliose idiopática

## *Ergospirometry in individuals with idiopathic scoliosis*

Maria Elaine Trevisan<sup>1</sup>, Luiz Osório Cruz Portela<sup>2</sup>, Eliane Zenir Correia de Moraes<sup>3</sup>

Estudo desenvolvido no Depto. de Fisioterapia e Reabilitação da UFSM – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

<sup>1</sup> Profa. Ms. assistente do Depto. de Fisioterapia e Reabilitação da UFSM

<sup>2</sup> Prof. Dr. adjunto do Centro de Educação Física e Desportos da UFSM

<sup>3</sup> Profa. Ms. de Educação Física da Associação Desportiva da UFSM

ENDEREÇO PARA  
CORRESPONDÊNCIA

Maria Elaine Trevisan  
R. Benjamin Constant 670  
apto.301  
97050-022 Santa Maria RS  
e-mail:  
elaine.trevisan@yahoo.com.br

APRESENTAÇÃO  
ago. 2009

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO  
abr. 2010

**RESUMO:** Escoliose idiopática é uma disfunção na coluna vertebral que tende a diminuir os diâmetros, a flexibilidade e a excursão da caixa torácica, com possíveis efeitos deletérios na função pulmonar. O objetivo deste estudo foi verificar se há relação entre o grau de curvatura escoliótica e a função pulmonar e capacidade de exercício em indivíduos com escoliose idiopática de grau leve e moderado. Dezesete indivíduos com escoliose idiopática leve e moderada e 19 controles foram submetidos a teste pulmonar em repouso e exercício em esteira. As médias das variáveis pulmonares em repouso encontraram-se dentro da normalidade nos dois grupos; as variáveis de exercício consumo de oxigênio de pico ( $p=0,81$ ), tempo de exercício ( $p=0,68$ ), frequência cardíaca ( $p=0,39$ ), ventilação minuto ( $p=0,82$ ), produção de dióxido de carbono ( $p=0,95$ ), quociente respiratório ( $p=0,09$ ), equivalente ventilatório para o oxigênio ( $p=0,90$ ), lactato sangüíneo ( $p=0,98$ ) não mostraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Não foi possível estabelecer relação de causa e efeito entre o grau de escoliose, função pulmonar e capacidade aeróbia, sugerindo que a escoliose não implica necessariamente perdas funcionais, sendo o treinamento uma importante medida de prevenção.

**DESCRIPTORES:** Escoliose; Espirometria; Medidas de volume pulmonar; Teste de esforço

**ABSTRACT:** Idiopathic scoliosis is a disorder of the spine that tends to reduce rib cage diameter, flexibility, and excursion, which might affect pulmonary function. The purpose here was to assess whether there is a relationship between the degree of scoliosis and pulmonary function and exercise capacity in subjects with mild to moderate idiopathic scoliosis and 19 controls underwent lung test at rest and during exercise on a treadmill. Mean pulmonary variables at rest were within normal parameters in both groups; during exercise, oxygen uptake ( $p=0.81$ ), exercise time ( $p=0.68$ ), heart rate ( $p=0.39$ ), minute ventilation ( $p=0.82$ ), carbon dioxide production ( $p=0.95$ ), respiratory quotient ( $p=0.09$ ), ventilatory equivalent for oxygen ( $p=0.90$ ), and blood lactate concentration ( $p=0.98$ ) did not show statistically significant differences between the groups. No cause-effect relationship could be established between the degree of scoliosis, pulmonary function and aerobic capacity, thus showing that scoliosis does not necessarily imply functional loss, and pointing to training as an important preventive measure.

**KEY WORDS:** Exercise test; Lung volume measurements; Scoliosis; Spirometry

## INTRODUÇÃO

A escoliose idiopática caracteriza-se por uma alteração tridimensional da coluna vertebral, de etiologia desconhecida, com início na adolescência, tendo seu grande momento de progressão associado ao estirão de crescimento<sup>1,2</sup>. As curvaturas tendem a evoluir no plano frontal, axial e sagital levando à diminuição dos diâmetros da caixa torácica e, freqüentemente, perda de flexibilidade e redução da excursão do gatilho costal<sup>3</sup>.

Além do efeito estético, uma importante consequência da escoliose é o risco de alteração cardiorrespiratória, especialmente nas escolioses de maior gravidade<sup>3-6</sup> e iniciadas em idade precoce<sup>7,8</sup>. A disfunção ventilatória restritiva é relatada como um efeito deletério freqüente na escoliose idiopática<sup>6,7,9-14</sup>. Encontra-se, também, diminuição da força e resistência da musculatura respiratória<sup>3,6,9,15</sup> e reduzida capacidade de exercício<sup>16-19</sup>, sugerindo-se que alterações funcionais podem ser encontradas como resposta comum, em todos os graus de escolioses. Por razões ainda não completamente esclarecidas, sujeitos com escoliose idiopática não-tratada tendem a evitar atividades aeróbias, o que pode ser decorrente da baixa eficiência ventilatória durante o exercício<sup>18</sup>. Barrios *et al.*<sup>19</sup> não encontraram diferença significativa nos parâmetros ventilatórios basais de sujeitos com escoliose de grau leve e moderada quando comparados com normais; no entanto, os sujeitos com escoliose mostraram menor tolerância ao exercício, com menor velocidade máxima, menor eficiência ventilatória e menor consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>).

Lenke *et al.*<sup>18</sup> estudaram prospectivamente a função pulmonar e a eficiência ventilatória durante o exercício em pacientes com escoliose idiopática, antes e dois anos após cirurgia para redução do grau da curvatura escoliótica. Constataram que houve declínio na capacidade vital forçada, capacidade pulmonar total e no VO<sub>2</sub>; a maioria dos pacientes não mostrou aumento na eficiência ventilatória durante o exercício, mesmo tendo obtido redução do grau da escoliose após a cirurgia.

A relação entre o grau de escoliose idiopática e os efeitos deletérios na fun-

ção pulmonar e na capacidade de exercício ainda necessita ser melhor elucidada. Se o grau de escoliose afeta distintamente a função pulmonar em exercício, é possível que influencie o consumo de oxigênio em diferentes graus de escoliose. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar se há relação entre o grau de curvatura escoliótica e a função pulmonar e capacidade de exercício em indivíduos com escoliose idiopática de grau leve e moderado, avaliando suas variáveis ergoespirométricas máximas.

## METODOLOGIA

O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria. Todos os participantes do estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Foram selecionados 17 indivíduos com escoliose idiopática provenientes de clínicas de reabilitação e com acompanhamento de médicos ortopedistas, sendo distribuídos em dois subgrupos: com escoliose leve (com ângulo de Cobb de até 20°) e com escoliose moderada (com ângulo de Cobb entre 21° e 50°), segundo critérios adotados pela Sociedade de Pesquisa em Escoliose dos Estados Unidos (Scoliosis Research Society)<sup>20</sup>. O grupo controle foi constituído por 19 indivíduos sem deformidade na coluna vertebral, pareados em idade e sexo com os do grupo escoliose. Os critérios de exclusão foram evidência de doença cardíaca, neuromuscular ou alterações respiratórias não diretamente relacionadas com a deformidade escoliótica (por exemplo doenças obstrutivas), cirurgia prévia na coluna vertebral, uso de colete ortopédico, tabagismo e/ou resposta espirométrica ao broncodilatador (Bd).

Na avaliação radiológica, as curvaturas escolióticas foram mensuradas pelo método de Cobb<sup>5</sup>, por meio de radiografia panorâmica da coluna vertebral (AP e perfil). As características radiográficas estudadas foram o número de curvas (única, dupla ou tripla), o ângulo de Cobb e o número de vértebras envolvidas. Escoliose leve foi definida como uma curvatura de até 20° Cobb; moderada, entre 21° e 50° Cobb; e grave, superior a 50°, de acordo com os critérios adotados pela Scoliosis Research Society<sup>20</sup>.

O nível de atividade física foi investigado por meio do Questionário internacional de atividade física IPAQ<sup>21</sup>, sendo o gabarito pontuado em: (1) sedentário; (2) insuficientemente ativo B; (3) insuficientemente ativo A; (4) ativo; e (5) muito ativo.

Os indivíduos se submeteram a uma espirometria em repouso e os parâmetros ventilatórios dinâmicos foram mensurados durante o teste de tolerância máxima ao exercício, em esteira. A espirometria e os volumes pulmonares em repouso foram testados com o Vmax Series 229 (SensorsMedics) usando os critérios da Sociedade Torácica Americana (American Thoracic Society)<sup>22</sup>, utilizando-se os valores referenciais de Knudson *et al.*<sup>23</sup> para o cálculo dos valores previstos. O exame foi feito em pé, com os indivíduos utilizando um clipe nasal. A fim de excluir a presença de componente obstrutivo, realizou-se a espirometria antes e após a inalação de Bd, sendo que resposta espirométrica ao Bd<sup>24</sup> foi critério de exclusão do estudo. Todos os testes realizaram-se em ambiente climatizado, a 18 a 26°C e umidade entre 55 e 60%<sup>25</sup>, no período da tarde. Os volumes espirométricos foram corrigidos para as condições corporais, temperatura corporal, pressão ambiente, saturada com vapor d'água. Foi utilizada a estatura para a determinação dos valores previstos para fluxos e volumes.

O teste de esforço máximo em esteira seguiu o protocolo de Mader *et al.*<sup>26</sup>. Mediu-se a freqüência cardíaca (Polar Accurex Plus), o lactato sanguíneo (Biosen-5030) e demais variáveis ergoespirométricas (V<sub>máx</sub> 229). A coleta para aferição do lactato sanguíneo foi feita após 10 minutos de repouso (em sedestação), ao final de cada estágio do teste e 5 minutos após a finalização do teste, momentos em que também se avaliou a saturação periférica da hemoglobina pelo oxigênio (SpO<sub>2</sub>) por meio de um oxímetro de pulso portátil de dedo (Ônix.Nonin). O VO<sub>2</sub> e a freqüência cardíaca (FC) foram medidos desde o repouso até o final do período de recuperação. A percepção de esforço dispendido e de dispnéia foi avaliada pela escala modificada de Borg<sup>27</sup>. Todos os sujeitos realizaram o teste até a exaustão para determinar o pico de consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub> pico).

## Análise estatística

Os dados foram analisados pela estatística descritiva e a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal e homogeneidade nas variâncias foi utilizada a análise de variância unidirecional Anova para a comparação entre as médias e teste *post hoc* de Duncan, no caso de haver diferença estatisticamente significativa no nível de 5%. Para as variáveis que não apresentaram distribuição normal, empregou-se o teste Kruskal-Wallis para comparar as médias. A análise de correlação de Pearson foi usada para verificar a relação entre as variáveis grau de curvatura escoliótica e nível de atividade física com as variáveis ergoespirométricas máximas (consumo de oxigênio de pico, tempo de exercício, frequência cardíaca, ventilação minuto, produção de dióxido de carbono, quociente respiratório, equivalente ventilatório para o oxigênio e lactato sanguíneo). As análises foram efetuadas por meio do pacote estatístico computacional SAS (v.8.2).

## RESULTADOS

A amostra apresentou homogeneidade nas variáveis antropométricas e nível de atividade física. A média do nível de atividade física nos grupos variou de insuficientemente ativo A para ativo. A caracterização da amostra é apresentada na Tabela 1.

No grupo de escoliose, seis casos (35,29%) foram de escoliose leve (EL) e 11 casos (64,71%) de escoliose moderada. As escolioses leves variaram de 18° a 20° Cobb e as moderadas, de 22° a 40° Cobb. De acordo com o tipo de curvatura, 15 indivíduos apresentaram o

**Tabela 1** Características (média ± desvio padrão) dos sujeitos do grupo controle (C) e dos subgrupos escoliose leve (E leve) e escoliose moderada (E mod)

Características	GC (n=19)	E leve (n=6)	E mod (n=11)	p
Idade (anos)	15,2±2,8	16,3±3,1	14,4±2,5	0,42
Estatura (cm)	158,5±8,7	163,8±6,7	163,6±7,4	0,24
Massa (kg)	53,4±9,2	51,6±10,6	52,9±9,9	0,68
% gordura	20,3±5,8	20,7±3,3	20,6±6,6	0,98
NAF	3,8±1,2	3,6±0,8	3,6±0,9	0,67

NAF = nível de atividade física; p = comparação entre os três grupos

**Tabela 2** Medidas em exercício máximo (média ± desvio padrão) dos sujeitos do grupo controle (C) dos subgrupos escoliose leve (E leve) e escoliose moderada (E mod), e valor de p da comparação entre os grupos

Variáveis	GC (n=19)	E leve (n=6)	E mod (n=11)	p
T Exerc (min)	19,37±5,95	18±4,1	17,8±3,6	0,68
VO <sub>2</sub> ml (kg.min) <sup>-1</sup>	38,5±9,3	36,7±2,7	36,3±5,2	0,68
VO <sub>2</sub> (l/min)	2,06±0,7	1,89±0,4	1,95±0,7	0,81
VCO <sub>2</sub> (l/min)	2,04±0,7	1,96±0,6	1,98±0,6	0,95
RQ	1,03±0,05	1,06±0,03	1,06±0,05	0,09
VE (l/min)	81±21,5	75±12	78±22	0,82
VEO <sub>2</sub> (l/min)	39,7±4,1	40,3±3,6	40,5±3,6	0,90
FC (bpm)	202±10	197±13	197±8	0,39
Lactato (mmol/l)	8,8±2,2	8,8±2	8,7±1,1	0,98

T Exerc = tempo de exercício; VO<sub>2</sub> = consumo de oxigênio; VCO<sub>2</sub>, produção de dióxido de carbono; RQ = quociente respiratório; VE = volume minuto expirado; VEO<sub>2</sub> = equivalente ventilatório para o oxigênio; FC = frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto

tipo tóraco-lombar e dois o tipo torácico, sem diferença estatística entre os subgrupos (p=0,55). O número total de vértebras envolvidas nas curvaturas, considerando os dois subgrupos, variou de 6 a 15 vértebras, sem diferença significativa entre os subgrupos (p=0,69). As médias das variáveis pulmonares de espirometria em repouso apresentaram-se dentro dos parâmetros da normalidade em todos os grupos.

Os resultados do teste de exercício máximo são apresentados na Tabela 2. As medidas do teste de exercício não se diferenciaram significativamente nos grupos, e não houve correlação entre o grau de curvatura escoliótica e as variáveis ergoespirométricas, conforme a Tabela 3.

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar se havia relação entre o comportamento de variáveis ergoespirométricas má-

ximas em indivíduos com escoliose idiopática de grau leve e moderado e o grau de curvatura escoliótica. Neste estudo, de acordo com a classificação de Cooper<sup>28</sup> baseado no VO<sub>2</sub>, a média da capacidade aeróbia nos grupos variou de regular a boa. As variáveis em exercício máximo não se diferenciaram significativamente nos grupos.

Investigações com exercício mostram que a escoliose leva a uma diminuição da capacidade aeróbia, inclusive em casos de deformidades leves e moderadas<sup>16-19</sup>. Outros estudos<sup>6,7,9,11</sup> também constataram diferenças na capacidade física e no padrão ventilatório em exercício, os quais foram atribuídos à escoliose.

O consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub> máx) é considerado a melhor medida de capacidade cardiorrespiratória<sup>29</sup>. Se o grau de escoliose restringe a ventilação pulmonar devido à redução da flexibilidade e da excursão da caixa torácica, com diminuição da força e resistência da musculatura respiratória<sup>6,7,11,13</sup>, esta influenciaria negativamente o desempenho aeróbio e, conseqüentemente, seria de se esperar diferentes valores de VO<sub>2</sub>, conforme a gravidade da escoliose.

A ausência de correlação entre o grau de curvatura escoliótica e VO<sub>2</sub> pico sugere que outras variáveis, como o nível de treinamento, poderiam ter desempenhado papel mais importante na capacidade aeróbia e no desempenho físico que o grau da escoliose. Estes resulta-

**Tabela 3** Correlação (*r*, *p*) entre nível de atividade física (NAF), grau da escoliose (°E) e variáveis ergoespirométricas

	T Exerc (min)	VO <sub>2</sub> ml (kg.min) <sup>-1</sup>	VO <sub>2</sub> l/min	VCO <sub>2</sub> l/min	RQ	VE l/min.	VEO <sub>2</sub> l/min	FC (bpm)	Lactato (mmol/l)	
NAF	r	0,27	0,33	0,07	0,01	-0,21	0,06	-0,02	-0,09	-0,33
	p	0,10	0,04	0,68	0,92	0,20	0,70	0,98	0,57	0,04
°E	r	-0,01	0,05	-0,02	-0,04	-0,03	0,02	0,18	0,09	0,07
	p	0,96	0,84	0,92	0,85	0,89	0,92	0,48	0,71	0,77

T Exerc = tempo de exercício; VO<sub>2</sub> = consumo de oxigênio; VCO<sub>2</sub>, produção de dióxido de carbono; RQ = quociente respiratório; VE = volume minuto expirado; VEO<sub>2</sub> = equivalente ventilatório para o oxigênio; FC = frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto

dos são consoantes com as interpretações dos autores<sup>10,12-14</sup> que sugerem ser a falta de atividade física, e não o grau de escoliose, o maior fator de influência no consumo de oxigênio. Tal influência foi constatada no estudo de Alves et al.<sup>13</sup>, que observaram melhora nas variáveis cardiopulmonares no teste de 6 minutos e na percepção de esforço, após treinamento de quatro meses em pacientes com escoliose. Por outro lado, os resultados do presente estudo diferem dos achados de Kesten et al.<sup>16</sup>, que avaliaram adultos com escoliose torácica moderada e grave detectando uma redução na capacidade vital e na tolerância ao exercício, bem como dos de Keaton et al.<sup>17</sup>, que estudaram 79 indivíduos com escoliose moderada e grave evidenciando redução na capacidade aeróbia. Esses autores sugerem que a escoliose provoca padrões ventilatórios patológicos e limitação do VO<sub>2</sub>máx especialmente nas escolioses de maior gravidade<sup>7,16,17</sup>.

Nesta pesquisa o equivalente ventilatório ao oxigênio (VEO<sub>2</sub>) encontrou-se dentro dos valores relatados para crianças e adultos jovens<sup>30</sup>. Esses achados concordam com os de Barrios et al.<sup>19</sup>, que não encontraram diferença significativa nos parâmetros ventilatórios basais de sujeitos com escoliose leve e moderada quando comparados a normais; no entanto, esses sujeitos mostraram pior tolerância ao teste de exercício, o que não foi evidenciado no presente estudo.

O quociente respiratório (RQ) não apresentou diferença estatística significativa demonstrando que os grupos de diferentes gravidades de escoliose e controle utilizaram semelhantes percentuais de substratos para cargas de trabalho e tempos de exercício semelhantes.

A resposta fisiológica característica às situações de hipoxia manifesta-se pelo aumento na concentração de lactato sanguíneo. Assim, se respostas ventilatórias

anormais forem expressões da gravidade da escoliose, será de se esperar que a concentração de lactato seja maior no grupo de escoliose moderada, que tem o maior grau da curvatura. Neste estudo, as médias de lactato nos grupos não se diferenciaram significativamente e, portanto, respostas ventilatórias ou circulatórias anormais não se manifestaram em esforço. Considerando-se que as variáveis VO<sub>2</sub>máx e lactato são utilizadas para avaliação da capacidade aeróbia, tem-se mais uma evidência favorável ao enunciado de que as respostas ventilatórias e circulatórias (resposta de FC) dos grupos estudados não foram expressivas para comprometerem a capacidade física.

A capacidade aeróbia dos diferentes grupos não se diferenciou em função do grau de curvatura da escoliose, o que permite concluir que ao grau de curvatura isoladamente, não pode ser atribuído o baixo rendimento físico ou a pequena expressão quantitativa da maioria das variáveis respiratórias.

## CONCLUSÃO

Não foi possível estabelecer uma relação de causa e efeito entre o grau de escoliose, a função pulmonar e a capacidade aeróbia, sugerindo-se que a escoliose não implica necessariamente perdas funcionais.

## REFERÊNCIAS

- 1 Velez M, Sturm PF, Cobey J. Scoliosis screening revisited: findings from the District of Columbia. *J Pediatr Orthop.* 2002;22(6):788-91.
- 2 Dohnert MB, Tomasi E. Validade da fotogrametria computadorizada na detecção de escoliose idiopática adolescente. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(4):290-7.
- 3 Koumbourlis AC. Scoliosis and the respiratory system. *Paediatr Respir Rev.* 2006;7(2):152-60.
- 4 Chu WC, Ng BK, Li AM, Lam TP, Lam WWM, Cheng JCY. Dynamic magnetic resonance imaging in assessing lung function in adolescent idiopathic scoliosis: a pilot study of comparison before and after posterior spinal fusion. *J Orthop Surg.* 2007;2:20.
- 5 Mok JM, Berven SH, Diab M, Hackbarth M, Hu SS, Deviren V. Comparison of observer variation in conventional and three digital radiographic methods used in the evaluation of patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2008;33(6):681-6.
- 6 Durmala J, Tomalak W, Kotwicki T. Function of the respiratory system in patients with idiopathic scoliosis: reasons for impairment and methods of evaluation. *Stud Health Technol Inform.* 2008;135:237-45.
- 7 Krismer M, Behensky H, Frischhut B, Wimmer C, Ogon M. Surgical treatment of idiopathic scoliosis and juvenile kyphosis. *Orthopade.* 2002;31(1):26-33.

## Referências (cont.)

- 8 Gillingham BL, Fan RA, Akbarnia BA. Early onset idiopathic scoliosis. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(2):101-12.
  - 9 Lin MC, Liaw MY, Chen WJ, Cheng PT, Wing AMK, Chiou WK. Pulmonary function and spinal characteristics: their relationship in persons with idiopathic and postpoliomyelitic scoliosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(3):335-41.
  - 10 Pehrsson K, Danielsson A, Nachemson A. Pulmonary function in adolescent idiopathic scoliosis: a 25 year follow-up after surgery on start of brace treatment. *Thorax*. 2001;56(5):388-93.
  - 11 Namboothiri S, Kumar R, Meon KV. Early changes in pulmonary function following thoracotomy for scoliosis correction: the effect of size of incision. *Eur Spine J*. 2005;14(2):144-8.
  - 12 Newton PO, Faro FD, Gollogly S, Betz RR, Lenke LG, Lowe TG. Results of preoperative pulmonary function testing of adolescents with idiopathic scoliosis: a study of six hundred and thirty-one patients. *Bone Joint Surg Am*. 2005;87:1937-46.
  - 13 Alves VLS, Stirbulov R, Avanzi O. Impact of a physical rehabilitation program on the respiratory function of adolescents with idiopathic scoliosis. *Chest*. 2006;130(2):500-5.
  - 14 Newton PO, Perry A, Bastrom TP, Lenke LG, Betz RR, Clements D, et al. Predictors of change in postoperative pulmonary function in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective study of 254 patients. *Spine*. 2007;32(17):1875-82.
  - 15 Budweiser S, Moertl M, Jarres RA, Windisch W, Heinemann F, Pfeifer M. Respiratory muscle training in restrictive thoracic disease: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(12):1559-65.
  - 16 Kesten S, Garfinkel SK, Wright T, Rebeck AS. Impaired exercise capacity in adults with moderate scoliosis. *Chest*. 1991;99(3):663-6.
  - 17 Kearon C, Viviani GR, Killian KJ. Factors influencing work capacity in adolescent idiopathic thoracic scoliosis. *Am Rev Respir Dis*. 1993;148(2):295-303.
  - 18 Lenke LG, White DK, Kemp JS, Bridwell KH, Blanke KM, Engelsberg JR. Evaluation of ventilatory efficiency during exercise in patients with idiopathic scoliosis undergoing spinal fusion. *Spine*. 2002;27(18):2041-5.
  - 19 Barrios C, Peres-Encinas C, Maruenda JI, Laguia M. Significant ventilatory functional restriction in adolescents with mild or moderate scoliosis during maximal exercise tolerance test. *Spine*. 2005;30(14):1610-5.
  - 20 Knoplich J. *Enfermidades da coluna vertebral*. 3a ed. São Paulo: Medgraf; 2003.
  - 21 Matsudo SM, Araújo TL, Matsudo VKR, Andrade DR, Andrade EL, Oliveira LC, et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saude*. 2001;6(2):5-18.
  - 22 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.
  - 23 Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. *Am Rev Respir Dis*. 1983;127:725-34.
  - 24 Pereira CAC. Espirometria. In: Sociedade Brasileira de Pneumologia e Fisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol*. 2002;28(Supl 3):S1-82.
  - 25 Neder JA, Andreoni S, Castelo FO A, 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.
  - 26 Mader A, Liesen H, Heck H, Phillippi H, Schürch PM, Hollmann W. Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt Ver Sportmed*. 1976;27:80-8,109-12.
  - 27 Borg, G. *Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido*. São Paulo: Manole; 2000.
  - 28 Heyward, VH. *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2006.
  - 29 Foss ML, Keteyian SJ. *Fox: bases fisiológicas do exercício e do esporte*. 6a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
  - 30 Prado DML, Dias RG, Trombeta IC. Comportamento das variáveis cardiovasculares, ventilatórias e metabólicas durante o exercício: diferença entre crianças e adultos. *Arq Bras Cardiol*. 2006;87(4):149-55.
- Agradecimento: À fisioterapeuta Juliana Corrêa Soares, pelo apoio e contribuição na elaboração do trabalho.