

REPRODUTIBILIDADE INTER E INTRA-AVALIADOR DO MÉTODO COBB COM DIFERENTES NÍVEIS VERTEBRAIS DE REFERÊNCIA NA MEDIÇÃO DA CIFOSE TORÁCICA EM CRIANÇAS

Inter and intra evaluator reproducibility of the Cobb method with different vertebral levels for reference in measurement of the thoracic kyphosis of children

*Juliana Adami Sedrez¹, Fernanda da Silva Medeiros¹, Bárbara Vendramini Marchetti¹,
Eduardo Gonçalves Raupp¹, Cláudia Tarragô Candotti¹*

RESUMO

O método de Cobb é o padrão ouro para as medições angulares da coluna vertebral, mas está sujeito à variabilidade inerente ao exame e ao avaliador. Além disso, ainda é escasso o conhecimento sobre a sua variabilidade na população infantil. O objetivo deste estudo foi avaliar a repetibilidade e a reprodutibilidade inter e intra-avaliador do método Cobb na avaliação da cifose torácica em crianças, utilizando diferentes níveis vertebrais de referência. Exames radiológicos digitais de 50 crianças foram avaliados de forma independente por três avaliadores experientes, que realizaram três avaliações, duas sucessivas e uma com uma semana de intervalo. Os ângulos de cifose torácica foram obtidos utilizando dois níveis vertebrais superiores (T1 e T4) e T12 como limite inferior. Foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intraclass, a média absoluta das diferenças (MAD), a mínima mudança detectável e o erro padrão da medição ($\alpha < 0,05$). Obteve-se correlação boa e significativa para repetibilidade independentemente do nível vertebral; correlação significativa variando de moderada a boa para reprodutibilidade intra-avaliador, com MAD, em sua maioria, próximas aos 5°. Para reprodutibilidade interavaliador obtiveram-se correlações de pobres a moderadas, com MAD superior a 5° independentemente do nível avaliado. O método de Cobb apresentou resultados adequados de reprodutibilidade intra-avaliador, independentemente do nível vertebral utilizado. No entanto, tendo em vista as correlações pobres a moderadas e os maiores erros para a reprodutibilidade interavaliador, sugere-se que, preferencialmente, as medidas de acompanhamento sejam realizadas por um mesmo avaliador e que a metodologia empregada seja mantida constante entre os exames.

Palavras-chaves: Cifose, crianças, postura, raios X.

ABSTRACT

The Cobb method is the gold standard for angular measurements of the spine, but is subject to the inherent variability of the exam and the evaluator. Moreover, it is still little knowledge about the variability in children population. The objective of this study was to verify the repeatability and the inter and intra observer reproducibility of the Cobb method in the evaluation of the thoracic kyphosis in children using different vertebral levels for reference. Digital radiological exams of 50 children were independently evaluated by three experienced evaluators, who made three evaluations, two successively and one with a week apart. The thoracic kyphosis angles were obtained by using two upper vertebral levels (T1 and T4) and using T12 as the lower limit. It was used the Intraclass Correlation Coefficient, the mean absolute difference (MAD), the standard error of measurement and the minimal detectable change ($\alpha < 0,05$). It was obtained good and significant correlation for repeatability independently of the vertebral level; significant correlation ranging from moderate to good for intra-rater reproducibility with MAD close to 5°. For inter reproducibility was obtained poor to moderate correlations, but the MAD was higher than 5° regardless of the assessed level. The Cobb method showed adequate results intra-rater reproducibility regardless of the vertebral level used. However, in view of the poor to moderate correlations and the increased errors for inter-rater reproducibility, it is suggested that, preferably, the accompanying measures be performed by the same evaluator and that the methodology employed be sustained between the examinations.

Keywords: Kyphosis, child, posture, x-rays.

¹ Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Autor correspondente:
Juliana Adami Sedrez
Endereço: Av. Domingos de Almeida, 2187. Bairro Areal – Pelotas/RS.
CEP: 96085-470
E-mail: julianasedrez@gmail.com

INTRODUÇÃO

As alterações posturais vêm sendo consideradas um problema de saúde pública¹⁻³. Além disso, o desenvolvimento dessas alterações na infância pode ser considerado um fator predisponente às condições degenerativas da coluna vertebral⁴⁻⁶. Nesse contexto, parece evidente a importância da avaliação da coluna vertebral na infância e, a radiografia é tida como padrão ouro para essa avaliação⁷, sendo o método de Cobb preferido para as medições angulares. Contudo, estudos afirmam que se pode esperar um erro de 5° devido à variabilidade inerente ao exame e ao avaliador⁸. Ainda, vale ressaltar que a maior parte desses estudos tem como base a população adulta, sendo escassos os estudos abordando a população infantil, que ainda encontra-se em fase de maturação óssea, o que pode tornar ainda mais difícil a identificação dos pontos anatômicos utilizados na avaliação⁹.

Além disso, a escolha dos pontos anatômicos para a utilização do método possui uma grande variabilidade na literatura, principalmente em virtude da dificuldade de visualizar os platôs vertebrais, sobretudo os mais superiores devido a sobreposição óssea¹⁰⁻¹³. Em virtude dessa dificuldade, alguns autores utilizam análise segmentar, com platôs vertebrais de T3, T4 ou T5 como pontos superiores da curvatura¹⁰⁻¹², parecendo concordar com a escolha do platô vertebral inferior de T12 como limite inferior da mesma.

No entanto, tendo em vista a carência de estudos de reprodutibilidade do método Cobb em crianças e a divergência dos platôs vertebrais utilizados, permanece a preocupação quanto a qualidade das informações geradas por essas metodologias de medição da cifose torácica em crianças. Sendo assim, torna-se relevante conhecer a reprodutibilidade, que é o grau de concordância entre os resultados das medições de uma mesma grandeza, variando ou o tempo (reprodutibilidade intra-avaliador) ou o avaliador (reprodutibilidade inter-avaliador) e a repetibilidade, que é o grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de uma mesma grandeza sem variar o avaliador^{14,15}. O conhecimento dessas propriedades psicométricas define se o método de Cobb em crianças poderá ser utilizado em acompanhamentos clínicos por um único profissional ou até mesmo por diferentes profissionais, sem perder a qualidade das informações obtidas, além de fornecer a real variabilidade desta medida nessa população.

Assim, o presente estudo objetiva verificar a repetibilidade e a reprodutibilidade inter e intra-avaliador do método Cobb na avaliação da cifose torácica em crianças, utilizando diferentes níveis vertebrais de referência.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Participaram deste estudo 50 crianças, com idade média de 11,5±2,6 anos, massa corporal de 45,5±16,1 kg e estatura de 1,5±0,15m. A amostra foi definida com base na amostra de outros estudos que também avaliaram a reprodutibilidade do Cobb utilizando o Coeficiente de Correlação Intraclasse (Intra-class Correlation Coefficient - ICC)^{13,16,17}. Foram excluídas as crianças submetidas a alguma cirurgia prévia na coluna vertebral, com alguma alteração ortopédica ou com alguma anomalia congênita.

Os indivíduos que concordaram em participar do estudo

e que seus pais ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido foram incluídos nas análises. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob protocolo de número 19685/2011, e respeitou a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Aplicação do método de Cobb

Os exames radiológicos digitais utilizados nesse estudo foram obtidos a partir dos pacientes que realizaram radiografia panorâmica na incidência perfil direito em um hospital da cidade de Porto Alegre, em um período de 3 meses durante a realização do estudo.

Os exames foram avaliados de forma independente por um quiropraxista e dois fisioterapeutas (Avaliadores A, B e C), sendo eles experientes na área de ortopedia. As avaliações foram realizadas utilizando uma rotina desenvolvida no software Matlab 7.9, a partir do método modificado de Cobb de duas linhas⁸. Cada profissional avaliou um mesmo exame três vezes, duas em instantes sucessivos (Avaliações 1, 2) e uma com uma semana de intervalo (Avaliação 3). As avaliações dos ângulos de cifose torácica foram realizadas utilizando dois níveis vertebrais superiores de referência, sendo eles os platôs vertebrais superiores de T1 e T4. Como limite inferior da curva assumiu-se o platô vertebral inferior de T12 (Figura 1).

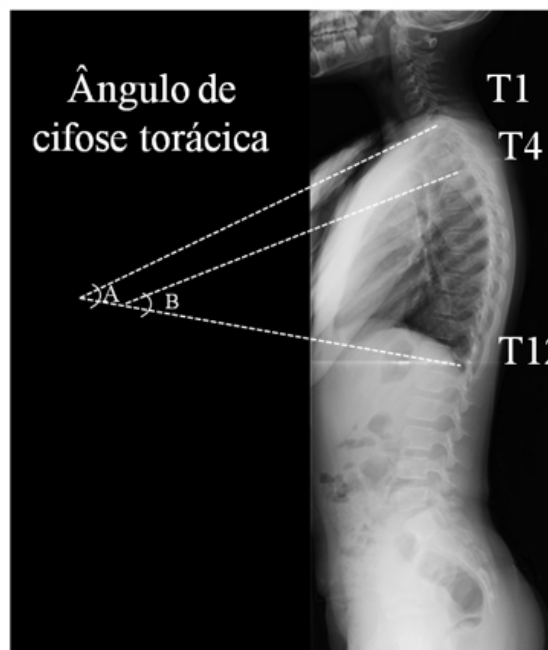


Figura 1. Cálculo do ângulo de Cobb nas radiografias sagitais, (A) utilizando os platôs vertebrais superior de T1 e inferior de T12 e (B) os platôs vertebrais superior de T4 e inferior de T12.

Análise estatística

A princípio foi verificada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk e realizadas análises descritivas, com média e Desvio Padrão (DP). Após, foi utilizado o ICC e realizado o cálculo da média absoluta das diferenças (Mean absolute difference - MAD), do erro padrão da medição (Standard Error of Measurement - SEM) e da mínima mudança detectável (Minimal Detectable Change - MDC). Para testar a diferença entre as médias de ângulo Cobb nos diferentes platôs vertebrais de referência utilizou-se o teste t para medidas repetidas. O ICC foi classificado conforme Portney and Watkins (2009)¹⁸

em bom ($ICC > 0,75$) e em pobre a moderado ($ICC < 0,75$). Assumiu-se o nível de significância de 0,05 em todos os testes estatísticos, sendo todas as análises estatísticas executadas no software SPSS versão 20.0.

Optou-se por usar o ICC em virtude de ser um coeficiente que reflete o grau de consistência entre as medidas e por ser considerado uma alternativa para superar algumas limitações dos coeficientes de correlação clássicos¹⁹. A MAD expressa a diferença média absoluta entre as medidas e o SEM expressa o erro de medição, ambos descritos na unidade de medida real, facilitando a interpretação. Essas medidas são importantes para conhecer a variabilidade inerente ao exame¹⁹. Já a MDC refere-se à quantidade mínima de mudança que reflete a mudança real do paciente, desconsiderando o erro da medida²⁰.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as médias e DP de cada avaliador nas duas primeiras avaliações consecutivas, considerando diferentes níveis vertebrais. Pode-se observar a repetibilidade com correlações significativas e boas, independentemente do nível vertebral utilizado na análise.

Tabela 1. Resultados de repetibilidade da medição do ângulo de Cobb para cifose torácica nas medições dos avaliadores (A, B e C), nos diferentes níveis vertebrais.

	1ª avaliação		2ª avaliação		ICC (IC 95%)	p
	Média (DP) (graus)	Média (DP) (graus)	Média (DP) (graus)	Média (DP) (graus)		
Cifose torácica (T1-T12)						
Avaliador A	42,86±9,56	43,11±9,87	0,95 (0,91-0,97)			<0,001*
Avaliador B	43,47±9,44	42,81±9,27	0,88 (0,80-0,93)			<0,001*
Avaliador C	50,03±13,42	49,82±11,64	0,92 (0,87-0,95)			<0,001*
Cifose torácica (T4-T12)						
Avaliador A	32,98±8,68	32,98±8,7	0,93 (0,88-0,96)			<0,001*
Avaliador B	34,02±9,26	33,61±8,79	0,93 (0,88-0,96)			<0,001*
Avaliador C	42,15±10,72	41,75±11,09	0,91 (0,85-0,95)			<0,001*

*Correlação significativa entre a 1ª e 2ª avaliação

A Tabela 2 apresenta os resultados referente a repetibilidade intra-avaliador. Foram observadas correlações significativas, variando de moderada a boa quando utilizado os níveis vertebrais T1 e T12 e correlações boas ao utilizar T4 e T12.

Tabela 2. Resultados de repetibilidade intra-avaliador da medição do ângulo de Cobb de cifose torácica nas medições dos avaliadores (A, B e C), nos diferentes níveis vertebrais.

	1ª avaliação		3ª avaliação		ICC (IC 95%)	p
	Média (DP) (graus)	Média (DP) (graus)	Média (DP) (graus)	Média (DP) (graus)		
Cifose torácica (T1-T12)						
Avaliador A	42,86±9,56	42,89±9,23	0,94 (0,89-0,96)			<0,001*
Avaliador B	43,47±9,44	48,93±9,76	0,74 (0,58-0,84)			<0,001*
Avaliador C	50,03±13,42	51,50±11,53	0,84 (0,73-0,90)			<0,001*
Cifose torácica (T4-T12)						
Avaliador A	32,98±8,68	33,62±8,59	0,90 (0,83-0,94)			<0,001*
Avaliador B	34,02±9,26	38,24±9,76	0,84 (0,74-0,90)			<0,001*
Avaliador C	42,15±10,72	39,06±8,76	0,76 (0,61-0,85)			<0,001*

*Correlação significativa entre 1ª e 3ª avaliação.

A Tabela 3 apresenta os resultados referentes a repetibilidade interavaliador, sendo observadas correlações pobre a moderada e significativas em ambos os níveis vertebrais avaliados.

Tabela 3. Resultados de repetibilidade interavaliador das medições do ângulo de Cobb de cifose torácica entre as primeiras avaliações dos avaliadores (A, B e C), nos diferentes níveis vertebrais.

Cifose torácica	Avaliador A	Avaliador B	Avaliador C	ICC (IC95%)	p
	Média (DP) (graus)	Média (DP) (graus)	Média (DP) (graus)		
T1-T12	42,86±9,56	43,47±9,44	50,03±13,42	0,59 (0,44-0,72)	<0,001*
T4-T12	32,98±8,68	34,02±9,26	42,15±10,72	0,66 (0,52-0,78)	<0,001*

*Correlação significativa entre os três avaliadores.

Além dessas análises iniciais, é importante conhecer a variabilidade angular entre as medidas. Para isso, a Tabela 4 apresenta os valores de MAD, SEM e MDC entre as avaliações para análise da repetibilidade e reprodutibilidade intra e interavaliador.

Tabela 4. Diferenças encontradas nas avaliações para repetibilidade e reprodutibilidade das medições de cifose torácica entre as medições dos avaliadores (A, B e C), nos diferentes níveis vertebrais.

Aspecto avaliado	MAD (Média±DP) (graus)	SEM (graus)	MDC (graus)
	Cifose torácica (T1-T12)		
Repetibilidade Avaliador A	2,4±1,8	2,2	4,2
Repetibilidade Avaliador B	3,8±2,5	3,2	6,3
Repetibilidade Avaliador C	3,5±3,3	3,5	6,9
Reprodutibilidade Intra-avaliador A	2,6±1,9	2,3	4,5
Reprodutibilidade Intra-avaliador B	7,3±4,9	5,1	9,9
Reprodutibilidade Intra-avaliador C	5,4±4,6	5,0	9,8
Reprodutibilidade Interavaliador	7,4±4,3	7,3	14,3
Cifose torácica (T4-T12)			
Repetibilidade Avaliador A	2,6±1,8	2,3	4,5
Repetibilidade Avaliador B	2,8±1,8	2,4	4,7
Repetibilidade Avaliador C	3,5±2,8	3,3	6,4
Reprodutibilidade Intra-avaliador A	3,2±2,3	2,7	5,3
Reprodutibilidade Intra-avaliador B	5,6±3,8	3,9	7,6
Reprodutibilidade Intra-avaliador C	5,4±5,0	4,8	9,5
Reprodutibilidade interavaliador	6,8±4,4	6,1	11,9

O teste t para medidas repetidas demonstrou haver diferença entre os ângulos de Cobb ao utilizar diferentes platôs vertebrais de referência ($p < 0,001$), sendo observado um incremento de aproximadamente 10° ao utilizar o platô vertebral de T1 em comparação com a utilização do platô vertebral de T4.

DISCUSSÃO

A partir dos resultados é possível observar que a repetibilidade das medidas de ângulos Cobb na população infantil apresentou correlação boa, indicando uma adequada reprodução das avaliações sucessivas por um mesmo avaliador, indepen-

dentemente do nível vertebral utilizado para análise.

Além disso, ao avaliar a reprodutibilidade intra-avaliador adotando como níveis vertebrais os platôs de T1 e T12, obteve-se correlação variando de moderada a boa. E, ao utilizar os níveis T4-T12, obteve-se correlação boa.

Níveis adequados de reprodutibilidade também são descritos na literatura independente do nível vertebral de escolha. Em estudos realizados com a população adulta, como o estudo de Dang et al. (2005)¹⁶, os achados demonstraram reprodutibilidade moderada entre as medidas ao utilizar como limites T2 e T12, enquanto que nos estudos de Pinel-Giroux et al. (2006)¹³, que utilizaram a vértebra T1 e a vértebra toracolombar mais inclinada, e Harrison et al. (2001)²¹, que utilizaram os limites T1 e T12, a reprodutibilidade intra-avaliador apresentou correlação boa.

Além das elevadas correlações encontradas, as diferenças médias absolutas, em sua maioria, encontram-se próximas aos 5° (Tabela 4), exceto a medida do avaliador B entre T1 e T12 (diferença de 7,3°). Carmam et al. (1990)²² encontraram uma diferença média absoluta de 3,3°, sendo que 95% das diferenças médias encontravam-se abaixo de 7°, enquanto que Tanure et al. (2010)²³ encontraram como diferença média absoluta para os avaliadores 1, 2 e 3 respectivamente 2,85°, 3,46° e 2,06°. Ainda assim, o estudo de Voutsinas e MacEwen (1984)²⁴, ao verificar a reprodutibilidade intra-avaliador na população infantil, apontou uma diferença média de $2,2^{\circ} \pm 1,1^{\circ}$ entre as medidas. Dessa forma, pode-se observar que a variabilidade parece diferir de avaliador para avaliador, o que demonstra a necessidade de que o avaliador seja treinado no método e que sempre verifique a sua variabilidade antes de utilizar o método.

Já ao que se refere a reprodutibilidade interavaliador, obteve-se correlação pobre a moderada entre as medidas para ambos os níveis vertebrais utilizados (Tabela 3). Dimar et al. (2008)¹⁷ também encontraram uma correlação interavaliador moderada ao utilizar o método e Pinel-Giroux et al. (2006)¹³ encontraram correlação boa entre as medidas, dados esses superiores ao encontrado no presente estudo.

Além disso, a diferença média absoluta na reprodutibilidade interavaliador foi superior a 5° independentemente do nível avaliado. Harrison et al. (2001)²¹ ao utilizarem os platôs vertebrais de T1 e T12, obtiveram diferença média absoluta de 2,49°, Carman et al. (1990)²² encontraram diferença média absoluta de 3,3° e Pinel-Giroux et al. (2006)¹³, utilizando T1 e a vértebra tóraco-lombar mais inclinada, obtiveram diferença média absoluta de 4,51°, sendo os valores esses, inferiores ao encontrado no presente estudo. Considerando que a maior parte dos estudos encontrados na literatura tem como base a população adulta^{16,21,25,26}, especula-se que os valores inferiores de ICC e as maiores diferenças médias absolutas encontradas no presente estudo podem ser em virtude da maior dificuldade de visualização dos platôs vertebrais da coluna de crianças, uma vez que as mesmas ainda estão em processo de maturação do sistema ósseo, dificultando a demarcação dos platôs vertebrais^{9,27}.

Aliada à análise do ICC, calculamos o SEM de cada ângulo de Cobb, em que verificamos valores de SEM para reprodutibilidade intra-avaliador variando de 2,3 a 5,1° e de 2,7 a 4,8° para os ângulos correspondentes entre T1-T12 e T4-T12, respectivamente. Esse resultado pode ser comparado a prévios estudos que reportam SEM de 3,5° à 4,5° tanto intra quanto interavaliador do ângulo Cobb^{28,29}. A reprodutibilidade intra-avaliador no estudo de Briggs et al. (2007)³⁰ foi boa (0,98-0,99)

com SEM de 0,9° para o ângulo de Cobb T1-T12.

No que tange aos aspectos de reprodutibilidade interavaliador verificamos SEM de 7,3° para Cobb T1-T12 e 6,1° para Cobb T4-T12. O trabalho de Briggs et al. (2007)³⁰ verificou boa reprodutibilidade interavaliador (0,83-0,99) e consideraram altos os valores de SEM encontrados (4°). Dessa forma, no atual estudo encontraram-se valores de SEM substancialmente maiores tanto de reprodutibilidade intra como interavaliadores, que indicam uma quantidade significativa de erros quando comparado a outros estudos. Esse fato poderia ser explicado pela amostra estudada, já que crianças apresentam imaturidade óssea, que pode dificultar a visualização dos platôs vertebrais. No entanto, para confirmar essa hipótese seriam necessários mais estudos com a população de crianças, já que os estudos que avaliaram essa faixa etária^{7,13} não apresentam os valores de erro de medida.

A partir desses resultados, acredita-se que este método de avaliação da coluna vertebral para crianças apresenta uma variabilidade considerável. Isso pode ser explicado pelos erros intrínsecos a que está sujeito, principalmente devido à qualidade das radiografias e a falta de confiabilidade na identificação dos platôs vertebrais escolhidos^{11,13,25}, especialmente acima do nível de T5, em decorrência da sobreposição escapular nas radiografias realizadas em perfil e dificuldade de identificação dos platôs vertebrais^{10,12,26}.

Outro aspecto importante que deve ser considerado durante o acompanhamento clínico da cifose torácica é a existência de diferença no valor angular obtido ao utilizar diferentes platôs vertebrais. No presente estudo essa diferença foi de aproximadamente 10°, um valor consideravelmente alto, que justifica o cuidado com as medidas sucessivas de um mesmo paciente, ou seja, que as medidas sejam realizadas utilizando a mesma técnica de medição e os mesmos pontos anatômicos (platôs vertebrais) de referência.

Além disso, sugere-se que para fins de acompanhamento da progressão da curvatura, é importante conhecer a variabilidade inerente ao exame para uma avaliação adequada das diferenças encontradas entre os exames, independentemente do nível vertebral avaliado. Cabe ressaltar que esse cuidado deve ser ainda maior quando o cálculo do ângulo de Cobb é realizado por avaliadores diferentes, já que nesses casos a propensão ao erro é maior³¹. Assim, aconselha-se que os avaliadores sejam treinados no método e que verifiquem sua reprodutibilidade antes de realizar os cálculos, a fim de conhecer a variabilidade intrínseca da sua avaliação. E, preferencialmente, que durante os acompanhamentos, os exames periódicos sejam avaliados por um mesmo avaliador, caso contrário, que a margem normalmente aceita de variabilidade para considerar uma falta de alteração na curvatura, seja ampliada, não considerando apenas 5°.

CONCLUSÃO

Com base no exposto, o método de Cobb apresentou resultados adequados de reprodutibilidade intra-avaliador na avaliação dos ângulos de cifose torácica em crianças, independentemente do nível vertebral utilizado. No entanto, tendo em vista as correlações pobres a moderadas e os maiores erros nas avaliações entre diferentes avaliadores, dados pelos altos valores de SEM e MDC, sugere-se que, preferencialmente, as medidas de acompanhamento sejam realizadas por um mesmo avaliador e que a metodologia empregada seja mantida constante entre

os exames, utilizando o mesmo nível vertebral de referência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Braccialli LMP, Vilarta R. Aspectos a serem considerados na elaboração de programas de prevenção e orientação de problemas posturais. *Rev Paul Educ Fís.* 2000; 14(2):159-71.
2. Widhe T. Spine: posture, mobility and pain. A longitudinal study from childhood to adolescence. *Euro spine J.* 2001; 10(2):118-23.
3. De Vitta A, Martinez MG, Piza NT, Simeão SFAP, Ferreira NP. Prevalência e fatores associados a dor lombar em escolares. *Cad Saúde Pública.* 2011; 27(8):1520-8.
4. Grimmer K, Williams M. Gender-age environmental associates of adolescent low back pain. *Appl Ergon.* 2000; 31(4):343-60.
5. Detsch C, Luz AMH, Candotti CT, de Oliveira DS, Lazon F, Guimarães LK et al. Prevalência de alterações posturais em escolares do ensino médio em uma cidade do sul do Brasil. *Rev Panam Salud Publica.* 2007; 21(4):231-8.
6. Grimmer K, Dansie B, Milanese S, Pirunsan U, Trott P. Adolescent standing postural response to backpacks load: a randomised controlled experimental study. *BMC musculoskeletal disord.* 2002; 3(10):1-10.
7. Mac-Thiong JM, Pinel-Giroux FM, De Guise J, Labelle H. Comparison between constrained and non-constrained Cobb techniques for the assessment of thoracic kyphosis and lumbar lordosis. *Eur Spine J.* 2007; 16(9):1325-31.
8. Vrtovec T, Pernus F, Likar B. A review of methods for quantitative evaluation of spinal curvature. *Euro spine J.* 2009; 18(5):593-607.
9. Tolo VT. The lower extremity. In: Morrissy RT, Weinstein SL. *Pediatric orthopaedics.* 3ª ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers; 1996. p. 1047-81.
10. Briggs AM, Wrigley TV, Tully EA, Adams PE, Greig AM, Bennel KL. Radiographic measures of thoracic kyphosis in osteoporosis: Cobb and vertebral centroid angles. *Skeletal Radiol.* 2007; 36:761-767.
11. Propst-proctor SL, Bleck EE. Radiographic determination of lordosis and kyphosis in normal and scoliotic children. *J pediatric orthop.* 1983; 3(3):344-6.
12. Kolessar DJ, Stollsteimer GT, Betz RR. The value of the measurement from T5 to T12 as a screening tool in detecting abnormal hypophysis. *J Spinal Disord.* 1996; 9(3): 220-222.
13. Pinel-Giroux FM, Mac-Thiong JM, De Guise JA, Berthomnaud E, Labelle H. Computerized assessment of sagittal curvatures of the spine: comparison between Cobb and Tangent Circles techniques. *Spinal Disord Tech.* 2006; 19:507-512.
14. International Vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM). JCGM 200:2008 (E/F) - Document produced by Working Group 2 of the Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM/WG 2).
15. Walter SD, Eliasziw M, Donner A. sample size and optimal designs for reliability studies. *Stat Med.* 1998;17(1):101-110.
16. Dang NR, Moreau MJ, Hill DL, Mahood JK, Raso J. Intra-observer reproducibility and interobserver reliability of the radiographic parameters in the spinal deformity study group's AIS radiographic measurement manual. *Spine.* 2005; 30(9):1064-69.
17. Dimar JR, Carreon LY, Labelle H, Djurasovic M, Weidenbaum M, Brown C, et al. Intra- and inter-observer reliability of determining radiographic sagittal parameters of the spine and pelvis using a manual and a computer-assisted methods. *Eur Spine J.* 2008;17(10):1373-1379.
18. Portney LE, Whatkins MP. *Foundations of Clinical Research: Applications and Practice*, 3rd edition. Prentice Hall, New Jersey, 2009, p.595.
19. Haley SM, Fragala-Pinkham MA. Interpreting change scores of tests and measures used in physical therapy. *Physical Therapy.* 2006; 86:735-743.
20. Bruton A, Conway JH, Holgate ST. Reliability: What is it, and how is it measured? *Physiotherapy.* 2000; 86(2):94-99.
21. Harrison DE, Cailliet R, Harrison DD, Janik TJ, Holland B. Reliability of centroid, cobb, and harrison posterior tangent methods: which to choose for analysis of thoracic kyphosis. *Spine.* 2001; 26(11):227-234.
22. Carman DL, Browne RH, Birch JG. Measurement of scoliosis and kyphosis radiographs: intraobserver and interobserver variation. *J Bone Joint Surg.* 1990;72:328-333.
23. Tanure MC, Pinheiro AP, Oliveira AS. Reliability assessment of Cobb angle measurements using manual and digital methods. *Spine J.* 2010;10 (9):769-774.
24. Voutsinas SA, MacEwen GD. Sagittal profiles of the spine. *Clin Orthop.* 1986;210:235-42.
25. Goh S, Price RI, Leedman PJ, Singer KP. A comparison of three methods for measuring thoracic kyphosis: implications for clinical studies. *Rheumatology.* 2000;39:310-315.
26. Cil A, Yazici M, Uzumcugil A, Kandemir U, Alanay A, Alanay Y, et al. The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. *Spine.* 2004;30(1):93-100.
27. Dario BES, Barquilha G, Marques RM. Lesões esportivas: um estudo com atletas do basquetebol bauruense. *Rev. Bras. Ciênc. Esporte (Impr.).* 2010;31(3).
28. Stotts AK, Smith JT, Santora SD, Roach JW, D'Astous JL. Measurement of spine kyphosis: implications for the management of Scheuermann's kyphosis. *Spine.* 2002;27(19):2143-2146.
29. Carman DL, Browne RH, Birch JG. Measurement of scoliosis and kyphosis radiographs. Intraobserver and interobserver variation. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72(3):328-333.
30. Briggs AM, Wrigley TV, Tully EA, Adams PE Greig AM, Bennel KL. Radiographic measures of thoracic kyphosis in osteoporosis: Cobb and vertebral centroid angles. *Skeletal Radiol.* 2007;36(8):761-767.
31. Rosenfeldt MP, Harding IJ, Hauptleisch JT, Fairbank JT. A comparison of traditional Protractor versus Oxford Cobbometer radiographic measurement: intraobserver measurement variability for Cobb angles. *Spine.* 2005;30(4):440-443.