

# Confiabilidade intra e interobservador da mensuração do ângulo de flexão anterior do tronco pelo método de Whistance

## *Intra and interobserver reliability of the anterior trunk flexion angle measurements by the Whistance method*

Jefferson Rosa Cardoso<sup>1</sup>, Marcela Carrilho Boer<sup>2</sup>, Beatriz Ito Ramos de Oliveira<sup>2</sup>,  
Marcio Massao Kawano<sup>3</sup>, Rodrigo Luiz Carregaro<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Fisioterapeuta; Prof. Dr. do Laboratório de Eletromiografia e Análise Cinemática do Depto. de Fisioterapia da UEL (Universidade Estadual de Londrina, PR)

<sup>2</sup> Graduandas do Curso de Fisioterapia da UEL

<sup>3</sup> Fisioterapeuta; mestrando no Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UEL

<sup>4</sup> Fisioterapeuta Ms.

### ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Jefferson Rosa Cardoso  
Centro de Ciências da Saúde,  
Depto de Fisioterapia, UEL.  
Av. Robert Kock 60  
86038-440 Londrina PR  
e-mail: jeffcar@uel.br

APRESENTAÇÃO  
jan. 2007

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO  
ago. 2007

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi avaliar a confiabilidade intra e interobservador da mensuração do ângulo de Whistance por meio da análise cinemática angular. Participaram 50 voluntários, que foram submetidos a duas fotos: a primeira em ortostatismo e a segunda em flexão anterior máxima de tronco. O ângulo de flexão foi medido por dois avaliadores, analisando-se a confiabilidade intra e interobservadores da mensuração pelo método de Whistance com os testes estatísticos coeficiente de correlação intraclass (CCI) e Bland & Altman. A média do ângulo de Whistance mensurado pelo avaliador 1 foi de  $78,9^{\circ} \pm 11,4^{\circ}$  e em seu re-teste,  $\bar{x} = 78,9^{\circ} \pm 10,9^{\circ}$ . O avaliador 2 obteve média de  $79,5^{\circ} \pm 11,1^{\circ}$ . O CCI intra-observador foi de 0,94, com IC 95% [0,91;0,97]; e, no teste de Bland & Altman, foi de 0,04, com IC 95% [-0,99;1,07]. Os valores intra-observador foram de 0,98, com IC 95% [0,97;0,99] e -0,62 IC 95% [-1,09;-0,14], respectivamente. O presente estudo demonstrou alta confiabilidade intra e interobservadores para a mensuração do ângulo de flexão do tronco pelo método de Whistance.

**DESCRIPTORES:** Exame físico; Fotogrametria; Movimento; Reprodutibilidade de testes

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to evaluate intra and inter-rater reliability of the Whistance angle measurements through kinematic angular analysis. Two photographs of fifty subjects were registered: the first in standing position and the second performing trunk maximal anterior flexion. Two observers measured the trunk flexion angle. The intra and inter-rater reliability of the measurements made were analysed by two statistical analyses: intraclass correlation coefficient (ICC) and Bland & Altman's. The mean Whistance angle measured by the first observer was  $78.9^{\circ} \pm 11.4^{\circ}$  and his test-retest was  $\bar{x} = 78.9^{\circ} \pm 10.9^{\circ}$ . The second evaluator obtained a mean of  $79.5^{\circ} \pm 11.1^{\circ}$ . The ICC for the intrarater was 0.94, with 95% CI [0.91;0.97] and for Bland and Altman, 0.04 with 95% CI [-0.99;1.07]. The inter-rater values were, respectively, 0.98 with 95% CI [0.97;0.99] and -0.62 95% CI [-1.09;-0.14]. Both intra and inter-rater reliability thus was high for both statistical analyses. The present study showed high intra and inter-rater reliability for the Whistance method of measuring the trunk flexion angle.

**KEY WORDS:** Motion; Photogrammetry; Physical examination; Reproducibility of results

## INTRODUÇÃO

O custo dos acidentes de trabalho e as doenças ocupacionais para as empresas e para o Estado é um ônus a mais para os sistemas públicos e particulares de saúde. De acordo com os dados do INSS, os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) são a segunda causa de afastamento do trabalho no Brasil, incapacitando cerca de 10 milhões de brasileiros<sup>1</sup>. Dentre tais distúrbios, sabe-se que a dor lombar representa cerca de 75% dos pedidos de aposentadoria por invalidez e afastamento do trabalho<sup>2</sup>.

Ressalta-se que um grande percentual das dores lombares resulta de maus hábitos posturais<sup>3</sup>. Alguns autores<sup>4,5</sup> relatam que a postura adequada é um importante aspecto para a prevenção de lesões durante a execução de atividades ocupacionais. O conhecimento dos efeitos do estresse mecânico na coluna é essencial para a prevenção. Tais efeitos são frequentemente estimados pelas forças compressivas no disco intervertebral<sup>6</sup>. Uma das funções do fisioterapeuta é orientar os trabalhadores a adotar um padrão de movimento adequado e uma postura mais equilibrada durante o desempenho laboral. Desse modo, os fatores de risco, tanto no trabalho quanto durante a execução de suas atividades de vida diária, podem ser controlados<sup>7</sup>.

Atualmente há uma busca por métodos confiáveis de mensuração postural<sup>7-9</sup>. A confiabilidade, definida como a extensão na qual medidas repetidas por pessoas ou instrumentos levam a resultados semelhantes<sup>10</sup>, é um aspecto importante e deve ser considerado na prática clínica. A utilização de métodos de avaliação observacionais e visuais são subjetivos e podem comprometer os resultados de programas de intervenção. Assim, o profissional da saúde deve buscar métodos de avaliação mais confiáveis.

Existem vários métodos de avaliação da coluna lombar que utilizam diversos tipos de equipamentos e

procedimentos de análise<sup>11</sup>. Alguns questionários, como o Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire e o Roland Disability Scale, investigam a dificuldade em realizar atividades de vida diária em indivíduos com lombalgia<sup>12</sup>. No entanto, não fornecem dados sobre a biomecânica do movimento dos sujeitos. Segundo Sjolie<sup>13</sup>, as lombalgias podem estar associadas à falta de mobilidade no quadril e à baixa flexibilidade nos músculos isquiotibiais. Desse modo, a avaliação da flexão anterior de tronco torna-se um instrumento clinicamente importante, uma vez que possibilita verificar a mobilidade da coluna lombar e quadril.

A análise cinemática angular têm sido amplamente utilizada na avaliação clínica da função dos músculos do tronco em pacientes com e sem disfunção lombar, com o intuito de esclarecer as condições funcionais da coluna<sup>6</sup>. Entretanto, por ser uma técnica de fácil acesso, exige muita cautela no sentido de evitar erros de medida<sup>14</sup>. Essa técnica permite mensurar os parâmetros cinemáticos de posição e orientação<sup>15</sup>. Ainda, as fotografias fornecem um registro que, posteriormente, pode ser comparado com outras fotos e facilitar a interpretação dos achados relativos ao processo de intervenção<sup>16</sup>.

O método de mensuração angular de Whistance *et al.*<sup>17</sup> possibilita medir a flexão anterior de tronco e pode favorecer o estudo de variáveis clínicas aplicadas na prevenção de lesões musculoesqueléticas na coluna. Entretanto, todo instrumento ou método de avaliação deve ser verificado em relação à sua confiabilidade. É importante adotar estratégias metodológicas que garantam uma mensuração angular confiável. A capacidade de o instrumento reproduzir a mesma medida, seja envolvendo o mesmo avaliador ou não<sup>18</sup>, determinará a qualidade do processo de avaliação e intervenção. O presente estudo teve pois como objetivo avaliar a confiabilidade intra e interobservador das medidas da flexão anterior de tronco pelo método

angular de Whistance, por meio da análise cinemática angular.

## METODOLOGIA

Este é um estudo de confiabilidade intra e interobservador com desenho transversal, que verificou a confiabilidade da medida do ângulo de flexão do tronco pelo método de Whistance.

### Participantes

A amostra foi composta por 50 sujeitos sadios (25 homens e 25 mulheres), com idade entre 19 e 26 anos (média de 21,3±1,6 anos), massa corpórea entre 43,5 e 90 kg ( $\bar{x}$  = 63,9±11,5 kg), estatura entre 1,53 e 1,89 m ( $\bar{x}$  = 1,70±0,09 m) e índice de massa corpórea (IMC) entre 17,7 e 27,6 kg/m<sup>2</sup> ( $\bar{x}$  = 21,9±2,6 kg/m<sup>2</sup>). Os critérios de inclusão foram: (1) indivíduos sadios entre 18 e 26 anos e (2) com prática de atividade física moderada de uma a três vezes por semana. Como critério de exclusão, os voluntários não deveriam apresentar (1) dor em coluna ou membros, (2) assimetrias posturais, (3) distúrbios musculoesqueléticos da coluna ou membros e (4) serem atletas de alto rendimento.

Os indivíduos que atenderam aos critérios foram solicitados a comparecer ao Laboratório de Eletromiografia e Análise Cinemática da Instituição um dia antes do teste para familiarizarem-se com o local, instrumentos, procedimentos e receberem orientações para a não-realização de atividades físicas extenuantes. O período de coleta foi padronizado para todos os indivíduos (entre 14 e 16 h) e a temperatura ambiente foi controlada com uma média de 24°C (±2). Não foi permitida a realização de exercícios de alongamento ou aquecimento no dia da coleta, fato este que poderia superestimar a flexão do tronco entre os sujeitos. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (039/2004).

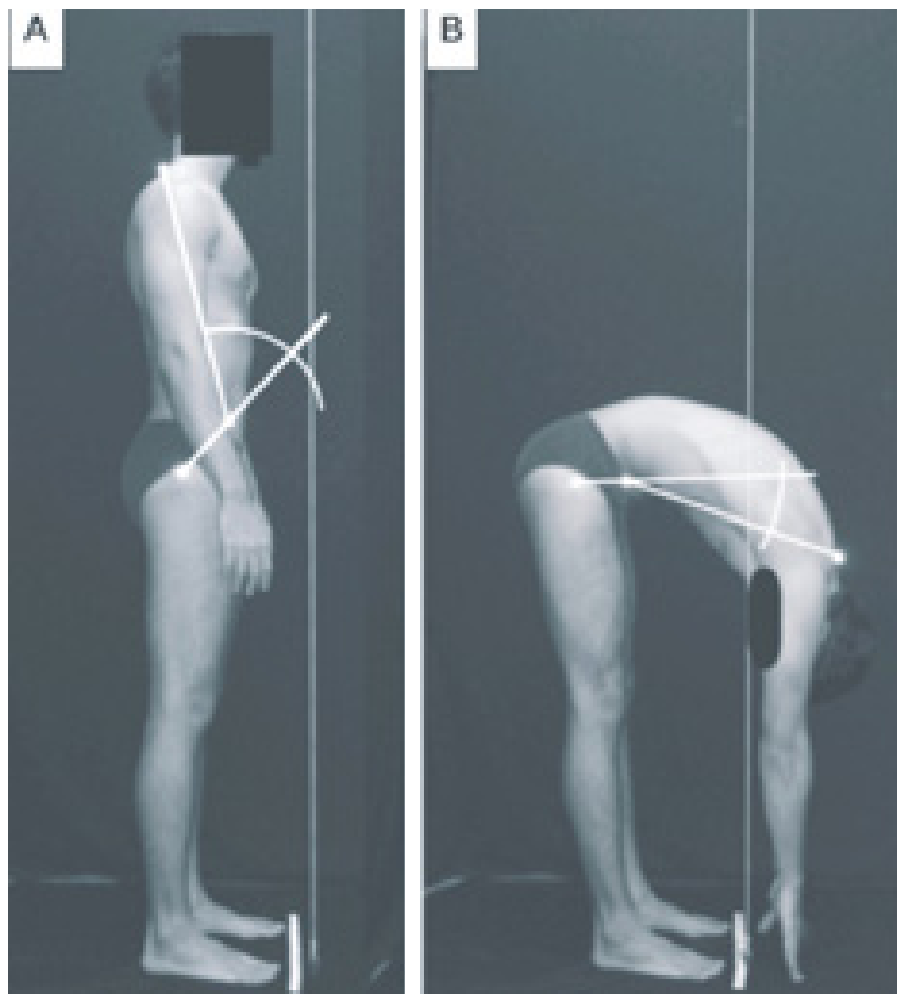
## Procedimentos

O local de coleta de dados foi preparado como um “estúdio” para análise cinemática com os seguintes equipamentos: fio de prumo (como referência), câmera digital (Olympus D595 – 5.0 megapixel) posicionada sobre um tripé com 72 cm de altura e a uma distância de 202 cm do plano de fundo preto. Por meio de um nívelmetro (Tramontina, Brasil) adequou-se a câmera digital tanto para o plano frontal como o sagital; o eixo óptico estava perpendicular ao plano sagital dos sujeitos.

As seguintes referências anatômicas foram localizadas por meio da palpação: processo espinhoso da sétima vértebra cervical (C7), espinha íliaca ântero-superior (EIAS) e trocânter maior do fêmur (TF). Em seguida, marcadores superficiais refletivos foram fixados com fita dupla face. Os procedimentos de palpação e fixação foram realizados pelo mesmo avaliador.

### Análise da flexão do tronco

O ângulo de flexão do tronco de Whistance foi mensurado por meio de fotogrametria, definido como o ângulo entre o prolongamento da linha que passa pela EIAS e TF e a linha entre C7 e EIAS17 (Figura 1A e B). Inicialmente, os sujeitos foram instruídos a se manter em posição ortostática confortável de repouso, de forma que não houvesse tentativa de alinhamento da postura. Nessa posição, obteve-se a primeira foto. Em seguida, os sujeitos deveriam realizar o movimento de flexão anterior máxima do tronco, sem que houvesse flexão dos joelhos e extensão da cervical, para que a segunda imagem fosse registrada. O limite máximo de flexão foi determinado pela percepção do sujeito em relação à tensão nos músculos isquiotibiais como um “desconforto máximo na região posterior da coxa”, antes que houvesse compensação do movimento com a flexão de joelhos ou a extensão cervical. Após os registros, as imagens foram transferidas para um computador para análise posterior.



**Figura 1** Método angular de Whistance: A – Posição inicial em ortostatismo; B – Posição final em flexão anterior máxima de tronco

Para a mensuração fotogramétrica do ângulo, utilizou-se o programa AutoCAD® 2004. O ângulo de flexão do tronco foi determinado como a subtração dos valores da flexão máxima do tronco pelos valores da postura em ortostatismo.

### Análise da confiabilidade

Para a análise da confiabilidade interobservador, foram utilizadas 100 imagens. Dois avaliadores quantificaram os ângulos de Whistance dos participantes de forma que nenhum avaliador obteve informação a respeito do resultado do outro. Para o estudo da confiabilidade intra-observador as mesmas 100 fotos foram mensuradas sete dias após a primeira análise por apenas um avaliador. Ambos os avaliadores foram treinados para mensurar o ângulo.

### Análise estatística

As variáveis antropométricas foram testadas quanto à distribuição de normalidade e são apresentadas de forma descritiva em relação à média ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão (DP), por assumirem os pressupostos necessários. Para a comparação entre os ângulos mensurados pelos dois avaliadores utilizou-se o teste t de Student para amostras independentes. O teste t de Student para amostras dependentes foi utilizado para a comparação dos valores do mesmo avaliador em dias diferentes. Para a análise de confiabilidade interobservador foram utilizados: Coeficiente de Correlação Intraclassa - CCI (efeito aleatório – um fator) e o teste de concordância de Bland & Altman<sup>9,19</sup>. O CCI e o Bland & Altman são apropriados para estudos de

confiabilidade; porém, se utilizados isoladamente, nenhum dos testes promove informação suficiente acerca da confiabilidade das medidas<sup>9</sup>. O CCI com valor 1 indica alta confiabilidade, enquanto o zero indica ausência de reprodutibilidade. Para o estudo, foi determinado um valor acima de 0,75 como alta confiabilidade<sup>18</sup>. O intervalo de confiança de 95% para cada valor do CCI foi calculado<sup>18</sup>. Incluem-se no teste de concordância de Bland & Altman: a diferença média entre as medidas ( $\bar{d}$ ) e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC 95% para  $\bar{d}$ ), o desvio padrão da diferença da média (DP da  $\bar{d}$ ) e os limites de concordância<sup>9,19</sup>. Foram utilizados os programas estatísticos SPSS® versão 13.0 e MedCalc® versão 8.1.0.0.

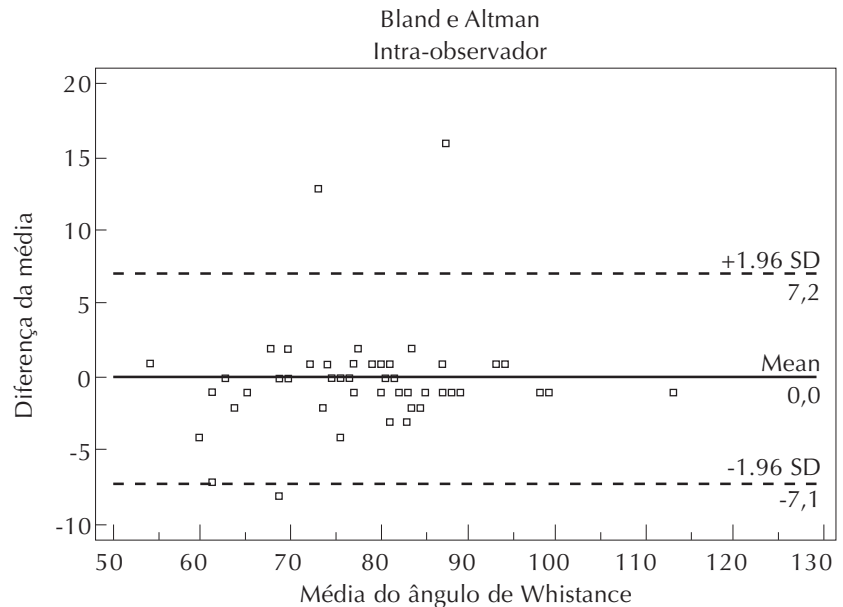
## RESULTADOS

A média do ângulo de Whistance mensurado pelo avaliador 1 foi de 78,9° (DP= 11,4°). O seu re-teste teve = 78,9° (DP = 10,9°). O avaliador 2 obteve média de 79,5° (DP=11,1°). Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre as médias dos ângulos do avaliador 1 em relação ao avaliador 2 (P=0,78). Para a comparação dos valores obtidos pelo avaliador 1 nos dois dias também não houve diferença estatisticamente significativa (P=0,93). A Tabela 1 apresenta os achados referentes às médias e desvio-padrão dos ângulos mensurados pelos dois avaliadores e os

**Tabela 1** Valores dos ângulos mensurados pelos avaliadores (em graus) e confiabilidade intra e interobservadores

Ângulo de Whistance	$\bar{x}$ (DP)		Min-Máx	
	CCI	IC 95%	$\bar{d}$	IC 95%
Avaliador 1	0,94	[0,91; 0,97]	0,04	[-0,99; 1,07]
Avaliador 1 (reteste)	0,98	[0,97; 0,99]	-0,62	[-1,09; -0,14]
Avaliador 2	0,94	[0,91; 0,97]	3,64	[-8,89; 8,97]
Confiabilidade	CCI [1,1]		Bland & Altman	
	CCI	IC 95%	$\bar{d}$	IC 95% p/ $\bar{d}$
Intra-observador	0,94	[0,91; 0,97]	0,04	[-0,99; 1,07]
Ângulo de Whistance			3,64	[-8,89; 8,97]
Interobservador	0,98	[0,97; 0,99]	-0,62	[-1,09; -0,14]
Ângulo de Whistance			1,66	[-4,69; 3,45]

$\bar{x}$  = média; DP = desvio padrão; Min-Máx = valores mínimos e máximos;  $\bar{d}$  = diferença média. IC 95% p/  $\bar{d}$  = intervalo de confiança para diferença da média; DP diff = desvio padrão da diferença; LC = limites da concordância



**Figura 2** Resultados do teste Bland & Altman para a avaliação da confiabilidade intra-observador

valores dos testes CCI e Bland & Altman.

As Figuras 2 e 3 apresentam, respectivamente, os gráficos do teste Bland & Altman para a avaliação da confiabilidade intra e interobservador.

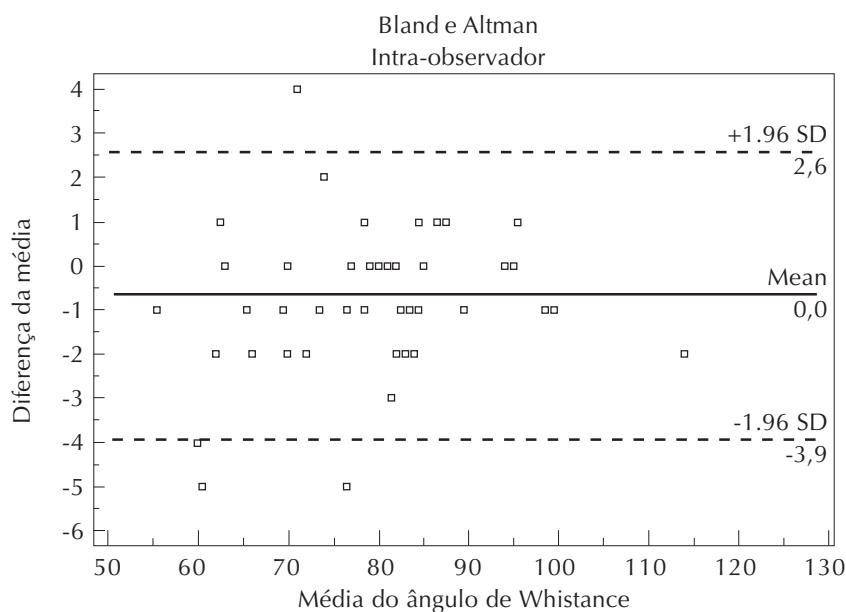
## DISCUSSÃO

Apesar de o presente estudo envolver voluntários de ambos os sexos, este objetivou analisar a reprodutibilidade do método. Portanto, mesmo com a existência de diferenças na flexibilidade entre os sexos<sup>20,21</sup>, foi importante observar se os valores mensurados em

um determinado dia eram semelhantes àqueles mensurados em um outro período, assim como entre um avaliador e outro.

Os valores do coeficiente de correlação intraclassa (CCI) de 0,94 para análise intra-observador e 0,98 para análise interobservador indicam alta confiabilidade da técnica de mensuração. Estes achados corroboram os valores de confiabilidade encontrados no estudo de Sato *et al.*<sup>2</sup>. Entretanto, apesar de os valores do CCI serem próximos aos do presente estudo, Sato *et al.*<sup>2</sup> não aplicaram o teste complementar de Bland & Altman<sup>9,21</sup>.

A confiabilidade das medidas pode ser influenciada por fatores tais como a magnitude da variação entre sujeitos e medidas, erros sistemáticos e aleatórios, ausência da possibilidade de interpretação clínica e a não-apresentação dos valores obtidos<sup>9,21</sup>. O teste de Bland & Altman fornece um gráfico que permite visualizar facilmente e interpretar o tamanho e a amplitude das diferenças nas mensurações, erros ou outliers. Além disso, esse método apresenta os valores do intervalo de confiança para a diferença da média e os limites de concordância. Esses dados indicarão os erros nas mensura-



**Figura 3** Resultados do teste Bland & Altman para a avaliação da confiabilidade interobservador

ções e podem influenciar a aceitabilidade clínica<sup>9,21</sup>.

Os resultados obtidos pelo teste Bland & Altman confirmam as vantagens da utilização em concomitância com o CCI. A diferença da média (?) para a análise intra-observadores foi de 0,04° e para a análise interobservadores foi de -0,62°. Estes valores, somados aos do CCI, demonstram que a técnica de análise cinemática do ângulo de flexão de Whistance foi altamente confiável. Acredita-se que o treino prévio dos avaliadores, boa visualização dos marcadores refletivos e a praticidade do programa utilizado nas análises tenha favorecido esses índices.

Sato *et al.*<sup>2</sup> encontraram um ângulo médio de 72,31° (DP=6,89) de flexão do tronco. No presente estudo foram encontradas médias de 78,9° (DP=11,4) e 79,5° (DP=11,1) para os avaliadores 1 e 2, respectivamente. Para Kapandji<sup>22</sup>, a flexão total da coluna é de cerca de 110°, porém, quando se desconsidera o movimento da cervical (como no método de Whistance), esse valor declina para aproximadamente 70°. Em outro estudo<sup>23</sup>, quando a coluna dorsal é des-

considerada, a amplitude de movimento desde L1 a S1 é de aproximadamente 75°. Para Magee<sup>24</sup>, ao se considerar apenas a mobilidade da coluna dorsal e lombar, a flexão do tronco pode variar de 60 a 105°. Os valores encontrados na literatura se diferenciam muito, fato este que pode ter sido ocasionado por diferenças metodológicas, além de aspectos como a idade dos indivíduos, doenças prévias, alterações do desenvolvimento e prática de atividade física<sup>5</sup>.

Apesar das diferenças encontradas na literatura em respeito à amplitude de movimento do tronco e coluna, o método de Whistance apresenta a vantagem de considerar a mobilidade da pelve (pois utiliza como referências o TF e EIAS) ao longo da flexão do tronco. Isso pode enriquecer a interpretação das limitações de funcionalidade decorrentes da lombalgia. De fato, Sjolie<sup>13</sup> afirma que a restrição de movimento do quadril pode estar associada à predisposição de lombalgia em adolescentes. Isso se torna vantajoso, uma vez que durante a flexão anterior máxima do tronco, parte do movimento é realizado pelo segmento do quadril.

Pelo fato de a avaliação da flexão anterior do tronco no método de Whistance solicitar aos sujeitos uma grande amplitude de flexão, algumas limitações podem estar presentes. Caso haja encurtamento dos isquiotibiais e gastrocnêmios, o tensionamento desses grupos musculares podem restringir a mobilidade do quadril e indiretamente subestimar os achados do teste. Por outro lado, o valor subestimado do teste em casos de restrição do quadril pode ter uma interpretação clínica importante. Estudos futuros deveriam verificar a hipótese de que o teste de Whistance poderia auxiliar na detecção de sujeitos com predisposição para problemas na coluna. Ainda, sua aplicação em sujeitos com sintomas de lombalgia pode novamente ser subestimada pois, de acordo com McGregor *et al.*<sup>25</sup>, sujeitos com dor lombar apresentam menores amplitudes de flexão do tronco. Por outro lado, sugere-se cautela com a utilização do TF e EIAS como referências, já que sua palpação pode ser dificultada por variações no índice de massa corpórea dos sujeitos e pelo tipo de traje utilizado durante o teste.

Ressalta-se a importância dos cuidados relativos ao posicionamento de prova e condição física dos sujeitos, além dos cuidados com a palpação e colocação das referências anatômicas. Novos estudos deveriam ser realizados no sentido de determinar se as influências dos gastrocnêmios e isquiotibiais podem ser responsáveis por um viés nos achados do ângulo de flexão do tronco ou se ambos podem representar uma informação clínica em relação à lombalgia.

## CONCLUSÃO

O procedimento de análise cinemática angular adotado no estudo demonstrou ser confiável para análise intra e interobservadores durante a mensuração do ângulo de flexão do tronco pelo método de Whistance.

## REFERÊNCIAS

- 1 Silva MC, Fassa AG, Valle NCJ. Dor lombar crônica em uma população adulta do Sul do Brasil: prevalência e fatores associados. *Cad Saude Publica*. 2004;20:377-85.
- 2 Sato TO, Vieira ER, Gil Coury HJC. Análise da confiabilidade de técnicas fotométricas para medir a flexão anterior de tronco. *Rev Bras Fisioter*. 2003;7:53-9.
- 3 Kumar S, Narayan Y, Garand D. Isometric axial rotation of the trunk in the neutral posture. *Eur J Appl Physiol*. 2001;86:53-61.
- 4 Kendall FP, McCreary E, Provance PG. *Músculos: provas e funções*. 4a ed. São Paulo: Manole; 1995.
- 5 Norkin CC, Levangie PK. *Articulações: estrutura e função*. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.
- 6 Roy AL, Keller TS, Colloca CJ. Posture-dependent trunk extensor EMG activity during maximum isometric exertions in normal male and female subjects. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003;13:469-76.
- 7 Tyson SF, DeSouza LH. A clinical model for the assessment of posture and balance in people with stroke. *Disabil Rehabil*. 2003;25:120-6.
- 8 Mastelari HJZ, Cardoso JR, Carregaro RL. Mensuração da lordose lombar em posição ortostática: revisão de literatura. *Fisioter Pesq*. 2006;13:50-7.
- 9 Cardoso JR, Azevedo NCT, Cassano CS, Kawano MM, Ambar G. Confiabilidade intra e interobservador da análise cinemática angular do quadril durante o teste sentar e alcançar para mensurar o comprimento dos isquiotibiais em estudantes universitários. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11:133-8.
- 10 Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med*. 1998;26:217-38.
- 11 Troke M, Moore AP, Maillardet FJ, Cheek E. A normative database of lumbar spine ranges of motion. *Man Ther*. 2005;10:198-206.
- 12 Cox ME, Asselin S, Gracovtsky AS, Richards MP, Newman NM, Karakusevic V, et al. Relationship between functional evaluation measures and self-assessment in non-acute low back pain. *Spine*. 2000;14:1817-26.
- 13 Sjolie AN. Low-back pain in adolescents is associated with poor hip mobility and high body mass index. *Scand J Med Sci Sports*. 2004;14:168-75.
- 14 Watson AWS. Procedure for the production of high quality photographs suitable for recording and evaluation of posture. *Rev Fisioter Univ Sao Paulo*. 1998;5:20-6.
- 15 Amadio AC, Costa PHL, Sacco ICN, Serrão JC, Araújo RC, Mochizuki L. Introdução à análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos biomecânicos de medição. *Rev Bras Fisioter*. 1999;3:41-54.
- 16 Chen YL. Accuracy and repeatability of the stick marker technique for external measurement of the sacral angle during trunk flexion. *Int J Ind Ergon*. 2000;26:101-7.
- 17 Whistance RS, Adams LP, Van Geems BA, Bridger RS. Postural adaptations to workbench modifications in standing workers. *Ergonomics*. 1995;38:2485-503.
- 18 Rosner B. *Fundamentals of biostatistics*. 6th ed. Duxbury: Thomson Learning, 2006.
- 19 Rankin G, Stokes M. Reliability of assessment tools in rehabilitation: an illustration of appropriate statistical analyses. *Clin Rehabil*. 1998;12:187-99.
- 20 Cornbleet S, Woolsey N. Assessment of hamstring muscle length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Phys Ther*. 1996;76:850-5.
- 21 Hui SS, Yuen PY. Validity of the modified back-saver sit-and-reach test: a comparison with other protocols. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:1655-9.
- 22 Kapandji AI. *Fisiologia articular: tronco e coluna vertebral*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
- 23 Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl DL. *Cinesiologia clínica de Brunnstrom*. 5a ed. São Paulo: Manole; 1997.
- 24 Magge DJ. *Avaliação musculoesquelética*. 4a ed. São Paulo: Manole; 2005.
- 25 McGregor AH, McCarthy ID, Hughes SPF. Motion characteristics of normal subjects and people with low back pain. *Physiotherapy*. 1995;81:632-7.