

CONFIABILIDADE E VALIDADE DAS MEDIDAS DA CIFOSE TORÁCICA ATRAVÉS DO MÉTODO FLEXICURVA

TEIXEIRA FA¹ E CARVALHO GA²

¹ Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF - Brasil

² Departamento Médico, Câmara dos Deputados, Brasília, DF - Brasil

Correspondência para: Fellipe Teixeira, QNA 12, casa 06, Taguatinga, CEP 72110-120, Brasília, DF - Brasil

Recebido: 03/07/2006 - Revisado: 20/03/2007 - Aceito: 15/05/2007

RESUMO

Contextualização: A hiper cifose torácica é uma das alterações posturais mais comuns, sendo definida como um aumento da curvatura torácica no plano sagital da coluna vertebral. Uma cifose normal varia de 20 a 50° quando avaliada pelo método radiográfico de Cobb. O método radiográfico é o mais popular para mensuração da cifose, mas em função de ser um método caro e que expõe os sujeitos a radiação, não é o método mais adequado para acompanhamento periódico do paciente. Exames clínicos de rotina, como a avaliação fisioterapêutica da cifose torácica, devem ser válidos, confiáveis, sensíveis, práticos e baratos. **Objetivos:** Verificar a validade concorrente e as confiabilidades intra e interavaliador das medidas de cifose torácica utilizando o Método Flexicurva. **Métodos:** Estudo transversal em que a cifose torácica de 56 pessoas foi avaliada em radiografias sagitais da coluna torácica pelo método de Cobb e pelo Método Flexicurva por dois avaliadores. **Resultados:** O coeficiente de correlação intraclass (ICC) entre as medidas pelo Cobb e pelo método Flexicurva foi de 0,906. A sensibilidade foi de 85%, a especificidade de 97% para diagnosticar a hiper cifose torácica. **Conclusão:** O Método Flexicurva demonstra ser um parâmetro clínico quantitativo excelente para mensuração da curvatura da cifose torácica.

Palavras-chave: cifose; postura; método flexicurva; método de Cobb; validade; confiabilidade; flexicurva.

ABSTRACT

Reliability and validity of thoracic kyphosis measurements using flexicurve method

Background: Thoracic hyperkyphosis is one of the most common postural abnormalities. It is defined as increased thoracic curvature in the sagittal plan of the vertebral column. Normal kyphosis may range from 20° to 50° according to Cobb's radiographic method. The radiographic method is the most popular kyphosis measuring method, but because it is an expensive method and it exposes the individual to radiation, it is not the most appropriate method for periodic patient follow-up. Routine clinical examinations such as physiotherapeutic evaluation of thoracic kyphosis need to be valid, reliable, sensitive, practical and cheap. **Objective:** To investigate the comparative validity and the intra and inter-rater reliability of thoracic kyphosis measurements using the flexicurve method. **Method:** This was a cross-sectional study in which the thoracic kyphosis of 56 people was evaluated from sagittal radiography of the thoracic column using Cobb's method and by means of the flexicurve method, by two evaluators. **Results:** The intraclass correlation coefficient (ICC) between the measurements from the Cobb and flexicurve methods was 0.906. For diagnosing thoracic hyperkyphosis, the sensitivity was 85% and the specificity was 97%. **Conclusion:** The flexicurve method was shown to be a suitable quantitative clinical method for measuring the curvature of thoracic kyphosis.

Key words: kyphosis; posture; flexicurve method; Cobb's method; validity; reliability; flexicurve.

INTRODUÇÃO

Apenas uma em cada três deformidades vertebrais detectadas pela radiografia é diagnosticada clinicamente¹. Dentre as diversas alterações posturais, a hiper cifose torácica é uma das mais comuns. Hiper cifose torácica é o aumento da curvatura torácica no plano sagital, sendo que a indicação para o tratamento é baseada na sua medida angular². Uma cifose normal varia de 20 a 50° quando avaliada pelo método radiográfico de Cobb³. Métodos radiográficos são os mais utilizados para mensuração da cifose, mas em função de ser um método caro e que expõe os sujeitos a radiação, não é o método mais adequado para acompanhamento periódico do paciente e, principalmente, para o propósito de triagem³.

Existem alguns instrumentos disponíveis para mensuração clínica da cifose torácica. Uma régua flexível, chamada de *flexicurve* (flexicurva), tem sido usada para mensurar as curvaturas da coluna no plano sagital. Esse instrumento permite uma avaliação rápida, barata e não-invasiva das curvaturas em um ambiente clínico, em estudos de campo ou com grandes populações⁴.

Takahashi e Atsumi⁵ foram os primeiros a descrever o flexicurva. Milne e Lauder⁶ descreveram o primeiro método de utilização do flexicurva em ambiente clínico para mensuração da cifose através do índice de cifose (IC). Esse protocolo utilizou os centímetros (cm) como unidade de medida. Burton⁷ descreveu um outro método para avaliação angular da região lombar através do flexicurva. O ângulo de lordose era encontrado desenhando a tangente dos traços que foram obtidos com o flexicurva. Lovell, Rothstein & Personius⁸ desenvolveram com o flexicurva um método de avaliação da cifose através de um polinômio de 2° grau para a lordose lombar em que as medidas lineares eram transformadas em medidas angulares.

Exames clínicos de rotina, como a avaliação fisioterapêutica da cifose torácica, devem ser válidos, confiáveis, sensíveis, práticos e baratos. O objetivo deste trabalho foi verificar a validade concorrente e as confiabilidades intra e interavaliadores das medidas da cifose torácica utilizando o método Flexicurva.

METODOLOGIA

O estudo transversal foi realizado na cidade de Brasília – DF. A amostra foi constituída de sujeitos com idade variando entre 40 e 86 anos, com média de 66,7 (\pm 9,37). Dentre a população de funcionários e aposentados de um órgão público em Brasília, a amostra foi selecionada de maneira aleatória, sendo composta por 56 voluntários saudáveis, sendo 21 do sexo masculino e 35 do sexo feminino com idades entre 40 e 86 anos.

Os critérios de exclusão foram: possuir curvatura lateral (escoliose torácica) que impossibilitasse a realização da avaliação pelo Método Flexicurva, avaliação feita pelo teste

de Adams⁸ e, por verificação do prontuário médico dos arquivos do departamento médico do órgão público, ter doenças ou deficiências que não permitissem a manutenção da postura bípede durante o exame ou contra-indicação para fazer raios-X. O trabalho foi aprovado por um comitê de ética da Universidade Católica de Brasília, número 059/2005.

Antes de cada coleta, foi mostrado e explicado o termo de consentimento livre e esclarecido para todos os voluntários. Cada voluntário, após ter assinado o termo de consentimento, foi convidado a entrar na sala de radiografia, já se posicionando no local da coleta do raio-x. As mulheres usaram camisola aberta nas costas para fazer o exame, os homens o fizeram sem camisa e todos fizeram o exame sem calçados. Após o posicionamento do voluntário com flexão de ombros e cotovelos de 90°, para evitar que os membros superiores sobrepusessem a imagem da coluna torácica, dois fisioterapeutas treinados fizeram a medida da cifose torácica pelo método Flexicurva diretamente sobre a pele dos voluntários. O avaliador 2, após ter feito a medida da cifose torácica, repetiu a mesma coleta logo em seguida. Imediatamente após a coleta pelo método Flexicurva, foi feita uma radiografia lateral da coluna torácica na mesma postura.

Cada voluntário foi orientado a permanecer imóvel durante a realização do raio-X e teve proteção adequada à irradiação. Conforme Bradford et al.⁹ foi calculado o ângulo de Cobb da cifose torácica, sendo que essa medida foi realizada por um único avaliador que não teve informações sobre os dados coletados com o método Flexicurva.

Para a determinação do ângulo de cifose dorsal através do método Flexicurva, foi utilizada uma régua flexível da marca Trident® de 60 cm de tamanho, régua, papel milimetrado, fita adesiva, caneta e *software* específico feito na base do *Microsoft Excel*. A medida da cifose torácica pelo método Flexicurva consiste em realizar os seguintes passos:

Localização e marcação dos processos espinhosos de C7 e T12

A figura 1 (A) mostra a marcação dos pontos conforme Field¹⁰. Para o estudo, foi adicionada à fita adesiva um marcador de chumbo para se identificar a concordância entre o ponto externo e o da radiografia. Foi encontrado acerto em 100% dos casos.

Moldagem da régua flexível sobre o dorso do voluntário

A régua flexível foi posicionada inicialmente no processo espinhal de C7, sendo moldada com o formato da curvatura cifótica até o processo espinhal T12 (figura 1B). A régua flexível foi então marcada nos pontos coincidentes de C7 e T12 já previamente demarcados na coluna do voluntário.

Transcrição do formato da coluna dorsal para o papel milimetrado

A régua flexível, assim que retirada do indivíduo, mantinha a forma do dorso e foi colocada sobre um papel



Figura 1. A) Marcadores de pele de C7 e T12. B) Moldagem da régua flexível.

milimetrado onde foi feito o contorno da régua do lado em que estava apoiada na coluna do indivíduo avaliado e demarcado os pontos de C7 e T12.

Definição do Xtotal, Xmeio e H

Depois de transferido para o papel milimetrado o contorno da cifose torácica, foi traçada uma linha reta ligando o ponto equivalente de C7 ao de T12. Outra reta perpendicular àquela foi feita entre os pontos de C7-T12, encontrando o ponto de maior distância que a curva tivesse em relação à reta entre C7 e T12.

As distâncias foram definidas da seguinte forma: Altura (H) como a maior distância da curvatura com a linha que une os pontos de C7 e T12. A medida Xmeio foi determinada pela distância entre o ponto de T12 e o ponto onde H toca a reta que une C7 e T12. A medida Xtotal foi a distância da reta que une C7 e T12 (figura 2).

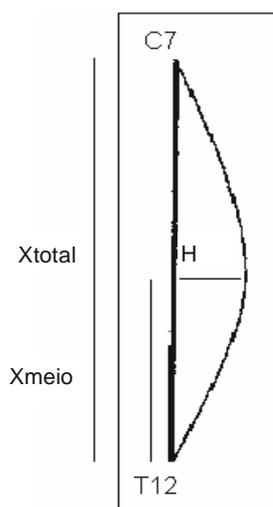


Figura 2. Esquema da medida do Xtotal (distância entre C7 e T12) Xmeio (distância entre a linha H e T12) e H (distância entre a linha Xtotal até o vértice da curva) do método Flexicurva.

Cálculo angular através de um polinômio de 3º grau

Após terem sido determinadas as distâncias, em centímetros, de Xtotal, Xmeio e H, no papel milimetrado, esses valores das distâncias de Xtotal, Xmeio e H foram digitados em um programa com base no *Microsoft Excel* para se calcular o ângulo da cifose torácica em graus a partir de uma fórmula matemática específica, descrita a seguir:

$$=180/PI()*(ATAN(H*XTOTAL*(-3*XMEIO+2*XTOTAL)/XMEIO/(XTOTAL^2+XMEIO^2-2*XTOTAL*XMEIO))-ATAN(3*H*(XTOTAL-2*XMEIO)/XMEIO^2/(XTOTAL^2+XMEIO^2-2*XTOTAL*XMEIO)*XTOTAL^2-2*H*(XTOTAL^2-3*XMEIO^2)/XMEIO^2/(XTOTAL^2+XMEIO^2-2*XTOTAL*XMEIO)*XTOTAL+H*XTOTAL*(-3*XMEIO+2*XTOTAL)/XMEIO/(XTOTAL^2+XMEIO^2-2*XTOTAL*XMEIO)))$$

Para confirmar o dado correto, usa-se:

$$=SE(OU(1/3*XTOTAL*(-3*XMEIO+2*XTOTAL)/(XTOTAL-2*XMEIO)<0;1/3*XTOTAL*(-3*XMEIO+2*XTOTAL)/(XTOTAL-2*XMEIO)>XTOTAL;XTOTAL=2*XMEIO)$$

Foram feitas três análises distintas comparando o método Flexicurva com o ângulo de Cobb. A primeira análise foi feita comparando os resultados do primeiro fisioterapeuta (aqui chamado de avaliador 1), a segunda análise foi com a primeira coleta do segundo fisioterapeuta (avaliador 2) e a terceira análise foi feita comparando a média das duas coletas do avaliador 2 (avaliador 2/2).

Os procedimentos estatísticos foram:

1) Cálculo do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) entre as medidas angulares pelo método Flexicurva e pelo método de Cobb;

2) Sensibilidade, especificidade, o valor preditivo positivo (VP+) e o valor preditivo negativo (VP-) em relação ao diagnóstico de hipercifose ou cifose normal;

3) A relação dos valores de Xtotal, Xmeio e H na formação do valor do ângulo do método Flexicurva;

4) ICC entre medidas do avaliador 1 e 2 (confiabilidade interavaliadores);

5) ICC entre as duas medidas do avaliador 2 (confiabilidade intra-avaliador).

O nível de significância estabelecido foi de 95%. As avaliações foram feitas no programa SPSS 13.0 *for windows*.

RESULTADOS

A média e o desvio-padrão (DP) das cifoses torácicas medidas são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Média e desvio-padrão do ângulo de cifose dorsal com o método flexicurva dos avaliadores 1, 2 e 2/2 e do método radiográfico de Cobb.

Grupos	Média do ângulo de cifose	Desvio-padrão
Avaliador 1	44,9°	± 8,17
Avaliador 2 (1ª medida)	41,4°	± 8,65
Avaliador 2/2	43,6°	± 7,5
Cobb	42,8°	± 9,9

Foram calculados o ICC para os valores de Xtotal, Xmeio e H (tabela 2) medidos pelos avaliadores 1 e 2 (confiabilidade interavaliadores) e as medidas angulares feitas entre os dois avaliadores.

Tabela 2. Coeficiente Intraclasse entre os valores Xtotal, Xmeio e H dos avaliadores 1 e 2.

Grupos	Coeficiente Intraclasse (ICC)	P
Xtotal1 e Xtotal2 (1ª medida)	0,974	0,001
Xmeio1 e Xmeio2 (1ª medida)	0,872	0,0001
H1 e H2 (1ª medida)	0,938	0,0001
Avaliador 1 x Avaliador 2 (1ª medida)	0,94	0,0001

O ICC entre os grupos também foi analisado e foi visto que são necessárias duas coletas para que os valores de validade concorrente apresentem bons resultados (tabela 3).

As medidas intra-avaliadores apresentam ICC de 0,87 e as medidas entre os avaliadores (avaliador 1 e avaliador 2 primeira coleta) ICC de 0,94. Foram analisadas também a sensibilidade e a especificidade do método Flexicurva em relação à detecção de pacientes que estão com hipercifose (> 50°) ou àqueles com cifose normal (20 - 50°) conforme referência de normalidade¹¹. A sensibilidade foi de 85% para detecção da hipercifose e especificidade de 97% para descartar os casos de hipercifose, sendo esse resultado encontrado na média de duas coletas do segundo avaliador (avaliador 2/2).

Tabela 3. Coeficiente Intraclasse dos valores angulares de cifose entre os grupos – validade concorrente.

Grupos	Coeficiente Intraclasse (ICC)	P
Avaliador 1 x Cobb	0,528	0,003
Avaliador 2 x Cobb	0,589	0,001
Avaliador 2/2 x Cobb	0,906	0,0001

DISCUSSÃO

Para as coletas feitas por um único avaliador, os resultados de ICC foram fracos, sendo que para o avaliador 1 foi de 0,528 e para o avaliador 2 foi de 0,589. Porém, quando se fizeram duas coletas e se tirou a média delas, avaliador 2/2, o valor de ICC chegou a 0,906, o que indica uma forte validade concorrente entre os valores obtidos pelo método do Flexicurva e pelo método de Cobb. Tal fato pode ser explicado de maneira similar a outros instrumentos de medida clínica como o adipômetro que, para diminuir o possível erro de mensuração, faz-se mais de uma coleta. Portanto, as comparações são consideradas utilizando o avaliador 2/2.

Lundon, Li e Bibershtein¹² estudaram três diferentes métodos para a mensuração clínica da cifose. Foram envolvidos 26 sujeitos, avaliados por três diferentes observadores com três diferentes instrumentos: o flexicurva, utilizando o método do Índice de Cifose (IC) e o cifômetro de DeBrunner comparados com a radiografia com mensuração do ângulo de Cobb. Houve uma confiança maior inter e intra-avaliadores com o cifômetro do que com o flexicurva. A análise de variância mostrou que não há diferença estatisticamente significativa entre as informações das três análises, porém a régua flexível tem um custo muito menor que o cifômetro. Os autores indicaram o flexicurva como um bom instrumento qualitativo para mensuração da cifose torácica em contraste dos nossos achados que demonstrou que o método Flexicurva demonstra ser um bom método quantitativo. Utilizando o método Flexicurva, pode-se dizer que a régua flexível é um instrumento quantitativo para mensuração do ângulo da cifose torácica.

Hart e Rose¹³ estudaram o grau de concordância analisado por um único avaliador, com o flexicurva, utilizando o método do desenho das tangentes, sendo que eles obtiveram um ICC de 0,87 comparado à mensuração radiológica. Nesse referido estudo de validade, utilizaram-se apenas 6 sujeitos especificamente para a lordose lombar. Essa amostra baixa faz com que os resultados obtidos por Hart e Rose não sejam esclarecedores, ao contrário dos nossos, que apresentou um ICC de 0,906 em 56 pacientes.

Salisbury e Porter¹⁴ obtiveram uma correlação de $r=0,79$ comparando o flexicurva com o método do desenho das tangentes com ultra-sonografia para flexão da região lombar e $r=0,69$ para a extensão. Os resultados foram piores

que os nossos ($r = 0,866$). Uma forte correlação não pode ser confundida com uma forte concordância. Correlações indicam se os valores obtidos aumentam ou diminuem em igual proporção.

Em comparação a outros instrumentos clínicos de mensuração da cifose dorsal, o método Flexicurva apresenta bons resultados. D'Osualdo, Scherano e Iannis¹⁵, usando o arcômetro para mensurar a cifose torácica, mostrou haver uma excelente correlação entre os avaliadores $r = 0,98$, apresentando resultados melhores que os nossos ($r = 0,888$), porém encontrou um considerável desacordo entre a medida radiológica e o arcômetro, ao contrário dos nossos achados com o método Flexicurva (ICC = 0,906 e $r = 0,862$).

Comparando outros instrumentos entre os avaliadores, Korovešić et al.¹⁶ verificaram que, para as medidas obtidas pelo cifômetro de Debrunner para a cifose dorsal, o ICC entre avaliadores foi de 0,84. Mannion et al.¹⁷ estudaram a cifose dorsal com o *spinal mouse*[®] e o ICC entre dois avaliadores foi de 0,83. No presente estudo, os testes entre os avaliadores mostraram bons resultados, sendo que o ICC foi de 0,94, apresentando melhores concordâncias que esses outros instrumentos.

Com o flexicurva, utilizando o método de polinômio de 2º grau, Lovell, Rothstein e Personius⁸ observaram que o ICC entre os avaliadores foi de 0,54 para a lordose lombar, porém este utilizou um método diferente de avaliação angular. Neste estudo, os autores observaram que as medidas feitas através do flexicurva devem ser realizadas sempre pelo mesmo avaliador para evitar os erros entre os avaliadores, ao contrário deste presente trabalho, em que dois avaliadores apresentam um grau excelente de concordância entre eles (ICC = 0,94).

Para as medidas intra-avaliadores, Walker, Rothstein e Finucane¹⁸ reportaram um ICC de 0,90 para as mensurações repetidas em 31 jovens saudáveis para a confiabilidade da lordose lombar, utilizando o flexicurva e utilizando o desenho das tangentes. Hart & Rose¹³ estudaram a confiança obtida por um único avaliador com o Flexicurva (desenho das tangentes) e obtiveram um ICC de 0,97 para 23 pares de mensurações repetidas, indicando uma excelente concordância entre o mesmo avaliador várias vezes.

A medida chamada de "medida H", neste método, é a que tem maior influência na medida estimada pelos cálculos através do método Flexicurva de 3º grau. Aparentemente ele não tem relação com a altura do indivíduo e sim com o arco que forma a coluna dorsal. Em média para cada 1 cm de mudança nesse valor, o ângulo pode se alterar em até 11,95° ($\pm 0,246$). Segundo Lovell, Rothstein e Personius⁸, cada 1 milímetro (mm) de mudança no valor de H pode afetar o ângulo do flexicurva em até 10°, pois eles utilizam uma fórmula baseada em um polinômio de 2º grau, indicando que o vértice

do arco sempre estará na meia distância entre os pontos extremos, ou seja, ele considera que a curvatura da coluna sempre será um arco perfeito, sendo esta uma forte indicação de erro.

Caine, McConnell e Taylor¹⁹ demonstraram que a curvatura máxima da coluna pode estar localizada em locais diferentes do arco, portanto, certas categorias de curvaturas cifóticas não são bem representadas pelo índice de cifose (IC). A curvatura da coluna torácica e lombar quase sempre não é um arco perfeito com a medida do vértice na meia distância do arco. Isso demonstra que os cálculos para se obter a tangente do ângulo de cifose (ou mesmo lordose) deve se basear em polinômios de 3º grau, o qual se utilizou neste estudo, que corrige o valor angular mesmo se o vértice da curva não estiver na meia distância do arco.

A sensibilidade e a especificidade foram feitas com os avaliadores 1, 2 e 2/2, sendo que, com o avaliador 2/2, os resultados foram melhores e mais homogêneos que aqueles encontrados pelos avaliadores 1 e 2. Outros estudos não reportam esse tipo de dados.

Os resultados deste presente trabalho se apresentaram melhores que os de Hart e Rose⁸ que descreveram um ICC de 0,86 contra ICC de 0,90 do presente estudo. De acordo com os resultados deste trabalho e dos trabalhos prévios mostrando a dificuldade de se validar um método não invasivo de mensuração da cifose (ou mesmo da lordose), sugere-se o uso e a utilização do protocolo aqui proposto. Portanto, o uso do método Flexicurva de 3º grau deve ser feito entre os pontos de C7 e T12, e devem ser feitas duas coletas em seguida, fazendo-se a média simples entre elas. Esses procedimentos ajudam a diminuir o erro entre os avaliadores e aproximam o valor do método Flexicurva de 3º grau ao ângulo de Cobb.

Este estudo exigiu muitas radiografias, o que dificultou a amostragem ser maior. Apesar de a idade média do grupo estudado ter sido alta, a curvatura cifótica média dos indivíduos avaliados apresentou-se dentro da normalidade (20° - 50°); o que poderia ser um fator limitante do estudo acabou sendo controlado pela própria característica do grupo estudado.

Novos estudos podem e devem ser feitos nesse sentido de validar as medidas do método Flexicurva de 3º grau para determinados grupos de população específicos, por exemplo, para idosos, para crianças, saber os limites de graus que o método Flexicurva de 3º grau proposto nesse estudo poderá medir.

O método Flexicurva mostrou-se confiável e válido para a medida da cifose torácica, sendo de fácil utilização para o ambiente clínico e para pesquisas na área da postura humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pluijm S, Tromp AM, Smit JH, Deeg DJH, Lips P. Consequences of vertebral deformities in older men and women. *J Bone Miner Res.* 2000;15:1564-72.
2. Poolman R, Been H, Ubags L. Clinical outcome and radiographic results after operative treatment of Scheuermann's disease. *Eur Spine J.* 2002;11:561-9.
3. Willner S. Spinal pantograph: a non-invasive technique for describing kyphosis and lordosis in the thoraco-lumbar spine. *Acta Orthop Scand.* 1981;52:525-9.
4. Hinman MR. Comparison of thoracic kyphosis and postural stiffness in younger and older women. *Spine J.* 2004;4(4):413-7.
5. Takahashi E, Atsumi H. Age differences in thoracic form as indicated by thoracic index. *Hum Biol.* 1955;27(2):65-74.
6. Milne JS, Lauder IJ. The relationship of kyphosis to the shape of vertebral bodies. *Ann hum biol.* 1976;3:173-9.
7. Burton AK. Regional lumbar sagittal mobility: Measurement by flexicurves. *Clin biomech.* 1986;1:20-6.
8. Lovell F, Rothstein J, Personius W. Reliability of clinical measurements of lumbar lordosis taken with a flexible rule. *Phys Ther.* 1989;69(2):96-102.
9. Bradford DS, Lonstein JE, Moe JH, Ogivie JW, Winter RB. Escoliose e outras deformidades da coluna: o livro de moe. 2ª ed. São Paulo: Santos; 1994.
10. Field D. Anatomia palpatória. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2001.
11. Fon G, Pitt M, Thies A. Thoracic kyphosis: range in normal subjects. *A J R.* 1980;134:979-83.
12. Lundon K, Li A, Bibershtein S. Interrater and intrarater reliability in the measurement of kyphosis in postmenopausal women with osteoporosis. *Spine.* 1998;23(18):1978-85.
13. Hart DL, Rose SJ. Reliability of a non-invasive method for measuring the lumbar curve. *J Ortho Sports Phys Ther.* 1986;8:180-4.
14. Salisbury P, Porter R. Measurement of lumbar sagittal mobility. A comparison of methods. *Spine.* 1987;12(2):190-3.
15. D'osualdo F, Scherano S, Iannis M. Validation of clinical measurement of kyphosis with a simple instrument, the arcometer. *Spine.* 1997;22:408-13.
16. Korovessis P, Petsinis G, Papazisis Z, Baillousis A. Prediction of thoracic kyphosis using the De Brunner kyphometer. *J Spin Disor.* 2001;14(1):67-72.
17. Mannion A, Knecht, K, Balaban JE, Grob D. A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: reliability of measurements and comparison with data reviewed from the literature. *Eur Spine J.* 2004;13:122-36.
18. Walker ML, Rothstein JM, Finucane SD, Lamb RL. Relationships between lumbar lordosis, pelvic tilt, and abdominal muscle performance. *Phys Ther.* 1987;67(4):512-6.
19. Caine MP, Mcconnell AKE, Taylor D. Assessment of spinal curvature: an evaluation of the flexicurve and associated means of analysis. *Int Journ Rehab Resear.* 1996;19:271-8.