

Fotogrametria Computadorizada na Avaliação da Escoliose: Proposta de um novo marcador anatômico de superfície.

*Computaderized Photogrammetry for Scoliosis Evaluation:
Proposal for a New Anatomical Landmark*

Rozilene Maria Cota Aroeira¹, Jefferson Soares Leal², Antonio Eustáquio de Melo Pertence³

Resumo

A fotogrametria computadorizada vem sendo utilizada como um recurso não-invasivo na avaliação da escoliose. A identificação da vértebra apical, onde ocorre o fenômeno da escoliose, é de grande relevância para a aplicação de protocolos fotogramétricos nessa deformidade. Objetivos: desenvolver um marcador de superfície visando reproduzir, por meio da pele, essa deformidade vertebral e, assim, avaliar a intensidade de concordância entre os raios-X e a fotogrametria computadorizada para a localização da vértebra apical. Método: Foram avaliados 16 indivíduos (quatorze do sexo feminino e dois do sexo masculino) portadores de escoliose idiopática do adolescente, com as médias: idade 21,44 6,17 anos, peso 52,9 5,88 Kg, estatura 1,63 0,05 m e índice de massa corporal (IMC) 19,86 0,26. Cada sujeito foi radiografado em ortostatismo ântero-posterior e fotografado com câmera digital nos planos frontal posterior, oblíquo esquerdo 45° e sagital direito 90°. As fotografias, utilizando o software CorelDraw-13®, e as radiografias foram submetidas à análise para localização da vértebra apical. Resultados: O coeficiente Kappa para a localização da vértebra apical nas escolioses torácicas foi 0,920 e para as escolioses lombares esse coeficiente foi 0,825, demonstrando uma concordância excelente entre os métodos de raios-X e de fotogrametria computadorizada. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5%. Conclusão: Os estudos preliminares demonstraram uma forte concordância entre os dois métodos para a identificação da vértebra apical torácica e lumbar. O marcador anatômico de superfície tipo vetor demonstrou ser capaz de reproduzir, na superfície, o fenômeno da escoliose.

Palavras-chave:

escoliose, raios-X, fotogrametria computadorizada, dispositivo.

INTRODUÇÃO

A escoliose idiopática do adolescente é uma deformidade tridimensional da coluna vertebral e se constitui, em sua maioria, como um distúrbio músculoesquelético com característica de deformação óssea estrutural classificada como dismorfismo. Considera-se que 70% dos casos se manifestam no período de crescimento corporal e maturação óssea (TRIBASTONE, 2001).

1. Fisioterapeuta, mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

2. Médico, coordenador do Ambulatório de Coluna Vertebral do serviço de ortopedia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

3. Engenheiro Mecânico, professor doutor da Escola de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Abstract

Computerized photogrammetry has been used as a non-invasive method for angular measurement of scoliosis. The identification of the apical vertebra, local of occurrence of the scoliosis phenomenon, is of great relevance for implementation of photogrammetric protocols. Objective: This study had as goal to develop a skin landmark in order to delineate on the surface this phenomenon of scoliosis and thus evaluate the strength of correlation between X-rays and computerized photogrammetry for the location of the apical vertebra of scoliosis. Methods: We studied 16 subjects (14 females and 2 males) with adolescent idiopathic scoliosis, which had average age of 21.44 6.17 years, an average weight of 52.91 5.88 kg, an average height of 1.63 0.05 m and body mass index (BMI) of 19.86 0.26. Each subject had a antero-posterior radiograph of their trunk and was photographed in standing, dorsal, lateral (right side visualization 90°) and oblique (left side 45°) positions, utilizing a digital camera. The photographs were analyzed to identify the apical vertebra, according to established criteria, using the Suite CorelDraw-13® software. The radiographs were analyzed for identification of the apical vertebra. Results: The kappa coefficient for location of the apical vertebra in thoracic scoliosis was 0.920 and the lumbar scoliosis coefficient was 0.825, demonstrating excellent agreement between the methods of X-rays and computerized photogrammetry. The level of significance for all tests was 5%. Conclusion: Preliminary studies have shown a strong correlation between the two methods for the identification of thoracic and lumbar apical vertebra. The landmark type vector was effective to represent on the skin surface the phenomenon of scoliosis.

Key words:

scoliosis, X-rays, computerized photogrammetry, device.

Desta forma, o período de crescimento corporal é aquele onde há uma maior necessidade de acompanhamento da evolução dessa deformidade. Tradicionalmente, esse acompanhamento é feito por radiografia panorâmica, ântero-posterior, em associação com o método de Cobb. Esse processo avaliativo pode resultar para o indivíduo, em uma média, de 25 radiografias ao longo do tratamento (KLOS et al., 2007), durante os quais os pacientes são expostos à, relativamente, altas doses de radia-

Recebido:02/01/2010

ACEITO:15/01/2010

Autor para correspondência: Rozilene Maria Cota Aroeira

E-mail: rozecota@hotmail.com

ção ionizante estimada em 10,8 cGy, em média (DOODY, LONSTEIN, STOVALL et al., 2000).

Existem vários estudos sobre os efeitos dessa radiação nos pacientes em acompanhamento da escoliose, dentre eles (LEVY, GOLDBERG, HANLEY et al., 1994; LEVY, GOLDBERG, MAYO et al., 1996; GOLDBERG, MAYO, LEVY et al., 1998; DOODY, LONSTEIN, STOVALL et al., 2000; BONE e HSIEH, 2000; RON, 2003; BERRINGTON de GONZALES e DARBY, 2004). Uma exposição excessiva aos raios-X pode associar-se a um aumento de risco para mutação genética e indução de neoplasias, cujos órgãos particularmente vulneráveis são - a medula óssea, a mama e a tireoide (TRIBASTONE, 2001). A radiografia panorâmica, de toda a coluna, é a mais usada nesse acompanhamento por oferecer melhor visualização da deformidade (KNOPLICH, 2003). Entretanto, esse procedimento expõe o paciente a maior quantidade de radiação (HEBERT, 2003). Além disso, soma-se o fato de que essa exposição à radiação ocorre, principalmente, durante o estirão de crescimento, onde não há maturação óssea completa, amplificando os efeitos biológicos deletérios. Segundo Tribastone (2001), não é conveniente submeter o indivíduo a exames radiográficos por mais de duas vezes ao ano.

As considerações acima motivaram, nas duas últimas décadas, o desenvolvimento de métodos alternativos de avaliação da escoliose, como aqueles que se baseiam no estudo da topografia da superfície das costas (OVADIA, BAR-ON, FRAGNIÈRE et al., 2007). Dois tipos básicos de tecnologia têm sido implementadas: 1- a medida feita por contato direto com as costas do paciente, com tecnologias como o Ortelius800TM, Ultrasound-Based, SpinalMouse system (CÔTÉ, KREITZ, CASSIDY et al. 1998; ZSIDAI e KOCSIS, 2001; OVADIA, BAR-ON, FRAGNIÈRE et al., 2007); 2- a utilização de métodos variados de escaneamento ou técnicas fotográficas para mapear a superfície, como, Moiré Contourgraphy, Quantec (OVADIA, BAR-ON, FRAGNIÈRE et al., 2007).

Na última década, a fotogrametria computadorizada vem se revelando uma ferramenta promissora na avaliação da cinemática humana, com a análise angular de movimentos e da postura estática (RICIERI, 2000; RICIERI, 2005). Apresenta-se como um método não-invasivo, de fácil aplicação clínica e de baixo custo. Entretanto, alguns estudos não recomendam a aplicação desse método avaliativo para a mensuração da curva escoliótica (SILVA, 2002; DÖHNER e TOMASI, 2008; SAAD, COLOMBO, JOÃO, 2009).

A captação de informações por meio da pele é de grande relevância na aplicação de protocolos de mensuração fotogramétrica. Na avaliação da escoliose, especificamente, é importante a identificação da vértebra apical da curva. Essa vértebra, segundo KOTWICKI e NAPIONTEK (2008), é aquela mais lateralmente desviada da linha sacral central e que apresenta a rotação mais importante.

Os recursos utilizados para a captação de informações de superfície na escoliose têm se mostrado, em alguns estudos científicos, inadequados e comprometedores do seu resultado.

O presente estudo objetivou apresentar uma nova concepção em marcador anatômico de superfície, criando novas perspectivas para as avaliações qualitativas e quantitativas da escoliose.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo de campo

Dezesseis pacientes, diagnosticados com escoliose idiopática do adolescente, foram incluídos nesse estudo com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa - COEP, parecer nº. ETIC 579/07. Um termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido dos pais e responsáveis pelos menores de idade. A média de idade foi 21,44 ± 6,17 anos. A amostra compôs-se de quatorze indivíduos do sexo feminino e dois do sexo masculino, todos acima de onze anos de idade e Cobb dorsal mínimo de 17,8° e máximo de 73,0°; Cobb lombar mínimo de 14,0° e máximo de 48,6°. O critério de inclusão dos indivíduos pesquisados foi estar em acompanhamento radiológico e clínico da escoliose idiopática do adolescente e, o de exclusão foi ter sido submetido à cirurgia de correção da escoliose ou ressecção de processos espinhosos.

Encaminharam-se todos os indivíduos estudados à clínica de avaliação radiológica e, imediatamente após, ao estúdio para a coleta das fotos digitais. A identificação da vértebra apical por radiografias realizou-se por profissional médico especializado em coluna vertebral e identificou-se a vértebra apical por fotogrametria computadorizada realizada por fisioterapeuta especializado, utilizando-se o software CorelDraw-13®.

Análise radiológica

Para a realização da análise radiológica, obteve-se radiografia digital, ântero-posterior, panorâmica em ortostatismo, obtida de cada indivíduo examinado. As radiografias digitais impressas foram analisadas por um médico ortopedista para a localização da(s) vértebra(s) apical de cada curva e a quantificação do ângulo de Cobb. Para esses procedimentos utilizou-se régua de 30 cm e transferidor 180°, marca MAPED®, caneta esferográfica e folhas de transparência. As medições dos ângulos de Cobb realizaram-se em cinco momentos distintos, posteriormente, calculadas suas médias.

As análises radiológicas revelaram uma média para o ângulo de Cobb dorsal de 36,14° - desvio padrão de 16° - e para o Cobb lombar de 27,20° - desvio padrão de 10° - que incluíram: doze indivíduos com curva dupla, dorsal e lombar, três com curva única lombar e um com curva única dorsal.

Protocolo de avaliação com fotogrametria computadorizada

O protocolo de fotogrametria computadorizada consistiu na análise qualitativa das fotografias digitais utilizando o software CorelDraw-13®. Inicialmente, realizou-se a palpação e marcação dos processos espinhosos das vértebras C7 a L5, por um único examinador, utilizando-se marcador anatômico de superfície tipo vetor. Esse dispositivo consistiu de um cilindro plástico de 5 mm de diâmetro e 45 mm de comprimento, encaixado sobre uma base metálica de 8mm de diâmetro e posicionado, perpendicularmente, aos processos espinhosos de cada vértebra por meio de adesivo circular branco com 18,79 mm de diâmetro. A extremidade superior do marcador recebeu tinta amarela e a base

metálica tinta preta, para criar contraste na identificação desses pontos à tela do computador. O corpo do marcador foi colorido com cores distintas para favorecer a identificação das vértebras cervical, dorsal e lombar. FIG.1 A e B. Em seguida, o indivíduo foi fotografado em posição ortostática, frontal posterior, sagital 45° e 90°, utilizando-se câmera digital, marca Sony, 7.1 megapixel, definição 3072 x 2304, posicionada sobre tripé marca GREIKA WT3750, a uma altura de 1,10m e com distância focal de 1,30 m. Visando dar referência métrica de fundo, utilizou-se um simetógrafo, marca CARCI®, 2,05 m de altura e 0,72 m de largura. As imagens foram transferidas para o software CorelDraw-13® e submetidas à análise para localização da(s) vértebra(s) apical(s) segundo protocolo proposto nesse estudo.

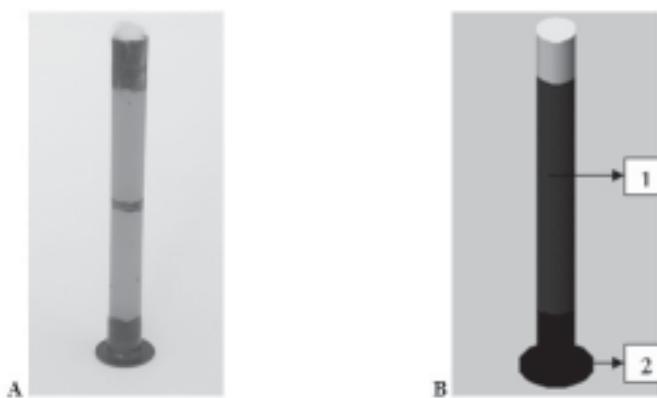


Figura 1- A - Marcador anatômico de superfície tipo vetor; B - figura esquemática do marcador anatômico de superfície tipo vetor, onde, 1 - representa o corpo do vetor, 2 - representa a base do vetor.

Fonte: AROEIRA, Rozilene M. C., 2009.

Esse protocolo foi composto por uma única fase de fotointerpretação. Essa fase consistiu na identificação da vértebra apical e da vértebra limite superior da curva escoliótica. Para as curvas torácicas, duas linhas verticais foram traçadas na região dorsal, utilizando-se a ferramenta a mão livre do software CorelDraw-13®. Uma dessas linhas foi traçada tangenciando a face convexa do arco da coluna vertebral reproduzido pelos marcadores anatômicos tipo vetor, a outra, passando pelo eixo vertical de C7, FIG.2. A vértebra apical é a vértebra mais afastada do eixo vertical de C7 e, geralmente, aquela que apresenta maior rotação de seu corpo, o que foi visualizado pela mudança espacial do corpo do marcador em vetor. A vértebra limite superior é a primeira vértebra a sair do alinhamento vertical de C7 e a sofrer rotação. Para as curvas lombares, tomou-se como referência para a vértebra apical e vértebra limite superior a linha sacral central.

A fotogrametria computadorizada, por meio dos marcadores anatômicos tipo vetor, permitiu, ainda, gerar imagens virtuais do comportamento espacial da coluna vertebral utilizando-se o software SolidWorks®.

FIG. 3.

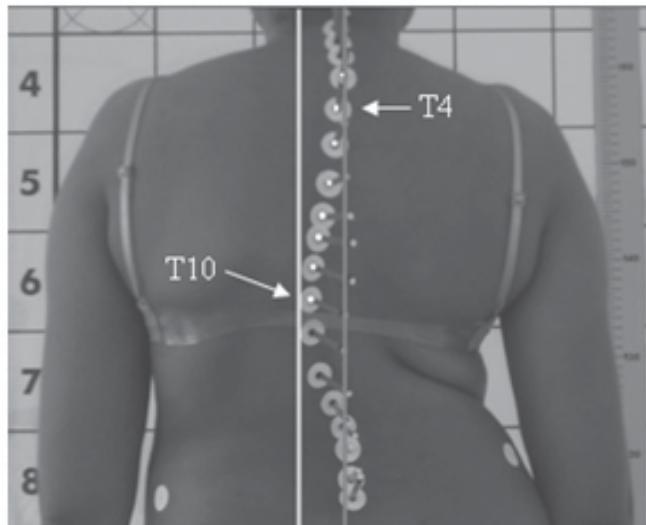


Figura 2 - Fotointerpretação: Na FIG. 2 a linha à esquerda identifica a vértebra apical através da vertical tangenciando a convexidade da curva (vértebra T10). A linha à direita identifica a vértebra limite superior da curva pela vertical traçada sobre o eixo de C7 e pela primeira vértebra rompendo com esse alinhamento vertical e a sofrer rotação axial (vértebra T4).

Fonte: AROEIRA, Rozilene M. C., 2009.

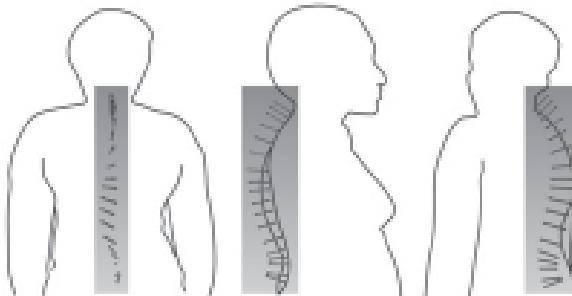


Figura 3 - As figuras, processadas no software SolidWorks®, representam o comportamento espacial da curva escoliótica de uma voluntária, utilizando o marcador anatômico de superfície tipo vetor, em três planos distintos, da esquerda para à direita: o plano frontal posterior, o plano sagital direito (90°) e o plano oblíquo esquerdo (45°), respectivamente.

Fonte: AROEIRA, Rozilene M. C., 2009.

Resultados

A TAB. 1 representa os dados gerais dos sujeitos analisados, com seus respectivos ângulos de Cobb e as vértebras apicais identificadas por radiografia e por fotogrametria computadorizada. Como as variáveis desse estudo não possuem distribuição normal, utilizou-se um teste não-paramétrico para análise dos dados.

Para descrever a intensidade da concordância entre os dois métodos de classificação, raios-X e fotogrametria computadorizada, utilizou-se a medida

Kappa, que é uma medida de concordância interobservador e mede o grau de concordância além do que seria esperado pelo acaso. Essa medida tem como valor máximo o 1, que representa a total concordância. Valores igual a zero indicam nenhuma concordância. TAB. 1.

TABELA1

Coefficiente Kappa	Força da concordância
< 0,40	Leve / Ruim
0,40 – 0,60	Moderado
0,60 – 0,80	Grande
> 0,80	Excelente

Fonte: Dados da pesquisa de campo. AROEIRA, Rozilene M.C., 2009

Com um nível de significância de 5% a hipótese nula é rejeitada, o que evidencia que a concordância entre os dois exames é diferente de zero, ou seja, eles são concordantes. Considerando-se a vértebra adjacente como concordante, o valor obtido para o índice Kappa foi 0,92 que é muito alto e considerado excelente. Em todas as vértebras a concordância entre os dois métodos é significativa, sendo que, apenas para as vértebras T7 e T9 essa concordância não foi perfeita, ou seja, índice Kappa diferente de 1. TAB. 2.

TABELA2

Apresentação do índice Kappa, nível de significância do teste de 5%, para pacientes que apresentaram escoliose torácica.

Vértebra	Kappa	SE Kappa	Z	Valor p
-	1	0,250	4	0
T10	1	0,250	4	0
T5	1	0,250	4	0
T7	0,84	0,247	3,42	0,0003
T8	1	0,250	4	0
T9	0,84	0,247	3,42	0,0003
Geral	0,92	0,125	7,34	0

Fonte: Dados da pesquisa de campo. AROEIRA, Rozilene M.C., 2009.

Para a escoliose lombar, o valor obtido para o índice Kappa foi 0,83, que é muito alto e considerado excelente. Para a vértebra L3 a concordância foi perfeita, já na identificação da vértebra L4 houve total discordância entre os exames, Kappa igual a 0. TAB. 3.

TABELA3

Apresentação do índice Kappa, nível de significância do teste de 5%, para pacientes que apresentaram escoliose lombar.

Vértebra	Kappa	Valor p
-	1	0
L1	0,765	0,0008
L2	0,862	0,0002
L3	1	0
L4	0	*
Geral	0,825	0

Fonte: Dados da pesquisa de campo. AROEIRA, Rozilene M.C., 2009.

O GRAF.1 representa o índice Kappa nas avaliações da vértebra apical torácica e lombar, considerando-se como concordantes as respostas em que as vértebras localizadas são adjacentes.

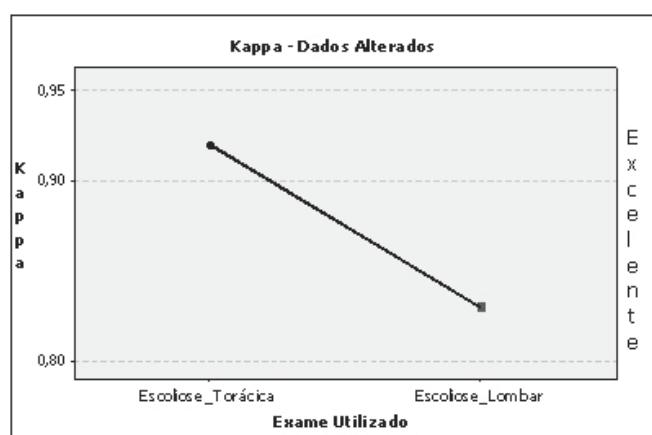


GRÁFICO 1- Apresentação gráfica do índice Kappa nas avaliações da escoliose torácica e lombar, considerando-se como concordantes as respostas em que as vértebras são localizadas adjacentes.

Fonte: Dados da pesquisa de campo. AROEIRA, Rozilene M.C., 2009.

De outra maneira, considerando-se como concordantes as respostas em que se excluíram as vértebras adjacentes, o índice Kappa para a vértebra torácica foi 0,77, que é considerado bom. TAB. 4. Em todas as vértebras a concordância entre os dois métodos foi significativa e a identificação de T5 e T10 foi totalmente concordante, ou seja, índice Kappa igual a 1.

TABELA4

Apresentação do índice Kappa, nível de significância do teste de 5%, para pacientes que apresentaram escoliose torácica.

Vértebra	Kappa	Valor p
-	1	0
T10	1	0
T5	1	0
T7	0,673	0,0022
T8	0,600	0,0044
T9	0,667	0,0038
Geral	0,767	0

Fonte: Dados da pesquisa de campo. AROEIRA, Rozilene M.C., 2009.

Do mesmo modo, considerando como concordantes as respostas em que eram excluídas as vértebras adjacentes, o índice Kappa para vértebra lombar foi 0,41, considerado moderado. A concordância entre os exames não foi significativa na identificação da vértebra L4, ou seja, houve uma total discordância para a localização dessa vértebra, Kappa igual a zero. TAB. 5.

TABELA5

Apresentação do índice Kappa, e a significância do teste (valor p) para pacientes que apresentaram escoliose Lombar.

Vértebra	Kappa	Valor p
-	1	0
L1	0,294	0,1131
L2	0,355	0,0762
L3	0,556	0,0066
L4	0	*
Geral	0,407	0,0009

Fonte: Dados da pesquisa de campo. AROEIRA, Rozilene M.C., 2009

O GRAF. 2 representa o índice Kappa na avaliação da vértebra apical torácica e lombar, considerando-se como concordantes as respostas obtidas nos dois exames, não sendo consideradas as vértebras adjacentes.

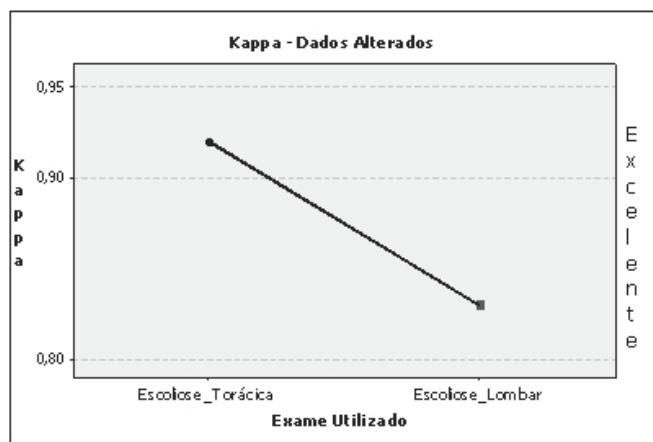


GRÁFICO 2 - Apresentação gráfica do índice Kappa nas avaliações da escoliose torácica e lombar, cujas respostas concordantes não se consideram as vértebras adjacentes.

Fonte: Dados da pesquisa de campo. AROEIRA, Rozilene M.C., 2009

Os valores de Kappa, para a classificação dos dados desconsiderando-se as vértebras adjacentes, variaram entre a faixa de concordância boa e moderada. Enquanto que, para os dados onde se consideraram as vértebras adjacentes, encontrou-se, somente, a classificação excelente. Para as duas avaliações, o índice Kappa foi maior para a identificação das vértebras torácicas.

DISCUSSÃO

O método de Cobb é considerado gold standard para quantificação e acompanhamento da escoliose (GOLDBERG et al., 2006; OVADIA, BAR-ON, FRAGNIÈRE et al., 2007). Entretanto, várias limitações são atribuídas a esse método. Entre elas estão: as múltiplas exposições à radiação, projeção 2D para uma deformidade 3D, o limite de tolerância relacionado às variações inter e intraobservadores, além da incompleta correlação entre o ângulo de Cobb e outros aspectos relacionados à escoliose (CARMAN, BROWNE e BIRCH, 1990; CHEUNG, YELDHUIZEN, HALBERTS et al., 2002; ZMURKO, MOONEY e PODESZWA, 2003; GOLDBERG et al., 2006). Essas razões têm motivado vários estudos na busca de métodos alternativos não-invasivos, para a avaliação e acompanhamento da escoliose (SAHLSTRAND, 1986; SAKKA e MEHTA, 1995;

GOLDBERG, KALIZER, MOORE et al., 2001; ZSIDAI e KOCSIS, 2003; OVADIA, BAR-ON, FRAGNIÈRE et al., 2007). Embora essas novas técnicas apresentem características não-invasivas, elas não têm sido incorporadas como rotina na avaliação clínica, devido à sua baixa correlação com o ângulo de Cobb (OVADIA, BAR-ON, FRAGNIÈRE et al., 2007).

Nesse cenário, a fotogrametria computadorizada surge como uma alternativa não-invasiva, portátil e de baixo custo para o diagnóstico de escoliose e o acompanhamento clínico de seu tratamento. Poucos estudos foram encontrados na literatura relacionados à quantificação angular da escoliose por fotogrametria computadorizada e/ou sua correlação com a medida de Cobb (SILVA, 2002; DÖHNERT e TOMASI, 2008 e SAAD, COLOMBO e JOÃO, 2009). Silva (2002), em seu estudo, não encontrou correlação estatisticamente significante entre a medida da curva escoliótica obtida por fotogrametria computadorizada e aquela feita pelo método de Cobb. Do mesmo modo, no estudo de Döhnert e Tomasi (2008) os autores concluíram que a fotogrametria computadorizada não se mostrou sensível e específica o suficiente para ser recomendada isoladamente como rastreamento da escoliose idiopática do adolescente escolar. Por outro lado, SAAD, COLOMBO e JOÃO (2009) concluíram, em sua pesquisa, que as medidas fotogramétricas da escoliose indicaram aceitável confiabilidade e reprodutibilidade. Entretanto, nesse mesmo estudo, assim como no estudo de Silva (2002), os autores não observaram uma relação linear entre as medidas fotogramétricas e as radiológicas de Cobb, o que compromete, segundo eles, a validade da fotogrametria computadorizada como ferramenta para avaliar a magnitude da curva escoliótica.

Acredita-se que o resultado negativo obtido por esses autores pode ser atribuído a três fatores: 1- a utilização de marcador anatômico de superfície com baixo relevo (SILVA, 2002) ou marcador plano (DÖHNERT e TOMASI, 2008; SAAD, COLOMBO e JOÃO, 2009), o que não possibilitou a identificação precisa das vértebras limites envolvidas no arco da curva escoliótica; 2- a utilização, nos referidos estudos, de, somente, três pontos anatômicos de referência da coluna vertebral, as vértebras C7, T9 e L5, dividindo-a em segmento superior e inferior, não possibilitou a reprodução do(s) arco(s) da escoliose e sua devida classificação; 3- a utilização de um protocolo de medida angular sem correlação geométrica com a medida de Cobb.

Devido à natureza tridimensional da escoliose, é importante a identificação das alterações vertebrais, não somente no plano frontal, mas, também, no plano axial e sagital. Nesse sentido, o marcador anatômico de superfície tipo vetor possibilitou a reprodução do arco escoliótico com a identificação das vértebras que apresentavam desvio no plano frontal e no plano axial. A possibilidade de encontrar coordenadas tridimensionais da base à ponta do vetor permitiu, ainda, a visualização da variação angular desse vetor em qualquer dos três planos espaciais. Assim, foi possível reproduzir de maneira mais adequada, por meio da superfície, o fenômeno da deformidade vertebral. FIG.4. A identificação da(s) vértebra(s) apical(s) é de grande relevância na aplicação de protocolos fotogramétricos, pois é nesse ponto anatômico onde ocorre o fenômeno da escoliose. No estudo radiológico, é comum observar-se que o ponto anatômico considerado como apical está localizado entre duas vértebras. Nesse caso, considera-se como apical as duas vértebras adjacentes a esse ponto. Assim, julgam-se satisfatórios os resultados obtidos nas análises de concordância onde foram consideradas as vértebras adjacentes.

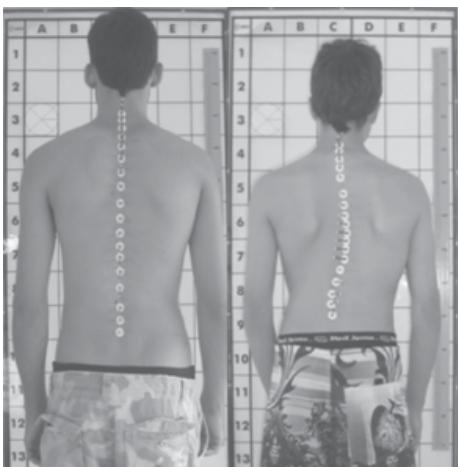


Figura 4 - A figura à esquerda representa a marcação das vértebras C7 a L5 com marcador anatômico de superfície tipo vetor (MASV) em um indivíduo sem escoliose. A figura à direita representa a marcação das vértebras C7 a L5, com o mesmo marcador, em um indivíduo portador de escoliose idiopática do adolescente, curva dupla, dorsal convexa direita e lombar convexa esquerda, onde se observa a variação no posicionamento espacial dos marcadores.

Fonte: AROEIRA, Rozilene M. C., 2009

A importância do presente estudo foi introduzir uma nova abordagem na avaliação não-invasiva da escoliose. O marcador anatômico de superfície tipo vetor possibilitou uma melhor análise qualitativa dessa deformidade. É importante salientar, entretanto, que na utilização da palpação dos processos espinhosos, como base de informação para a análise por fotogrametria computadorizada, fatores como índice de massa corporal elevado, cirurgia de ressecção dos processos espinhosos e inabilidade do examinador podem constituir-se como intervenientes. Nesse estudo, houve especial dificuldade na localização dos processos espinhosos das vértebras lombares, sendo a localização da vértebra L4 a que apresentou maior dificuldade. Esses dados corroboram àqueles apresentados no estudo de COMERLATO (2007). Essa autora demonstrou que, embora não tenha existido diferença estatisticamente significante entre o processo de localização dos processos espinhosos das vértebras por palpação e por radiografia, houve uma dificuldade mais pronunciada na identificação das vértebras da região lombar baixa, sendo a vértebra L4 a que apresentou maior erro.

CONCLUSÃO

O marcador anatômico de superfície tipo vetor demonstrou ser capaz de reproduzir, na superfície, o fenômeno da escoliose. Esse estudo confirmou uma concordância excelente entre a fotogrametria computadorizada e o método radiológico para a identificação da vértebra apical da curva escliotíca. Assim, acredita-se ser importante a contribuição dessa nova concepção de marcador anatômico de superfície na avaliação qualitativa das deformidades vertebrais, principalmente, para grandes grupos de indivíduos, o que leva à redução de custos e a diminuir a exposição do indivíduo à radiação. Estudo da análise quantitativa por fotogrametria, utilizando-se protocolo com correlação geométrica com o método de Cobb, acha-se em fase expe-

rimental. Outros estudos serão necessários visando o aprimoramento do marcador anatômico tipo vetor. Sugere-se um marcador com altura de 45mm, entretanto, essa altura deverá ser avaliada, em alguns casos, para evitar sobreposição desses marcadores nas regiões em que a lordose vertebral é acentuada. Além disso, é importante a confecção desse marcador em material resistente à deformação. Também, mostra-se como vantagem a utilização da fotogrametria computadorizada no diagnóstico de escoliose com marcador anatômico tipo vetor devido à sua facilidade de uso e ao seu baixo custo, o que torna relevante sua utilização em saúde pública.

REFERÊNCIAS

- BERRINGTON DE GONZALES, A.; DARBY, S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet*, Oxford, v. 363, p. 345-351, jan. 2004.
- BONE, C. M.; HSIEH, G H. The risk of carcinogenesis from radiographs to pediatric ortho-pedic patients. *J Pediatr Orthop*, New York, v.20, p. 251-254, 2000.
- CARMAN, D. L.; BROWNE, R. H.; BIRCH, J. G. Measurement of scoliosis and kyphosis: radiographs intraobserver and interobserver variation. *J Bone Joint Surg Am*, Boston, v. 72, p. 32-33, 1990.
- CHEUNG, J; et al.. The reliability of quantitative analysis on digital images of the scoliotic spine. *Eur Spine J*, Zürich, v.11, p.535-542, 2002.
- COMERLATO, T. Avaliação da postura corporal estática no plano frontal a partir de imagem digital. Dissertação; (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.
- CÔTÉ, P. et al.. A Study of diagnostic accuracy and reliability of the scoliometer and Adam's forward bend test. *Spine*, Philadelphia, v.23, n.7, p.796-802, 1998.
- DÖHNERT M. B.; TOMASI E. Validade da fotogrametria na detecção de escoliose idiopática adolescente. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, v.12, n.4, p.290-297, jul./ago. 2008.
- DOODY, M. et. al.. Breast cancer mortality after diagnostic radiography: finding from the U.S. Scoliosis Cohort study. *Spine*, Philadelphia, USA, v.25, p.2052-2063, aug. 2000.
- GOLDBERG C. J. et al.. Surface topography and vectors: A new measure for the three dimensional quantification of scoliosic deformity. *Research into Spinal Deformities*, Amsterdam, v.5, p.449-455, 2006.
- GOLDBERG C. J. et al.. Surface topography, Cobb angles and cosmetic change in scoliosis. *Spine*, Philadelphia, USA, v.26, n.4, p.E55-E63, 2001.
- GOLDBERG M. S. et al.. Adverse reproductive outcomes among women exposed to low levels of ionizing radiation from diagnostic radiography for adolescent idiopathic scoliosis. *Epidemiology*, Philadelphia, USA, v.9, p.271-278, 1998.
- HEBERT, S. et al.. Ortopedia e Traumatologia: princípios e práticas. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- KLOS, S.S. et al.. Reliability of a functional classification system in the monitoring of patients with idiopathic scoliosis. *Spine*, Philadelphia, USA, v.32, n.15, p.1662-1666, 2007.
- KNOPLICH, J. Enfermidades da Coluna Vertebral - Uma visão clínica e fisioterápica. 3. ed. São Paulo: Robe Editorial, 2003.
- KOTWICKI, T.; NAPIONTEK, M. Intravertebral deformation in idiopathic scoliosis: a transverse plane

computer tomographic study. *J Pediatr Orthop*, New York, USA, v. 28, p.225-229, mar. 2008.

LEVY, A. R. et al.. Projecting the lifetime risk of cancer from exposure to diagnostic ionizing radiation for adolescent idiopathic scoliosis. *Health Phys*, Baltimore, USA, v.66, p. 621-633, 1994.

LEVY, A. R. et al.. Reducing the lifetime risk of cancer from spinal radiographs among people with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, Philadelphia, USA, v.21, p.1540-1547, 1996.

OVADIA, BAR-ON, FRAGNIÈRE et. al.. Radiation-free Quantitative Assessment of Scoliosis: A multi center prospective study. *Eur Spine J*, Zürich, v.16, p.97-105, 2007.

RICIERI, D. V. Validação de um protocolo de fotogrametria computadorizada e quantificação angular do movimento tóraco-abdominal durante a ventilação tranqüila. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia Respiratória) – Centro Universitário do Triângulo. Uberlândia, 2000.

RICIERI, D. V. Biofotogrametria – Análise cinemática angular dos movimentos - A Ciência e Seus Segredos. 2.ed. Curitiba: Inspirar, 2005.

RON, E. Cancer risks from medical radiation. *Health Phys*, Baltimore, v.85, p.47-59, 2003.

SAAD, K. R.; COLOMBO, A. S.; JOÃO, S. M. A. Reliability and Validity of the Photogrammetry For Scoliosis Evaluation: A

Cross-Sectional Prospective Study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, Philadelphia, USA, v.32, n.6, p. 423-430, jul./aug. 2009.

SAHLSTRAND, T. The clinical value of moiré topography in the management of scoliosis. *Spine*, Philadelphia, USA, v.11, p.409-417, 1986.

SAKKA, S. A.; MEHTA, M. H. Correlation of the Quantec scanner measurements with X-ray measurements in scoliosis. In: ANNUAL MEETING OF THE BRITISH ORTHOPAEDIC ASSOCIATION, 19-22, sept. 1995, Aberdeen, UK.

SILVA, T. F. A. O uso da Biofotogrametria Computadorizada na Mensuração da curva escoliótica. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia Traumatológica e Ortopédica) - Centro Universitário do Triângulo. Uberlândia, 2002.

TRIBASTONE, F. Escoliose. In: _____. Tratado de Exercícios Corretivos - Aplicados à Reeducação Motora Postural. São Paulo: Manole, 2001. p.213-216.

ZMURKO, M. G. et al. Inter- and intraobserver variance of Cobb angle measurements with digital radiographs. *J Surg Orthop Adv*, Hong Kong, v.12, p.208-213, 2003.

ZSIDAI, A.; KOCSIS, L. Ultrasound-based spinal column examination systems. *Physical Education and Sport*, Arges, Romania, v.1, n.8, p.1-12, 2001.