

Artigo original

A utilização da estereofotografia de Moiré na detecção de escolioses

The moiré topography use for of scoliosis detection

Irocy Guedes Knackfuss, Ph.D*, Julio Guilherme Silva, M.Sc.**, Felipe José Jandre dos Reis, Esp.**, Bruna Maria de aula**, Fernanda Guimarães Campos Cardoso**, Thaís Pionório Omena**, Vinicius Costa Martins**

.....

*Professor do Dept. de Traumatologia-ortopedia, FM – UFRJ, **Professor de Fisioterapia aplicada a traumatologia-ortopedia, FM – UFRJ,

***Acadêmicos de Fisioterapia, FM - UFRJ, PINC / UFRJ: Programa de Iniciação Científica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Resumo

A estereofotografia de Moiré (EFM) é um método que utiliza o conceito da óptica, descrito por Takasaki onde, através de imagens 3D do dorso é possível diagnosticar escolioses, principalmente as de baixo valor angular, imperceptíveis ao exame físico. O objetivo desse trabalho foi diagnosticar as escolioses utilizando a EFM e discutir o valor que o método tem para as equipes multidisciplinares da saúde que trabalham com a prevenção e o tratamento das escolioses. Foram analisados 56 sujeitos segundo o critério de Willner, que interpreta as imagens formadas no dorso denominadas de franjas. Seguindo o protocolo estabelecido, constatou-se que 14,28 % das pessoas analisadas não apresentaram escoliose (sem discrepância das franjas); 75 % possuíam desvio de até uma franja; de 1 franja até duas tivemos 7,15% e; de duas até três franjas de assimetria foram encontrados 3,57 %. A EFM confirmou ser um método rápido e simples para detectar escolioses, principalmente aquelas de baixo valor angular. A obtenção das imagens não requer um grande espaço físico e nem vasta experiência do examinador. O exame possui alta sensibilidade para detectar pequenos desvios da coluna. Estes aspectos tornam a técnica um excelente método de diagnóstico das escolioses com um baixo custo operacional.

Palavras-chave:

escoliose, moiré, ortopedia.

Abstract

Moiré topography (MT) is a biostereometric method that uses optic concepts, described for Takasaki, as a three-dimensional image of the shape of the trunk. It is possible to diagnose scoliosis of low angular value, which can be imperceptible at physical exam. The aim of this study was to diagnose scoliosis using the MT and to discuss the method's value in a multidisciplinary health group that works with prevention and scoliosis treatment. Fifty-six subjects were analyzed according to the approach proposed by Willner that interprets the images formed at back denominated fringes. Following the established protocol, it was verified that 14,28% of the analyzed people did not present scoliosis (without discrepancy of the fringes); 75% had a deviation of one fringe; between 1 to 2 fringes 7,15% and 3,57% were above two fringes to three. Moiré

Key-words:

scoliosis, moiré, orthopaedics.

Recebido 29 de março de 2004; aceito 15 de julho de 2004.

Endereço para correspondência: Prof. Irocy Guedes Knackfuss, Av. Brigadeiro Trompowski s/n. Ilba do Fundão. Hospital Universitário Clementino Fraga Filho – UFRJ, Departamento de Traumatologia-ortopedia 10º Andar. E-mail: knack@ubl.com.br; Prof. Julio Guilherme Silva, E-mail: jgsilva@buuff.ufrj.br

topography had been confirmed as a fast and simple method to detect scoliosis, mainly those of low angular value. The acquisition of the images does not request a great physical space and a large experience of examiner group. The exam has high sensibility to detect small deviations of the vertebral column. These aspects make the technique an excellent method to detect scoliosis with low operational cost.

.....

Introdução

As escolioses idiopáticas representam um dos mais sérios problemas ortopédicos. A etiologia do mecanismo que leva a coluna vertebral a sofrer um progressivo desvio lateral e rotacional ainda não é totalmente elucidado [1]. A evolução da escoliose pode levar à progressiva incapacidade funcional e dor nas estruturas da coluna vertebral. Quanto mais precoce o diagnóstico, menor e mais simples são as intercorrências no tratamento, isto é, com a estabilização da escoliose reduz-se a necessidade de procedimentos invasivos [2,3,4]. Os métodos de triagem comumente se valem do exame físico e radiológico para fazer o diagnóstico. Estas formas de investigação são métodos mundialmente utilizados e de eficiência comprovada. Porém, apresentam algumas desvantagens: o exame físico, principalmente o teste de Adams fornecem informações subjetivas que podem diferir entre dois examinadores e; as radiografias que além do custo, expõem o examinado à radiação [2].

Nas últimas décadas foram significativos os avanços nas pesquisas na área da Engenharia Biomédica com escopo na investigação dos distúrbios músculo-esqueléticos. Baseado neste princípio, um tópico nesta área que merece destaque é o efeito de Moiré. Constitui um fenômeno óptico que acontece quando duas imagens são sobrepostas e aparecem duas ordens semelhantes de linhas alternadamente opacas e transparentes [5]. Há uma relação definida entre a placa, a imagem formada e o espaçamento das franjas. Após a determinação da distância entre a placa e o objeto, a imagem pode ser calculada. Fundamentado neste conceito, a Estereofotografia de Moiré (EFM) foi introduzido clinicamente por Takasaki [6,7], descrito por Adair [8] e posteriormente por Willner [2]. A EFM caracteriza-se como um método não-invasivo, que proporciona uma descrição tridimensional do formato do tronco, registrando com grande eficiência pequenas assimetrias existentes entre seus dimídios. Através das imagens, denominadas de franjas, podemos obter um cálculo aproximado do valor angular da escoliose [2,3,4].

Com a EFM, a aplicabilidade de um exame não-invasivo, de rápida execução, grande fidedignidade e de baixo custo é viável [2,9]. Neste aspecto, a EFM atende todas essas exigências. Permite que se faça um estudo postural em grandes amostras em pouco tempo, com alta precisão e sem expor o examinado a radiação emitida pelo Raio-X. Atualmente, autores vêm discutindo e aperfeiçoando a técnica de Moiré [10,11] e

também utilizando-a para análise de outros desvios como a hiper cifose torácica [12]. Os recursos computacionais estão sendo cada vez inseridos na técnica de Moiré [13,14,15]. Isso vem possibilitando a utilização da EFM não só em ortopedia e fisioterapia, mas também em outras áreas como, por exemplo, na odontologia [16,17].

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi diagnosticar as escolioses nos acadêmicos de fisioterapia da UFRJ e também, enfatizar o valor que o método a EFM tem para as equipes multidisciplinares de saúde que trabalham com a prevenção e o tratamento das escolioses.

Material e método

Amostra

Neste estudo aleatório simples, foram selecionados inicialmente 60 sujeitos, 17 homens e 43 mulheres, acadêmicos do curso de Fisioterapia da UFRJ (cerca de 19% do total de discentes do curso) com idades entre 17 a 23 anos ($X = 20,61$ anos e $DP = 3,3$). Os sujeitos eram saudáveis, sem quadro algico e não estavam sob qualquer tipo de tratamento ortopédico e/ou fisioterapêutico para coluna vertebral. Antes do exame, foi aplicado um questionário para identificar e excluir do estudo qualquer sujeito que pudesse contaminar os resultados. Foram excluídos da pesquisa integrantes da amostra que possuíam encurtamentos significativos de membros inferiores, malformações congênitas de membros inferiores e coluna vertebral com o intuito de eliminar possíveis falso-positivos. Assim, foram excluídos 4 sujeitos: 3 por apresentarem discrepância de membros inferiores e 1 por história de trauma em membros inferiores. Então, 56 sujeitos foram analisados. Todos os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido de acordo com a Resolução CNS 196/96 para pesquisas com seres humanos [18].

Procedimento

O exame foi realizado no Hospital Clementino Fraga Filho / UFRJ, numa sala com pouca luminosidade, onde as fotos foram feitas com uma máquina fotográfica digital (Sony Mavica FD-75) posicionada frente à placa de Moiré numa distância de 1,70m. Alinhada à máquina fotográfica a 70 cm, foi colocado um projetor de slides, cuja luz de 500W

incidindo sobre o centro da placa a 45° (fig. 1). O centro da lente da câmera (posicionada sobre um tripé) situava-se no nível do centro da placa. Essas medidas seguem a Equação de Takasaki [19]. A estrutura da EFM consiste numa placa de acrílico que apresenta finas listras pretas paralelas de 1mm de espessura, separadas 1mm uma das outras. Quando a luz incide sobre a placa, o modelo característico do Moiré aparece no dorso da paciente examinada. Este deve posicionar-se próximo à placa, com os ombros e braços relaxados e olhar no horizonte, encostando levemente as escápulas e a região glútea na placa (fig. 2).

Fig. 1 – Material da Técnica de Moiré.



Fig. 2 – Posicionamento do paciente.



De acordo com Willner [2], o desenho formado no dorso assemelha-se a um mapa topográfico. Numa superfície normal, esperamos encontrar elevações nas regiões escapulares e glúteas formando os “Os” característicos. As sombras circulares concêntricas formam-se ao redor do O escapular. Acima dessa região encontramos a área M_1 , onde as sombras contornam a região escapular. Desvios de franjas nessa área relacionam-se com desvios na coluna torácica superior. A área interescapular, onde encontramos os círculos concêntricos, relaciona-se com escolioses meiotorácicas, manifestando-se através de um número diferente de sombras entre um lado e o outro (o número de sombras de uma área escapular deve ser igual ao número da outra

área. A altura das áreas de contato também deve ser observada). A região abaixo da escápula, a qual chamamos de W, relaciona-se com escolioses tóraco-lombares (fig. 3).

Desvios lombares são observados na região M_2 e também nas linhas verticais situadas nas laterais do côncavo-lombar, que devem ser simétricas e em mesmo número. Para o cálculo dos desvios, traçamos uma linha reta partindo da proeminência de C_7 indo até a linha interglútea (PQ). Na franja que mais se desvia marcamos seu ponto mínimo (X). Uma linha perpendicular à linha PQ passa pelo marco X. No outro dimídio marcamos o ponto Y, equidistante de X. Se o dorso for simétrico, X e Y estarão situados na mesma franja (fig. 3). Caso não estejam, o valor do desvio será igual ao número de franjas situadas entre a que possui o ponto X e a que possui o ponto Y, incluindo a linha com Y.

Fig. 3 – Pontos de Análise da EFM. Região torácica superior “ M_1 ” e Região lombar baixa “ M_2 ”; Região Escapular – “O”; X e Y – Pontos de verificação das discrepâncias das franjas no segmento tóraco-lombar “W”; PQ – Linha de C_7 até Interlinha glútea passando pelos processos espinhosos.



O desvio de uma franja equivale a 10° no método de Cobb, considerado “fisiológico” [4]. Portanto, só são considerados dignos de maior investigação os desvios de mais de uma franja, que seriam escolioses superiores a 10° . Essa correlação entre o ângulo de Cobb e o desvio de franjas foi investigada por Ruggerone & Austin [25] que chegaram à conclusão a correlação significativa é encontrada quando a vértebra ápice está situada acima de T_{10} , ou seja, quando os desvios de franjas estão situados nas regiões M_1 , O escapular e W (acima de 65%). Contudo, a EFM é equivalente ao Raio-X e superior ao exame físico quanto à capacidade de diagnosticar escolioses, reconhecendo cerca de 94% das situações escolióticas, contra 46% do exame físico [8].

Resultados

Na tabela I, seguem abaixo, os resultados dos dados coletados:

Tabela I – *Quantificação das franjas, frequência e percentagem dos sujeitos avaliados.*

Número de Franjas	(f)	%
Sem discrepâncias (sem escoliose)	8	14,28 %
Até 1 franja	42	75 %
Acima de 1 até 2 franjas	4	7,15 %
Acima de 2 até 3 franjas	2	3,57 %
Total	56	100%

Os dois sujeitos que apresentaram entre 2 e 3 franjas (3,57%) foram submetidos, logo após a EFM, a exame radiológico da coluna. Depois dos registros radiográficos, calculou-se o ângulo de Cobb para comparação com os resultados da EFM. Dos 2 casos analisados, um tinha 34° de escoliose e o outro 32° como mostra a fig. 4a e 4b.

Fig. 4a – *Sujeito com desvio de três franjas no “W”, mostrando uma escoliose tóraco-lombar.*



Fig. 4b – *Confirmação da escoliose tóraco-lombar em “S” com 32° no ângulo de Cobb.*



Discussão

A EFM foi primeiramente descrita por Takasaki [6,7] e logo em seguida por vários autores [2,8,10]. A estereofotografia de Moiré é um método extremamente rápido, de custo baixo e de alta fidedignidade capaz de detectar desvios rotacionais na coluna vertebral. Nessa identificação, através do Raio-X pela técnica do processo espinhoso ou mesmo pela técnica do pedículo, os desvios são de difícil visualização e precisão [21]. A associação do teste de Adams ao exame físico é questionável,

porque de um total de 41 casos de escoliose só determinou 19, enquanto que o Moiré determinou 39 casos [22]. Um outro recurso pode se associar ao exame físico para medir o grau de escoliose: o Escoliômetro. Esse é um instrumento que mede o ângulo de inclinação torácica no local de maior gibosidade dorsal. Este exame é feito juntamente com o teste de Adams. O ângulo mínimo de 5° no escoliômetro é importante para detectar 20° ou mais do ângulo de Cobb [23]. Este recurso caracteriza-se por ser de fácil aplicação e possui uma margem de falso-positivo de 0,1% [23].

Segundo Adair [8], o manuseio da EFM é rápido e simples. O exame é barato e seguro, no entanto não gera desconforto ao paciente além da alta sensibilidade. Dos pacientes com escoliose, 99,7% são diagnosticadas através do Moiré [22] e as informações (fotos) podem ser facilmente arquivadas no computador [24]. A confiança no Moiré negativo é alta, pois quase 100% dos pacientes com simetria nas fotos não sofrem de escoliose [22]. A desvantagem do Moiré se dá pela alta incidência de resultados falso-positivos, já que apenas 29% com assimetria de mais de uma franja sofrem clinicamente de escoliose [22]. Isso surge em virtude da técnica ser muito sensível a qualquer perturbação do contorno do dorso [24]. As curvas escolióticas que passam despercebidas ao exame físico, podem ser descobertas pela EFM. Quanto aos resultados falso-positivos, são causados por um mal-posicionamento durante o exame; discrepância de membros inferiores e rotações vertebrais simples sem escoliose verdadeira.

Outra característica da EFM é que não tem a capacidade mostrar o grau de maturação óssea, obtido pelo Raio-X, onde comumente são analisados a crista ilíaca, a junção dos três ossos da pelve e os corpos vertebrais. Esses resultados são de importante conhecimento já que, alcançada a maturação óssea, as curvas abaixo de 30° não irão progredir rapidamente. Contudo, as curvaturas de maior valor angular podem progredir cerca de 1° por ano no adulto. Há controvérsia em relação à comparação do ângulo de Moiré com o ângulo de Cobb. Alguns trabalhos mostram uma correlação muito próxima como o EFM com o ângulo de Cobb [19]. Outros defendem que não há como determinar o ângulo pelas fotos, porque a EFM registra a rotação vertebral, enquanto o Cobb registra desvio lateral. Portanto apesar de serem relacionados, não são diretamente proporcionais [25]. Entretanto, nos resultados encontrados neste trabalho, os pacientes que possuíam acima de três franjas quando comparado ao exame radiológico da coluna, constatou-se apenas uma diferença de 2°. Mesmo assim, nas últimas décadas a EFM continua sendo estudada e aplicada, com auxílio dos recursos computacionais, principalmente em triagens clínicas para detecção das escolioses [11, 26, 27, 28]. Além disso, as investigações científicas através da EFM não se restringem apenas aos desvios posturais da coluna. Entre eles podemos destacar os comprometimentos visuais decorrentes da escoliose [29].

Outros estudos concentram-se em comparar a EFM com outras técnicas de mensuração das escolioses [30,31].

Conclusão

O modelo proposto por Willner mostrou-se apropriado para análise das escolioses. Destacamos a simplicidade da técnica, a possibilidade de documentação dos achados para posterior comparação e, a sua reprodutibilidade. A EFM confirmou a perspectiva de ser um método rápido e simples para detectar escolioses, principalmente aquelas de baixo valor angular. O método não requer um grande espaço físico e nem vasta experiência do examinador. A interpretação das fotos também se configurou num simples processo e, o tempo médio gasto desde do início da avaliação até sua interpretação foi, em média, de 4 minutos. A aplicabilidade da técnica de Moiré em grandes amostras é viável devido às vantagens expostas neste trabalho além do baixo custo operacional. Portanto a EFM mostrou-se um excelente meio para projetos na fisioterapia que tenham como foco de investigação, avaliação, prevenção e tratamento das escolioses.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a todo corpo discente do curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio de Janeiro pela colaboração neste trabalho, que foi apresentado como tema livre no III Encontro de Fisioterapia do Hospital Universitário Pedro Ernesto / UERJ de 06 a 07 de novembro 2003.

Referências

- Enríquez E, Sabaté MC, Sabaté M; Abreu JM. Actitud Diagnóstico – terapéutica ante una scoliosis. BSCP Can Ped 2001;25(3):1-11.
- Willner S. Moiré Topography for the diagnosis and documentation of scoliosis. Acta Orthop Scand 1979;50:295-302.
- Willner S. A comparative study of the efficiency of different types of school screening for scoliosis. Acta Orthop Scand 1979;50:769-74.
- Willner S. Moiré topography – a method for school screening of scoliosis. Arch Orthop Trauma Surg 1979;95(3):181-5
- Moran AJ, Lipczynski RT. Automatic digitization and analysis of moiré topograms on a personal computer for clinical use. Med Eng Phys 1994;16(3):259-66.
- Takasaki H. Moiré Topography. Appl Optics 1970;9:1467-1672.
- Takasaki H. Moiré Topography. Appl Optics 1973;12:845-50.
- Adair IV, Van Wijk MC & Armstrong GWD. Moiré Topography in scoliosis screening. Clin Orthop 1978;129:165-71.
- Montgomery F, Persson U, Benoni G, Willner S, Lindgren B. Screening for scoliosis. A cost-effectiveness analysis. Spine 1990;15(2):67-70.
- Karachalios T, Sofianos J, Roidis N, Sapkas G, Korres D, Nikolopoulos K. Ten-year follow-up evaluation of a school screening program for scoliosis: is the forward-bending test an accurate diagnostic criterion for the screening of scoliosis? Spine 1999;24(22):2318-29.
- Kim HS, Ishikawa S, Ohtsuka Y, Shimizu H, Shinomiya T, Viergever MA. Automatic scoliosis detection based on local centroids evaluation on moiré topographic images of human backs. IEEE Trans Med Imaging 2001;20(12):1314-20.
- Kovac V, Pecina M. Moiré topography in measurement of the sagittal curvatures of the spine. Coll Antropol 1999;23(1):153-8.
- Higgins WE, Ojard EJ. Interactive morphological watershed analysis for 3D medical images. Comput Med Imaging Graph 1993;17(4-5):387-95.
- Batouche M, Benlamri R, Kholadi MK. A Computer Vision System for Diagnosing Scoliosis using Moiré images. Comput Biol Med 1996;26:339-53.
- Wong HK, Balasubramaniam P, Rajan U; Chang SY. Direct spinal curvature digitization in scoliosis screening – a comparative study with Moiré contourgraphy. Spinal Disordtech 1997;10:185-92.
- Kawai T, Natsume N, Shibata H, Yamamoto T. Three-dimensional analysis of facial morphology using moiré stripes. Part II. Analysis of normal adults. Int J Oral Maxillofac Surg 1990;19(6):359-62.
- Neumann CP, Rusu V, Tatarciuc MS. Moiré – Effect Application in medicine and dental technology. Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi 2001;105(3):583-4.
- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. Normas para pesquisa envolvendo seres humanos (Res. CNS 196/96 e outras). Brasília: Ministério da Saúde 2000.
- El-Sayyad MM. Comparison of roentgenography and Moiré topography for quantifying spinal curvature. Phys Ther 1986;66:1078-82
- Duerp B. Ein apparatus zur doicumentation von Erkanokungen des Haltungs-und Bewegungsapparates durch Moiré topografie. Sonderforschungsbereich 88. Westfälische Wilhelms-Universität, Münster, 1977.
- Nash CL. & Moe JH. A study of vertebral rotation. J Bone Joint Surg 1969;51-A (2): 223-9.
- Laulund T, Sojbjerg JO, Horlyck E. Moiré Topography in school screening for structural scoliosis. Acta Orthop Scand 1982;53:765-8.
- Bunnell WP. An objective criterion for scoliosis screening. J Bone Joint Surg 1984; 66-A(9):1381-6.
- Daruwalla JS, Balasubramaniam P. Moiré topography in scoliosis. J Bone Joint Surg 1985;67(2):211-3
- Ruggerone M, Austin JHM. Moiré topography in scoliosis. Phys Ther 1986;66(7): 1072-7.
- Nissinen M, Heliövaara M, Ylikoski M, Poussa M. Trunk asymmetry and screening for scoliosis: a longitudinal cohort study of pubertal schoolchildren. Acta Paediatr 1993;82(1):77-82.
- Prujjs JE, Keessen W, Van der Meer R., Van Wieringen JC. School screening for scoliosis: the value of quantitative measurement. Eur Spine J 1995;4(4):226-30.
- Prujjs JE, Stengs C, Keessen W. Parameter variation in stable scoliosis. Eur Spine J 1995;4(3):176-9.
- Catanzariti JF, Salomez E, Bruandet JM, Thevenon A. Visual deficiency and scoliosis. Spine 2001;26(1):48-52.
- Pearsall DJ, Reid JG, Hedden DM. Comparison of three noninvasive methods for measuring scoliosis. Phys Ther 1992;72(9):648-57.
- Denton TE, Randall FM, Deinlein DA. The use of instant moiré photographs to reduce exposure from scoliosis radiographs. Spine 1992;17(5):509-12. ■