

## Métodos não invasivos de avaliação postural da escoliose: Uma revisão sistemática

### Noninvasive assessment of postural scoliosis: A systematic review

J.A. Sedrez, C.T. Candotti

ARTIGO DE REVISÃO | REVIEW ARTICLE

#### RESUMO

A escoliose é um desvio tridimensional da linha vertical da coluna vertebral, muitas vezes de difícil visualização e quantificação. Por isso, diversos estudos desenvolveram metodologias para a sua avaliação, mas ainda é incipiente uma discussão aprofundada, a fim de facilitar a escolha do método. O objetivo dessa revisão sistemática é verificar a existência de evidências científicas sobre os métodos alternativos para avaliação não invasiva da escoliose. Realizou-se uma busca sistemática nas bases de dados Scopus, Science Direct e PubMed, com as palavras-chave: *Non-invasive Monitoring [OR] Assessing Postural Assessment [OR] Postural Evaluation [OR] Assessing Postural Evaluation Methods [AND] Scoliosis [OR] Spinal Curvatures [OR] Spinal Deformity [OR] Spine Curvatures*. Adotou-se os seguintes critérios de inclusão: abordar pacientes com escoliose e envolver avaliação postural não invasiva; e exclusão: não descrever o método de avaliação postural, abordar tratamento e não estar redigidos na língua inglesa. Foram encontrados inicialmente 200 artigos. Após leitura dos títulos e resumos, 8 artigos foram selecionados e 12 artigos foram incluídos a partir das referências bibliográficas, totalizando 20 artigos. Desses, 18 estudos foram incluídos por preencher os critérios de qualidade. Os estudos incluídos, em geral, apresentaram resultados satisfatórios para a avaliação da escoliose, sendo observadas diferenças entre os métodos no tempo de avaliação, custo do sistema, dificuldade técnica e resultados apresentados. No entanto, esses sistemas não permitem a substituição da radiografia, podendo ser utilizados para a redução da exposição à radiação.

*Palavras-chave:* escoliose, avaliação, postura, métodos

#### ABSTRACT

Scoliosis is a three-dimensional deviation of the vertical line of the spine, often difficult to visualize and quantify. Hence, several studies have developed methodologies for its evaluation. Even so, an incipient discussion exists about which one is the most suitable method. The objective of this systematic review is to verify the existence of scientific evidence on alternative methods for noninvasive assessment of scoliosis. It was conducted a systematic search in the databases Scopus, Science Direct and PubMed, with the key-words: *Non-invasive Monitoring [OR] Assessing Postural Assessment [OR] Postural Evaluation [OR] Assessing Postural Evaluation Methods [AND] Scoliosis [OR] Spinal Curvatures [OR] Spinal Deformity [OR] Spine Curvatures*. Adopting the following inclusion criteria: addressing patients with scoliosis and involve assessment postural noninvasive, and exclusion: not describe the evaluation method used or approach treatment and not be written in English. At the beginning, 200 articles were found. After checking the titles and abstracts, eight articles were selected and 12 articles were included in the bibliographical references (i.e. an overall number of 20 articles). Of these, 18 studies were included in the quality criteria. Overall, the studies showed satisfactory results for the evaluation of scoliosis, being observed differences between the methods in time needed to perform the evaluation, system cost, complexity of the procedures to be carried out and data collected. These systems do not replace X-ray as gold-standard, even though it can be used to reduce the radiation exposure.

*Keywords:* scoliosis, evaluation, posture, methods

Submetido: 24.07.2012 | Aceite: 06.04.2013

A escoliose é o desvio comumente encontrado no plano frontal, sendo definida como um desvio da linha vertical normal da coluna vertebral, que consiste numa curvatura lateral com rotação vertebral (Janicki & Alman, 2007). Para o diagnóstico e acompanhamento desse desvio tradicionalmente se utiliza a radiografia (Jefferson, Weisz, Turner-Smith, Harris, & Houghton, 1988), sendo considerada o método padrão-ouro para a avaliação de desvios posturais (Mac-Thiong, Pinel-Giroux, de Guise, & Labelle, 2007). Entretanto, a maior preocupação clínica na utilização desta técnica é que em crianças com escoliose, o acompanhamento da evolução da doença é frequente, podendo ser necessária a realização de exame radiográfico a cada três ou seis meses, acarretando elevadas doses indesejáveis de radiação ionizante (Turner-Smith, Harris, Houghton, & Jefferson, 1988). Especialmente se tratando de curvas precoces, o período de acompanhamento para esses pacientes geralmente é longo e, portanto, torna-se necessário reduzir a exposição aos raios X, sem prejudicar a avaliação da progressão da doença e seu tratamento (Weisz, Jefferson, Turner-Smith, Houghton, & Harris, 1988).

Nesse contexto, técnicas não invasivas para a avaliação das curvaturas da coluna vertebral são altamente desejáveis (Turner-Smith et al., 1988), uma vez que não oferecem exposição à radiação ionizante, possibilitam a redução dos efeitos deletérios da utilização frequente das radiografias e, adicionalmente, apresentam outros méritos comparados à radiografia, como o menor custo e a menor dificuldade técnica (Chen & Lee, 1997).

Por esses motivos, essas técnicas podem ser muito úteis como testes de triagem para escoliose, a fim de possibilitar um encaminhamento médico e diagnóstico precoce, evitando maiores complicações e agravamentos clínicos. Além disso, de posse das informações fornecidas pelas avaliações posturais não invasivas é possível realizar aconselhamento de atividades físicas adequadas, contribuindo tanto com os treinadores físicos na prescrição das atividades

físicas, quanto com os fisioterapeutas, no acompanhamento dos tratamentos, uma vez que favorece o conhecimento da evolução clínica de cada caso. Segundo Goldberg, Kaliszer, Moore, Fogarty e Dowling (2001) os métodos não invasivos de quantificação e análise da deformidade poderiam melhorar a compreensão e avaliação do tratamento, fornecendo informações sobre aspectos importantes na avaliação da escoliose, como a deformidade visível do tronco.

Por isso, ao longo do tempo, diversos estudos têm dado enfoque ao desenvolvimento de metodologias para a realização da avaliação postural de forma não invasiva e, por essa razão, atualmente encontra-se na literatura diferentes metodologias e tecnologias que possibilitam a avaliação da superfície das costas do indivíduo, com o objetivo de oferecer informações indiretas sobre o posicionamento da coluna vertebral. Não obstante, apesar da vasta oferta de instrumentos e metodologias para a avaliação da escoliose, ainda é incipiente uma discussão aprofundada evidenciando suas vantagens, limitações, público-alvo e características dos métodos, com o propósito de facilitar a escolha do método adequado para as diferentes situações clínicas ou na pesquisa científica. Sendo assim, o objetivo desta revisão sistemática é verificar a existência de evidências científicas sobre os métodos alternativos para avaliação não invasiva da escoliose.

## MÉTODO

Para responder ao objetivo desse estudo, foi realizada uma busca sistemática de artigos científicos nas bases de dados Scopus, Science Direct e PubMed. As palavras-chave utilizadas na busca pelos estudos foram: *Non-invasive Monitoring* [OR] *Assessing Postural Assessment* [OR] *Postural Evaluation* [OR] *Assessing Postural Evaluation Methods* [AND] *Scoliosis* [OR] *Spinal Curvatures* [OR] *Spinal Deformity* [OR] *Spine Curvatures*. A busca foi realizada no mês de março de 2012, sendo incluídos para análise inicial todos os artigos encontrados na busca. Para integrar a presente revisão sistemática, os

artigos encontrados deveriam preencher os seguintes critérios de inclusão: a) abordar pacientes com escoliose e b) envolver avaliação postural não invasiva. Foram excluídos os artigos que: a) não descreviam o método de avaliação utilizado para a avaliação postural, b) tinham como foco algum tipo de tratamento ou (c) não estavam redigidos na íntegra na língua inglesa.

Inicialmente os estudos foram selecionados a partir da leitura dos títulos, sendo excluídos aqueles que não apresentavam relação com as palavras-chave definidas para a busca. Posteriormente foi realizada uma leitura dos resumos dos estudos pré-selecionados pelos títulos. Os artigos que cumpriram com os critérios de inclusão foram lidos e analisados na íntegra, sendo finalmente incluídos nesta revisão sistemática. Além disso, foram analisadas as referências bibliográficas de cada artigo incluído nessa revisão com o objetivo de localizar artigos ainda não encontrados na busca eletrônica.

Para realizar a avaliação da qualidade dos estudos foi utilizada a escala QUADAS (Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies), desenvolvida em 2003, que consiste num questionário com 14 critérios, formulados como perguntas, sendo que cada pergunta deve ser respondida como “sim”, “não” ou “pouco clara” (Whiting, Rutjes, Reitsma, Bossuyt, & Kleijnen, 2003). Essa escala pode ser utilizada na íntegra ou não, cabendo ao pesquisador a seleção dos itens considerados relevantes ou indispensáveis para o teste em análise (Whiting et al., 2004).

Dessa forma, dos 14 critérios avaliados pela escala QUADAS, no presente estudo foram utilizados apenas 11 critérios. Não foram considerados os critérios: a) “o padrão-ouro é independente do teste em avaliação?”, por saber-se que as avaliações posturais não invasivas são tecnologias distintas ao padrão-ouro, não havendo propósito na categorização desse item; b) “os resultados não interpretáveis foram relatados?”, porque este item não é aplicável para instrumentos de avaliação postural; e c) “os dados clínicos foram os mesmos que

são usados na prática rotineira?”, pois a interpretação dos resultados dos instrumentos de avaliação postural geralmente não dependem de outros dados clínicos e, por esse motivo, esse critério não é aplicável nesses casos (Whiting et al., 2003). Além disso, a questão “os resultados do teste em avaliação foram interpretados sem o conhecimento dos resultados do teste padrão-ouro?” foi adaptada para os artigos que apresentavam avaliação da reprodutibilidade, a fim de avaliar o cegamento entre os avaliadores.

A escala QUADAS não determina qual o escore mínimo para determinar a qualidade dos estudos, sendo da responsabilidade do pesquisador essa decisão (Oliveira, Gomes, & Toscano, 2011). Dessa forma, o cumprimento mínimo de três critérios da escala QUADAS foi adotado como critério de exclusão dessa revisão sistemática. Com o objetivo de classificar a evidência científica dos estudos foram adotados os seguintes critérios: a) artigos com três a cinco critérios da escala QUADAS foram classificados como “fraca evidência”; b) artigos com 6 a 8 critérios da escala QUADAS foram classificados como “moderada evidência”; e c) artigos com 9 a 11 critérios da escala QUADAS foram classificados como “forte evidência”.

## RESULTADOS

Foram encontrados inicialmente 200 artigos a partir das palavras-chave utilizadas; desses, não foram incluídos 169 estudos, 113 por não abordarem indivíduos com escoliose e 56 por não realizarem avaliação postural não invasiva. Dos 31 artigos restantes, os resumos foram analisados e 23 foram excluídos, 14 por não descreverem no resumo o procedimento de avaliação postural utilizado ou por ter como foco algum tipo de tratamento e 9 por não serem redigidos na língua inglesa. Assim, 8 artigos cumpriram com todos os critérios estabelecidos. Além disso, foram incluídos mais 12 artigos obtidos por meio da análise das referências bibliográficas, totalizando 20 artigos pré-selecionados para comporem essa revisão sistemática (Figura 1).

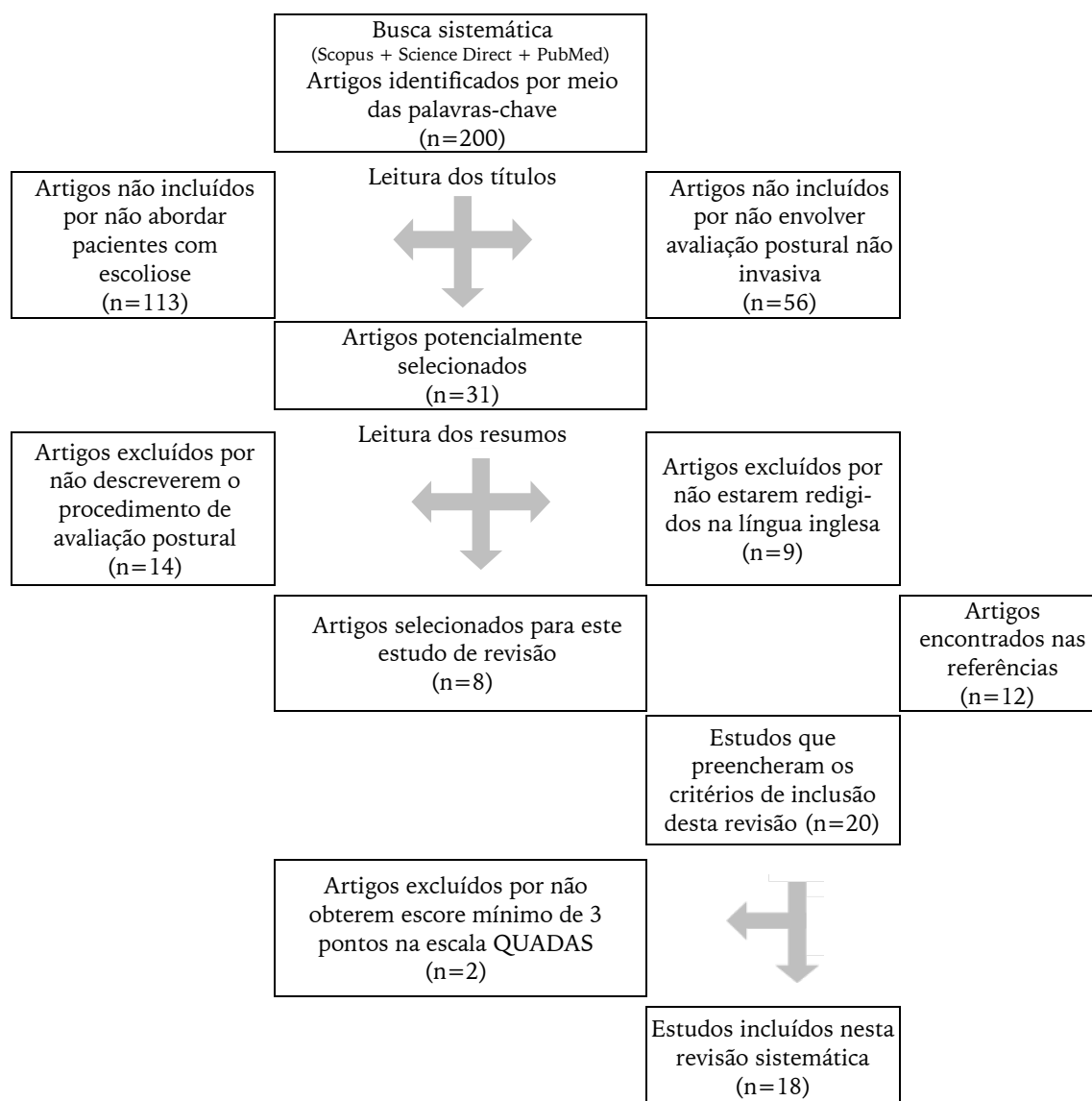


Figura 1. Fluxograma da seleção de artigos

O fluxograma da estratégia adotada para a inclusão dos artigos e os motivos de exclusão para os artigos não inseridos são apresentados na Figura 1.

Os 20 estudos pré-selecionados foram avaliados quanto à sua qualidade metodológica, considerando os critérios da escala QUADAS (Tabela 1). Dos 20 artigos avaliados, dois foram excluídos por não preencherem o critério mínimo de 3 pontos, o que resultou em 18 artigos incluídos nesta revisão sistemática. Observando a Tabela 1 nota-se que 6 estudos

apresentaram fraca evidência científica, 10 estudos apresentaram moderada evidência e 2 estudos apresentaram forte evidência.

Na Tabela 2 são apresentados e descritos os 18 estudos selecionados e incluídos nesta revisão, os quais apresentaram algum tipo de instrumento desenvolvido para a avaliação postural não invasiva da escoliose. São apresentados aspectos relacionados aos objetivos, instrumento utilizado, metodologia do estudo e os resultados.

Tabela 1

Resultados da avaliação da qualidade dos estudos por meio da Escala QUADAS

Estudos	Critérios Escala QUADAS											Total (n° de ✓)	Classificação da evidência
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	14		
Furlanetto et al. (2012)	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?	?	—	7	Moderada
Saad et al. (2012)	✓	✓	—	—	✓	—	✓	—	✓	—	✓	6	Moderada
Fortin et al. (2010)	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	—	8	Moderada
Berryman et al. (2008)	×	×	✓	?	×	✓	✓	×	?	?	×	3	Fraca
Zubovic et al. (2008)	✓	×	✓	?	×	✓	×	×	?	?	—	3	Fraca
Ajemba et al. (2008)	×	×	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	1	—
Döhnert et al. (2008)	×	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓	?	?	—	6	Moderada
Ajemba et al. (2007)	×	×	×	?	✓	✓	✓	×	?	?	—	3	Fraca
D’Osualdo et al. (2002)	×	✓	—	—	—	—	✓	—	✓	—	—	3	Fraca
Berg et al. (2002)	?	✓	×	?	✓	✓	✓	×	✓	✓	—	6	Moderada
Goldberg et al. (2001)	✓	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓	?	?	✓	8	Moderada
Lou et al. (1999)	×	×	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	1	—
Theologis et al. (1997)	✓	✓	✓	?	✓	✓	×	×	?	?	✓	6	Moderada
Korovessis et al. (1996)	✓	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓	?	✓	✓	9	Forte
Silvano et al. (1996)	×	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9	Forte
Drerup et al. (1994)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?	?	—	8	Moderada
Amendt et al. (1990)	×	×	✓	?	✓	✓	✓	✓	?	✓	—	6	Moderada
Turner-Smith et al. (1988)	✓	×	✓	?	✓	✓	✓	×	?	?	—	5	Fraca
Bunnell et al. (1984)	✓	×	✓	?	✓	✓	✓	×	?	?	—	5	Fraca
Cooke et al. (1980)	✓	×	✓	?	✓	✓	✓	×	✓	?	—	6	Moderada

Nota - Critérios da escala QUADAS: 1) O espectro de pacientes foi representativo dos pacientes que receberão o teste na rotina? 2) Os critérios de seleção foram claramente descritos? 3) É adequado o padrão de referência para classificar corretamente a condição de alvo? 4) O período entre a aplicação do padrão-ouro e o teste em avaliação foi curto o suficiente para que se tenha segurança de que não houve mudanças no estado de saúde do indivíduo testado? 5) A amostra total ou uma subamostra randomizada realizou o diagnóstico pelo padrão-ouro? 6) Os pacientes receberam o mesmo teste como padrão-ouro, independente do resultado obtido pelo teste em avaliação? 7) A execução do teste em avaliação foi descrita com suficientes detalhes, permitindo a sua replicação? 8) A execução do teste em avaliação foi descrita com suficientes detalhes, permitindo a sua replicação? 9) A execução do teste padrão-ouro foi descrita com suficientes detalhes, permitindo a sua replicação? 10) Os resultados do teste em avaliação foram interpretados sem o conhecimento dos resultados do teste padrão-ouro? 11) Os resultados do teste padrão-ouro foram interpretados sem o conhecimento dos resultados do teste em avaliação? 12) Os resultados do teste em avaliação foram interpretados sem o conhecimento dos resultados do teste padrão-ouro? 13) Os resultados do teste em avaliação foram interpretados sem o conhecimento dos resultados do teste padrão-ouro? 14) As perdas do estudo foram explicadas? Respostas aos critérios: ✓ = Sim; × = Não; ? = Pouco clara; — = Não se aplica.

## DISCUSSÃO

A partir da análise dos 18 estudos encontrados, apresentados na Tabela 2, encontrou-se a descrição de 11 métodos distintos para a avaliação da escoliose, sendo que 7 deles apresentam avaliações tridimensionais e os demais, avaliações bidimensionais. Essa aparente preocupação no desenvolvimento de métodos tridimensionais para a avaliação da escoliose pode ser explicada pela dificuldade inerente à

sua avaliação, provavelmente associada à sua configuração tridimensional, que termina impondo limitações aos métodos que se propõem avaliar a partir da superfície das costas (D’Osualdo, Schierano, Soldano, & Isola, 2002).

No que se refere aos sistemas bidimensionais de avaliação postural foi possível observar que não existe uma grande variedade de instrumentos que possibilitam a avaliação bidi-

Tabela 2

Síntese dos 18 estudos incluídos nessa revisão sistemática

Estudo	Objetivo	Sistema utilizado	Metodologia	Resultados
Furlanetto et al. (2012)	Investigar a validade no plano frontal e a reprodutibilidade intra e inter-avaliador do software DIPA	Fotogrametria computadorizada	n= 24. Comparados os resultados obtidos com o protocolo DIPA e raio X.	Correlações significativas encontradas entre o DIPA e os ângulos de Cobb nas regiões dorsal e lombar. Correlações significativas para reprodutibilidade intra e inter-avaliador.
Saad et al. (2012)	Investigar a reprodutibilidade da avaliação da fotogrametria	Fotogrametria computadorizada	n= 20. Utilizado o Software Corel DRAW para análise postural. Avaliação em um dia por 2 avaliadores, e após 15 dias, por um avaliador.	Alto índice de reprodutibilidade inter e intra-observador. Fotogrametria mostrou ser um método confiável para a avaliação de alterações posturais em indivíduos com escoliose estrutural.
Fortin et al. (2010)	Verificar a validade concorrente da fotogrametria com um sistema de topografia de superfície (3D) e com radiografias	Fotogrametria computadorizada	n= 70. Foram realizadas fotografias digitais com 2 câmeras. A imagem 3D foi realizada com 4 digitadores ópticos.	Correlação entre os índices 2D e 3D foi boa ou ótima para a maioria dos índices avaliados. Houve boa correlação negativa entre 2D e índices do raio X para escoliose torácica e cifose torácica e boa correlação para inclinação de tronco.
Berryman et al. (2008)	Desenvolver um sistema automatizado para medir a forma 3D do dorso em pacientes com escoliose	Sistema de Topografia Integrated Shape Imaging System (ISIS2)	n= 168. Pacientes avaliados, 28 deles em 2 ocasiões e 2 em 3 ocasiões. Comparação entre ISIS2 e raio X (n=2).	O sistema ISIS2 realiza medida tridimensional da superfície do dorso em pacientes com escoliose com uma precisão de $\pm 1$ mm. Apresentou boa comparação com o ângulo de Cobb.
Zubovic et al. (2008)	Verificar a validade do ISIS2 em pacientes com escoliose	Sistema de Topografia ISIS2	520 exames foram realizados em 242 pacientes. Comparados os dados do raio X com os do ISIS2 em 111 pacientes.	Não foi encontrada nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os resultados das radiografias e do sistema ISIS2. O ISIS2 apresenta uma excelente repetibilidade.
Döhnert et al. (2008)	Investigar a sensibilidade da fotogrametria na detecção precoce da escoliose	Fotogrametria computadorizada	n= 224 escolares. Comparação entre fotogrametria e raio X.	Sensibilidade variou de 21.4% a 50%, enquanto que a especificidade total foi de 88.8%. Obteve-se um valor preditivo positivo relativamente baixo e um valor preditivo negativo extremamente alto.
Ajemba et al. (2007)	Apresentar uma técnica para classificar a escoliose por meio mapas ortogonais	Mapas ortogonais	Teste com 361 modelos de computadores com parâmetros conhecidos e avaliação de 8 sujeitos sem escoliose e de 22 com escoliose. Foram comparados os resultados dos mapas ortogonais com a classificação médica da deformidade.	A precisão da classificação do novo instrumento foi de 100% nos modelos de computadores. A precisão do sistema em humanos foi de 95.5%. Os mapas ortogonais mostraram-se viáveis para uso em clínicas de escoliose para monitorar a progressão da escoliose.
D'Ousaldado et al. (2002)	Verificar a reprodutibilidade intra e inter-observador	Sistema BACES (Braço articulado para medição computadorizada da superfície)	Para as avaliações, 4 observadores realizaram 3 séries de 8 medições em 1 manequim e em 2 voluntários.	Erros de medição para escoliose geralmente abaixo de 3°. As rotações mostraram uma variabilidade abaixo de 2°. O sistema BACES identificou com boa precisão a escoliose e rotações de tronco.
Berg et al. (2002)	Determinar se os mapas de diferença podem detectar e descrever as alterações do tronco escoliótico	Sistema de escaneamento topográfico a laser	n= 51 pacientes. Avaliou-se as mudanças do tronco por mapas topográficos e por dados clínicos. Em 2 pacientes foram obtidas 10 imagens no mesmo dia.	Os mapas topográficos demonstraram uma boa concordância (78% específico) com os parâmetros clínicos.

Tabela 2 (cont.)

Estudo	Objetivo	Sistema utilizado	Metodologia	Resultados
Goldberg et al. (2001)	Analisar em que medida as alterações nos parâmetros de superfície topográfica permitem detectar mudanças no ângulo de Cobb	Sistema de Topografia Quantec	n= 103 pacientes avaliados 8 vezes. Correlacionou-se ângulo Cobb e o ângulo Quantec em 155 pacientes. 59 crianças observadas quanto a mudanças escolióticas.	A correlação entre o ângulo Cobb e Quantec foi de .812. O coeficiente de determinação Quantec foi de .66. Para a avaliação das mudanças da curva escoliótica obteve-se $r = .549$ e $r^2$ de .301. O Quantec demonstrou ser útil para o monitoramento de pacientes com escoliose.
Theologis et al. (1997)	Testar a confiabilidade do ISIS na detecção da progressão da escoliose. Testar o valor preditivo dos dados de superfície para a evolução da curva	Sistema de Topografia ISIS	n= 77. Exame inicial: ISIS e raio X. Para acompanhamento: ISIS a cada 3-6 meses e raio X a cada 6 meses. 3 grupos foram criados de acordo com a gravidade da deformidade.	Houve diferença significativa na progressão da assimetria lateral entre o grupo de maior gravidade e os demais. A progressão da severidade da gibosidade foi diferente entre os três grupos no exame de 6 meses de seguimento. Três dos parâmetros ISIS foram capazes de detectar progressão da deformidade em 6 meses.
Korovesis et al. (1996)	Desenvolver uma fórmula matemática que possibilite prever o ângulo de Cobb com a utilização do escoliômetro	Escoliómetro	n= 442. Utilizou-se escoliômetro, ângulo Cobb e ângulo de rotação de Perdriolle. 349 sujeitos examinados por 3 cirurgiões ortopédicos e 65 examinados com um intervalo de 2 semanas pelo mesmo observador.	A reprodutibilidade inter-observador apresentou concordância entre boa a muito boa, e a reprodutibilidade intra-observador foi muito boa. A sensibilidade e o valor diagnóstico do escoliômetro foram 1.0 e .95, respectivamente (considerando miniar de 7° no escoliômetro). Os resultados do escoliômetro apresentaram correlação significativa com o ângulo Cobb e com rotação vertebral lombar.
Silvano et al. (1996)	Determinar a reprodutibilidade intra e inter-observador e a validade do eletrogoniômetro	Eletrogoniômetro	n= 31. Avaliados com radiografias ântero-posteriores (AP) e 4 exames com eletrogoniômetro por 2 avaliadores (um experiente e outro treinado).	A reprodutibilidade intra-observador do eletrogoniômetro apresentou valores de ICC .71 e de .83. A reprodutibilidade inter-observador foi de .58. A correlação entre os ângulos Cobb e eletrogoniômetro foi de .60. O instrumento não possui exatidão clínica para substituir o raio X.
Drerup et al. (1994)	Validar o método vídeo estereografia Raster	Vídeo estereografia Raster	Validação por comparação entre 478 dados radiográficos e de estereografia de 113 pacientes	O desvio RMS entre as curvas radiográficas e da estereografia Raster foram cerca de 4 mm e o desvio de rotação vertebral foi de cerca de 3°. Essa precisão deve ser suficiente para o uso clínico deste método.
Amendt et al. (1990)	Verificar a validade e reprodutibilidade do escoliômetro em pacientes com escoliose idiopática	Escoliómetro	n= 65. Realizadas radiografias AP e 3 medidas com o escoliômetro por cada um dos 2 avaliadores.	Os valores de correlação foram altos e significativos para a reprodutibilidade intra ( $r = .86 - .97$ ) e inter-observador ( $r = .86 - .96$ ). As correlações com os dados radiográficos variaram de .32 - .46 para a rotação do pedículo e .46 - .54 no ângulo de Cobb.
Turner-Smith et al. (1988)	Descrever uma análise computadorizada da superfície das costas	Sistema de topografia ISIS	Realizada uma análise de três grupos de indivíduos com escoliose (n=119) testando a correlação entre o sistema ISIS e ângulo Cobb.	Correlações de assimetria lateral entre ISIS e ângulo de Cobb variaram de .77 a .94. A análise com o sistema ISIS demonstrou quantitativamente e com total segurança a assimetria lateral e deformidade no plano transversal.
Bunnell et al. (1984)	Testar o escoliômetro na medição da deformidade e determinar o valor mínimo para indicar escoliose	Escoliómetro	n= 1065. Avaliações com escoliômetro e com radiografia.	52% teste falso-positivos e 23% testes verdadeiros positivos. Coeficiente de correlação entre o ângulo de Cobb e o ângulo de rotação do tronco foi de .88.
Cooke et al. (1980)	Verificar a capacidade da termografia de avaliar a escoliose em adolescentes	Termografia	n=154. Avaliações com raio X e termografia.	A precisão preditiva da termografia para a presença de escoliose foi de 95.8% e de 75% para a direção da curva. A termografia caracteriza-se como um relevante método de triagem de escoliose.

mensional da escoliose, sendo descritos apenas o escoliómetro, eletrogoniômetro, fotogrametria e termografia.

Segundo Turner-Smith, Harris, Houghton e Jefferson (1988), o escoliómetro é uma ferramenta simples, que pode ser facilmente ensinado e padronizado; seu dispositivo é de fácil utilização e de baixo custo. Além disso, o fornecimento imediato do resultado angular é outra vantagem descrita desse método (Bunnell & Delaware, 1984). Por outro lado, como desvantagem, pode-se citar a exigência de que o paciente permaneça em uma postura controlada por um extenso período de tempo e a dependência crítica dos resultados da habilidade do operador (Turner-Smith et al., 1988). Por fim, outra desvantagem dessa ferramenta relaciona-se a medição da magnitude da gibosidade, que é apenas um índice de postura. (Fortin, Feldman, Cheriet, & Labelle, 2010).

Em relação à reprodutibilidade do instrumento escoliómetro, Korovessis e Stamatakis (1996) apresentaram uma concordância variando de boa a muito boa para reprodutibilidade intra-observador ( $k$  de .64 a .97) e uma concordância muito boa para a reprodutibilidade inter-observador ( $k$  de .88 a .93). No estudo de Amendt et al. (1990) foram encontrados coeficientes de correlação altos e significativos para a reprodutibilidade intra ( $r = .86-.97$ ) e inter-observador ( $r = .86-.96$ ). Entretanto, nesse mesmo estudo, as correlações com os dados radiográficos variaram de .32-.46 para a rotação do pedículo e .46-.54 com o ângulo de Cobb, demonstrando que o escoliómetro apresenta boa reprodutibilidade da medição, mas a validade do método não foi suficiente para a sua utilização isolada no diagnóstico da escoliose.

Em relação ao eletrogoniômetro, os resultados do estudo de Silvano, Kopansky-Giles, Crowther e Wright (1996) demonstram pouca precisão para a identificação de curvas de menor magnitude, além de apresentar apenas razoável reprodutibilidade intra-observador. Além disso, as grandes diferenças encontradas em comparação ao ângulo de Cobb não permi-

tem a sua utilização em substituição ao exame radiográfico da escoliose.

No que se refere à fotogrametria, a literatura tem descrito que a partir de fotografias são realizados cálculos de ângulos e distâncias dos segmentos corporais (Fortin et al., 2010). No estudo de Furlanetto, Candotti, Comerlato, e Loss (2012), ao investigarem a validade e a reprodutibilidade de um *software* de avaliação postural, que utilizou a fotogrametria, foi observado que essa técnica se mostrou válida e reprodutível (inter e intra-observador), além de ser uma técnica simples e de baixo custo. Não obstante, embora vários estudos apontem para a validade da fotogrametria, parece que ainda não há um consenso sobre os resultados desta técnica. Como exemplo disso cita-se o estudo de Döhnert e Tomasi (2008), no qual a fotogrametria computadorizada não se mostrou sensível e específica o suficiente para ser recomendada isoladamente como triagem escolar da escoliose. Dessa maneira, é importante salientar que existem diferentes metodologias que utilizam a técnica da fotogrametria, e por esse motivo, ao optar-se por determinado protocolo de avaliação postural é fundamental atentar-se aos requisitos de validação, como a validade concorrente e a reprodutibilidade intra e inter-observador.

Dessa forma, o escoliómetro parece ser mais adequado para a triagem da escoliose, por ser um instrumento de baixo custo, que pode ser facilmente ensinado e por fornecer resultados imediatos. Podendo ser considerado útil para avaliações físicas, seja no ambiente escolar ou para treinadores. Por outro lado, o eletrogoniômetro não parece ser um instrumento adequado para a avaliação da escoliose. Já a fotogrametria fornece resultados mais abrangentes sobre a postura corporal, não estando limitada apenas à avaliação da magnitude da gibosidade e, por esse motivo, pode ser útil em ambiente clínico, auxiliando fisioterapeutas em avaliações e acompanhamentos de pacientes, fornecendo maior riqueza de informações.

A termografia, método pouco difundido para a avaliação postural, se propõe a avaliar a



escoliose a partir da assimetria térmica, utilizando a radiação infravermelha para avaliar as diferenças na temperatura corporal (Cooke, Carter, Phil, & Pilcher, 1980). Nesse mesmo estudo de Cooke et al. (1980) a precisão preditiva da termografia para a presença de uma curva escoliótica foi de 95.8% e de 75% para a direção da curva, podendo dessa forma ser utilizada como um método de triagem para a escoliose. É importante salientar que não foram encontrados estudos que descrevessem a validade e a reprodutibilidade dos resultados obtidos com o sistema de termografia. Dessa forma, ainda são necessários estudos que verifiquem esses parâmetros, a fim de possibilitar a utilização dessa técnica para avaliações da coluna vertebral, seja em ambiente clínico como laboratorial.

No que tange a avaliação tridimensional do tronco, os sistemas conhecidos diferem entre si no método de aquisição de dados de imagem, no grau de automação e na sofisticação da análise de dados (Drerup & Hierholzer, 1994). Os sistemas tridimensionais encontrados nessa revisão sistemática podem ser classificados em: a) topografia de superfície e b) sistema BACES.

Em geral, os sistemas de topografia utilizam uma projeção de luz na superfície das costas do paciente e a partir de uma fotografia digital estimam uma linha dos corpos vertebrais e realizam cálculos em três dimensões. Dentre esses sistemas, pode-se citar o sistema ISIS, ISIS2, Quantec, Vídeo Stereografia Raster, Mapas ortogonais e sistema de escaneamento a laser, os quais apresentam algumas características distintas entre si, como por exemplo, a necessidade de marcação de pontos anatômicos e a velocidade de processamento, entre outros.

O sistema ISIS foi substituído pelo sistema ISIS2, pois necessitava de marcação manual de pontos, apresentava baixa resolução espacial e longo tempo de escaneamento (Drerup & Hierholzer, 1994; Turner-Smith et al., 1988). O ISIS2 ainda necessita marcação manual dos pontos anatômicos, mas permite avaliação rápida e fácil. No entanto, como os demais sistemas tridimensionais, esse método neces-

sita de um operador experiente (Berryman, Pynsent, Fairbank, & Disney, 2008). Ao analisar as questões referente à validade do sistema ISIS2, Zubovic et al. (2008) não encontraram nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os ângulos do ISIS2 e os ângulos Cobb. Do mesmo modo, Berryman et al. (2008) também encontraram boa comparação entre os resultados do sistema ISIS2 e os ângulos Cobb. Entretanto, estes resultados não apresentam validade, pois a concordância não foi apresentada e os resultados foram referentes a apenas dois sujeitos, o que não permite a extrapolação desses resultados. Além disso, nesse mesmo estudo foi sugerido que a relação entre os resultados do ISIS2 e ângulo Cobb radiográfico poderá ser limitada aos pacientes que são extremamente obesos ou têm massa muscular desenvolvida, devido à dificuldade de identificar e marcar os pontos ósseos para a realização do exame (Berryman et al., 2008). Cabe ressaltar que esta interferência não foi mensurada até o presente momento, restando inúmeras questões a serem investigadas em futuras pesquisas.

No estudo que avaliou a correspondência de exames radiográficos e o exame topográfico de Quantec foi encontrado um elevado coeficiente de correlação, além de demonstrar que 66% da curva topográfica pode ser explicada pela curva da coluna vertebral isoladamente, podendo o restante ser devido a outras variáveis como o erro de medição de ambos os ângulos de Cobb e topográficos, assim como à não correspondência entre a curvatura da coluna e a forma da superfície das costas (Goldberg et al., 2001).

No estudo de Drerup e Hierholzer (1994), utilizando o sistema Raster, foi observado uma diferença de aproximadamente 4 mm entre as curvas radiográficas e da estereografia Raster, e uma diferença de 3° na avaliação da rotação vertebral. Segundo os autores, essa precisão deve ser suficiente para a utilização clínica desse método, entretanto, a determinação de parâmetros comparáveis com o ângulo de Cobb ainda não foi possível, limitando a sua utilização clínica, já que o parâmetro Cobb é nor-

malmente o escolhido como referência para o acompanhamento das curvaturas.

O sistema de mapas ortogonais ao avaliar indivíduos com escoliose apresentou precisão na classificação de alterações posturais de 95.5% (Ajemba, Durdle, Hill, & Raso, 2007). Entretanto, os resultados do sistema de mapas ortogonais foram comparados ao exame médico clínico e não com o exame radiográfico, fragilizando esses resultados. Além disso, não foram apresentados resultados referentes à reprodutibilidade do sistema.

No que se refere ao sistema de escaneamento a laser, foi possível observar uma boa concordância com os parâmetros clínicos em detectar a mudança, indicando que os mapas de diferença podem detectar e descrever as alterações nas curvas escolióticas, entretanto, em alguns casos o instrumento apresentou desacordo com o exame clínico, o que impossibilita a sua utilização isolada para fins de diagnóstico (Berg et al., 2002). Além disso, questões relevantes sobre a validade do sistema ainda precisam ser investigadas.

Em suma, percebe-se que há uma carência na literatura no que se refere aos aspectos de validade dos sistemas de avaliação postural por meio da topografia, não sendo possível assegurar a confiabilidade dos dados gerados por esses sistemas, tornando limitada a sua utilização por profissionais da saúde, como médicos, educadores físicos e fisioterapeutas.

Outro sistema que busca avaliar a questão tridimensional da escoliose também descrito na literatura é o sistema BACES, que é descrito como um “braço articulado”, o qual é deslizado sobre a superfície das costas, permitindo o processamento computadorizado da projeção das curvaturas da coluna vertebral sobre a superfície do dorso. Esse sistema foi capaz de detectar a rotação da superfície com boa precisão, de modo que a escoliose verdadeira pode ser facilmente identificada através da detecção de seu componente rotacional. Além disso, a reprodutibilidade intra e inter-observadores do sistema BACES apresentou pequenos erros na medição de escoliose, geralmente inferiores a

3°, e uma variabilidade inferior a 2° para as rotações (D’Osualdo et al., 2002). Não obstante, esse estudo realizou avaliações apenas em um manequim e em dois voluntários, o que não permite assegurar a reprodutibilidade do sistema BACES para a população em geral e, além disso, questões referentes à validade concorrente ainda necessitam ser investigadas.

Segundo Turner-Smith et al. (1988) e Drenup e Hierholzer (1994), diferentes métodos de avaliação da postura corporal por meio da superfície das costas têm sido descritos, com o objetivo de reduzir o elemento subjetivo da avaliação postural. Entretanto, até o momento, os autores parecem concordar que qualquer medição de superfície deve ser considerada como um complemento ao exame clínico e de raios-X, pois a relação entre a superfície do dorso e alinhamento do corpo vertebral não está totalmente estabelecida (D’Osualdo et al., 2002). Além disso, para a utilização desses instrumentos é necessário primeiramente atentar-se aos aspectos de validade, optando por instrumentos que preencham os requisitos básicos de reprodutibilidade e validade, além de selecionar o instrumento que melhor se adapte às necessidades, como os custos, praticidade, número de operadores necessários, tempo de realização do exame, entre outros.

## CONCLUSÕES

A partir desta revisão sistemática foi possível observar que, em geral, os métodos de avaliação da coluna vertebral apresentaram resultados satisfatórios para a avaliação não invasiva da escoliose, sendo observadas diferenças entre os métodos utilizados no que tange: o tipo de instrumento, o tempo necessário para a avaliação, a dificuldade técnica para a avaliação, o custo do sistema e os resultados apresentados, se bidimensionais ou tridimensionais. Não obstante, considerando que somente dois estudos forneceram fortes evidências científicas sobre os métodos não invasivos de avaliação da coluna vertebral, entende-se que os resultados apresentados até o momento não são robustos o suficiente para permitir a subs-

tituição da radiografia, mas podem ser utilizados como ferramentas importantes para a redução da exposição frequente aos raios X, além de serem alternativas de menor custo para avaliação da escoliose, o que facilita o acesso da população.

Por fim, esse estudo forneceu uma visualização das evidências científicas no que tange os instrumentos de avaliação para escoliose, com o objetivo de fornecer informações que possam facilitar a escolha do instrumento de avaliação para profissionais da saúde. Além disso, observou-se que os aspectos de validação, como a validade concorrente, a reprodutibilidade intra e inter-observador são ainda pouco investigados, necessitando de investigações futuras que supram essa deficiência na literatura.

---

**Agradecimentos:**

Nada a declarar.

---

**Conflito de Interesses:**

Nada a declarar.

---

**Financiamento:**

Nada a declarar.

---

**REFERÊNCIAS**

- Ajemba, P. O., Durdle, N. G., Hill, D. L., & Raso, V. J. (2007). Classifying torso deformity in scoliosis using orthogonal maps of the torso. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 45(6), 575-584. doi: 10.1007/s11517-007-0192-z
- Ajemba, P. O., Durdle, N. G., Hill, D. L., & Raso, V. J. (2008). Validating an imaging and analysis system for assessing torso deformities. *Computers in Biology and Medicine*, 38(3), 294-303. doi: 10.1016/j.compbiomed.2007.10.008
- Amendt, L. E., Ause-Ellias, K. L., Eybers, J. L., Wadsworth, C. T., Nielsen, D. H., & Weinstein, S. L. (1990). Validity and reliability testing of the Scoliometer. *Physical Therapy*, 70(2), 108-117.
- Berg, D. C., Hill, D. L., Raso, V. J., Lou, E., Church, T., Moreau, M. J., & Mahood, J. K. (2002). Using three-dimensional difference maps to assess changes in scoliotic deformities. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 40(3), 290-295. doi: 10.1007/BF02344210
- Berryman, F., Pynsent, P., Fairbank, J., & Disney, S. (2008). A new system for measuring three-dimensional back shape in scoliosis. *European Spine Journal*, 17(5), 663-672. doi: 10.1007/s00586-007-0581-x
- Bunnell, W. P., & Delaware, W. (1984). An objective criterion for scoliosis screening. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 66(9), 1381-1387.
- Chen, Y-L., & Lee, Y-H. (1997). A non-invasive protocol for the determination of lumbosacral vertebral angle. *Clinical Biomechanics*, 12, 185-189. doi: 10.1016/S0268-0033(97)00076-4
- Cooke, E. D., Carter, L. M., Phil, M., & Pilcher, M. F. (1980). Identifying scoliosis in adolescent with thermography: A preliminary study. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 148, 172-176.
- Döhnert, M. B., & Tomasi, E. (2008). Validity of computed photogrammetry for detecting idiopathic scoliosis in adolescents. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 12(4), 290-297. doi: 10.1590/S1413-35552008000400007
- D'Ossualdo, F., Schierano, S., Soldano, F. M., & Isola, M. (2002). New tridimensional approach to the evaluation of the spine through surface measurement: The BACES system. *Journal of Medical Engineering & Technology*, 26(3), 95-105. doi: 10.1080/03091900110114389
- Drerup, B., & Hierholzer, E. (1994). Back shape measurement using video rasterstereography and three-dimensional reconstruction of spinal shape. *Clinical Biomechanics*, 9(1), 28-36. doi: 10.1016/0268-0033(94)90055-8
- Fortin, C., Feldman, D. E., Cheriet, F., & Labelle, H. (2010). Validity of a quantitative clinical measurement tool of trunk posture in idiopathic scoliosis. *Spine*, 35, E988-E994. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181cd2cd2
- Furlanetto, T., Candotti, C., Comerlato, T., & Loss, J. (2012). Validating a postural evaluation method developed using a Digital Image-based Postural Assessment (DIPA) software. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 108(1), 203-212. doi: 10.1016/j.cmpb.2012.03.012.
- Goldberg, C. J., Kaliszer, M., Moore, D. P., Fogarty, E. E., & Dowling, F. E. (2001). Surface topography, Cobb angles, and cosmetic change in scoliosis. *Spine*, 26(4), E55-E63.

- Lou, E., Hill, D. L., Raso, V. J., & Durdle, N. G. (1999). Continuous assessment of posture in adolescent idiopathic scoliosis. *Proceedings of the IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*, 3, 1511-1515. doi: 10.1109/CCECE.1999.804935
- Janicki, J. A., & Alman, B. (2007). Scoliosis: Review of diagnosis and treatment. *Paediatrics & Child Health*, 12(9), 771-776.
- Jefferson, R. J., Weisz, I., Turner-Smith, A. R., Harris, J. D., & Houghton, G. R. (1988). Scoliosis surgery and its effect on back shape. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 70(2), 261-366.
- Korovessis, P. G., & Stamatakis, M. V. (1996). Prediction of scoliotic Cobb angle with the use of the Scoliometer. *Spine*, 21(14), 1661-1666.
- Mac-Thiong, J.-M., Pinel-Giroux, F.-M., de Guise, J. A., & Labelle, H. (2007). Comparison between constrained and non-constrained Cobb techniques for the assessment of thoracic kyphosis and lumbar lordosis. *European Spine Journal*, 16(9), 1325-1331. doi: 10.1007/s00586-007-0314-1
- Oliveira, M. R. F., Gomes, A. C., & Toscano, C. M. (2011). QUADAS e STARD: Avaliação da qualidade de estudos de acurácia de testes diagnósticos. *Revista de Saúde Pública*, 45(2), 416-422. doi: 10.1590/S0034-89102011000200021
- Saad, K. R., Colombo, A. S., Ribeiro, A. P., & João, S. M. (2012). Reliability of photogrammetry in the evaluation of the postural aspects of individuals with structural scoliosis. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(2), 210-216. doi: 10.1016/j.jbmt.2011.03.005
- Silvano, A. M., Kopansky-Giles, D. R., Crowther, E. R., & Wright, J. (1996). A comparison of radiographic and electrogoniometric angles in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 21(13), 1549-1555.
- Theologis, T. N., Fairbank, J. C., Turner-Smith, A. R., & Pantazopoulos, T. (1997). Early detection of progression in adolescent idiopathic scoliosis by measurement of changes in back shape with the Integrated Shape Imaging System scanner. *Spine*, 22(11), 1223-1227.
- Turner-Smith, A. R., Harris, J. D., Houghton, G. R., & Jefferson, R. J. (1988). A method for analysis of back shape in scoliosis. *Journal of Biomechanics*, 21(6), 497-509. doi: 10.1016/0021-9290(88)90242-4
- Weisz, I., Jefferson, R., Turner-Smith, A., Houghton, G., & Harris, J. (1988). ISIS scanning: A useful assessment technique in the management of scoliosis. *Spine*, 13(4), 405-408.
- Whiting, P., Rutjes, A. W. S., Dinnes, J., Reitsma, J. B., Bossuyt, P. M. M., & Kleijnen, J. (2004). Development and validation of methods for assessing the quality of diagnostic accuracy studies. *Health Technology Assessment*, 8, 1-234.
- Whiting, P., Rutjes, A. W. S., Reitsma, J. B., Bossuyt, P. M. M., & Kleijnen, J. (2003). The development of QUADAS: A tool for the quality assessment of studies of diagnostic accuracy included in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 3, 25.
- Zubovic, A., Davies, N., Berryman, F., Pynsent, P., Quraishi, N., Lavy, C., ... Fairbank, J. (2008). New method of scoliosis deformity assessment: ISIS2 system. *Studies in Health Technology and Informatics*, 140, 157-60. doi: 10.3233/978-1-58603-888-5-157