
AVALIAÇÃO DA AMPLITUDE DE MOVIMENTO DA COLUNA TORÁCICA E LOMBAR: REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE

EVALUATION OF RANGE OF MOTION OF THORACIC AND LUMBAR SPINE: SYSTEMATIC REVIEW WITH META ANALYSIS

Marja Bochechin do Valle¹, Emanuelle Francine Detogni Schmit¹, Juliana Adami Sedrez¹ e Cláudia Tarragô Candotti¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, Brasil.

RESUMO

A coluna vertebral apresenta mobilidade e características distintas conforme a região anatômica, e, há diversos instrumentos que propiciam sua avaliação. Esta revisão sistemática objetivou identificar os métodos e instrumentos utilizados para avaliar a amplitude de movimento da coluna vertebral torácica e lombar no plano sagital que apresentam validade e/ou repetibilidade e/ou reprodutibilidade confirmados, evidenciando seus respectivos índices psicométricos. Foram realizadas buscas nas bases de dados BIREME, EMBASE, PEDro, PubMed, Science Direct, SCOPUS e Web of Science, além de buscas manuais. Dois revisores independentes realizaram a seleção dos estudos, extraíram os dados, avaliaram a qualidade metodológica, o risco de viés e a evidência (GRADE). Foram incluídos 46 estudos na análise qualitativa, e destes, apenas sete foram incluídos na análise quantitativa. Há evidência científica, confirmada por metanálise, acerca da reprodutibilidade interavaliador do instrumento fita métrica no teste de Schöber modificado para flexão lombar e da reprodutibilidade intra-avaliador dos instrumentos flexicurva e sistema de análise de vídeo para a extensão e flexão lombar. E, com base nos critérios do GRADE, ainda há baixa evidência científica sobre a validade, repetibilidade e reprodutibilidade dos instrumentos e métodos indicados para a avaliação da amplitude de movimento articular da coluna vertebral torácica e lombar no plano sagital.

Palavras-chave: Amplitude de movimento articular. Coluna vertebral. Revisão.

ABSTRACT

The spine presents mobility and distinct characteristics according to the anatomical region, and there are several instruments that allow its evaluation. This systematic review aimed to identify the methods and instruments used to assess the range of motion of the thoracic and lumbar spine in the sagittal plane that have confirmed validity and/or repeatability and/or reproducibility, evidencing their respective psychometric indexes. Searches were conducted in BIREME, EMBASE, PEDro, PubMed, Science Direct, SCOPUS and Web of Science databases, as well as manual searches. Two independent reviewers selected the studies, extracted data, assessed methodological quality, risk of bias and evidence (GRADE). We included 46 studies in the qualitative analysis, of which only seven were included in the quantitative analysis. There is scientific evidence, confirmed by meta-analysis, on the inter-rater reproducibility of the tape measure instrument in the modified Schöber's test for lumbar flexion and the intra-rater reproducibility of flexicurve instruments and video analysis system for lumbar extension and flexion. And, based on GRADE criteria, there is still low scientific evidence on the validity, repeatability and reproducibility of the instruments and methods indicated for assessing the range of motion of the thoracic and lumbar spine in the sagittal plane.

Keywords: Range of motion. Spine. Review.

Introdução

A coluna vertebral é um complexo segmento do corpo humano cuja mobilidade apresenta características distintas conforme a região anatômica devido às diferenças morfológicas relacionadas ao comprimento e angulação dos processos espinhosos e ao volume dos corpos vertebrais¹. Especificamente as regiões torácica e lombar têm um papel fundamental no movimento do tronco e na locomoção do ser humano, sendo que o equilíbrio entre as estruturas musculoesqueléticas da coluna, por meio da manutenção da flexibilidade, evita o desenvolvimento de patologias que podem interferir na autonomia e na mobilidade². Neste sentido, a preservação da morfologia e da mobilidade da coluna vertebral é importante

para a funcionalidade³ e pode refletir na redução dos índices já considerados altos de dores nas costas da população mundial⁴.

Ainda, no que tange aos aspectos biomecânicos de controle motor e postural relacionados as estruturas da coluna vertebral, evidências apontam para a necessidade de manutenção da integridade dos subsistemas ativo (musculotendíneo), passivo (osteoarticular e ligamentar) e neural⁵. Cabe pontuar, de forma conceitual, que a mobilidade, quando relacionada com amplitude de movimento funcional, está associada à integridade articular, assim como a flexibilidade ou extensibilidade dos tecidos moles que cruzam ou cercam as articulações, qualidades necessárias para que ocorram movimentos corporais irrestritos e sem dor durante as atividades funcionais da vida diária⁶. Portanto, a mobilidade e flexibilidade estão diretamente relacionadas, bem como podem a ser entendidas como complementares ou sinônimas.

Diante do exposto, a avaliação da mobilidade, bem como da flexibilidade, são requisitos importantes na avaliação física e clínica. Existem evidências que apontam os sistemas de vídeo, ou seja, a cinemetria, como padrão ouro para realizar avaliações de amplitude de movimento (ADM). Tais sistemas fornecem informações precisas espaço-temporais do corpo como um todo ou segmentado^{7,8}, bem como informações lineares e/ou angulares dos segmentos avaliados tais como, posição, velocidade e aceleração^{7,9}.

Contudo o alto custo desses sistemas, concomitante com a necessidade de um amplo espaço físico para as avaliações e de pessoas especializadas para seu manuseio, torna o método clinicamente inviável¹⁰, deixando-o restrito ao ambiente de pesquisas. Dessa forma, métodos alternativos têm sido descritos para avaliar a ADM da coluna torácica e lombar e, dada a vasta gama ofertada, entende-se apropriado identificar quais são estes métodos que possuem evidências científicas de confiabilidade que podem ser utilizados na prática clínica. Portanto, este estudo de revisão sistemática teve por objetivo identificar quais são os métodos e instrumentos utilizados a para avaliar a ADM da coluna vertebral torácica e lombar no plano sagital que apresentam validade e/ou repetibilidade e/ou reprodutibilidade confirmados, evidenciando seus respectivos índices psicométricos. De forma conceitual, a validade se refere ao grau de veracidade das medições de uma determinada grandeza, ou seja, o quanto as medições se aproximam do valor verdadeiro¹¹. A repetibilidade descreve o grau de igualdade entre os resultados obtidos seguindo as medidas consecutivas realizadas pelo mesmo avaliador, usando o mesmo instrumento e método¹¹. E, a reprodutibilidade, que pode ser mensurada intra-avaliador e interavaliador, descreve o grau de igualdade entre os resultados obtidos nos testes conduzidos pelo mesmo avaliador ou por diferentes avaliadores, respectivamente, usando o mesmo instrumento e método¹¹.

Tipo de estudo

O presente estudo compreendeu uma revisão sistemática da literatura, a qual foi registrada no PROSPERO sob o código CRD42015026518 (http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO_REBRANDING/display_record.asp?ID=CRD42015025996).

Estratégias de busca

Foram conduzidas buscas sistemáticas, conforme as recomendações da colaboração Cochrane¹³, entre os dias 25 de setembro a 01 outubro de 2015, nas bases de dados BIREME, EMBASE, *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*, *PubMed*, *Science Direct*, SCOPUS e *Web of Science*. Os termos de busca utilizados, com os seus respectivos operadores booleanos, foram *Spine [AND] Evaluation [OR] Measurement [AND] Reproducibility of Results [OR] Reliability [OR] Validity [AND] Range of Motion, Articular [OR] Range of Motion [OR]*

Motion [OR] *Pliability* [OR] *Flexibility*. A estratégia de busca utilizada no *PubMed* pode ser observada na Figura 1. Além disso, não foram feitas restrições a idioma e data de publicação, e foram identificados estudos a partir das referências dos estudos incluídos.

#5	Search (#1 AND #2 AND #3 AND #4)
#4	Search ("Spine"[Mesh] OR "Spine" OR "Vertebral Column" OR "Column, Vertebral" OR "Columns, Vertebral" OR "Vertebral Columns" OR "Spinal Column" OR "Column, Spinal" OR "Columns, Spinal" OR "Spinal Columns" OR "Vertebra" OR "Vertebrae")
#3	Search ("Procedures" OR "Procedure" OR "Evaluation Studies as Topic"[Mesh] OR "Evaluation Studies as Topic" OR "Evaluation" OR "Evaluations" OR "Evaluation Indexes" OR "Indexes, Evaluation" OR "Measurement" OR "Measurements" OR "Instruments" OR "Evaluation Methods" OR "Assess" OR "Assessment")
#2	Search ("Range of Motion, Articular"[Mesh] OR "Motion"[Mesh] OR "Motion" OR "Movement" OR "Movement"[Mesh] OR "Range of Motion, Articular" OR "Range of Motion" OR "Movements" OR "Pliability" OR "Pliability"[Mesh] OR "Flexibility")
#1	Search ("Validation Studies" [Publication Type] OR "Reproducibility of Results"[Mesh] OR "Reproducibility of Results" OR "Reproducibility of Findings" OR "Reliability" OR "Reliabilities" OR "Validity" OR "Validities" OR "Validity of Results" OR "Reliability and Validity" OR "Validity and Reliability" OR "Reliability of Results")

Figura 1. Estratégia de busca no *PubMed*

Fonte: Os autores

Seleção dos estudos

Dois avaliadores, de forma independente, selecionaram os estudos potencialmente relevantes a partir da leitura dos títulos e resumos. Quando estes não forneceram informações suficientes para excluir o estudo, o texto completo foi verificado. Após, os mesmos revisores avaliaram de forma independente os estudos completos, fizeram a seleção de acordo com os critérios de elegibilidade, os quais foram: (1) avaliação da região torácica ou da lombar, ou de ambas; (2) avaliação da flexibilidade/ADM/mobilidade; (3) avaliação de uma amostra não exclusiva de crianças e de portadores de patologias; (4) não ser revisão sistemática; (5) estudo de validação ou repetibilidade (*medidas repetidas no mesmo dia pelo mesmo avaliador*)¹¹, ou reprodutibilidade interavaliador (*medidas realizadas por diferentes avaliadores*)¹¹ ou reprodutibilidade intra-avaliador (*medidas realizadas pelo mesmo avaliador em dias diferentes*)¹¹ com resultados positivos de confirmação dos índices psicométricos; (6) redação na língua portuguesa brasileira, espanhola ou inglesa. Os casos discordantes foram resolvidos por consenso ou por um terceiro avaliador¹⁴.

Extração de dados, Análise da qualidade e Risco de viés

Somente os estudos incluídos foram submetidos à extração de dados, análise de qualidade e risco de viés. As informações foram extraídas por meio de formulário padronizado e englobaram: nome do primeiro autor, ano de publicação, participantes (número total e por grupo, idade), protocolo de avaliação e resultados de interesse (Tabela 1). A avaliação da qualidade e risco de viés foi realizada utilizando a escala de avaliação crítica para estudos de reprodutibilidade e de validade¹⁵ pelos mesmos dois avaliadores, de forma independente. Em caso de discordância, o consenso foi intermediado com um terceiro avaliador. Esta escala é composta por um checklist de 13 itens¹⁵. Embora essa escala¹⁵ não forneça um ponto de corte, na presente revisão sistemática os estudos foram considerados de

alta qualidade metodológica quando alcançaram escores $\geq 60\%$ nos itens aplicados, de acordo com a proposição de estudos anteriores¹⁶.

Análise Estatística

Os dados foram analisados inicialmente por meio de estatística descritiva, separados em sub-grupos de acordo com o instrumento e o movimento avaliado, bem como com a metodologia utilizada e o tipo de análise (validade, repetibilidade e reprodutibilidade - intra ou interavaliador; teste estatístico realizado). Foi realizada metanálise no *software MedCalc*, versão 11.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium), com base nas informações de tamanho amostral (n total do estudo) e correlação (valor de r), por meio de estatística inferencial com o teste de Inconsistência de Higgins (I^2) para verificar a homogeneidade interestudos, sendo considerada a heterogeneidade baixa se $I^2 < 50\%$ e moderada/alta se $I^2 \geq 50\%$ ¹³.

Qualidade de evidência

Com o intuito de resumir a qualidade das evidências foi utilizado o sistema GRADE (*Grading of Recommendations Assessment, Development, and Evaluation*)¹⁷, o qual leva em consideração os seguintes critérios: delineamento e limitações metodológicas dos estudos incluídos; inconsistência (homogeneidade dos estudos); se os estudos apresentam uma evidência direta; precisão dos resultados apresentados nos estudos incluídos; e se a revisão sistemática apresenta um viés de publicação, não incluindo a totalidade dos estudos publicados acerca do problema de pesquisa. Com base nesses critérios, foi realizada a classificação do nível de evidência, dentre os quatro níveis apresentados pelo sistema GRADE: alta qualidade - muito improvável que pesquisas adicionais mudem os resultados apresentados pela revisão sistemática; qualidade moderada - pesquisas posteriores provavelmente terão um impacto importante e podem mudar os resultados apresentados pela revisão sistemática; baixa qualidade - é mais provável que outras pesquisas tenham um impacto importante e que provavelmente alterem os resultados apresentados pela revisão sistemática; e qualidade muito baixa - qualquer estimativa de resultados apresentados pela revisão sistemática é muito incerta, gerando a necessidade de desenvolvimento de novos estudos.

Resultados

Foram identificados inicialmente 4027 estudos a partir das buscas sistemáticas, desses 1682 estavam em duplicata e 2257 foram excluídos baseado na leitura de títulos e resumos, restando 88 para a análise detalhada. Com base nos critérios de elegibilidade, 42 estudos foram excluídos, restando 46 artigos para a análise qualitativa. A Figura 2 demonstra o fluxograma dos estudos incluídos e a Tabela 1 resume as características desses estudos.

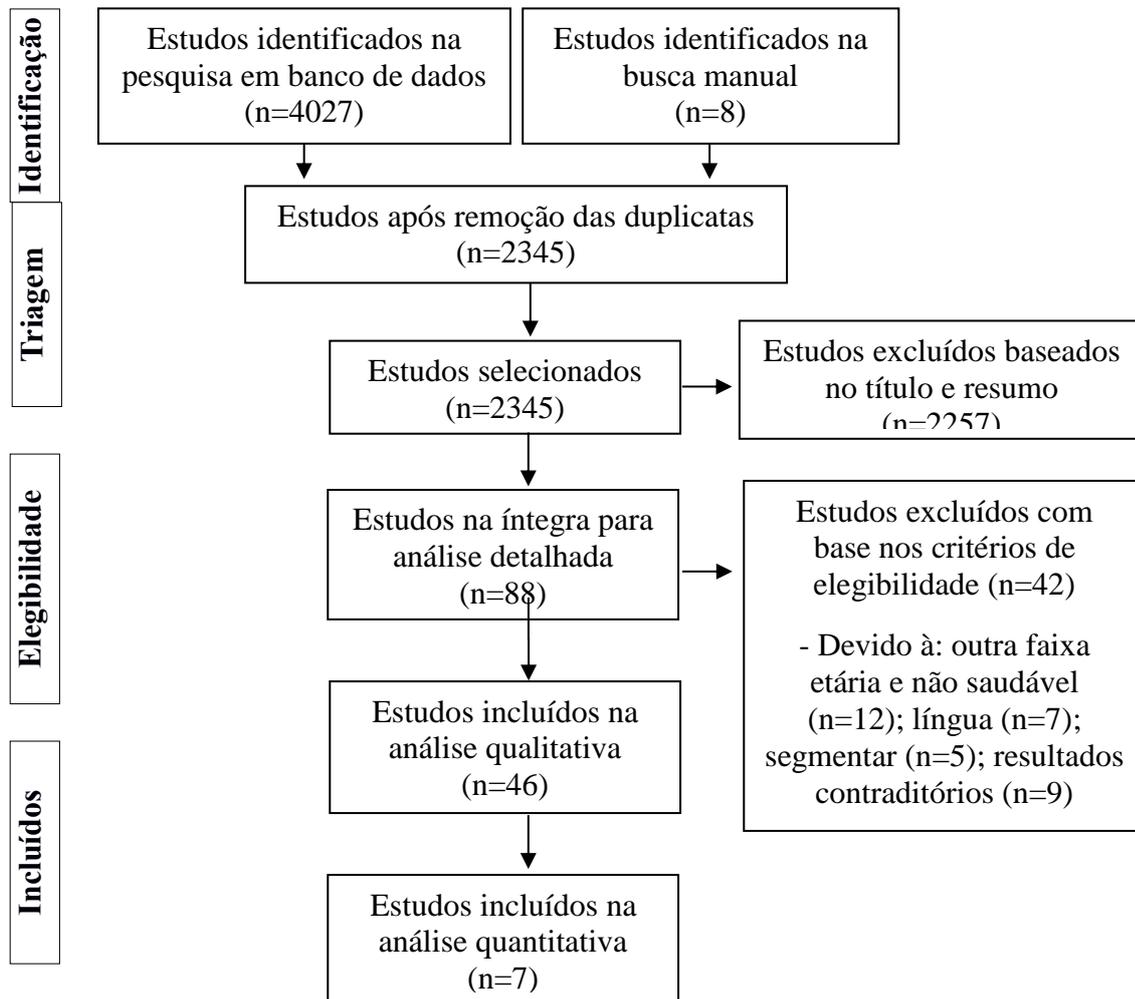


Figura 2. Fluxograma dos estudos incluídos segundo *PRISMA*¹⁸
 Fonte: Os autores

Tabela 1. Características dos estudos incluídos

1º Autor	Amostra	Instrumento	Aspecto Avaliado	Resultados
Fita métrica				
Bandy ¹⁹	n=63	Distância esterno-maca	Reprodutibilidade intra-avaliador de extensão lombar (avaliadores com e sem experiência)	Com experiência CCI: 0,90-0,91; sem experiência CCI: 0,82-0,86
Beattie ²⁰	n=100	Teste de Schöber modificado	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador (n=11) de extensão lombar	CCI intra-avaliador: 0,90; CCI inter- avaliador: 0,94
Burdett ²¹	n=23	Teste de Schöber modificado	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão lombar.	CCI:0,72
Dopf ²²	n=30	Testes de Moll modificado e Schöber modificado	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão lombar.	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: r:0,89; Extensão: r:0,66; Reprodutibilidade inter- avaliador: Flexão: r:0,76; Extensão: r:0,54. Repetibilidade: Flexão: r:0,98; Extensão: r:0,96;
Frost ²³	n=24	Distância dedo-chão e C7-S2	Repetibilidade e reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão de tronco	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: r:0,98; Extensão: r:0,79; Reprodutibilidade inter- avaliador: Flexão: r:0,94; Extensão: r:0,78
Gill ²⁴	n=10	Teste de Schöber modificado e distância dedo-chão	Repetibilidade de flexão e extensão lombar	Flexão: Schöber modificado: CV:0,9-1,5; Dedo-chão: CV:14,1; Extensão: Shober modificado: CV:2,8-2,9
Merritt ²⁵	n=50	Testes de Schöber modificado, Moll, Loebel e distância dedo-chão)	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão de tronco	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: Distância dedo-chão: média CV:76,4; Schöber: média CV:6,6; Loebel: média CV:13,4; Extensão: Moll: média CV:7,3; Loebel: média CV:50,7; Reprodutibilidade inter avaliador: Flexão: Distância dedo-chão: média CV:83,0; Schöber: média CV:6,3; Loebel: média CV:9,6; Extensão: Moll: média CV:9,5; Loebel: média CV:65,4
Ronchi ²⁶	n=23	Teste de Schöber modificado	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: CCI:0,77; Reprodutibilidade inter- avaliador: CCI:0,74
Miller ²⁷	n=50	Teste de Schöber modificado	Reprodutibilidade inter- avaliador de flexão lombar	r:0,71

Tabela 1. Características dos estudos incluídos (continuação...)

1º Autor	Amostra	Instrumento	Aspecto Avaliado	Resultados
Paternostro-Sluga ²⁸	n=16	Testes de Ott, Schöber, Schöber modificado e distância dedo-chão	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão do tronco	Boa reprodutibilidade (não explicita valores de CCI)
Hyytiäinen ²⁹	n=30	Teste de Schöber	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: <i>r</i> :0,88; inter-avaliador: <i>r</i> :0,87
Van Den Dolder ³⁰	n=60	Metodologia própria	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: CCI:0,95; Reprodutibilidade inter-avaliador: CCI:0,96
Inclinômetro				
Bø ³¹	n=16	Inclinômetro digital	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão tóraco-lombar	Flexão: CCI intra-avaliador: 0,84-0,92; CCI inter-avaliador: 0,83-0,92. Extensão: CCI intra-avaliador: 0,85-0,86; CCI inter-avaliador: 0,68-0,88
Breum ³²	n=47	Inclinômetro modificado (BROM II)	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão lombar, validade (inclinômetro duplo)	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: CCI:0,91; Extensão: CCI:0,63; Reprodutibilidade inter- avaliador: Flexão: CCI:0,77; Extensão: CCI:0,35; Validade: Flexão: CCI:0,75; Extensão: CCI:0,63
Dopf ²²	n=30	Inclinômetro duplo	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão lombar.	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: <i>r</i> :0,92; Extensão: <i>r</i> :0,93; Reprodutibilidade inter-avaliador: Flexão: <i>r</i> :0,71; Extensão: <i>r</i> :0,78
Gill ²⁴	n=10	Inclinômetro duplo	Repetibilidade de flexão e extensão lombar	Flexão: CV: 9,3-33,9; Extensão: CV: 2,8-4,7
Kolber ³³	n=30	Inclinômetro e dispositivo móvel (inclinômetro - iPhone)	Reprodutibilidade intra, inter- avaliador e validade (inclinômetro) de flexão e extensão lombar e de tronco.	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: iPhone: lombar: CCI:0,88; tóracolombopélvica: CCI:0,97; Inclinômetro: lombar: CCI:0,83; tóracolombopélvica: CCI:0,96; Extensão (só tóracolombopélvica): iPhone: CCI:0,80; Inclinômetro: CCI:0,88; Reprodutibilidade inter- avaliador: Flexão: iPhone: lombar: CCI:0,88; tóracolombopélvica: CCI:0,98; Inclinômetro: lombar: CCI:0,81; tóracolombopélvica: CCI:0,97; Extensão (só tóracolombopélvica): iPhone: CCI:0,81; Inclinômetro: CCI:0,91; Validade: Flexão: lombar: CCI:0,86-0,87; tóracolombopélvica: CCI:0,97-0,98; Extensão (só tóracolombopélvica): CCI:0,89-0,91

Tabela 1. Características dos estudos incluídos (continuação...)

1º Autor	Amostra	Instrumento	Aspecto Avaliado	Resultados
Mayer ³⁴	n=18	Inclinômetro e eletroinclinômetro	Repetibilidade e reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão lombar	Todos os instrumentos apresentam repetibilidade ($r:0,89$) e reprodutibilidade intra ($F=1,39$; $df=13,319$) e inter avaliador ($F=1,62$; $df=1,319$)
Mellin ³⁵	n=27	Inclinômetro	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão e extensão tóraco-lombar.	Flexão: $r:0,91-0,95$; Extensão: $r:0,72-0,92$
Ng ³⁶	n=12	Inclinômetro modificado	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão e extensão lombar	Flexão: CCI:0,87; Extensão: CCI:0,92
Ronchi ²⁶	n=23	Inclinômetro duplo	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: CCI:0,95; Extensão: CCI:0,94; Reprodutibilidade inter- avaliador: Flexão: CCI:0,89; Extensão: CCI:0,91
Chiarello ³⁷	n=12	Eletroinclinômetro	Reprodutibilidade inter- avaliador de flexão e extensão lombar	Reprodutibilidade inter- avaliador: Flexão: CCI:0,74; Extensão: CCI:0,65-0,85
Rondinelli ³⁸	n=8	Um inclinômetro, inclinômetro duplo e eletroinclinômetro (Back ROM)	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: Um inclinômetro: CCI:0,85-0,86; Inclinômetro duplo: CCI:0,70-0,81; Back ROM: CCI I:0,81-0,90; Reprodutibilidade inter-avaliador: Um inclinômetro: CCI:0,76; Inclinômetro duplo: CCI:0,69; Back ROM: CCI:0,77
Boocock ³⁹	n=12	Inclinômetro	Reprodutibilidade intra-avaliador de ADM lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: $r:0,96$
Goniômetro				
Bedekar ⁴⁰	n=30	Dispositivo móvel iPod (goniômetro)	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão lombar, validade concorrente (inclinômetro duplo)	Intra-avaliador: CCI:0,92; Inter- avaliador: CCI:0,81; Validação: $r:0,95$
Chiarello ³⁷	n=12	Dois goniômetros	Reprodutibilidade inter- avaliador de flexão e extensão lombar	Reprodutibilidade inter- avaliador: Flexão: CCI:0,57; Extensão: CCI:0,59-0,67
Burdett ²¹	n=27	Goniômetros de gravidade modificado e Paralelogramo	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão e extensão lombar. Validade de flexão e extensão lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: Goniômetro de gravidade: CCI:0,91; Goniômetro paralelogramo: CCI:0,92; Extensão: Goniômetro de gravidade: CCI:0,71; Goniômetro paralelogramo: CCI:0,60; Validade: Flexão: Goniômetro de gravidade: CCI:-0,11; Goniômetro paralelogramo: CCI:0,19; Extensão: Goniômetro de gravidade: CCI:-0,73; Goniômetro paralelogramo: CCI:-0,71

Tabela 1. Características dos estudos incluídos (continuação...)

1º Autor	Amostra	Instrumento	Aspecto Avaliado	Resultados
Salisbury ⁴¹	n=17	Goniômetro	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão e extensão lombar	Flexão: MAD: 3,80±2,95; Extensão: MAD: 3,10±1,98
Salisbury ⁴¹	n=17	Goniômetro	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão e extensão lombar	Flexão: MAD: 3,80±2,95; Extensão: MAD: 3,10±1,98
Boocock ³⁹	n=12	Eletrogoniômetro	Reprodutibilidade intra-avaliador de ADM lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: r:0,78.
Paquet ⁴²	n=10	Eletrogoniômetro	Repetibilidade e validade (dois inclinômetros) de flexão do tronco	Validade: r:0,97; Repetibilidade: CCI:0,98
Tojima ⁴³	n=7	Eletrogoniômetro	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão e extensão lombar	Flexão: CCI:0,80; extensão: CCI:0,63
Sistema de análise de movimento				
Gill ⁴⁴	n=15	Sistema de análise de movimento por vídeo	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador (10 indivíduos) de flexão e extensão de tronco.	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: r:0,87; Extensão: r:0,85; Reprodutibilidade inter-avaliador: Flexão: r:0,93; Extensão: r:0,96
Mannion ⁴⁵	n=11	Sist. análise de movimento 3D OSI CA-6000 e Space Fastrak	Repetibilidade de flexão e extensão lombar	Repetibilidade: r:0,82-0,99, com CCI elevados (não explicitados valores)
Petersen ⁴⁶	n=21	Sistema de análise de movimento 3D (OSI CA-6000)	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador (avaliadores com e sem experiência) de flexão e extensão tóracolombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: CCI:0,90-0,96; Extensão: CCI:0,96; Reprodutibilidade inter-avaliador: Flexão: CCI:0,93; Extensão: CCI:0,95
Pearcy ⁴⁷	n=10	Sistema de análise de movimento 3D (3 SPACE Isotrak)	Repetibilidade de flexão e extensão lombar	Erro RMS:0,079°
Dopf ²²	n=30	Sistema de análise de movimento 3D (OSI CA-6000)	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão lombar.	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: r:0,94; Extensão: r:0,94; Reprodutibilidade inter-avaliador: Flexão: r:0,76; Extensão: r:0,84.
Tojima ⁴³	n=7	Sistema de análise de movimento 3D (VICON)	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão e extensão lombar	Flexão: CCI:0,77; extensão: CCI:0,80.
Troke ⁴⁸	n=22	Sistema de análise de movimento 3D (OSI CA-6000)	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: CCI:0,81-0,94; Reprodutibilidade inter- avaliador: CCI:0,73-0,82

Tabela 1. Características dos estudos incluídos (continuação...)

1º Autor	Amostra	Instrumento	Aspecto Avaliado	Resultados
Schuit ⁴⁹	n=10	Sistema de análise de movimento 3D (OSI CA-6000) e Raios-X	Reprodutibilidade inter- avaliador e validade de flexão e extensão do tronco	Reprodutibilidade inter- avaliador: Flexão: Raio X: CCI:0,93; OSI: CCI:0,99; Extensão: Raio X: CCI:0,85; OSI: CCI:0,98; Validade: Flexão: <i>r</i> :0,100; Extensão: <i>r</i> :0,394
Schuit ⁴⁹	n=10	Sistema de análise de movimento 3D (OSI CA-6000) e Raios-X	Reprodutibilidade inter- avaliador e validade de flexão e extensão do tronco	Reprodutibilidade inter- avaliador: Flexão: Raio X: CCI:0,93; OSI: CCI:0,99; Extensão: Raio X: CCI:0,85; OSI: CCI:0,98; Validade: Flexão: <i>r</i> :0,100; Extensão: <i>r</i> :0,394
Flexicurva				
Tillotson ⁵⁰	n=20	Flexicurva	Reprodutibilidade intra-avaliador e validade concorrente (raios-X) de flexão e extensão lombar.	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: <i>r</i> :0,95-0,97; Extensão: <i>r</i> :0,96-0,97; Validade: ADM: <i>r</i> :0,98.
Burton ⁵¹	n=15	Flexicurva	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão lombar, validade (Raios-X, n=1)	Reprodutibilidade intra-avaliador: <i>r</i> :0,95-0,97; Reprodutibilidade inter- avaliador: <i>r</i> :0,82-0,99; validade: o flexicurva apresentou angulação superior (maior em 1º) ao Raio-x
Burton ⁵²	Não apresenta	Flexicurva	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão lombar	Reprodutibilidade intra (erro de 9%) e inter avaliador (7-15%)
Youdas ⁵³	n=10	Flexicurva	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: CCI:0,90-0,95; Extensão: CCI:0,96-0,98; Reprodutibilidade inter-avaliador: Flexão: CCI:0,84-0,91; Extensão: CCI:0,97-0,98
Boocock ³⁹	n=12	Flexicurva	Reprodutibilidade intra-avaliador de ADM lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: <i>r</i> :0,86
Acerelômetros				
Alqhtani ⁵⁴	n=18	Acelerômetro triaxial	Reprodutibilidade de flexão e extensão tóraco-lombar.	Torácica: flexão (CCI: 0,97-0,99) e extensão (CCI:0,92-0,96); Lombar: flexão (CCI: 0,95-0,98) e extensão (CCI: 0,96-0,97)
Consmuller ⁵⁵	n=30	Acelerômetro	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão e extensão tóraco-lombar.	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: CCI:0,86; Extensão: CCI:0,84
Ronchi ²⁶	n=23	Acelerômetro	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: Flexão: CCI:0,99; Extensão: CCI:0,98; Reprodutibilidade inter- avaliador: Flexão: CCI:0,95; Extensão: CCI:0,95

Tabela 1. Características dos estudos incluídos (continuação...)

1º Autor	Amostra	Instrumento	Aspecto Avaliado	Resultados
Fotogrametria				
Tederko ⁵⁶	n=12	Fotometria	Repetibilidade e reprodutibilidade da ADM torácica	CCI s entre 0,951 e 0,958 (não expressa valores isolados por movimento e aspecto avaliado)
Gill ²⁴	n=10	Fotogrametria	Repetibilidade de flexão e extensão lombar	Flexão: CV:6,0-22,3; Extensão: CV;11,3-12,4
Edmondston ⁵⁷	n=14	Fotogrametria	Validade da ADM de extensão torácica (Raio X).	r:0,69
Sistema Inercial				
Ha ⁵⁸	n=26	Sistema inercial (Xsems MTx)	Validade (com o Fastrak) de flexão e extensão lombar	Flexão: r:0,88; Extensão: r:0,66
Yun ⁵⁹	n=19	Sistema inercial	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão e extensão lombar	Reprodutibilidade intra-avaliador: CCI:0,90-0,98
Outros instrumentos				
Roussel ⁶⁰	n=61	Dinamômetro isocinético	Reprodutibilidade inter- avaliador de flexão e extensão lombar	Reprodutibilidade inter- avaliador: Flexão: CCI:0,77; Extensão: CCI:0,93-0,94;
Williams ⁶¹	n=13	Sistema de fibra óptica	Repetibilidade e validade (Sistema de análise de movimento 3D) de flexão lombar	Repetibilidade: r:0,94-0,97; Validade: r:0,86-0,95
Lee ⁶²	n=19	Giroscópio 3D	Repetibilidade de flexão e extensão lombar	Coefficiente de correlação múltipla: 0,97-0,99 Flexão: Cifômetro MAD: 2,95±2,96; Goniômetro MAD: 3,80±2,95 e Flexicurva MAD: 3,15±2,0.
Salisbury ⁴¹	n=17	Cifômetro, Goniômetro e Flexicurva, fita métrica e ultrassom	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão e extensão lombar	Extensão: Cifômetro MAD: 3,16±2,24; Goniômetro MAD: 3,10±1,98 e Flexicurva MAD: 4,18±3,58
Cohn ⁶³	n=19	Sensores eletromagnéticos	Reprodutibilidade intra e inter- avaliador de flexão e extensão lombar	Reprodutibilidade intra e inter-avaliador com CCI>0,9.
Fölsch ⁶⁴	n=28	Sistema de análise por ultrassom	Reprodutibilidade intra-avaliador de flexão e extensão torácica.	Flexão: CCI: 0,71; Extensão: CCI: 0,34

Fonte: Os autores

Na avaliação da qualidade metodológica e risco de viés apenas 18 estudos foram considerados de alta qualidade (escore $\geq 60\%$). A média da qualidade metodológica dos estudos foi de 53,11% e pode ser visualizada na Tabela 2.

Tabela 2. Avaliação da qualidade metodológica

1º Autor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Qualidade	% Qualidade
Alqhtani ⁵⁴	s	n	n/a	n	n	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	5	55,56
Bandy ¹⁹	s	s	n/a	s	s	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	8	88,9
Beattie ²⁰	s	n	n/a	n	n	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	5	55,6
Bedekar ⁴⁰	s	s	n/a	s	s	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	8	88,9
Bø ³¹	s	s	n/a	s	s	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	8	88,9
Boocock ³⁹	s	n	s	n	n	s	s	s	s	s	s	n	s	9	69,2
Breum ³²	s	n	s	n	n	s	s	s	n	s	s	n	s	8	61,5
Burdett ²¹	s	s	s	n	n	n	n	n	n	s	s	n	s	6	46,2
Burton ⁵¹	n	n	n	n	n	n	s	s	s	n	n	n	s	4	44,4
Burton ⁵²	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	0	0,0
Chiarello ³⁷	s	n	n/a	n	n	s	n/a	n	n/a	s	n/a	n	s	4	44,4
Cohn ⁶³	s	s	n/a	n	n	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	6	66,7
Consmuller ⁵⁵	s	n	n/a	n/a	n	n	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	4	50,0
Dopf ²²	s	n	s	n	n	s	s	s	n	s	s	n	s	8	61,5
Edmondston ⁵⁷	s	s	s	n	n	n	n	n	s	s	s	n	n	6	46,15
Fölsch ⁶⁴	s	n	n/a	n	n	n	n/a	n	n/a	s	n/a	s	s	4	44,4
Frost ²³	s	n	n/a	n	n	s	n/a	s	n/a	s	n/a	s	s	6	66,7
Gill ²⁴	s	n	n/a	n	n	n	n/a	s	n/a	n	n/a	s	s	4	44,4
Gill ⁴⁴	s	n	n/a	n	n	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	5	55,6
Ha ⁵⁸	s	n	s	n/a	n/a	n	n	n	s	s	s	n	s	6	66,7
Hyytiainen ²⁹	s	s	n/a	n	n	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	n	5	55,6
Kolber ³³	s	n	s	s	s	n	s	s	s	s	s	n	s	10	76,9
Lee ⁶²	s	n	n/a	n	n	n	n/a	n	n/a	s	n/a	n	n	2	22,2
Mannion ⁴⁶	s	n	n/a	n	n	s	n/a	n	n/a	s	n/a	n	s	4	30,8
Mayer ³⁴	s	s	n/a	n	n	s	n/a	n	n/a	s	n/a	n	n	4	44,4
Mellin ²⁵	s	n	n/a	n	n	n	n/a	n	n/a	s	n/a	s	n	4	44,4
Merritt ³⁶	s	s	n/a	n	n	n	n/a	s	n/a	s	n/a	n	n	4	44,4
Miller ²⁷	s	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	n/a	s	n/a	n	n	5	62,5
Ng ³⁶	s	s	n/a	n/a	n	n	n/a	n	n/a	s	n/a	n	s	4	50,0
Paquet ⁴²	s	n	s	n	n	n	n	s	n	s	s	n	s	6	46,2
Paternostro-Sluga ²⁸	s	n	n/a	s	s	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	n	6	66,7
Pearcy ⁴⁷	s	n	n	n	n	n	n	s	n	n	n	n	n	2	15,4
Petersen ⁴⁶	s	s	n/a	n	n	n	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	5	38,8
Ronchi ²⁶	s	s	n/a	n	n	n	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	5	38,8
Rondinelli ⁴⁰	s	s	n/a	n	n/a	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	6	46,2
Roussel ⁶⁰	s	n	n/a	n	n	n	n/a	n	n/a	s	n/a	n	s	3	33,3
Salisbury ⁴¹	s	n	n/a	n	n	s	n/a	n	n/a	s	n/a	n	n	3	33,3
Schuit ⁴⁹	s	n	s	n	n	s	s	n	s	s	s	n	s	8	61,5
Tederko ⁵⁶	s	n	n/a	n	n	n	n/a	n	n/a	s	n/a	n	s	3	33,3
Tillotson ⁵⁰	s	s	s	n	n	n	n	s	s	s	s	n	s	8	61,5
Tojima ⁴³	s	n	s	n	n	s	s	s	s	s	s	n	s	9	69,2
Troke ⁴⁸	s	s	n/a	n	n	s	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	6	66,7
Van DenDolder ³⁰	s	s	n/a	s	s	s	n/a	n	n/a	s	n/a	n	s	7	77,8
Williams ⁶¹	s	s	s	n/a	n/a	n/a	n	n/a	s	s	s	n	s	7	77,8
Youdas ⁵³	s	s	n/a	n	n	n	n/a	n	n/a	s	n/a	n	s	4	44,4
Yun ⁵⁹	s	s	n/a	n	n	n	n/a	s	n/a	s	n/a	n	s	5	55,6

Nota: 1- Adequação amostral; 2- adequação descrição dos avaliadores; 3- explicação do padrão de referência; 4- Cegamento inter avaliador; 5- Cegamento intra avaliador; 6- Variação da ordem de avaliação; 7- Período de tempo entre teste avaliado e do padrão de referência; 8- Período entre as medidas repetidas; 9- Independência do padrão de referência do teste avaliado; 10- Adequação da descrição do procedimento de teste avaliado; 11- Adequação da descrição do procedimento do padrão de referência ; 12- Explicação sobre perda amostral; 13- Métodos estatísticos apropriados.

Fonte: Os autores

As principais áreas de fraqueza metodológica encontradas foram: a explicação sobre a perda amostral, justificada por serem estudos transversais; cegamento intra e inter avaliador; período de tempo entre o teste avaliado e padrão de referência; independência do padrão de referência do teste avaliado; explicação e adequação da descrição do procedimento do padrão de referência e adequação da descrição dos avaliadores.

Com relação a qualidade da evidência, levando em consideração a heterogeneidade dos estudos principalmente no que tange ao rigor metodológico, é possível que outras pesquisas tenham um impacto importante e que provavelmente alterem os resultados apresentados pela presente revisão sistemática, o que torna a presente revisão com força de evidência baixa mediante o crivo dos principais critérios estabelecidos pelo GRADE¹⁷.

No que tange aos resultados da análise quantitativa, apenas sete estudos foram incluídos na metanálise, suportando que há evidência científica no que diz respeito a reprodutibilidade interavaliador do instrumento fita métrica no teste de Schöber modificado para o movimento de flexão lombar e a reprodutibilidade intra-avaliador dos instrumentos Flexicurva e sistema de análise de vídeo para os movimentos de extensão e flexão lombar (APÊNDICE).

Discussão

A partir dos estudos apresentados na Tabela 1, observa-se a utilização de inúmeros instrumentos para avaliação da flexibilidade da coluna vertebral, dentre os mais utilizados, pode-se citar: a fita métrica, os inclinômetros, os goniômetros/ eletrogoniômetros, os sistemas de análise de movimento 3D, os Flexicurvas e os acelerômetros. Além disso, há instrumentos que foram citados em poucos estudos, como por exemplo: a fotogrametria, o ultrassom, o sistema inercial, o sistema de fibra óptica, o cifômetro, os sensores eletromagnéticos, o giroscópio 3D e o dinamômetro isocinético. Além da variedade de instrumentos, para cada um deles são numerosos os protocolos utilizados, dificultando ainda mais a comparação dos estudos.

A fita métrica é o instrumento quem vem sendo frequentemente descrito nos estudos para avaliação da ADM de flexão e extensão da coluna torácica e lombar, sendo observados diversos protocolos de medição, como o teste de Schöber modificado^{20-22,24-29}, distância dedochão^{24,25,28}, teste de Moll modificado^{22,25}, entre outros. Cabe destacar que o baixo custo, o fácil manuseio e o fato de fornecer um resultado quantitativo, apresentando valores em centímetros (cm), são fatores que podem facilitar o uso disseminado desse instrumento. Ainda, os protocolos de medição, em geral, apresentam repetibilidade e reprodutibilidade intra e interavaliador adequada (Tabela 1), o que possibilita a sua utilização para o acompanhamento de treinamentos e tratamentos da coluna vertebral, uma vez que podem ser realizadas mensurações de forma confiável em diferentes momentos, bem como por diferentes avaliadores. Além disso, é possível afirmar seguramente, mediante a metanálise, que já está elucidada e confirmada a reprodutibilidade interavaliador do teste de Schöber modificado para avaliação de flexão lombar (APÊNDICE), ou seja, é muito provável que os resultados oriundos do teste sejam similares mesmo realizados por diferentes avaliadores. Contudo, cabe comentar que, com relação a questões voltadas para análise estatística aplicada nos estudos^{22,23,27,29}, há discreto equívoco ao utilizarem apenas testes que verificam a correlação (os valores possuem uma relação, ou seja, se comportam de forma direta – um aumenta o outro aumenta, um diminui o outro diminui - ou inversa – um aumenta o outro diminui, e vice-versa, na mesma proporcionalidade, mas não necessariamente são parecidos ou próximos; nesse caso, os testes estatísticos pertinentes são *Pearson* e *Spearman*) e não a concordância (quando a diferença entre um valor e outro é nula ou muito próxima disso, os

valores são idênticos ou quase; nesse caso, o teste estatístico pertinente é o Coeficiente de Correlação Intraclasse).

No entanto, não foram encontrados estudos que apresentassem a avaliação da validade concorrente dos protocolos (comparações internas entre as diferentes metodologias de medição, levando em consideração a concordância entre as mesmas) que utilizam a fita métrica, e dessa forma, entende-se como uma importante limitação o fato de não se conhecer a real variável analisada nesses protocolos, ou seja, se realmente trata-se de avaliação da flexibilidade da coluna vertebral ou se outros fatores podem estar influenciando os resultados obtidos. Outra limitação que pode ser ressaltada é o fato de que a avaliação geralmente é feita tendo como base apenas dois pontos de referência, o que não permite representar a curvatura da coluna vertebral.

Outro instrumento muito utilizado é o inclinômetro (Tabela 1), que consiste em um transferidor de 360° orientado pela ação da gravidade. Existem variações dele como, por exemplo, o inclinômetro duplo, o inclinômetro modificado (BROM II) e o eletroinclinômetro (Back ROM). Dentre os estudos incluídos, apenas dois avaliaram a validade de inclinômetros. Um deles comparou um novo modelo de inclinômetro, chamado de BROM II com um inclinômetro duplo e encontrou adequada validade concorrente, com correlação variando de moderada a excelente⁴². O segundo estudo verificou a validade concorrente de um inclinômetro de dispositivo móvel (iPhone) comparando com um inclinômetro tradicional e encontrou resultados excelentes de correlação entre os dois instrumentos. No que tange a reprodutibilidade, em geral todos os estudos demonstraram de moderado à alto nível de correlação para o inclinômetro, e em sua maioria realizaram análise estatística adequada para mensuração do referido índice psicométrico^{26,31-33,36-38}. Entretanto, ao levarmos em consideração os resultados oriundos da metanálise (APÊNDICE) fica evidenciada a elevada heterogeneidade metodológica entre os estudos, o que impede de serem realizadas afirmações e extrapolações das medidas métricas da reprodutibilidade intra-avaliador, carecendo de novos estudos, somado ao fato de que a análise só foi possível com a utilização de informações relacionadas o r de Pearson. Um bom motivo para a utilização dos inclinômetros duplos é o fato de serem recomendados pela Associação Americana de Médicos (AMA), no guia de avaliação de incapacidade permanente, chamado *Guides to the Evaluation of Permanent Impairment*^{40,65}. No entanto, observa-se que os inclinômetros apresentaram validade concorrente testada apenas com o mesmo instrumento, o que limita o conhecimento à respeito do valor verdadeiro obtido, além de serem relativamente caros, de difícil manuseio e podem conter erros de localização das marcas e montagem do instrumento, sendo por isto necessário domínio desta técnica afim de obter medidas precisas⁶⁵.

O goniômetro é um instrumento com que se medem posições articulares e ADM de quase todas as articulações. Semelhante aos transferidores, por serem instrumentos de plástico transparente utilizado para medir ou construir ângulos. Diferem-se dos inclinômetros por não depender da ação da gravidade. Das variações encontradas para o goniômetro estão o eletrogoniômetro^{39,42,43}, o goniômetro de dispositivo móvel (iPod)⁴⁰ e os goniômetros tradicionais^{21,37,41}.

O instrumento goniômetro foi analisado em diversos estudos, no entanto, em virtude dessa ampla variedade de tipos desse instrumento, a sua análise em conjunto torna-se limitada. De maneira geral, o goniômetro tem sido descrito para a avaliação da mobilidade lombar. Apenas no estudo de Paquet *et al.*⁴² esse instrumento foi utilizado para avaliação do tronco. O eletrogoniômetro teve a sua reprodutibilidade intra-avaliador testada em dois estudos, os quais demonstraram resultados excelentes^{39,43}, além de excelente validade concorrente ao ser comparado com o inclinômetro^{39,42}. Outro tipo de goniômetro que apresentou excelentes resultados foi o goniômetro de dispositivo móvel (Ipod), o qual

apresentou correlações acima de 0,8 tanto para repro[duzibilidade intra e interavaliador, como para validade concorrente⁴⁰, sustentando a concordância entre as medições realizadas por diferentes avaliadores e em diferentes momentos. Os goniômetros de gravidade e o paralelogramo também apresentaram excelente reprodutibilidade intra-avaliador²¹. No entanto, quando utilizado dois goniômetros para avaliação da flexão e extensão lombar, os resultados de CCI foram inferiores, apresentando correlações moderadas³⁷.

O goniômetro é considerado um instrumento de baixo custo, de fácil utilização e transporte, no entanto ressalta-se que os goniômetros requerem conhecimento técnico dos avaliadores, uma vez que a sua dificuldade no alinhamento com as regiões do corpo, principalmente em flexão e extensão podem interferir na precisão dos resultados⁶⁵. Paquet *et al.*⁴² apontaram algumas limitações importantes para a utilização dos eletrogoniômetros, como a avaliação apenas no plano sagital e a necessidade de calibração do sistema para cada indivíduo. Além disso, ambos os instrumentos não permitem a representação da curvatura da coluna vertebral avaliada.

Os sistemas de análise de movimento 3D permitem determinar a posição e orientação dos segmentos corporais, buscando medir os parâmetros de deslocamentos lineares ou angulares, velocidade e aceleração desses segmentos⁸. Dos estudos que avaliaram a ADM em flexão e extensão, oito foram realizados com sistema análise de movimento 3D. Dentre os quais seis estudos verificaram a reprodutibilidade, com resultados variando de moderada a alta^{22,41,44,46,48-49}, cabendo destacar que há evidência confirmada mediante metanálise para embasar a reprodutibilidade intra-avaliador para os movimentos de flexão e extensão lombar (reitera-se a questão estatística do uso exclusivo de testes de verificação da correlação das medidas, sem informações acerca da concordância). Contudo, a reprodutibilidade interavaliador ainda necessita ser investigada com maior rigor metodológico, afim de sanar a lacuna oriunda da heterogeneidade dos resultados entre os estudos (APÊNDICE); dois estudos verificaram a repetibilidade de flexão e extensão lombar obtendo valores de CCI elevados⁴¹ e baixo erro RMS entre medidas⁴² e apenas um estudo verificou a validade do sistema de vídeo 3D com o exame de Raios-X⁴⁹, sendo esta metodologia considerada de muito baixa validade para flexão e baixa validade para extensão de tronco.

Com o advento da tecnologia os métodos de análise 3D expandiram-se rapidamente, principalmente pelo fato de fornecerem uma possibilidade variada de parâmetros avaliados e apresentarem uma adequada precisão nos resultados fornecidos⁶⁶. Apesar disso, esses instrumentos necessitam de ambiente apropriado para as avaliações, avaliadores experientes e elevado custo, inviabilizando a sua utilização na prática clínica.

O instrumento Flexicurva é uma régua de chumbo flexível, com 30 a 80 cm de comprimento, de fácil utilização, de baixo custo e serve como forma diagnóstica e indicador evolutivo de tratamento em estudos de campo de grandes populações⁶⁷. A validade concorrente do Flexicurva na avaliação da flexibilidade com os Raios-X foi testada em dois estudos^{50,51}. No entanto, no estudo de Burton⁵¹ foi avaliado apenas um único indivíduo e seus resultados apenas apresentam a obtenção de uma angulação superior (maior em um grau) quando comparado aos Raios-X. Já Tillotson e Burton⁵⁰, ao avaliarem a validade em flexão e extensão lombar do Flexicurva, obtiveram resultados excelentes para ambos os movimentos.

Os demais estudos^{29,50-53} apresentaram resultados quanto à reprodutibilidade do Flexicurva, demonstrando correlações variando entre alta e muito alta. Entretanto, até o momento só se tem evidência, embasada em metanálise, para afirmar a reprodutibilidade intra-avaliador dos movimentos de flexão e extensão da coluna lombar (APÊNDICE), sustentada também pela elevada concordância entre as medidas de um mesmo avaliador no estudo de Youdas *et al.*⁵³. O Flexicurva tem sido descrito como um instrumento de fácil avaliação e apresenta como vantagem o fato de fornecer uma representação gráfica das

curvaturas avaliadas. No entanto, apesar dos resultados adequados de reprodutibilidade intra, interavaliador e validade concorrente, esse instrumento é descrito apenas para avaliação da região lombar, restringindo a sua possibilidade de utilização, uma vez que não foi testado na avaliação da coluna torácica.

Os acelerômetros são dispositivos que servem para medir a aceleração e são geralmente utilizados em sistemas de posicionamento, sensores de inclinação e sensores de vibração. Estudos como os de Alqhtani *et al.*⁵⁴, Consmuller *et al.*⁵⁵ e Ronchi *et al.*²⁶ utilizaram acelerômetros para avaliar ADM da coluna. Todos avaliaram a reprodutibilidade intra e interavaliadores obtendo resultados muito altos de concordância entre as medidas.

Outros instrumentos como a fotogrametria⁵⁷, sistema de fibra-óptica⁶¹ e o dispositivo eletro-magnético (*3 Space Isotrack System*)⁴⁷ têm sido descritos em poucos estudos para a avaliação da ADM da coluna vertebral, e ainda carecem de maiores informações quanto aos seus aspectos de validade.

A partir do exposto, é nítida a grande variedade de instrumentos disponíveis para avaliar a ADM da coluna vertebral, no entanto, em sua maioria, os instrumentos apresentam resultados muito bem definidos somente para a reprodutibilidade dos sistemas, como é o caso da fita métrica, inclinômetros, goniômetros e acelerômetros. No que tange a validade concorrente dos instrumentos, os estudos que a testaram apresentam limitações, como por exemplo, a validade concorrente de alguns inclinômetros e dos goniômetros foram comparadas com inclinômetros, os quais não são considerados o padrão-ouro para avaliação de movimento⁶⁸. Além disso, o instrumento Flexicurva, que apresentou resultados de reprodutibilidade e validade concorrente, tem sua avaliação limitada à região lombar. Nesse sentido, é possível afirmar, que ainda existe uma carência na literatura de instrumentos validados para avaliação da ADM da coluna vertebral, tanto da região torácica quanto lombar.

Conclusões

Existem 14 instrumentos disponíveis para avaliação da ADM articular da coluna vertebral torácica e lombar que foram testados quanto a sua repetibilidade e ou reprodutibilidade, e apenas seis instrumentos que foram avaliados quanto à validade concorrente. Contudo, há evidência científica apenas para suportar a reprodutibilidade interavaliador do instrumento fita métrica no teste de Schöber modificado para o movimento de flexão lombar e a reprodutibilidade intra-avaliador dos instrumentos Flexicurva e sistema de análise de vídeo para os movimentos de extensão e flexão lombar. Não obstante, ressaltam-se as limitações de adequação das análises estatísticas nos estudos incluídos.

Com base nos critérios do GRADE os resultados apresentados nessa revisão sistemática indicam que há baixa evidência científica sobre a validade, repetibilidade e reprodutibilidade dos instrumentos e métodos indicados para a avaliação da ADM articular da coluna vertebral torácica e lombar.

Referências

1. Behnke R. Anatomia do movimento. Porto Alegre: Artmed; 2014.
2. Correia VG, Foganholi G, Macedo CSG. Lumbar flexion and functional disability: a comparative study between asymptomatic subjects and patients with low back pain. *J Health Sci* 2015;17(3)194-197.
3. Alter, MJ. Ciência da flexibilidade. Porto Alegre: Artmed; 2010.
4. Vos T, Flaxman AD, Naghavi M, Lozano R, Michaud C, Ezzati M, et al. Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012;380(9859):2163-2196. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61729-2
5. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation and enhancement. *J Spinal Disord* 1992a;5(4):383-9. DOI: 10.1097/00002517-199212000-00001

6. Kisner C, Colby LA. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. São Paulo: Manole; 2005.
7. Zatsiorsky VM. Kinematics of human motion. Champaign: Human Kinetics; 1998.
8. Winter D. Biomechanics and motor control of human movement. New Jersey: John Wiley e sons; 2009.
9. Vaughan C, Davis B, Jeremy C. Dynamics of human gait. Cape Town: Kiboho Publishers; 1992.
10. Leardini A, Biagi F, Merlo A, Belvedere C, Benedetti MG. Multi-segment trunk kinematics during locomotion and elementary exercises. *Clin Biomechanics* 2011;26:562–571. DOI:10.1016/j.clinbiomech.2011.01.015
11. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms. 3rd. ed. Joint Committee for Guides in Metrology; 2012.
12. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Norma Brasileira Registrada – NBR 10536 – Statistics: Vocabulary and Symbols; 1988.
13. Higgins J, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. John Wiley & Sons, Ltd; 2011.
14. Van Tulder MW, Koes BW, Bouter LM. Conservative treatment of acute and chronic nonspecific low back pain: a systematic review of randomized controlled trials of the most common interventions. *Spine* 1997;22(18):2128-56.
15. Brink Y, Louw Q. Clinical instruments: reliability and validity critical appraisal. *J Eval Clin Pract* 2012;18(6):1126-32. DOI:10.1111/j.1365-2753.2011.01707.x
16. Barret E, McCreesh K, Lewis J. Reliability and validity of non-radiographic methods of thoracic kyphosis measurement: a systematic review. *Man Ther* 2014;19:10-17. DOI: 10.1016/j.math.2013.09.003
17. Guyatt G, Oxman AD, Akl EA, Kunz R, Vist G, Brozek J, et al. Grade Guidelines: 1. Introduction Grade evidence profiles and summary of findings tables. *J Clin Epidemiol* 2011;64:383–94. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2010.04.026
18. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Prisma Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med* 2009;6(7):01-06. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2010.04.026
19. Bandy WD, Reese NB. Strapped versus unstrapped technique of the prone press-up for measurement of lumbar extension using a tape measure: differences in magnitude and reliability of measurements. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;1(85):99-103. DOI:10.1016/S0003-9993(03)00430-1
20. Beattie P, Rothstein JM, Lamb R. Reliability of the attraction method for measuring lumbar spine backward bending. *Phys Ther* 1987;67(3):364-369.
21. Burdett RG, Kathryn PF, Brown PF, Michael PF. Reliability and validity of four instruments for measuring lumbar spine and pelvic positions. *Phys Ther* 1986;66(5):677-684.
22. Dopf CA, Mandel SS, Geiger D, Mayer P. Analysis of spine motion variability using a computerized goniometer compared to physical examination. A prospective clinical study. *Spine* 1994;19(5):586-595.
23. Frost M, Stuckey S, Smalley LA, Dorman G. Reliability of measuring trunk motions in centimeters. *Phys Ther* 1982; 62:1431-1437.
24. Gill K, Krag HM, Johnson GB, Haugh LD, Popo MH. Repeatability of four clinical methods for assessment of lumbar spinal motion. *Spine* 1988;13(1):50-53. DOI: 10.1097/00007632-198801000-00012
25. Merritt JL, Mclean TJ, Erickson RP, Offord, K. Measurement of trunk flexibility in normal subjects: Reproducibility of three clinical methods. *Mayo Clinic Proc* 1986;61(3):192-197. DOI: 10.590/1809-2950/13088921042014
26. Ronchi AJ, Lech M, Taylor NF, Cosic I. A reliability study of the new Back Strain Monitor based on clinical trials. 30th Annual Internacional IEEE Conference. Vancouver; 2008, p.693-696. DOI: 10.1109/IEMBS.2008.4649247
27. Miller SA, Mayer T, Cox R, Gatchel, R. Reliability problems associated with the modified Schober technique for true lumbar flexion measurement. *Spine* 1992;17(3):345-348. DOI: 10.1097/00007632-199203000-00017
28. Paternostro-Sluga T, Preisinger E, Resh KL, Ernst E. How reproducible is the functional assessment of the spine? *Eur J Phys Rehabil Med* 1995;5(4):122-125.
29. Hyytiäinen K, Salminen JJ, Suvitie T, Wickström G, Pentti J. Reproducibility of nine tests to measure spinal mobility and trunk muscle strength. *Scand J Rehabil Med* 1991;23(1):3-10.
30. Van Den Dolder PA, Ferreira PH, Refshauge K. Intra and inter-rater reliability of a modified measure of hand behind back range of motion. *Man Ther* 2014;19(1):72-76. DOI: 10.1016/j.math.2013.08.002
31. Bo K, Storheim HK. Intra- and interobserver reproducibility of Cybex ED1 320 measuring spinal mobility. *Scand J Med Sci Sports* 1997;7:140-143. DOI: 10.1111/j.1600-0838.1997.tb00130.x
32. Breum J, Wiberg J, Bolton JE. Reliability and concurrent validity of the BROM II for measuring lumbar mobility. *J Manipulative Physiol Ther* 1995;18(8):497-502.

33. Kolber MJ, Pizzini M, Robinson A, Yanez D, Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of measurements used to quantify lumbar spine mobility: an analysis of an iPhone (R) application and gravity based inclinometry. *Int J Sports Phys Ther* 2013;8(2):129-137.
34. Mayer RS, Chen I, Lavender SA, Trafimow JH, Andersson GBJ. Variance in the measurement of sagittal lumbar spine range of motion among examiners, subjects, and instruments. *Spine* 1995;20(13):1489-1493. DOI: 10.1097/00007632-199507000-00008
35. Mellin G, Kiiski R, Weckström A. Effects of subject position on measurements of flexion, extension, and lateral flexion of the spine. *Spine* 1991;16(9):1108-1110.
36. Ng JKF, Kippers V, Richardson C, Parnianpour M. Range of motion and lordosis of the lumbar spine: Reliability of measurement and normative values. *Spine* 2001;26(1):53-60.
37. Chiarello CM, Savidge R. Inter-rater reliability of the Cybex EDI-320 and fluid goniometer in normals and patients with low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:32-37.
38. Rondinelli R, Murphy J, Esler A, Marciano T, Cholmakjian C. Estimation of normal lumbar flexion with surface inclinometry. A comparison of three methods. *Am J Phys Med Rehabil* 1992;71(4):219-224.
39. Boocock MG, Jackson JA, Burton AK, Tillotson KM. Continuous measurement of lumbar posture using flexible electrogoniometers. *Ergonomics* 1994;37(1):175-185. DOI: 10.1080/00140139408963636
40. Bedekar N, Suryawanshi M, Rairikar S, Sancheti P, Shyam A. Inter and intra-rater reliability of mobile device goniometer in measuring lumbar flexion range of motion. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2014;27(2):161-166. DOI: 10.3233/BMR-130431
41. Salisbury PJ, Porter R. Measurement of lumbar sagittal mobility: A comparison of methods. *Spine* 1987;2(2):190-193.
42. Paquet N, Malouin F, Richards C, Dionne JP, Comeau F. Validity and reliability of a new electrogoniometer for the measurement of sagittal dorsolumbar movements. *Spine* 1991;16(5):516-519.
43. Tojima M, Ogata N, Yozu A, Sumitani M, Haga N. Novel 3-dimensional motion analysis method for measuring the lumbar spine range of motion repeatability and reliability compared with an electrogoniometer. *Spine* 2013;38(21):1327-1333. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a0dbc5
44. Gill KP, Callaghan MJ. Intratester and intertester reproducibility of the lumbar motion monitor as a measure of range, velocity and acceleration of the thoracolumbar spine. *Clin Biomechanics* 1996;11(7):418-421. DOI:10.1016/0268-0033(96)00031-9
45. Mannion A, Troke M. A comparison of two motion analysis devices used in the measurement of lumbar spinal mobility. *Clin Biomechanics* 1999;14(9):612-619. DOI: 10.1016/S0268-0033(99)00017-0
46. Petersen CM, Johnson RD, Schuit D, Hayes K. Intraobserver and interobserver reliability of asymptomatic subjects thoracolumbar range of motion using the OSI CA 6000 spine motion analyzer. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994;20(4):207-212. DOI: 10.2519/jospt.1994.20.4.207
47. Percy MJ, Hindle RJ. New method for the non-invasive three-dimensional measurement of human back movement. *Clin Biomechanics* 1989;4:73-79. DOI:10.1016/0268-0033(89)90042-9
48. Troke M, Schuit D, Petersen CM. Reliability of lumbar spinal palpation, range of motion, and determination of position. *BMC MusculoskeletDisord* 2007;8(103):1-6. DOI:10.1186/1471-2474-8-103
49. Schuit D, Petersen C, Johnson R, Levine P, Knecht H, Goldberg D. Validity and reliability of measures obtained from the OSI CA-6000 Spine Motion Analyzer for lumbar spinal motion. *Man Ther* 1997;2(4):206-215. DOI: 10.1054/math.1997.0301
50. Tillotson KM, Burton AK. Noninvasive measurement of lumbar sagittal mobility an assessment of the flexicurve technique. *Spine* 1991;16(1):29-33.
51. Burton AK. Regional lumbar sagittal mobility: Measurement by flexicurves. *Clin Biomechanics* 1986;1:20-26. DOI: 10.1016/0268-0033(86)90032-X
52. Burton AK. Measurement of regional lumbar sagittal mobility. *J Orthop Sports Phys Ther* 1987;166-169.
53. Youdas JW, Suman VJ, Garrett TR. Reliability of measurements of lumbar spine sagittal mobility obtained with the flexible curve. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;21(1):13-20. DOI:10.2519/jospt.1995.21.1.13
54. Alqhtani RS, Jones MD, Theobald P, Williams J. Reliability of an accelerometer- based system for quantifying multiregional spinal range of motion. *J Manipulative PhysiolTher* 2015;38(4):275-81. DOI: 10.1016/j.jmpt.2014.12.007
55. Consmuller T, Rohlmann A, Weinland D, Druschel C, Duda G, Taylor W. Comparative evaluation of a novel measurement tool to assess lumbar spine posture and range of motion. *Eur Spine J* 2012;21(11):2170-2180. DOI: 10.1007/s00586-012-2312-1
56. Tederko P, Krasuski M, Maciejasz P. Restraint of pelvis and lower limbs in thoracic and lumbar range of motion measurement – preliminary report. *OrtopTraumatolRehabil* 2007;2(6):156-167.
57. Edmondston SJ, Christensen M, Keller S, MClInPhysio PT, Steigen L, Barclay L. Functional radiographic analysis of thoracic spine extension motion in asymptomatic men. *J Manipulative PhysiolTher* 2012;35(3):203-208. DOI: 10.1016/j.jmpt.2012.01.008

58. Ha T, Sheikh K, Moore AP, Jones MP. Measurement of lumbar spine range of movement and coupled motion using inertial sensors - A protocol validity study. *Man Ther* 2013;18:87-91. DOI: 10.1016/j.math.2012.04.003
59. Yun w, Kim H, Ahn JH, Park Y, Park Y. Individual characteristics of reliable lumbar coupling motions. *Eur Spine J* 2015;24:1917–1925. DOI: 10.1007/s00586-015-4081-0
60. Roussel N, Nijs J, Truijen S, Breugelmans S, Claes I, Stassijns G. Reliability of the Assessment of Lumbar Range of Motion and Maximal Isometric Strength. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(4):576-582. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.01.007
61. Williams, JM, Haq, Lee RY. Dynamic measurement of lumbar curvature using fibre-optic sensors. *Med Eng Phys* 2010;32(9):1043-1049. DOI: 10.1016/j.medengphy.2010.07.005
62. Lee RYW, Laprade J, Fung EHK. A real-time gyroscopic system for three-dimensional measurement of lumbar spine motion. *Med Eng Phys* 2003;25:817–824. DOI: 10.1016/S1350-4533(03)00115-2
63. Cohn ML, Machado AF, Cohn SJ. Low-Frequency magnetic field technology: Quantifying spinal range of motion. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;70(6):455-457. DOI: 10.1016/0003-9993(89)90006-3
64. Fölsch C, Schlögel S, Lakemeier S, Wolf U, Timmesfeld N, Skwara A. Test-Retest Reliability of 3D Ultrasound Measurements of the Thoracic Spine. *AAPMR* 2012;4(5):335-341. DOI: 10.1016/j.pmrj.2012.01.009
65. Norkin CC, White DJ. Medida do movimento articular: manual do goniômetro. 2 ed. Porto Alegre: Artes médicas;1997.
66. Hamill J, Knutzen K. Bases biomecânicas do movimento humano. 3. ed. Barueri: Manole; 2012.
67. Oliveira TS, Candotti CT, La Torre M, Pelinson PT, Furlanetto TS, Kutchak FM, et al. Validity and reproducibility of the measurements obtained using the flexicurve instrument to evaluate the angles of thoracic and lumbar curvatures of the spine in the sagittal plane. *Rehabil Res Pract* 2012;12:01-09. DOI: 10.1155/2012/186156
68. Wu G. Letter to the editor. ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion— part i: ankle, hip, and spine. *J Biomech* 2002;35:543-548.

Recebido em 16/03/17.

Revisado em 02/06/17.

Aceito em 30/10/17.

Endereço para correspondência: Marja Bochehin do Valle - Avenida Mariland 156/603, Porto Alegre - RS – E-mail: marjabv@hotmail.com

APÊNDICE

Tabela 3. Resultado da metanálise para reprodutibilidade interavaliador do instrumento fita métrica no teste de Schöber modificado para o movimento de flexão lombar

Estudo	Tamanho Amostral	Coeficiente de correlação (r)	95% CI	z	p	Peso (%)		
						Fixo	Randômico	
Dopf ²²	30	0,76	0,55 - 0,88			36,49	36,49	Dopf (1994)
Miller ²⁷	50	0,71	0,54 - 0,83			63,51	63,51	Miller (1992)
Total (efeitos fixos)	80	0,73	0,60 - 0,82	7,97	<0,001	100,00	100,00	Total (fixed effects)
Total (efeitos aleatórios)	80	0,73	0,60 - 0,82	7,97	<0,001	100,00	100,00	Total (random effects)

Nota: Teste de heterogeneidade: Q=0,20; DF=1; p=0,652; I²=0,00%; 95% CI para I²=0,00 – 0,00.

Tabela 4. Resultado da metanálise para reprodutibilidade intra-avaliador do instrumento flexicurva para o movimento de extensão lombar

Estudo	Tamanho Amostral	Coeficiente de correlação (r)	95% CI	z	p	Peso (%)		
						Fixo	Randômico	
Tillotson ⁵⁰	20	0,96	0,90 - 0,98			44,74	41,86	Tillotson (1991)
Burton ⁵¹	15	0,95	0,86 - 0,98			31,58	32,38	Burton (1986)
Boocock ³⁹	12	0,86	0,57 - 0,96			23,68	25,76	Boocock (1994)
Total (efeitos fixos)	47	0,94	0,89 - 0,97	10,82	<0,001	100,00	100,00	Total (fixed effects)
Total (efeitos aleatórios)	47	0,94	0,88 - 0,97	9,3	<0,001	100,00	100,00	Total (random effects)

Nota: Teste de heterogeneidade: Q=2,61; DF=2; p=0,271; I²=23,33%; 95% CI para I²=0,00 – 97,43.

Tabela 5. Resultado da metanálise para reprodutibilidade intra-avaliador do instrumento flexicurva para o movimento de flexão lombar

Estudo	Tamanho Amostral	Coeficiente de correlação (r)	95% CI	z	p	Peso (%)		
						Fixo	Randômico	
Tillotson ⁵⁰	20	0,95	0,88 - 0,98			44,74	44,74	Tillotson (1991)
Burton ⁵¹	15	0,95	0,85 - 0,98			31,58	31,58	Burton (1986)
Boocock ³⁹	12	0,86	0,57 - 0,96			23,68	23,68	Boocock (1994)
Total (efeitos fixos)	47	0,94	0,88 - 0,97	10,51	<0,001	100,00	100,00	Total (fixed effects)
Total (efeitos aleatórios)	47	0,94	0,88 - 0,97	10,51	<0,001	100,00	100,00	Total (random effects)

Nota: Teste de heterogeneidade: Q=1,99; DF=2; p=0,369; I²=0,00%; 95% CI para I²=0,00 – 96,63.

Tabela 6. Resultado da metanálise para reprodutibilidade intra-avaliador do instrumento inclinômetro para o movimento de extensão lombar

Estudo	Tamanho Amostral	Coeficiente de correlação (r)	95% CI	z	p	Peso (%)		
						Fixo	Randômico	
Mellin ³⁵	27	0,72	0,47 - 0,86			72,73	53,22	Mellin (1991)
Boocock ³⁹	12	0,96	0,86 - 0,99			27,27	46,78	Boocock (1994)
Total (efeitos fixos)	39	0,83	0,69 - 0,91	6,84	<0,001	100,00	100,00	Total (fixed effects)
Total (efeitos aleatórios)	39	0,88	0,36 - 0,98	2,69	0,007	100,00	100,00	Total (random effects)

Nota: Teste de heterogeneidade: Q=7,06; DF=1; p=0,079; I²=85,83%; 95% CI para I²=43,14 – 96,47.

Tabela 7. Resultado da metanálise para reprodutibilidade intra-avaliador do instrumento inclinômetro para o movimento de flexão lombar

Estudo	Tamanho Amostral	Coeficiente de correlação (r)	95% CI	z	p	Peso (%)		
						Fixo	Randômico	
Mellin ³⁵	27	0,91	0,81 - 0,96			72,73	69,84	Mellin (1991)
Boocock ³⁹	12	0,96	0,86 - 0,99			27,27	30,16	Boocock (1994)
Total (efeitos fixos)	39	0,93	0,86 - 0,96	9,43	<0,001	100,00	100,00	Total (fixed effects)
Total (efeitos aleatórios)	39	0,93	0,86 - 0,96	8,61	<0,001	100,00	100,00	Total (random effects)

Nota: Teste de heterogeneidade: Q=7,06; DF=1; p<0,079; I²=85,83%; 95% CI para I²=43,14 – 96,47.

Tabela 8. Resultado da metanálise para reprodutibilidade intra-avaliador do instrumento sistema de análise de vídeo para o movimento de extensão lombar

Estudo	Tamanho Amostral	Coeficiente de correlação (r)	95% CI	z	p	Peso (%)		
						Fixo	Randômico	
Gill ⁴⁴	10	0,85	0,47 - 0,96			20,59	27,22	Gill (1996)
Dopf ²²	30	0,94	0,88 - 0,97			79,41	72,78	Dopf (1994)
Total (efeitos fixos)	40	0,93	0,86 - 0,96	9,56	<0,001	100,00	100,00	Total (fixed effects)
Total (efeitos aleatórios)	40	0,92	0,83 - 0,97	7,49	<0,001	100,00	100,00	Total (random effects)

Nota: Teste de heterogeneidade: Q=1,29; DF=1; p=0,256; I²=22,53%; 95% CI para I²=0,00 – 100,00.

Tabela 9. Resultado da metanálise para reprodutibilidade intra-avaliador do instrumento sistema de análise de vídeo para o movimento de flexão lombar

Estudo	Tamanho Amostral	Coeficiente de correlação (r)	95% CI	z	p	Peso (%)		
						Fixo	Randômico	
Gill ⁴⁴	10	0,87	0,53 - 0,97			20,59	20,59	Gill (1996)
Dopf ²²	30	0,94	0,88 - 0,97			79,41	79,41	Dopf (1994)
Total (efeitos fixos)	40	0,93	0,87 - 0,96	9,65	<0,001	100,00	100,00	Total (fixed effects)
Total (efeitos aleatórios)	40	0,93	0,87 - 0,96	9,65	<0,001	100,00	100,00	Total (random effects)

Nota: Teste de heterogeneidade: Q=0,92; DF=1; p=0,340; I²=0,00%; 95% CI para I²=0,00 – 0,00.

Tabela 10. Resultado da metanálise para reprodutibilidade interavaliador do instrumento sistema de análise de vídeo para o movimento de extensão lombar

Estudo	Tamanho Amostral	Coeficiente de correlação (r)	95% CI	z	p	Peso (%)		
						Fixo	Randômico	
Gill ⁴⁴	10	0,96	0,83 - 0,99			20,59	44,13	Gill (1996)
Dopf ²²	30	0,76	0,55 - 0,88			79,41	55,87	Dopf (1994)
Total (efeitos fixos)	40	0,83	0,69 - 0,91	6,95	<0,001	100,00	100,00	Total (fixed effects)
Total (efeitos aleatórios)	40	0,89	0,46 - 0,98	3,00	0,003	100,00	100,00	Total (random effects)

Nota: Teste de heterogeneidade: Q=5,01; DF=1; p=0,025; I²=80,05%; 95% CI para I²=14,25 – 95,36.

Tabela 11. Resultado da metanálise para reprodutibilidade interavaliador do instrumento sistema de análise de vídeo para o movimento de flexão lombar

Estudo	Tamanho Amostral	Coeficiente de correlação (r)	95% CI	z	p	Peso (%)	
						Fixo	Randômico
Gill ⁴⁴	10	0,93	0,72 - 0,98			20,59	37,93
Dopf ²²	30	0,76	0,55 - 0,88			79,41	62,07
Total (efeitos fixos)	40	0,81	0,66 - 0,90	6,60	<0,001	100,00	100,00
Total (efeitos aleatórios)	40	0,85	0,55 - 0,95	3,88	<0,001	100,00	100,00

Nota: Teste de heterogeneidade: Q=2,44; DF=1; p=0,119; I²=58,97%; 95% CI para I²=0,00 – 90,33.