
VALIDADE DO INCLINÔMETRO ANALÓGICO PARA MEDIÇÃO DOS MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL: revisão sistemática

*Validity of the analogical inclinometer for measurement of the spinal movements:
systematic review*

Wagner Rodrigues Martins¹, Demóstenes Moreira²

¹ Fisioterapeuta. Orientador do estágio Supervisionado de fisioterapia traumato-ortopédico e reumatológico do Centro Universitário de Brasília. Mestrando em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. Brasília, DF - Brasil, e-mail: Wagner.fisio@gmail.com

² Fisioterapeuta. Orientador do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. Brasília, DF - Brasil, e-mail: demostenes@terra.com.br

Resumo

Os movimentos da coluna vertebral podem ser medidos durante avaliação clínica, física e funcional dos indivíduos. Um dos equipamentos não invasivos recomendados para a aferição quantitativa desses movimentos é o inclinômetro. Considerando hoje que os cuidados com a saúde demandam métodos científicos válidos para avaliação músculo-esquelética, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre a validade do inclinômetro analógico para medição dos movimentos da coluna vertebral. Foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônicas utilizando os seguintes descritores: “inclinômetro”, “flexímetro”, “goniômetro gravitacional”, “validade”, “validação”, “avaliação”, “medição”, “movimento”, “amplitude de movimento” e “coluna vertebral”. O processo de análise dos estudos envolveu leituras dos títulos, resumos e textos completos. Após a verificação dos critérios estabelecidos cinco manuscritos preencheram os critérios de inclusão da revisão. Todos os estudos incluídos apresentaram delineamento experimental cujo objetivo foi validar o inclinômetro analógico para a medição dos movimentos de flexão e extensão da coluna lombar pela comparação com medidas angulares obtidas através de radiografias laterais da coluna lombo-sacra. Foi observada variabilidade nos métodos de coleta empregados e no desfecho dos estudos. O uso de inclinômetros por profissionais de saúde baseado em evidências científicas que suportem sua utilização deve levar em consideração os resultados e os aspectos metodológicos empregados nos estudos de validade desses instrumentos.

Palavras-chave: Inclinômetro; Validade; Medição; Movimento; Coluna vertebral.

Abstract

Spinal movements can be measured during clinical, physical and functional evaluations. One noninvasive equipment recommended to measure these movements is the inclinometer. Considering that today healthcare demands valid scientific methods for muscle-skeletal evaluation, the goal of this study was to do a literature review for the validity of the analogical inclinometer to measure movements of the spine. A search of the electronic databases was done using the following keywords: "inclinometer", "fleximeter", "gravity goniometer", "validity", "validation", "evaluation", "measurement", "movement", "range of motion", and "spine". The analysis process involved the reading of titles, reviews and entire texts. After verifying established criteria, five manuscripts emerged. All of the studies demonstrated practical experiments, which were intended to validate the analogical inclinometer to measure lumbar spinal flexion and extension by comparing angular measurements through lateral x-rays of the lumbosacral spine. Variability of the data collection methods and of these conclusions were observed. The inclinometer use by healthcare professionals based on scientific evidence that supported its utilization must take into consideration the results and the methodological aspects applied to the validation studies of this instrument.

Keywords: *Inclinometer; Validity; Measurement; Movement; Spine.*

INTRODUÇÃO

As afecções do sistema músculo-esquelético, particularmente da coluna vertebral, constituem um problema tão sério na sociedade moderna que equipes multidisciplinares procuram desenvolver normas para uma adequada avaliação da coluna vertebral (1). Segundo Ehrlich e Khaltaev (2), a dor vertebral atinge aproximadamente 80% da população mundial em algum momento da vida. Sessenta e sete por cento dessas pessoas apresentam idade entre 30 e 59 anos, compreendendo período de produtividade plena.

Os movimentos da coluna vertebral podem ser medidos quantitativamente no exame clínico, físico e funcional dos indivíduos. A quantificação permite avaliar a função biomecânica normal, as disfunções músculo-esqueléticas, a progressão funcional em pacientes e a conduzir com mais precisão o critério de alta após uma intervenção terapêutica (3, 4).

Em 2000, a Associação Médica Americana (5) na sua quinta edição (AMA Guides 5th editions), recomendou a utilização de inclinômetros para medir os movimentos da coluna vertebral. O inclinômetro é um tipo de goniômetro que consiste num transferidor de 360° que se orienta através da ação gravitacional. É um equipamento que dispensa calibrações, apresenta baixo custo operacional e grande facilidade de manuseio, determinando uma medida direta em graus da amplitude de movimento articular (6, 7). Países como Austrália, Nova Zelândia e os Estados Unidos utilizam as normas do AMA para avaliar limitações funcionais de indivíduos que apresentam dor na coluna vertebral.

No entanto, erros associados às mensurações são apontados na literatura de forma que a confiabilidade do inclinômetro é extensivamente pesquisada (8). Segundo Pereira (9), um conceito fundamental em termos de qualidade da informação é a validade, que se refere ao grau em que o instrumento é apropriado para medir o valor verdadeiro daquilo que é medido. Os estudos de validade informam se os resultados representam a verdade ou quanto se afastam dela.

Sabendo-se que a probabilidade de uma pessoa sentir dor em uma ou mais regiões da coluna vertebral em algum momento de sua vida é elevada (10) e que os portadores de disfunções na coluna vertebral podem tornar-se incapazes de realizar suas atividades diárias usuais, tanto de natureza pessoal quanto ocupacional (11), a medição dos movimentos da coluna vertebral por meio do uso de inclinômetros é importante, pois representa um exame objetivo de caráter diagnóstico, de acompanhamento terapêutico e preventivo, uma vez que achados específicos podem ser comparados com faixas de normalidade existentes, permitindo ainda a documentação e arquivamento dos dados (12).

Entendendo ser necessária à utilização de inclinômetros válidos no exame físico-funcional, foi objetivo desta pesquisa verificar a validade deste instrumento para medições realizadas na coluna vertebral.

METODOLOGIA

Foram realizadas pesquisas nas bases de dados eletrônicas *MEDLINE* (de 1966 a janeiro de 2008), *SciELO* (até janeiro de 2008), *LILACS* (até janeiro de 2008) e no *BANCO DE TESES DA CAPES* (de 1987 a dezembro de 2006). Foi elaborada uma estratégia de busca utilizando descritores identificados mediante consulta ao DeCS (descritores de assuntos em ciências da saúde da BIREME). Foram considerados nas buscas, os seguintes descritores na língua portuguesa e inglesa: “inclinômetro”, “flexímetro”, “goniômetro gravitacional”, “validade”, “validação”, “avaliação”, “medição”, “movimento”, “amplitude de movimento”, “coluna vertebral”, “inclinometer”, “gravity goniometer”, “validity”, “validation”, “assessment”, “measurement”, “movement”, “range of motion” e “spine”.

Foram critérios de inclusão para esta revisão: (1) submeter o inclinômetro analógico de qualquer modelo ao processo de validação; (2) utilizar para validação a comparação com método considerado padrão ouro (3) amostra com indivíduos adultos, (4) artigos originais de pesquisa com seres humanos publicados nos idiomas inglês e português. Foi considerado critério de exclusão estudos que envolviam pesquisa em seres humanos portadores de patologias da coluna vertebral.

Para fazer a seleção dos estudos foram realizadas as seguintes etapas: 1ª - busca nas bases de dados indicadas. 2ª - seleção dos estudos publicados nos idiomas inglês e português. 3ª - leitura dos títulos. Os selecionados foram para a 4ª etapa que consistiu na leitura dos resumos. A 5ª etapa consistiu na leitura completa dos estudos selecionados. Todas as etapas foram realizadas independentemente por dois avaliadores.

Através das etapas 1 e 2 foram identificadas inicialmente 40 publicações. A 3ª etapa permitiu eleger 18 artigos para a fase seguinte, que constituiu de leitura dos resumos. Nesse momento, os artigos que finalmente preencheram os critérios de inclusão foram lidos na íntegra, totalizando cinco artigos.

Na avaliação dos artigos selecionados foram observados: a clareza no delineamento e objetivos da pesquisa, a descrição e fundamentação do método comparativo padrão ouro, a amostra selecionada, a descrição do inclinômetro e da seqüência de procedimentos de coleta, a análise estatística empregada e os aspectos éticos envolvidos na pesquisa com seres humanos.

RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentadas informações gerais sobre os cinco estudos incluídos nesta revisão.

TABELA 1 - Artigos incluídos na revisão

Primeiro autor	Ano	Periódico publicado	Local do estudo
Samo, DG.	1997	Journal of Occupational and Environmental Medicine.	Glenview (EUA)
Saur, PM.	1996	Spine.	Gottingen (GER)
Burnett, RG.	1986	Physical Therapy.	Pittsburgh (EUA)
Mayer, TG.	1984	Spine.	Dallas (EUA)
Portek, I.	1983	British Journal of Rheumatology.	Oxford (ENG)

No que diz respeito ao delineamento experimental, todos os estudos objetivaram submeter as medidas angulares da coluna lombar obtidas com inclinômetros analógicos a comparações com medidas angulares obtidas em radiografias da coluna lombar. Segundo apontado por diversos estudos (13-19) as radiografias são consideradas “padrão ouro” para medição angular do movimento e da postura da coluna lombar.

Apesar da coluna lombar poder realizar movimentos nos três planos anatômicos, todos autores analisaram somente os movimentos no plano sagital (flexão e a extensão) por meio da técnica de inclinômetro duplo (20). O primeiro instrumento foi posicionado ao nível do processo espinhoso da 12^a vértebra torácica (T12) e o segundo na base do osso sacro. O indivíduo executa voluntariamente o movimento a ser medido, e a diferença obtida entre as duas medidas é considerada o verdadeiro grau de movimento.

Apenas dois artigos (21, 22) relataram terem os examinadores, participado de um treinamento envolvendo os procedimentos de coleta. No entanto, nenhum estudo relatou a existência de um “check list” para controle sistemático dos procedimentos envolvendo as coletas de dados.

Para correlacionar as medidas angulares obtidas pelas radiográficas com as medidas angulares obtidas dos inclinômetros, foram utilizadas as seguintes ferramentas estatísticas: Coeficiente de Correlação de Pearson (r), Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) e a diferença entre os valores médios absolutos.

As características dos estudos segundo os aspectos metodológicos podem ser vistas na tabela 2. O desfecho dos estudos e a estatística utilizada são apresentados na Tabela 3.

TABELA 2 - Características dos artigos segundo aspectos metodológicos

Estudo	Saur, PM
Delineamento do estudo	Validade / Confiabilidade de 1 inclinômetro.
Comparação padrão ouro	Radiografia lombo-sacra vista lateral.
Apresentação do inclinômetro	Nome: Plurimeter V inclinometer.
Amostra	Pacientes em reabilitação para dor lombar crônica.
Tamanho da amostra	54
Procedimentos de coleta	Descrição detalhada.
Examinadores	1 fisiatra e 1 fisioterapeuta. Não foi relatado treinamento do procedimento de coleta.
Aspectos éticos	Apenas relato de assinatura do termo de consentimento.
Estudo	Burnett, RG
Delineamento do estudo	Validade / Confiabilidade de 1 inclinômetro.
Comparação padrão ouro	Radiografia lombo-sacra vista lateral.
Apresentação do inclinômetro	Nome: Gravity goniometer.
Amostra	Adultos saudáveis.
Tamanho da amostra	27.
Procedimentos de coleta	Descrição detalhada.
Examinadores	2 fisioterapeutas. Houve treinamento do procedimento de coleta.
Aspectos éticos	Apenas relato de assinatura do termo de consentimento.
Estudo	Mayer, TG
Delineamento do estudo	Estudo comparativo / Validade de 1 inclinômetro.
Comparação padrão ouro	Radiografia lombo-sacra vista lateral.
Apresentação dos inclinômetros	Nome: Pendulum goniometer e Angle finder
Amostra	13 adultos saudáveis e 38 pacientes com dor lombar.
Tamanho da amostra	51
Procedimentos de coleta	Descrição detalhada.
Examinadores	Não relatado.
Aspectos éticos	Nenhum relato.
Estudo	Portek, I.
Delineamento do estudo	Validade de 1 inclinômetro.
Comparação padrão ouro	Radiografia biplanar e por superposição.
Apresentação do inclinômetro	Não relatado.
Amostra	Voluntários saudáveis.
Tamanho da amostra	11.
Procedimentos de coleta	Descreve apenas o protocolo de coleta do inclinômetro e da radiografia.
Examinadores	Não relatado.
Aspectos éticos	Aprovação em comitê de ética e assinatura do termo de consentimento.

TABELA 3 - Análise dos artigos segundo a estatística utilizada e o desfecho do estudo

<i>Artigo</i>	<i>Estatística Utilizada</i>	<i>Desfecho do Estudo</i>
Samo, DG.	Diferença entre valores médios absolutos e coeficiente de correlação intraclasse.	Inclinômetros não considerados válidos
Saur, PM.	Coefficiente de correlação de pearson.	Inclinômetro considerado válido.
Burnett, RG.	Coefficiente de correlação de pearson e coeficiente de correlação intraclasse.	Inclinômetro não considerado válido.
Mayer, TG.	Comparação entre médias e desvio padrão.	Inclinômetros considerados válidos.
Portek, I.	Coefficiente de correlação de pearson.	Inclinômetro não considerado válido.

DISCUSSÃO

Esta revisão teve o objetivo de verificar a validade do inclinômetro analógico para medição dos movimentos da coluna vertebral. Neste sentido, os estudos de validação representam modelos investigativos desenvolvidos baseados na comparação dos resultados de testes de equipamentos com os de um equipamento considerado padrão, resultando em um tipo especial de análise: a validade dos equipamentos em relação a um padrão.

Nossos achados demonstraram que todos os estudos incluídos nesta revisão utilizaram como método padrão radiografias. Ao contrário, o inclinômetro não foi o único equipamento a ser testado.

Três estudos (21-23) objetivaram validar, além do inclinômetro, outros equipamentos de medição do movimento de flexão e extensão lombar, de forma que os procedimentos de coleta foram consideravelmente distintos. Nestes, não foi possível realizar no mesmo momento a mensuração radiológica com as mensurações dos inclinômetros, o que pode ter contribuído para o surgimento de erro sistemático. E, ao não considerarem os inclinômetros analógicos instrumentos válidos para as aferições propostas, esses três estudos relataram que a invalidez parece estar relacionada aos possíveis erros associados às coletas: (1) incorreta localização e posicionamento dos inclinômetros nas referências ósseas, (2) variações no movimento, da pele, em indivíduos de diferentes idades (elasticidade do tecido conjuntivo) e do tecido adiposo nos indivíduos obesos, em relação com as referências ósseas e (3) interferência de coleta gerada por movimentos associados do quadril.

Dois estudos (24, 25), nos quais foram testados apenas inclinômetros por meio de comparação simultânea com radiografias atestaram validade aos equipamentos, relatando: (1) ser rápido o manejo e aprendizado para utilizar os equipamentos, (2) ser possível medir e eliminar a interferência do quadril para a medição do movimento lombar e (3) ser válida a localização das referências ósseas para posicionar os inclinômetros. Deve-se ressaltar que o estudo de Mayer et al. (25) que de atribuiu validade aos inclinômetros utilizou a técnica de inclinômetro duplo com dois equipamentos de modelos diferentes.

A questão central, isto é, as diferenças nos resultados finais dos estudos de validade incluídos nesta revisão decorrem em parte decorrer das variações de natureza metodológica, nas quais erros sistemáticos podem produzir uma distorção dos resultados, quer para mais, quer para menos do valor real. Foi observado que a validade só foi atribuída aos inclinômetros quando certos equipamentos foram comparados simultaneamente à realização de exames radiológicos.

CONCLUSÃO

Diferentes modelos de inclinômetros analógicos foram submetidos a processos de validação em aferições propostas para quantificar o movimento da coluna lombar no plano sagital. Os inclinômetros testados em Samo et al. (22), Burnett et al. (21) e Portek et al. (23) não foram considerados válidos. Saur et al. (24) e Mayer et al. (25) consideraram válidos os inclinômetros sugerindo sua utilidade em ambiente clínico diário.

Apesar de possuírem delineamento comum os estudos apresentaram diferenças metodológicas. Foi possível detectar que o desfecho para um mesmo modelo de inclinômetro (Plurimeter V Inclinometer) testado nos estudos de Samo et al. (22) e Saur et al. (24) foi distinto. É necessário então destacar e reconhecer que validade não é uma grandeza inerente apenas ao instrumento avaliado, mas um atributo ao método de estudo empregado dentro de um contexto específico.

Contudo, o uso de inclinômetros por profissionais de saúde baseado em evidências científicas que suportem sua utilização deve levar em consideração os resultados e os aspectos metodológicos empregados nos estudos de validade desses instrumentos.

REFERÊNCIAS

1. Hagen KB, Thune O. Work incapacity from low back pain in the general population. *Spine*. 1998;23(19):2091-5.
2. Ehrlich GE, Khaltsev NG. Low back pain initiative. Geneva: World Health Org; 1999.
3. Palmer ML, Epler ME. Fundamentos das técnicas de avaliação músculo-esquelética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
4. Magee DJ. Avaliação músculo-esquelética. São Paulo: Manole; 2002.
5. American medical association guides to the evaluation of permanent impairment. Chicago: American Medical Association; 2000.
6. Achour JA. Avaliando a flexibilidade: manual de instruções. Londrina: Midiograf; 1997.
7. Raimundo AKS, Moreira D, Santana LA. Manual fotográfico de goniometria e fleximetria. Brasília: Thesaurus; 2007.
8. Nitschke JE, Nattrass CI, Disler PB, Chou MJ, Ooi KT. Reliability of the american medical association guides model for measuring spinal range of motion. *Spine*. 1999;24(3):262-8.
9. Pereira MG. Epidemiologia: teoria e prática. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1995.
10. Frymoyer JW, Cats WB. Predictors of low pain and disability. *Clin Orthop Relat Res*. 1987;(221):89-98.
11. Vieira, ER. Análise da Confiabilidade de Equipamentos e Métodos Para Medir o Movimento de Flexão Anterior da Coluna Lombar. 2002. [dissertação]. [São Carlos, SP]: Faculdade de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos, 2002.
12. Amado, JSM. Avaliação articular: métodos de avaliação clínica e funcional em fisioterapia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006.
13. Legaye J, Beaupère DG. Sagittal plane alignment of the spine and gravity: a radiological and clinical evaluation. *Acta Orthop Belg*. 2005;71(2):213-20.
14. Roussouly P, Gollogly S, Berthonaud E, Dimnet J. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*. 2005;30(3):346-53.
15. Vaz G, Roussouly P, Berthonaud E, Dimnet J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *Eur Spine J*. 2002;11(1):80-7.
16. Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, Janik TJ, Holland B. Radiographic analysis of lumbar lordosis: centroid, Cobb, TRALL, and Harrison posterior tangent methods. *Spine*. 2001;26(11):E235-42.

17. Chen YL. Vertebral centroid measurement of lumbar lordosis compared with the Cobb technique. *Spine*. 1999;24(17):1786-90.
18. Chermukha KV, Daffner RH, Reigel DH. Lumbar lordosis measurement: a new method versus Cobb technique. *Spine*. 1998;23(1):74-9; discussion 79-80.
19. Dvorák J, Panjabi MM, Chang DG, Theiler R, Grob D. Functional radiographic diagnosis of lumbar spine. *Spine*. 1991;16(5):562-71.
20. Lowery WD, Horn TJ, Boden SD, Wiesel SW. Impairment evaluation based on spinal range of motion in normal subjects. *J Spinal Disord*. 1992;5(4):398-402.
21. Burnett RG, Brow KE, Fall MP. Reliability and validity of four instruments for measuring lumbar spine and pelvic positions. *Phys Ther*. 1986;66(5):677-84.
22. Samo DG, Chen S, Crampton AR, Chen EH, Conrad KM, Egan L, et al. Validity of three lumbar sagittal motion measurements methods: surface inclinometers compared with radiographs. *J Occup Environ Med*. 1997;39(3):209-16.
23. Porket I, Pearcy MJ, Reader GP, Mowat AG. Correlation between radiographic and clinical measurement of lumbar spine movement. *Br J Rheumatol*. 1983;22(4):197-205.
24. Saur PMM, Ensink FBM, Frese K, Seeger D, Hildebrandt J. Lumbar range of motion: reliability and validity of inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility. *Spine*. 1996;21(11):1332-8.
25. Mayer TG, Tencer AF, Kristoferson S, Mooney V. Use of noninvasive techniques for quantification of spinal range of motion in normal and chronic low back dysfunction patients. *Spine*. 1984;9(6):588-95.

Recebido: 14/03/2008

Received: 03/14/2008

Aprovado: 26/08/2008

Approved: 08/26/2008