

## ARTIGO ORIGINAL

Análise da confiabilidade entre-examinadores de dois instrumentos que mensuram a amplitude de movimento de flexão da coluna lombar

Analysis of the interexaminer reliability of two clinical tests to measure the flexion range of motion of the lumbar spine

*José Carlos Taveira de Souza Filho<sup>1</sup>, Ana Carolina do Vale Abras<sup>1</sup>, Maíra Teixeira Carvalho<sup>1</sup>, Miliany Grazielle Fonseca Souza<sup>1</sup>, André Taveira de Souza<sup>1</sup>, Leonardo Oliveira Pena Costa<sup>2</sup>*

### RESUMO

**Introdução:** A mensuração da amplitude de movimento de flexão da coluna lombar é uma prática clínica comum. Vários são os métodos para tais medidas, destacando-se entre elas duas ferramentas clínicas: o Inclinômetro Back Range of Motion II (BROM II) e a Régua Flexível. **Métodos:** O objetivo desse estudo foi analisar a confiabilidade entre-examinadores para as medidas de flexão da coluna lombar utilizando o BROM II e a Régua Flexível. Trinta e sete estudantes de Fisioterapia foram examinados num design teste-reteste duplo-cego. **Resultados:** Os resultados mostraram confiabilidade moderada para as medidas com o BROM II [CCI (2,1) 0,71 (IC 95% 0,49-0,84)  $p < 0,000$ ] e pobre para a Régua Flexível [CCI(2,1) 0,37 (IC 95% 0,06-0,62)  $p < 0,012$ ]. **Conclusão:** Conclui-se que o BROM II apresentou confiabilidade suficiente para sua utilização na prática clínica.

### PALAVRAS-CHAVE

amplitude de movimento articular, região lombossacral, validade dos testes /instrumentação

### ABSTRACT

**Background:** The measurement of the flexion range of motion of the lumbar spine is a common practice in clinical settings. Many methods are used to carry out these measurements, such as the Back Range of Motion Inclinator (BROMII) and the Flexible Ruler methods. **Objective and Methods:** The aim of this study was to analyze the interexaminer reliability for the measurement of the lumbar spine flexion by using the BROMII and the Flexible Ruler methods. Thirty-seven physical therapy students were recruited as volunteers and a double-blind test-retest study design was carried out. **Results:** The results showed moderate reliability of the BROMII measurements [ICC (2.1) 0.71 (95%CI 0.49-0.84)  $p < 0.000$ ]; however, the reliability of the Flexible Ruler measurements was poor [ICC(2.1) 0.37 (95%CI 0.06-0.62),  $p < 0.012$ ]. **Conclusion:** The BROM II presented sufficient reliability to be performed in clinical practice.

### KEYWORDS

range of motion articular, lumbosacral region, validity of tests/instrumentation

<sup>1</sup> Fisioterapeuta formado pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

<sup>2</sup> Professor assistente III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Mestre em Treinamento Esportivo pela Universidade Federal de Minas Gerais, Doutorando em fisioterapia pela The University of Sydney, Austrália

### ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Leonardo Oliveira Pena Costa  
4/14 Pittwater Rd Gladesville NSW 2111 Austrália  
E-mail: lcos3060@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A amplitude de movimento (ADM) da coluna lombar no âmbito clínico representa um fator biomecânico importante no diagnóstico funcional e no tratamento de muitas desordens da coluna vertebral<sup>1</sup>. A mensuração da ADM é comumente utilizada como método de rotina na prática clínica e em projetos de pesquisa, com o objetivo de estabelecer limites funcionais, além de servir como acompanhamento das respostas ao tratamento. Esta é uma medida importante no processo de diagnóstico e reabilitação em situações de disfunção do sistema musculoesquelético.

O padrão ouro para medir a ADM da coluna lombar são exames radiológicos.<sup>1</sup> No entanto, seu uso no âmbito clínico é restrito, pois é um método dispendioso, invasivo, e que pode acarretar em efeitos colaterais. Dentre os recursos clínicos para medir a ADM da coluna lombar, destacam-se o teste de Schober,<sup>2</sup> o método Fingertip-to-floor,<sup>3</sup> o uso de inclinômetros e a régua flexível. Um dos principais problemas de medidas clínicas em reabilitação se deve ao fato de que muitos desses testes são utilizados por profissionais de saúde sem que os devidos estudos de repetitividade (confiabilidade) e de acurácia (validade) sejam realizados; além disso, os valores expressos nesses testes variam não somente devido aos diferentes graus de aptidão e experiência dos examinadores, mas também pela falta de padronização dos testes.<sup>1</sup> O ideal seria que os profissionais tivessem a sua disposição uma bateria de testes simples, padronizados e confiáveis para avaliação dos pacientes e que diferentes examinadores atingissem resultados semelhantes ao avaliar o mesmo paciente. No caso das medidas de ADM de flexão do tronco existem dois bons testes já acessível aos profissionais que não oferecem risco à saúde do paciente e/ou voluntário; que são o inclinômetro Back Range of Motion II (BROM II)<sup>4</sup> e a Régua Flexível.<sup>5</sup>

O BROM II (Performance Attainment Associates, St. Paul - MN) é um instrumento utilizado para obtenção de três tipos de medida de ADM: flexão/extensão, rotação e inclinação lateral da coluna lombar e torácica (figura 1-A). A unidade flexão/extensão, utilizada nesse estudo, é um inclinômetro modificado composto por uma base com escala posicionada através de pontos de contato na primeira vértebra sacral (S1) e uma haste de acrílico que é encaixada na base e sua extremidade posicionada na última vértebra torácica (T12). O instrumento é preso a uma fita de velcro que deve ser cruzada no abdome inferior, o que permite manutenção dos pontos de contato fixos em S1 durante a flexão e extensão da coluna lombar.

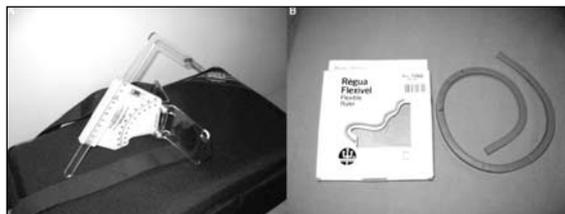


Figura 1  
A: BROM II / B: Régua Flexível

A Régua Flexível (RF) - (Trident(r) Indústria de Precisão, Brasil) - é uma haste de metal dobrável coberta com plástico flexível que possui capacidade de deformação, podendo ser moldada em qualquer superfície (figura 1-B). Utiliza-se como ponto de referência os processos espinhosos de L1 e S2 e a curvatura da coluna lombar tanto na posição neutra quanto flexão obtida pela RF poderá ser reproduzida através de desenho em um papel.<sup>5</sup>

A ADM da coluna lombar pode ser influenciada devido a fatores individuais como idade, sexo, peso, altura, variações anatômicas e horário do dia em que a medida foi realizada. Ainda são contraditórias estas influências, não foi encontrada correlação entre ADM e idade, sexo e peso dos pacientes, mas alguns autores ressaltam a importância de investigar a ADM da coluna lombar no mesmo horário do dia, visto que encontraram diferenças significativas nas medidas em horários distintos.<sup>6</sup> Os valores médios de ADM aumentam significativamente ao longo do dia por fatores importantes como aumento de temperatura muscular e mudanças na estrutura do disco intervertebral.<sup>6</sup>

Todas as formas de medida contêm algum erro. A magnitude deste erro deve ser do conhecimento de todos os profissionais e pesquisadores, seja para confirmar que sua intervenção foi realmente efetiva, ou para decidir qual método de mensuração deve ser usado em uma avaliação.<sup>7</sup>

## OBJETIVO

O objetivo do estudo foi avaliar a confiabilidade entre-examinadores do BROM II e da Régua Flexível na medida de flexão do tronco em indivíduos normais.

## MÉTODO

### Amostra

O estudo foi realizado no Centro Clínico de Fisioterapia da PUC-MINAS do campus Belo Horizonte. O cálculo amostral foi baseado de forma que os testes fossem sensíveis ao ponto de detectar um índice de confiabilidade entre 0,3 e 0,9 com um intervalo de confiança de 95% e concluiu-se que 30 indivíduos seriam suficientes para a análise.

Todos os voluntários foram informados em relação aos procedimentos e objetivos desse estudo e a autorização foi obtida a partir de um termo de consentimento aprovado pelo comitê de ética da instituição. Os dados demográficos (nome, idade e gênero) de cada voluntário foram obtidos antes dos testes.

Para ser incluído no estudo os indivíduos deveriam ter idade entre 18 e 25 anos e que fosse estudante do curso de fisioterapia da PUC-Minas. Foram excluídos indivíduos com história de dor lombar nos últimos 12 meses ou qualquer outra patologia grave da coluna vertebral (fraturas, tumores, síndrome da cauda equina, etc).

A ADM de flexão da coluna lombar foi avaliada utilizando-se o inclinômetro BROM II e a RF.

### Procedimentos

O estudo foi realizado num design de teste-reteste com uma

média de tempo de 10 minutos para cada examinador. Em um mesmo dia os dois examinadores realizaram os dois testes (BROM II e RF) com os voluntários, sem que houvesse um intervalo entre as medidas realizadas pelos dois examinadores (um examinador iniciava seus testes logo após o término a coleta feita pelo examinador precedente).

Os examinadores foram vedados das medidas realizados pelo examinador anterior; a seqüência dos examinadores e dos testes foi aleatorizada para que a ordem dos mesmos não influenciasse os resultados, adicionalmente as referências anatômicas foram apagadas após cada medida, para que as mesmas não interferissem nas medidas do examinador seguinte. Na análise pelo BROM II foi calculada a média no final de três repetições. Na mensuração da RF, por questões de praticidade e disponibilidade dos voluntários, apenas uma medida foi realizada (valor da posição neutra somada ao valor da posição de flexão).

Para ambos os testes, os voluntários foram posicionados de pé, sobre uma linha previamente fixada no chão, de modo que formassem um ângulo reto, mantendo os pés e joelhos alinhados com o quadril. Durante a medida foram orientados a manter o olhar fixo no horizonte. O voluntário permaneceu de pé, à frente e de costas para o examinador, que na posição sentada, realizou a palpação e marcou a referência anatômica referente ao instrumento com um pincel demarcador.

O examinador posicionou o BROM II sobre o processo espinhoso de S1 e foi solicitado ao voluntário que amarrasse as fitas cruzando-as sobre o abdominal inferior. Então o examinador certificou-se de que o inclinômetro estava fixo e posicionado sobre a referência e se posicionou ao lado direito do voluntário, com o olhar sobre a face lateral direita do corpo do voluntário. A haste no BROM II foi posicionada em T12, de modo que a linha da haste passasse no meio da marcação feita pelo pincel atômico. O examinador fez a leitura para o assistente na posição sentada de maneira que seus olhos ficassem fixos no marcador em linha reta.

Em seguida, o voluntário foi orientado a realizar flexão do tronco, deslizando as mãos sobre as pernas e pendendo os braços ao final do movimento. Novamente o examinador fez a leitura do ângulo registrado no BROM II e pediu que o voluntário retornasse a posição inicial (figura 2).



Figura 2  
Procedimentos de teste utilizando o BROM II

Em seguida examinador realizou a palpação e marcação das referências anatômicas (S2 e L1) e posicionou a RF na coluna lombar do voluntário com a marca TRIDENT evidenciada à direita (na RF existe uma marca com os dizeres TRIDENT(r), que foi utilizado como referência para o posicionamento da RF durante os testes, isso foi necessário devido ao fato que o formato da RF não é uniforme em todas as suas dimensões). Usando um pincel demarcador, marcou as referências anatômicas (S2 e L1) sobre a régua com um traço.

Então retirou a régua cuidadosamente, segurando com as duas mãos posicionou-a sobre uma folha de papel (com a marca TRIDENT voltada para cima) e reproduziu com desenho a curvatura moldada pela régua. Foi considerada na hora de desenhar, a margem superior do traço feito na régua de L1 e margem inferior de S2 para fazer o traço, (figura 3).



Figura 3  
Transferência da medida da curva para o papel.

Em seguida, o examinador orientou o voluntário a realizar uma inclinação anterior do tronco deslizando as mãos sobre as pernas e pendendo os braços no final do movimento. Novamente o examinador fez a marcação das referências sobre a régua e reproduziu o desenho no papel.

Para calcular o ângulo medido pela régua flexível foi utilizada a equação:  $\hat{\alpha} = 4 \times [\arctan(2h/L)]$ .5 A distância dos dois pontos extremos da curva é chamada de "l", e "h" é a distância do centro de "l" ao ponto mais distante da curva perpendicularmente (figura 4). Os valores de "l" e de "h" são dados em centímetros.

As medidas da BROM II e do RF foram tabuladas no software Microsoft Excel 2002. As medidas de ADM do BROM II foram padronizadas da seguinte maneira: foi considerada a média das três

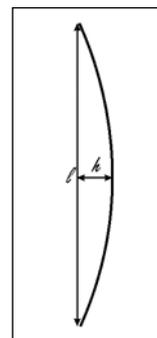


Figura 4  
Representação esquemática no papel do desenho obtido a partir da RF.

medidas de ADM de cada flexão do voluntário. Ao final de cada inclinação anterior, o valor obtido no final da flexão, subtraído pelo valor encontrado da posição neutra, foi denominado de Flexão Real. Para considerar a ADM de flexão real de cada voluntário, uma média aritmética simples foi calculada. No caso da RF, a soma dos valores obtidos para a posição neutra e para a flexão foi considerada como a ADM de flexão de cada voluntário.

A confiabilidade entre examinadores foi calculada pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) do tipo (2,1) e pelos seus respectivos Intervalos de Confiança (IC) a 95% através do pacote estatístico SPSS 14.0 for Windows. De forma exploratória também foi calculado o CCI entre examinadores das posições inicial e final de cada teste. A justificativa se deve a que a posição inicial e final podem influenciar substancialmente os resultados da ADM do tronco, e sendo assim, possíveis melhorias do protocolo de medida poderão ser elucidados por essa análise. Também foram realizados cálculos descritivos (média e desvio padrão) dos valores mensurados por cada examinador e esses valores médios foram comparados pelo teste T de Student (pareado) com  $\alpha=0.05$ .

## RESULTADOS

Foram analisados os dados de 34 voluntários dos 37 recrutados, com idade média de 22 anos ( $\pm 3.90$ ). Destes, 12 eram do sexo masculino e 22 do sexo feminino. Somente um voluntário não compareceu ao re-teste e dois voluntários foram excluídos do estudo por apresentarem desvio lateral importante, o que dificulta a realização da medida da RF.

As médias dos valores de ADM encontrados pelo examinador 1 foram de  $66,9 \pm 22,8$  (BROM II) e  $57,6 \pm 10,9$  (RF) e pelo examinador 2 foram de  $63,7 \pm 21,1$  (BROM II) e  $53,8 \pm 12,8$  (RF). Na comparação direta entre as médias de cada teste não se observaram diferenças estatisticamente significativas [(BROM II - t = 1,12,  $p=0,27$ ) (RF - t = 1,66  $p= 0,10$ ).

O CCI entre-examinador para os valores obtidos pelo BROM II foi de 0,71 (IC 95% 0,49-0,84)  $p<0,000$  para a RF foi de 0,37 (IC 95% 0,06-0,62)  $p<0,012$ . Os dados descritivos referentes às medidas neutras e de flexão entre-examinadores para cada instrumento estão descritos na tabela 1.

Tabela 1  
Valores do CCI para medidas em neutro e flexão para BROM II e RF.

	Valor do CCI	IC 95%	p
<b>BROM II</b>			
Neutro	0,74	0,41 – 0,88	$p<0,000$
Flexão	0,65	0,40 – 0,80	$p<0,000$
<b>RF</b>			
Neutro	0,31	0,00 – 0,58	$p<0,02$
Flexão	0,81	0,59 – 0,91	$p<0,000$

## DISCUSSÃO

Estudos de confiabilidade levam em consideração a capacidade de um examinador em realizar um teste, e repeti-lo procurando obter resultados semelhantes, ou o mais próximo possível de resultados anteriores.<sup>8</sup> O presente estudo foi um teste-reteste duplo-cego, ou seja, dois examinadores realizaram as medidas sem que tenham conhecimento dos dados coletados previamente, e realizaram a palpção das referências anatômicas sem seguir a marcação feita pelo examinador anterior; o que aumenta a possibilidade de que os valores de confiabilidade sejam menores, por outro lado os procedimentos realizados nesse experimento reproduzem melhor a prática clínica. Estudos realizados anteriormente revelaram boa confiabilidade em relação ao BROM II4 e à RF5 porém o levantamento bibliográfico não evidenciou nenhum estudo do tipo “cego” feitos com a RF. Em um estudo anterior as medidas de flexão foram realizadas com o BROM II em caráter cego e obtiveram um CCI entre-examinador de 0,74 numa amostra de 91 voluntários<sup>4</sup>. A maior diferença desse estudo foi que os pesquisadores utilizaram um leitor independente, que apenas leu as informações para um assistente. Acreditamos que estudos de confiabilidade devem ser realizados em situações semelhantes as da prática clínica e por isso o presente estudo foi conduzido com apenas um examinador conduzindo todo o teste. Comparando os resultados dos dois estudos percebe-se que não houve diferenças entre os valores de CCI e por isso sugere-se que a adição de mais um examinador não é necessária.

O BROM II e a RF são instrumentos que permitem obter medidas reais de flexão lombar sem que haja influência da coluna torácica e do quadril. Vários cuidados foram tomados em ordem de que os procedimentos de todas as medidas fossem realizados da forma mais padronizada possível (treinamento prévio dos examinadores, realização de estudo-piloto e leitura exaustiva sobre o tema). Entretanto percebe-se pelos resultados que não houve consenso no que diz respeito à posição neutra durante o teste com a RF, que por sua vez influenciou negativamente a confiabilidade desse procedimento. Portanto sugere-se atenção especial no posicionamento em neutro em futuros estudos com esse instrumento.

Outro possível fator que influencia a medida com a RF seria que a deformação que a RF sofre na posição neutra é maior pelo fato de encontrar uma barreira de tecidos moles que dificulta a modelagem sobre os processos espinhosos. A RF na posição neutra é modelada sobre músculos e ligamentos que se encontram frouxos, sobre tecido adiposo e a própria pele que se apresenta na forma menos tencionada. Neste caso a força exercida sobre os processos espinhosos deve ter sido diferente entre os examinadores. A força exercida pelo examinador para que a RF molde sobre os processos espinhosos não foi controlada nesse estudo e nenhum achado sobre este tipo de padronização (quantificação da força aplicada) foi encontrada em estudos anteriores que se referem à RF. O contrário acontece na posição de flexão, onde os tecidos moles (músculos, tendões, tecido adiposo e pele) se encontram em um alto grau de tensão, não permitindo grande deformação por parte da RF e não variando com a força aplicada, já que há resistência a esta força pelo fato de os processos espinhosos serem mais evidentes. O ICC de

cada medida pode hipotetizar este achado (tabela 1). Como estudos de confiabilidade avaliam a capacidade de reprodutibilidade de valores, a padronização da coleta de dados é quesito fundamental e decisivo nos resultados.

Uma importante limitação desse estudo que provavelmente explicaria a considerável diferença entre os CCI's dos dois instrumentos pode ser explicado pelo fato de que somente uma medida foi realizada com a RF e não uma média de três repetições, como feito no BROM II, o que certamente pode ter aumentado o erro médio dos examinadores. Essa escolha foi devido ao fato que a maioria dos estudos anteriores envolvendo a RF<sup>5,9</sup> também padronizam somente uma medida para cada posição (neutra e flexão). Essas diferenças no número de repetições do mesmo teste também foram encontradas em outros estudos que compararam a RF com exames radiológicos e novamente resultados controversos foram achados, ainda que testes isolados mostrassem alto grau de confiabilidade intra e entre-examinador.<sup>5,9</sup> Faz-se necessária a realização de um novo estudo pra esclarecer se a utilização da RF é realmente pouco confiável ou se esses resultados contraditórios ocorreram devido a limitações metodológicas nos diferentes estudos.

Embora a RF permita medida de flexão lombar sem interferência do quadril e da coluna torácica, o seu uso é dificultado pelos sistemáticos cálculos matemáticos que consomem tempo e exigem muitas vezes o uso de instrumentos de cálculos mais específicos. Uma vantagem do uso do BROM II sobre a RF é permitir a análise de movimentos em outros planos (inclinações e extensão) em âmbito clínico, porém seu uso ainda deve permanecer limitado aos cenários clínicos visto que a validade deste instrumento confrontada com exames radiográficos não foi ainda determinada.<sup>1,4</sup> Num estudo realizado com o CROM (Cervical Range of Motion), dispositivo semelhante ao BROM II que mensura ADM da coluna cervical, os autores atentam para possíveis erros que podem ocorrer relacionados à dificuldade e imprecisão na leitura, percepções errôneas de final de movimento por parte dos voluntários e os diferentes níveis de esforço apresentados pelos voluntários durante as medidas.<sup>10</sup>

Faz-se necessário averiguar quais seriam as possíveis alterações nos protocolos desses testes que levariam a aumentar os respectivos índices de confiabilidade, assim como realizar mais estudos de validação (correlacionando os mesmos com testes "padrão-ouro") para que esses testes possam ser realizados pelos profissionais de uma forma mais precisa possível.

## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que o BROM II possui confiabilidade suficiente para sua utilização na prática clínica, fato que não pode ser atribuído a RF. Em práticas de pesquisa nas quais a precisão é fundamental, a utilização de exames por imagem para a medida de ADM de flexão do tronco ainda são as melhores opções.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Lucíola da Cunha Menezes Costa pelas revisões realizadas nesse manuscrito.

## REFERÊNCIAS

1. Cakir B, Richter M, Kafer W, Wieser M, Puhl W, Schmidt R. Evaluation of lumbar spine motion with dynamic X-ray—a reliability analysis. *Spine*. 2006;31(11):1258-64.
2. Williams R, Binkley J, Bloch R, Goldsmith CH, Minuk T. Reliability of the modified-modified Schöber and double inclinometer methods for measuring lumbar flexion and extension. *Phys Ther*. 1993;73(1):33-44.
3. Gauvin MG, Riddle DL, Rothstein JM. Reliability of clinical measurements of forward bending using the modified fingertip-to-floor method. *Phys Ther*. 1990;70(7):443-7.
4. Kachingwe AF, Phillips BJ. Inter- and intrarater reliability of a back range of motion instrument. 1: *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(12):2347-53.
5. Hart DL, Rose SJ. Reliability of a noninvasive method for measuring the lumbar curve. *J Ortho Sport Phys Ther*. 1986;8(4):180-4.
6. Ensink FB, Saur PM, Frese K, Seeger D, Hildebrandt J. Lumbar range of motion: influence of time of day and individual factors on measurements. *Spine*. 1996;21(11):1339-43.
7. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull*. 1979;86(2):420-8.
8. Nitschke JE, Natrass CL, Disler PB, Chou MJ, Ooi KT. Reliability of the American Medical Association guides' model for measuring spinal range of motion. Its implication for whole-person impairment rating. *Spine*. 1999;24(3):262-8.
9. Mosner EA, Bryan JM, Stull MA, Shippee R. Investigation of the flexible ruler as a noninvasive measure of lumbar lordosis in black and white adults female sample populations. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1989;11:3-7.
10. Carvalho CO, Magalhães DAS, Silva Junior JAA, Bicalho LFH, Costa APB, Costa LOP, et al. Estudo comparativo das amplitudes de movimento da coluna cervical em idosos com diferentes níveis de aptidão física. *Acta Fisiatr*. 2006;13(3):147-51.