

**Artigo original****Mensuração da amplitude de movimento ativa do joelho intra e interavaliador com goniômetro e flexímetro*****Measurement of knee active range of motion intra- and interobserver with goniometer and fleximeter***

Carlos Eduardo Pinfildi\*, Flávia Schlittler Oliveira\*\*, Karla Carvalho Bezerra\*\*, Rodrigo Paschoal Prado\*\*\*, Moises Cohen\*\*\*\*, Stella Peccin, D.Sc.\*\*\*\*\*

.....  
\*Membro Discente do Conselho de Pós-Graduação e Pesquisa da UNIFESP-EPM, Professor de Fisioterapia do IMES-FAFICA, \*\*Especialista em Fisioterapia Ortopédica e Traumatológica, \*\*\* Coordenador do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Santa Giúlia Taquaritinga, Professor de Fisioterapia do IMES-FAFICA, \*\*\*\*Livre Docente pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – EPM, Chefe do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Paulo, \*\*\*\*\*Colaboradora da Cochrane Brazil, Coordenadora da Fisioterapia do Instituto Cohen

**Resumo**

**Objetivo:** Avaliar intra e interobservador a confiabilidade e a reprodutibilidade do goniômetro e flexímetro na amplitude de movimento ativa do joelho. **Desenho de estudo:** Estudo transversal randomizado cego. **Métodos:** Participaram deste estudo 50 indivíduos de ambos os sexos (28 homens e 22 mulheres), com média de idade de 26,68 anos, peso de 68,69 kg e altura de 1,70 m. As mensurações da extensão e flexão do joelho foram realizadas com o goniômetro e o flexímetro por dois avaliadores. **Resultados:** Em relação à flexão de joelho, pôde-se analisar que não houve concordância intra-avaliador (ICCs de 0,54 e 0,64) e houve uma concordância moderada interavaliador para os dois instrumentos (ICCs de 0,73 e 0,76). Também foi demonstrado que o goniômetro tende a apresentar resultados inferiores ao flexímetro à medida que a flexão do joelho aumenta. Em relação à extensão, pôde-se observar uma concordância muito forte tanto intra, como interavaliador (ICCs de 0,92 e 0,92). **Conclusão:** A flexão do joelho não apresentou concordância intra-avaliador e houve uma concordância moderada interavaliador. Para a extensão do joelho, houve uma concordância muito forte tanto intra quanto interavaliador.

**Palavras-chave:** mensuração, amplitude de movimento, joelho, reabilitação.

**Abstract**

**Objective:** To assess the intra- and interobserver reproducibility of goniometer and fleximeter in the knee active range of motion. **Design:** double-blind randomized transversal study. **Methods and measures:** Fifty subjects of both genders participated in this study (28 male and 22 female), mean age 26.68 years, average weight 68.69 kg and average height 1.70 m. Knee extension and flexion measurements were performed by two observers using a goniometer and a fleximeter. **Results:** Knee flexion did not show intra-observer agreement (ICCs of .54 and .64) and a moderate interobserver agreement was achieved by both instruments (ICCs of .73 and .76). It was also observed that the goniometer tends to present lower results than the fleximeter in proportion to the increase of knee flexion. In relation to extension, it could be observed a high rate intra and interobserver agreement (ICCs of .92 and .92). **Conclusion:** Knee flexion did not show intra-observer agreement but showed moderate inter-observer agreement. For knee extension, there was a high rate of intra and inter-observer agreement.

**Key-words:** mensuration, range of motion, knee, rehabilitation.

Recebido em 15 de abril de 2007; aceito em 28 de agosto de 2007.

**Endereço para correspondência:** Rodrigo Paschoal Prado, Rua Rio Grande do Sul, 801, 15804-040 Catanduva SP, Tel: (17) 9717 5734, E-mail: paschoalrp@hotmail.com

## Introdução

A necessidade de um método sistemático de avaliação da amplitude de movimento (ADM) das articulações foi inicialmente reconhecida após a 1ª Guerra Mundial, quando a incapacidade e a exigência de um conselho de pensões era um critério específico para determinar os danos ou lesões entre os soldados. Desde então, o goniômetro ou outros instrumentos para mensurar a ADM articular têm sido utilizados por profissionais da área da saúde para avaliar disfunções, determinando o progresso da reabilitação e a efetividade da evolução do tratamento [1].

Para permitir que as mensurações sejam realizadas com maior acurácia e para evitar erros de medidas articulares causadas por más interpretações dos valores obtidos com o goniômetro manual, numerosos instrumentos foram desenvolvidos [1-3]. Mais recentemente, as mensurações de ADM têm funcionado como um marco básico para a resposta de estudos clínicos [4-6] e, apesar desse importante fator, mensurações de ADM têm sido freqüentemente rejeitadas por profissionais da saúde ou realizadas de forma inadequada [7,8].

Atualmente, há diversos instrumentos para mensurar ADM, tais como: goniômetro manual, goniômetro computadorizado, goniômetro paralelogramo, flexímetro, inclinômetro, *orthoranger* e estimação visual.

Dentre estes instrumentos, o goniômetro universal é o mais utilizado e estudado pelos fisioterapeutas por ser mais econômico, prático e portátil [9,10].

O goniômetro é usualmente feito de material transparente e consiste de dois braços conectados a um transferidor. O braço estacionário permanece fixo enquanto o transferidor é colocado no eixo articular e, o braço móvel move-se com a parte distal da articulação para determinar o arco de movimento.

Entretanto, este instrumento apresenta limitações de um avaliador para o outro, pois se o eixo do goniômetro não for posicionado no eixo de rotação da articulação, os valores mensurados poderão ser irreais [11]. Outro fator importante é que o goniômetro deve ser segurado com as duas mãos sem deixar uma mão livre para estabilização adequada do membro avaliado [7].

Devido a esses erros de interpretação dos valores mensurados, têm sido desenvolvidos estudos para avaliar a confiabilidade inter e intra-avaliador de vários instrumentos e articulações. Petherick *et al.* [12] encontraram uma maior confiabilidade interavaliador para as mensurações de movimento da articulação do cotovelo com o uso do inclinômetro comparado ao goniômetro universal.

Já em outro estudo, Brosseau *et al.* [9] avaliaram a flexão e extensão de joelho com o goniômetro universal, goniômetro paralelogramo, estimação visual e por radiografia e mostraram que ambos os goniômetros tiveram maior confiabilidade do

que os outros métodos, relatando assim que todas as mensurações devem ser feitas preferencialmente pelo mesmo terapeuta.

O estudo realizado por Kuiken *et al.* [13] tinha como objetivos avaliar a aceitação do paciente, o efeito do goniômetro computadorizado com biofeedback e a acurácia do goniômetro universal comparado ao goniômetro computadorizado com biofeedback na articulação do joelho. Não foi encontrada diferença significativa no resultado das médias entre os dois equipamentos, no entanto, o feedback auditivo teve maior aceitação entre os pacientes do que o feedback visual.

Além dos instrumentos convencionalmente utilizados para mensurar a ADM, atualmente há também o sistema de análise de movimento computadorizada que, de acordo com alguns estudos, demonstrou ser confiável para mensurar os ângulos posturais estáticos e dinâmicos, demonstrando assim que estudos dinâmicos têm uma maior vantagem devido ao fato desse ser mais natural e apresentar uma maior acurácia refletindo uma função mais verdadeira [14,15].

Outro instrumento utilizado para mensurar a ADM é o flexímetro [16], o qual é de fácil manuseio, portátil e funciona de acordo com a ação da gravidade. Este é fixado ao paciente por meio de uma fita de velcro, permitindo ao examinador permanecer com as mãos livres durante a mensuração, facilitando assim o posicionamento adequado do membro avaliado.

Em busca de uma maior fidedignidade das mensurações, a confiabilidade é um fator importante que deve ser analisado, já que é definida como a consistência de uma mensuração [17].

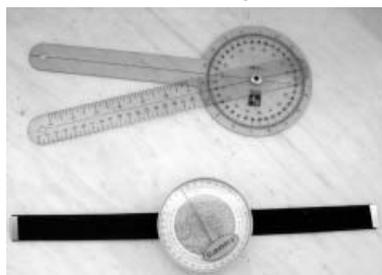
Devido às limitações apresentadas pelo goniômetro, ao aumento da utilização do flexímetro e à escassez de estudos que comparem esses dois instrumentos, o presente estudo teve como objetivo avaliar intra e interavaliador a confiabilidade e a reprodutibilidade do goniômetro e do flexímetro na amplitude de movimento ativa do joelho.

## Material e métodos

Estudo transversal randomizado cego, na qual participaram 50 indivíduos de ambos os sexos (28 homens e 22 mulheres), com médias de idade de 26,68 anos (DP 6,30), peso de 68,69 kg (DP 13,37), altura de 1,70 m (DP 0,10). Os critérios de exclusão foram: lesão muscular recente (últimos 3 meses), cirurgia de joelho recente (últimos 3 meses), pacientes com afecções neurológicas.

Para a realização das mensurações da amplitude de movimento (ADM) ativa do joelho, foi utilizado um goniômetro universal de 360° da marca Graham Field (GF). O flexímetro utilizado era da marca Sany com uma fita de velcro para fixá-lo no voluntário (Figura 1).

**Figura 1** - Goniômetro e flexímetro utilizados para a mensuração da amplitude de movimento ativa do joelho.



Antes de serem submetidos à avaliação, os voluntários foram submetidos a uma coleta de dados que incluía idade, peso, altura e perguntas a respeito dos critérios de exclusão. Os voluntários leram e assinaram um termo de consentimento que os informava sobre os procedimentos do estudo e declaravam que não estavam envolvidos em nenhum programa de alongamento durante este período. O membro inferior utilizado para a mensuração foi o membro dominante de cada voluntário, sendo que foram 46 direito e 4 esquerdo, com 92% e 8%, respectivamente.

Para a realização da mensuração, os voluntários eram posicionados em decúbito dorsal em uma maca preparada para o estudo com um tubo de polyvinyl chloride (PVC) para manter o voluntário com quadril e joelhos a 90° de flexão, considerando este o ponto inicial para a mensuração. A mensuração com o goniômetro foi realizada pelo avaliador 1, que colocava o eixo do goniômetro sobre o côndilo femoral lateral do joelho [18], o braço fixo na superfície lateral da coxa em direção ao trocânter maior do fêmur e o braço móvel na superfície lateral da perna em direção ao maléolo lateral da fíbula [16,19,20].

O avaliador 1 pedia ao voluntário para realizar a extensão ativa do joelho até sentir a sensação de alongamento; logo após, um assistente sustentava o membro inferior para mensuração da extensão, sendo que este participou de todas as mensurações do estudo. A flexão ativa do joelho era realizada pedindo ao sujeito que a fizesse sem forçá-la. A seguir, era realizada a mensuração com o goniômetro pelo avaliador 2. Os pontos de referências do goniômetro não foram marcados para que os avaliadores não utilizassem a mesma referência para a mensuração (Figura 2).

**Figura 2** - Mensuração da extensão ativa do joelho realizada com o goniômetro.



Em seguida, os mesmos avaliadores (1 e 2) realizavam as mensurações com o flexímetro, o qual era posicionado 2,5 cm abaixo da cabeça da fíbula do membro avaliado [16] (Figura 3). Os voluntários eram mantidos na mesma posição da mensuração com o goniômetro. Da mesma forma, a distância da cabeça da fíbula não era marcada para evitar que os avaliadores utilizassem a mesma referência. Os avaliadores não tinham conhecimento das mensurações entre eles.

**Figura 3** - Posicionamento do flexímetro: 2,5 cm abaixo da cabeça da fíbula.



Os dados das mensurações dos dois avaliadores eram entregues a um fisioterapeuta, o qual não estava envolvido com a coleta das medidas.

O presente estudo foi realizado no Instituto Cohen de Ortopedia, Reabilitação e Medicina do Esporte - São Paulo - Brasil.

### Análise estatística

Para avaliar a concordância entre os aparelhos e os avaliadores, construíram-se os gráficos de Bland-Altman. Para comparar as médias das medidas, foi aplicado o teste T de Student e, para verificar se há uma tendência de um método fornecer resultados maiores ou menores que o outro, foi aplicado o teste do Sinal. Logo após calculou-se o Coeficiente de Correlação Intraclassas para avaliar o grau de confiabilidade intra e interavaliadores.

### Resultados

De acordo com as mensurações realizadas com o goniômetro e flexímetro para os dois avaliadores, foram obtidas as médias das variáveis que serão apresentadas na Tabela I.

**Tabela I** - Médias dos valores de extensão e flexão do joelho com goniômetro e flexímetro para os dois avaliadores.

Médias	Goniom. aval1	Flexim. aval1	Goniom. aval2	Flexim. aval2
Extensão	49,36° ± 12,66	50,30° ± 12,04	50,28° ± 12,0	49,14° ± 12,62
Flexão	133,22° ± 5,14	133,84° ± 5,61	134,18° ± 4,45	134,80° ± 5,52

## Coefficientes de Correlação Intraclassas (ICC) quanto à:

### Flexão de joelho

O avaliador 1, quando comparado o goniômetro e flexímetro, apresentou ICC 0,54, o que demonstrou não ter concordância entre os instrumentos. O avaliador 2 apresentou ICC ) 0,64 demonstrando também não ter concordância entre os instrumentos.

Na comparação entre os avaliadores (1 e 2) utilizando o goniômetro pode-se observar um ICC .73 o que demonstrou uma concordância moderada, o mesmo também foi observado com a utilização do flexímetro com um ICC .76.

Com isso, pôde-se analisar que não houve concordância entre os aparelhos quanto à flexão de joelho e houve uma concordância moderada entre os avaliadores para os dois instrumentos. Também foi demonstrado que o goniômetro tende a apresentar resultados inferiores ao flexímetro à medida que a flexão do joelho aumenta.

### Extensão de joelho

O avaliador 1, quando comparado o goniômetro e flexímetro, apresentou ICC 0,92, o que demonstrou uma concordância muito forte entre os instrumentos. O avaliador 2 apresentou ICC 0,92 demonstrando também uma concordância muito forte entre os instrumentos.

Na comparação entre os avaliadores (1 e 2) utilizando o goniômetro pôde-se observar um ICC 0,92 o que demonstrou uma concordância muito forte, sendo também observado com a utilização do flexímetro com um ICC 0,92 (Tabela II).

Com esses resultados, pôde-se mostrar que houve concordância entre os aparelhos e entre os avaliadores quanto à extensão de joelho (Tabela II).

**Tabela II - Coeficiente de correlação intraclassas.**

Movimento	Comparação	ICC
Flexão	Goniom x Flexim (aval 1)	0,543
	Goniom x Flexim (aval 2)	0,642
	Aval 1 x Aval 2 (goniom)	0,731
	Aval 1 x Aval 2 (flexim)	0,760
Extensão	Goniom x Flexim (aval 1)	0,927
	Goniom x Flexim (aval 2)	0,923
	Aval 1 x Aval 2 (goniom)	0,921
	Aval 1 x Aval 2 (flexim)	0,922

## Discussão

Atualmente, vários métodos e instrumentos são utilizados para avaliar a ADM, incluindo algumas variáveis, como mensuração radiográfica, análise de movimento e avaliação da flexibilidade. Devido a isso, numerosos estudos têm sido realizados para avaliar a confiabilidade da mensuração da ADM das várias articulações, tanto na prática clínica quanto na desportiva [22,23].

No presente estudo, pôde-se observar diferenças significantes para a flexão e extensão do joelho. A flexão demonstrou ter uma fraca confiabilidade intra-avaliador com ICC de 0,54 e 0,64 e uma confiabilidade moderada inter-avaliador com ICC de 0,73 e 0,76, discordando com o estudo de Rothstein *et al.* [2] que utilizaram três tipos diferentes de goniômetros e mostraram uma forte confiabilidade para a flexão de joelho, tanto intra quanto inter-avaliador.

Brosseau *et al.* em um estudo no qual tinham como objetivo avaliar a confiabilidade intra e interavaliador com goniômetro universal e goniômetro paralelogramo mostraram uma confiabilidade um pouco mais alta para a flexão quando comparada a extensão do joelho; resultados similares foram encontrados em outros estudos [17,21]. As possíveis causas para a fraca confiabilidade da flexão do joelho do presente estudo foram o posicionamento do eixo do goniômetro pelos avaliadores e o volume muscular do tríceps sural do paciente, que dificultava a mensuração.

A flexão e a extensão do joelho no presente estudo foram realizadas de maneira ativa, diferentemente do estudo realizado por Watkins *et al.* [17], que avaliaram a ADM passiva do joelho com goniômetro e estimativa visual, obtendo como resultado uma forte confiabilidade intra e interavaliador.

A mensuração da ADM passiva apresenta alguns fatores que podem influenciar no resultado, como as diferentes forças aplicadas pelos avaliadores e um maior relaxamento da musculatura do paciente. A mensuração da ADM ativa apresenta como fatores a fadiga muscular e o ganho de flexibilidade com a repetição das mensurações; entretanto, não foram encontrados estudos que comprovassem qual das formas de mensuração da ADM é mais confiável.

No mesmo estudo, Watkins *et al.* [17] mostraram uma forte confiabilidade interavaliador para a extensão do joelho, corroborando com os resultados do presente estudo, que encontrou uma forte confiabilidade interavaliador com ICC 0,92 e 0,92 e também intra-avaliador com ICC de 0,92 e 0,92.

Um dos achados importantes deste estudo foi que o goniômetro tende a apresentar resultados inferiores ao flexímetro à medida que a flexão do joelho aumenta. Uma das hipóteses para tal achado seria que o goniômetro possui três variáveis para seu adequado posicionamento (eixo articular, braço fixo e braço móvel), enquanto o flexímetro possui apenas uma variável (localizado a 2,5 cm abaixo da cabeça da fíbula), permitindo assim ao fisioterapeuta uma menor probabilidade de erro.

Outra hipótese seria a dificuldade do paciente, no momento da flexão, em manter a região anterior da coxa em contato com o tubo de PVC, possivelmente devido ao cansaço dos músculos flexores do quadril.

O posicionamento do goniômetro foi realizado de acordo com Giori *et al.* [18], que relatam que o centro de rotação do joelho seria ao nível do côndilo lateral do fêmur, na tentativa de minimizar a principal causa de erro na mensuração. Em relação ao flexímetro, o posicionamento foi de acordo com um estudo realizado por Cosgray *et al.* [16] que estipularam a colocação a 2,5 cm abaixo da cabeça da fíbula.

O presente estudo verificou a confiabilidade da ADM ativa do joelho intra e interavaliador com goniômetro e flexímetro. A utilização do goniômetro em outras articulações já foi previamente descrita, porém a utilização do flexímetro ainda necessita de muitos estudos para chegar a uma confiabilidade.

Não foi encontrado na literatura nenhum estudo que comparasse a confiabilidade do flexímetro com o goniômetro e sim, na grande maioria, estudos que compararam diferentes tipos de goniômetros.

Futuras pesquisas baseadas nos resultados deste estudo são necessárias para melhorar a confiabilidade do flexímetro e goniômetro, tanto na articulação do joelho, como em outras articulações.

## Conclusão

Com base nos resultados deste estudo transversal randomizado cego, com 50 pacientes saudáveis, chegou-se à conclusão que para a flexão do joelho não houve concordância intra-avaliador e houve uma concordância moderada interavaliador. Para a extensão do joelho, houve uma concordância muito forte tanto intra quanto interavaliador.

Pôde-se verificar também que o goniômetro tende a apresentar resultados inferiores ao flexímetro à medida que a flexão do joelho aumenta.

## Referências

1. Clapper MP, Wolf SL. Comparison of the reliability of the orthoranger and the standard goniometer for assessing active lower extremity range of motion. *Phys Ther* 1988;68(2):214-18.
2. Rothstein JM, Miller PJ, Roettger RF. Goniometric reliability in a clinical setting: Elbow and knee measurements. *Phys Ther* 1983;63(10):1611-15.
3. Wolfenberger VA, Bui Q, Batenchuk B. A comparison of methods of evaluating cervical range of motion. *J Manip Physiol Ther* 2002;25(3):154-60.
4. Chan SP, Hong Y, Robinson PD. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scand J Med Sci Sports* 2001;11(2):81-86.
5. Baltaci G, Tunay V, Besler A, Gerçeker S. Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students. *Br J Sports Med* 2003;37(1):59-61.
6. Aalto TJ, Airaksinen O, Harkonen TM, Arokoski JP. Effect of passive stretch on reproducibility of hip range of motion measurements. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:549-57.
7. Lea RD, Rouge B, Gerhardt L, Gerhardt JJ. Current concepts review range of motion measurements. *J Bone Joint Surg* 1995;77A(5):784-98.
8. American Medical Association: Guides to the evaluation of permanent impairment. 4<sup>th</sup> ed. Chicago: American Medical Association; 1993.
9. Brosseau L, Balmer S, Tousignant M, O'Sullivan JP, Goudreau C, Goudreau M, Gringras S. Intra and Intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and extension of patients with knee restrictions. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:396-402.
10. Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion: Review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Phys Ther* 1987;67:1867-72.
11. O'Riain MD, Sibille J, Balmer S. A new goniometer for physiotherapy. *Physiother Can* 1993;35:279-81.
12. Petherick M, Rheault W, Kimble S, Lechner C, Senear V. Concurrent validity and intertester reliability of universal and fluid-based goniometers for active elbow range of motion. *Phys Ther* 1988;68:966-69.
13. Kuiken TA, Amir H, Scheidt A. Computerized biofeedback knee goniometer: Acceptance and effect on exercise behavior in post-total knee arthroplasty rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:1026-30.
14. Robinson ME, O'Connor PD, Shirley FR, Mac Millan M. Intra-subject reliability of spinal range of motion and velocity determined by video motion analysis. *Phys Ther* 1993;73:626-31.
15. Vander Linden DW, Carlson SJ, Hubbard RL. Reproducibility and accuracy of angle measurements obtained under static conditions with the motion analysis video system. *Phys Ther* 1992;72:300-05.
16. Cosgray NA, Lawrance SE, Mestrich JD, Martin SE, Whalen RL. Effect of heat modalities on hamstring length: A comparison of pneumatherm, moist heat pack, and a control. *J Ortho Sports Phys Ther* 2004;34(7):377-84.
17. Watkins MA, Riddle DL, Lamb RL, Personius WJ. Reliability of goniometric measurements and visual estimates of knee range of motion obtained in a clinical setting. *Phys Ther* 1991;71(2):90-97.
18. Giori NJ, Giori KL, Woolson ST, Goodman SB, Lannin JV, Schurman DJ. Measurement perioperative flexion-extension mechanics of the knee joint. *J Arthroplasty* 2001;16(7):877-81.
19. Malliaropoulos N, Papalexandris S, Papalada A, Papacostas E. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 athletes follow-up. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(5):756-59.
20. Draper DO, Castro JL, Feland B, Schulthies S, Eggett D. Shortwave diathermy and prolonged stretching increase hamstring flexibility more than prolonged stretching alone. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004;34(1):13-20.
21. Brosseau L, Tousignant M, Buddy J, Chartier N, Duciaume L, Plamondon S, et al. Intratester and Intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and the universal goniometers for active knee flexion in healthy subjects. *Physiother Res Int* 1997;2:150-66.
22. Ekstrand J, Wiktorsson M, Oberge B, Gillquist J. Lower extremity goniometric measurements: a study to determine their reliability. *Arch Phys Med Rehabil* 1982;63:171-5.
23. Ellis B, Bruton A, Goddard JR. Joint angle measurement: a comparative study of the reliability of goniometry and wire tracing for the hand. *Clin Rehabil* 1997;11:314-20.