

Artigo original

Correlação entre fleximetria e goniometria radiológica para avaliações da amplitude articular estática do cotovelo

Correlation between fleximetry and radiological goniometry for assessment of static elbow range of motion

Rodrigo Luis Ferreira da Silva, Ft., M.Sc.*, Renato Ramos Coelho, Ft., M.Sc.***, Rodrigo Gomes de Souza Vale, D.Sc.***, Estélio Dantas, D.Sc.****

.....
*Professor efetivo da UEPA, **Professor da Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC/MG) Campus Bom Despacho e do Centro Universitário de Formiga (UNIFOR/MG), Pesquisador do Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia (LA-MCE-COPPE/RJ), ***Professor da Universidade Estácio de Sá, Coordenador do Laboratório de Fisiologia do Exercício da UNESA (LAFIEX), Coordenador do curso de Educação Física (UNESA Cabo Frio/RJ), ****Profissional de Educação Física (Escola de Educação Física do Exército), Bolsista de produção científica do CNPQ

Resumo

Este estudo objetivou determinar o grau de confiabilidade intra e interexaminador de avaliações realizadas por meio de fleximetria, e o seu grau de correlação com avaliações realizadas por goniometria radiológica. 10 indivíduos tiveram seu cotovelo direito estabilizado por chapas de ferro em ângulo fixo, que foi mensurado por 04 fisioterapeutas, com o uso de um flexímetro, em 3 dias diferentes com intervalo de uma semana entre os mesmos. Após estas avaliações, os cotovelos foram radiografados, com o mesmo ângulo estabilizado, para análise pela goniometria radiológica. Estas medidas apresentaram baixa confiabilidade intraexaminador (0,23; $p = 0,00$) e interexaminador (0,38; $p = 0,04$). As medidas obtidas pela fleximetria apresentaram melhores resultados na análise da confiabilidade interexaminador do que intraexaminador, fato este que possivelmente foi influenciado pelo longo intervalo de tempo entre as avaliações (7 dias). Observou-se também baixa correlação entre a fleximetria e a goniometria radiológica ($r = 0,10$) corroborando com inúmeros outros estudos. O teste t indicou ainda que houve uma diferença significativa entre as médias obtidas pelas duas técnicas ($p = 0,00$). Estes resultados sugerem que o intervalo de 07 dias, pode ter dificultado a reprodutibilidade das medidas pelos examinadores e que a diferença processual entre as técnicas investigadas contribuiu para a ausência de correlação entre suas médias.

Palavras-chave: goniometria articular, radiografia, articulação do cotovelo.

Abstract

This study aimed to determinate the intra and inter-reliability of assessments using the fleximetry, and to correlate with radiological goniometry assessment. 10 subjects had their right elbow stabilized by fixed iron angle plates, which was measured by 4 physical therapists, using a Fleximeter, on 3 different days with one week interval between them. After these evaluations, the elbows were radiographed with the same angle stabilized for radiological analysis by goniometry. These measures had low reliability intra examiner (0.23, $p = 0.00$) and inter (0.38, $p = 0.04$). The measurements obtained by fleximetry showed better results in the analysis of reliability than inter intra-examiner, a fact that was possibly influenced by the long interval between assessments (7 days). It was also observed low correlation between the radiological fleximetry and goniometry ($r = 0.10$), which corroborates numerous other studies. The t test also indicated that there was a significant difference between the means obtained by both techniques ($p = 0.00$). These results suggest that the interval of 7 days may have hampered the reproducibility of the examiners and that the procedural difference between the research techniques contributed to the lack of correlation between their averages.

Key-words: arthrometry articular, radiography, elbow joint.

Recebido em 18 de abril de 2011; aceito em 24 de agosto de 2011.

Endereço para correspondência: Rodrigo Luis Ferreira da Silva, Rua Humaitá, 1528, 68010-010 Santarém PA, Tel: (93) 3523-5118, E-mail: rodrigolfs@yahoo.com.br

Introdução

Até os dias atuais o instrumento mais utilizado para medida de amplitude do movimento (ADM) ainda é o goniômetro universal [1-4], já existindo diversos estudos que comprovam sua validade quando comparada à goniometria radiológica [5-7] considerada referência de amplitude real [6,8]. No entanto, a relativa morosidade para a aplicação dos testes goniométricos, que exigem certo grau de rigor e de experiência profissional [9], acaba por estimular o desuso desta técnica pelos profissionais mais jovens, popularizando procedimentos menos confiáveis, como a estimativa visual [10].

Neste ínterim, o desenvolvimento de novos instrumentos surge como possibilidade de dinamizar a mensuração do movimento articular, desde que busquem sempre preservar a confiabilidade em suas medidas [11-13].

Embora não tão comuns como o goniômetro universal ou flexímetro ou goniômetro pendular, que foi descrito pioneiramente por Fox e Van Breemen, em 1934, têm se tornado cada vez mais usuais na prática fisioterapêutica. Este instrumento consiste de um transferidor de 360° e de um ponteiro que se move pela ação da força gravitacional, registrando a medida angular de uma posição articular [4,14].

Para certas situações, o flexímetro parece ser de mais fácil utilização do que o goniômetro universal, já que não necessita ser alinhado a referências ósseas, facilitando, por exemplo, a avaliação dos movimentos rotacionais e do tronco. Além disso, alguns modelos apresentam ainda a vantagem de ser autofixáveis, deixando as mãos do avaliador completamente livres [14,15].

Contudo, apesar de apresentar algumas relativas vantagens, os flexímetros ainda são merecedores de críticas, pois são de difícil utilização em pequenas articulações e onde houver deformidade dos tecidos moles ou edema [4].

Algumas experimentações científicas já se preocuparam em demonstrar sua confiabilidade, reprodutibilidade e validade durante sua aplicação em protocolos de avaliação de ADM [12,16-18]. Ainda assim pouco se conhece em relação a sua validade [3,12], quase sempre ficando restritos às informações oferecidas pelos fabricantes acerca de seus produtos. Deste fato, surge a necessidade de comprovar a validade deste instrumento comparando-o com a goniometria radiológica, considerado como o método avaliativo mais fidedigno para a quantificação de ângulos formados entre as articulações [6,8], auxiliando, portanto no diagnóstico e acompanhamento de alterações esqueléticas [19-21].

Este estudo teve como objetivo determinar o grau de confiabilidade intra e interexaminador de avaliações realizadas por meio de fleximetria, e o seu grau de correlação em relação às avaliações realizadas por meio de goniometria radiológica, contribuindo assim para uma melhor opção dos profissionais fisioterapeutas, quanto aos instrumentos e técnicas a serem utilizados em suas avaliações, evitando que o tratamento do paciente seja prejudicado devido à mensuração equivocada do movimento articular.

Material e métodos

Esta pesquisa experimental foi desenvolvida no período de janeiro a fevereiro de 2009, com a coleta de dados realizada no laboratório de Recursos Terapêuticos Manuais da UEPA e na sala de radiologia do Hospital Sagrada Família, ambos em Santarém, e o posterior confrontamento dos valores de avaliações de ADM estática da articulação do cotovelo pelas técnicas de fleximetria e goniometria radiológica.

A articulação do cotovelo foi escolhida para este estudo por ser uma articulação de grande interesse dentro da investigação clínica e radiológica [18,22-24]. Dois grupos foram selecionados para este estudo, sendo um composto por 10 indivíduos do sexo masculino, com idade entre 19-25 anos (22 anos; + 2,79) sem histórico de patologias ortopédicas e/ou neurológicas que interferissem na mobilidade e anatomia normal dos ossos no membro superior direito (MSD) e que serviu de objeto de estudo (avaliados), e outro composto exclusivamente por fisioterapeutas, de ambos os sexos, com idade variando entre 22-25 anos (23,25 anos; ± 1,26), todos com 2 anos de experiência profissional (examinadores) e que teve como tarefa mensurar a ADM dos cotovelos direitos dos indivíduos que compunham o grupo de avaliados.

Obedecendo as diretrizes básicas da norma CNEN-NN-3.01, do Conselho Nacional de Saúde [25], esta pesquisa obteve parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Pará/STM, sob o nº 048/08 e da Universidade Castelo Branco/RJ, sob o nº 148/08. Além disso, todos os seus participantes foram solicitados a assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Antes de se realizarem as tomadas de medidas para esta pesquisa, os examinadores passaram por um período de treinamento em anatomia palpatória e na utilização do flexímetro, com intuito de homogeneizar o grau de conhecimento dos examinadores sobre as técnicas avaliativas pesquisadas. Para Batista *et al.* [2], o treinamento é um fator importante para diminuir possíveis diferenças nas avaliações.

As tomadas de medidas com o uso do flexímetro foram executadas em 3 dias diferentes, com intervalos de uma semana entre estes e repetindo-se os mesmos avaliados, examinadores e ângulos, conforme o proposto por Beaton *et al.* [26] e já reproduzido em outros estudos [27,28].

Para a realização das avaliações da ADM, com o uso do flexímetro, foi estabelecida a seguinte padronização, em cada dia de avaliação:

Os avaliados ficavam em uma sala separada dos examinadores, com o MSD estabilizado por meio de chapas de ferro retorcido, mantendo a articulação do cotovelo em ângulo fixo. Somente 5 indivíduos recebiam a fixação com as chapas de ferro, com o ângulo de interesse para o estudo (ângulo chave), enquanto os demais recebiam a estabilização com chapas de ferro fixadas em outros ângulos.

Vale ressaltar que em nenhum momento os examinadores tiveram acesso ao valor do ângulo existente entre as chapas de

ferro retorcido e que a comunicação entre os examinadores foi evitada durante a realização das medidas.

Cada examinador entrava individualmente nesta sala e realizava o adequado posicionamento de cada um dos avaliados, ajustando-o em perfil, à frente de uma parede de fundo claro, e com o lado direito de seu corpo voltado ao examinador. O úmero do membro avaliado foi sempre posicionado em alinhamento com a linha média lateral do tronco e o cotovelo foi estabilizado em máxima supinação para todas as avaliações de ADM, com o flexímetro.

Neste momento o examinador dava então início a sua sequência de avaliações com o flexímetro, empregando os seguintes procedimentos específicos para esta técnica:

Primeiramente ajustava-se o instrumento com a linha média do úmero do avaliado e posteriormente fixavam-no na porção distal do antebraço do indivíduo, mantendo o flexímetro perpendicular ao solo e voltado para a sua face, sendo que os valores de medida eram lidos pelo autor do estudo e não pelos examinadores.

Figura 1 - Alinhamento do flexímetro a linha média do úmero (A) e posicionamento na porção distal do antebraço (B).



À medida que cada examinador completava sua sequência de avaliações, ocorria a troca de examinador, sendo seguidos os mesmos passos para todos os demais examinadores, até que todos tivessem realizado este mesmo procedimento uma primeira vez.

Após todos os examinadores terem mensurado todos os ângulos dos avaliados pela primeira vez, estes últimos realizavam então a troca das fixações de ferro, de maneira que outros 5 voluntários fossem estabilizados com as chapas de ferro correspondentes ao ângulo chave.

Uma nova sequência de avaliação era cumprida até que todos os examinadores tivessem novamente mensurado todos os ângulos dos avaliados. Desta maneira, ao final destes três dias de avaliações obteve-se: três medidas de ADM com o flexímetro, de cada examinador em cada um dos avaliados.

As tomadas de medidas com o uso da goniometria radiológica foram executadas em um único dia, ocorrido após a sequência de avaliações com o flexímetro, na sala de radiologia do Hospital Sagrada Família em Santarém e obedecendo a descrição empregada por Ferreira da Silva *et al.* [27], para o registro de imagem radiográfica.

Para a realização destas avaliações da ADM, foi estabelecida a seguinte padronização. Os avaliados ficavam em uma sala separada dos examinadores, com o MSD estabilizado por

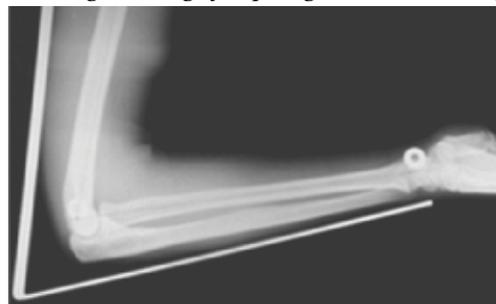
meio de chapas de ferro retorcido, mantendo a articulação do cotovelo em ângulo fixo. Para esta técnica de avaliação todos os indivíduos receberam a fixação com as chapas de ferro, com o ângulo de interesse para o estudo. Cada examinador entrava individualmente nesta sala e realizava a palpação das estruturas ósseas de referência em cada avaliado, demarcando-as com uso de marcador metálico circular. Os pontos de referência foram: o epicôndilo lateral do úmero, a borda lateral do acrômio e o processo estiloide do rádio. Após a demarcação, o avaliado era posicionado em pé e em perfil, à frente do radiógrafo, e com o lado direito de seu corpo voltado ao foco radiográfico, de maneira que se realizassem incidências radiográficas em perfil da articulação do cotovelo direito dos avaliados.

Figura 2 - Posicionamento para a tomada da imagem radiográfica.



Cada avaliado realizou uma incidência radiográfica em perfil, para o posicionamento de cada um dos examinadores. Após a obtenção das imagens radiográficas, seguia-se a mensuração do ângulo entre as bissecções ósseas do rádio e do úmero, segundo o descrito por Dantas *et al.* [29], através de um goniômetro metálico, tamanho grande, da marca Baseline Stainless.

Figura 3 - Imagem radiográfica para goniometria radiológica.



Os valores dos ângulos colhidos receberam tratamento estatístico através do software Statistical Package for Social Science 14.0 (SPSS Inc, USA), com o objetivo inicial de caracterizar o universo amostral pesquisado e o perfil do conjunto de dados, determinando a normalidade de sua distribuição e a

reprodutibilidade dos dados obtidos pelas avaliações realizadas com as duas diferentes técnicas.

Após análise descritiva dos dados buscou-se determinar o grau de confiabilidade das medidas, assim como o grau de correlação entre as duas técnicas empregadas para avaliação de ADM.

A confiabilidade intraexaminadores da ADM estática do cotovelo foi determinada através do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) tipo 3,1 (CCI_(3,1)). Para o cálculo da confiabilidade interexaminadores entre as avaliações dos diferentes avaliados, foi utilizado o cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclasse tipo 2,3 (CCI_(2,3)).

Neste estudo, os valores de CCI foram considerados baixos quando menores que 0,50, moderado entre 0,50 a 0,75, alto acima de 0,75 e muito alto quando superiores a 0,90, segundo o descrito por Portney *et al.* [30].

Para determinar a correlação entre os valores obtidos pela fleximetria com os obtidos pela goniometria radiológica, adotou-se o teste de Pearson, considerando-se valores de r acima de 0,80 como alta correlação, de 0,60 a 0,79 como boa correlação, de 0,41 a 0,59 como moderada e abaixo de 0,40 como baixa correlação [1].

O teste t pareado foi empregado para avaliar a estabilidade dos valores obtidos pelas diferentes técnicas. Para todas as análises adotou-se uma significância de $p < 0,05$.

Resultados

Os resultados da confiabilidade intraexaminadores, demonstrada na Tabela I, evidenciam baixa confiabilidade para as medidas obtidas com a técnica de fleximetria de todos os avaliadores.

Tabela I - Confiabilidade intraexaminador das medidas de quatro examinadores, para as medidas do ângulo chave, pela técnica da fleximetria.

	CCI (3,1)	Limite	Limite	p
		Inferior	Superior	
A	0,26	-0,02	0,65	0,01
B	-0,08	-0,30	0,36	0,65
C	0,22	-0,14	0,66	0,13
D	0,00	-0,30	0,49	1,01
Todos examinadores	0,23	0,07	0,44	0,00

CCI: Coeficiente de Correlação Intraclasse; p: Nível descritivo do teste de significância estatística (Intervalo de confiança de 95%).

Quanto à confiabilidade interexaminadores, apresentada na Tabela II, as medidas obtidas pela técnica da fleximetria demonstraram um valor baixo para a primeira rodada de medidas e alto para a segunda e a terceira rodadas. Analisando o conjunto geral dos dados de todas as rodadas (confiabilidade interexaminador geral), observou-se também baixo índice de confiabilidade.

Tabela II - Confiabilidade Interexaminador das medidas de quatro examinadores para as ADM de um ângulo fixo da articulação do cotovelo de 10 indivíduos, como o uso da fleximetria.

	CCI	Limite	Limite	p
	(2,3)	Inferior	Superior	
Média 1ª rodada	0,07	-1,45	0,74	0,41
Média 2ª rodada	0,77	0,40	0,94	0,00
Média 3ª rodada	0,76	0,36	0,93	0,00
Todas rodadas	0,38	-0,05	0,65	0,04

CCI: Coeficiente de Correlação Intraclasse; p: Nível descritivo do teste de significância estatística (Intervalo de confiança de 95%).

Quanto à correlação entre estas duas técnicas, a Tabela III, apresenta um valor baixo (0,10) para esta correlação (Pearson), apontando um p valor de 0,56.

Tabela III - Valor da correlação entre a média das medidas obtidas pela fleximetria e pela goniometria radiológica.

	Média	DP	N	Flex	Gonio Rad	p
Flex	95,91	9,57	120	1	0,10	0,56
Gonio Rad	105	4,30	40	0,10	1	0,56

DP: Desvio Padrão; N: Tamanho da amostra; p: Nível descritivo do teste de significância estatística.

Similarmente aos dados apresentados na tabela anterior, o teste t apresentado na Tabela IV, indica que houve uma diferença estatística significativa entre as médias obtidas pela fleximetria e pela goniometria radiológica ($p = 0,00$).

Tabela IV - Resultados da comparação entre os dados obtidos pela fleximetria e os obtidos pela goniometria radiológica pelo teste t.

	Média	DP	EP	Menor	Maior	t	p
Flex -							
Gonio	-7,55	10,68	1,69	-10,96	-4,13	-4,47	0,00
Rad							

DP: Desvio Padrão; EP: Erro Padrão; t: Valor do teste; p: Nível descritivo do teste de significância estatística.

Discussão

Nitidamente as medidas angulares obtidas pela técnica de fleximetria apresentaram, neste estudo, melhores resultados na análise da confiabilidade interexaminadores do que na confiabilidade intraexaminadores, resultado equivalente ao de Chaves *et al.* [31], para análise de movimentos cervicais.

Este comportamento, no entanto, é o oposto do que é observado na maioria dos estudos de confiabilidade para avaliação da ADM [3,6,32-34], assim como se opõem as afirmativas de Sacco *et al.* [1], Gadotti *et al.* [35] e Youdas *et al.* [36], ao defenderem que a confiabilidade intraexaminador tende a ser maior que a confiabilidade interexaminador, por ser mais fácil reproduzir os resultados quando um único examinador realiza as medidas.

O intervalo de tempo padronizado neste estudo, de 7 dias entre as avaliações, é tido como longo para estes modelos de experimentação e pode ter contribuído para os baixos valores de confiabilidade intraexaminador. Este longo intervalo pode ter influenciado, por exemplo, para que os examinadores mudassem a sua padronização quanto ao posicionamento e alinhamento do avaliado, procedimento este vital para a reprodutibilidade das medidas tomadas pela fleximetria, uma vez que o instrumento em questão tem sua funcionalidade baseada na força de atração gravitacional sobre o ponteiro do equipamento, não dependendo diretamente de uma variação angular, e sim de uma variação de sua posição espacial.

Este fato também justificaria os melhores resultados obtidos para confiabilidade interexaminador, uma vez que este é resultado da combinação dos dados de todos os examinadores em um mesmo dia de avaliação, o que facilitaria a reprodução dos alinhamentos dos avaliados.

Percebe-se, portanto, que o intervalo de tempo entre as avaliações pode ser um importante fator de imprecisão de medidas angulares com o uso do flexímetro, mesmo quando tomadas pelo mesmo examinador. No entanto, neste estudo não foi possível estabelecer qual o intervalo de tempo ideal para que se mantenham bons índices de confiabilidade interexaminador, devido às limitações metodológicas do próprio estudo. Além disso, a carência de estudos de confiabilidade com o uso do flexímetro dificulta a comparação dos resultados desta pesquisa e uma análise mais profunda sobre os resultados obtidos na presente pesquisa.

Vale mencionar, porém, que outros instrumentos baseados no princípio de atração gravitacional, como os inclinômetros pendulares e digitais, já demonstraram bons índices de confiabilidade intra e interexaminador [3,37], já sendo reportado inclusive melhores índices de confiabilidade em uma comparação com o goniômetro [3].

A considerável melhora dos níveis de confiabilidade interexaminador para a segunda e a terceira rodada de medidas, do presente estudo, com o uso do flexímetro, pode ser justificada pela evolução da habilidade dos examinadores para com o manuseio do aparelho durante a própria pesquisa, uma vez que todos relataram não utilizar esta técnica na sua rotina profissional.

A ausência de correlação entre as medidas obtidas com a fleximetria e as obtidas com a goniometria radiológica, reforça o ponto de vista de Norkin *et al.* [4], que já foi também corroborado por Venturini *et al.* [3], Batista *et al.* [17], Ferreira da Silva *et al.* [27] e Chaves *et al.* [31], ao concordarem que os diversos instrumentos, já disponíveis para a medida do movimento articular, não devem ser utilizados de forma aleatória, e que qualquer comparação entre suas medidas deve ser cautelosa, uma vez que existem profundas diferenças entre seus princípios. Esta constatação pode ser confirmada pelo resultado de Simões *et al.* [16], que analisando a mobilidade angular dos movimentos do quadril de 20 indivíduos, observou excelentes níveis de correlação entre dois instrumentos

de avaliação de ADM, baseados no princípio de atração gravitacional.

No caso específico da comparação pretendida neste estudo, é notória a diferença funcional entre as técnicas empregadas, uma vez que a fleximetria depende da força de atração gravitacional do ponteiro do equipamento e a goniometria radiológica baseia-se no alinhamento de referências ósseas observadas diretamente sobre uma imagem radiográfica.

Polanowski *et al.* [12], em um ensaio científico no qual foram realizadas avaliações de ADM de posições de flexão e de extensão do joelho com o uso de um flexímetro, determinaram a reprodutibilidade e a validade deste equipamento, baseado na diferença insignificante entre suas medidas e as medidas tomadas com o uso de um goniômetro para as mesmas posições articulares.

Em tempos mais recentes, porém, Batista *et al.* [17] observaram diferenças estatísticas significantes entre estes dois instrumentos, com o flexímetro apresentando valores médios maiores do que o goniômetro. Vale ressaltar que neste mesmo estudo foi observada uma forte correlação positiva entre estes instrumentos.

Contudo, segundo Baraúna *et al.* [38], a validade de um instrumento indica o quanto as suas medidas representam o verdadeiro valor da variável de interesse, e que portanto deve ser comparada a um padrão-ouro bem estabelecido para essa medida, que no caso das avaliações de ADM trata-se da goniometria radiológica [4,6,8,32].

Conclusão

As medidas da ADM do posicionamento articular estático do cotovelo, obtidas neste estudo com a técnica de fleximetria, apresentaram baixa confiabilidade intraexaminador para as medidas de todos os avaliadores, além de baixa e alta confiabilidade interexaminador, sugerindo que o longo intervalo de 7 dias pode ter dificultado a reprodutibilidade das medidas pelos examinadores.

Não se observou uma boa correlação entre a fleximetria e a goniometria radiológica através das medidas obtidas por estas técnicas, nesta pesquisa, denotando que a diferença processual entre estes dois métodos de avaliação de ADM dificultou tal correlação, ou sugerindo, ainda, que esse fator possa dificultar qualquer outra correlação que venha a ser feita entre técnicas ou instrumentos avaliativos tão distintos.

Referências

1. Sacco ICN, Alibert S, Queiroz BWC, Pripas D, Kieling I, Kimura AA, Sellmer AE, Malvestio RA, Sera MT. Confiabilidade da fotogrametria em relação a goniometria para avaliação postural de membros inferiores. *Rev Bras Fisioter* 2007;11(5):411-7.
2. Batista LH, Camargo PR, Aiello GV, Oishi J, Salvini TF. Avaliação da amplitude articular do joelho: correlação entre as medidas realizadas com o goniômetro universal e no dinamômetro isocinético. *Rev Bras Fisioter* 2006;10(2):193-8.

3. Venturini C, André A, Aguiar BP, Giacomelli B. Confiabilidade de dois métodos de avaliação da amplitude de movimento ativa de dorsiflexão do tornozelo em indivíduos saudáveis. *Acta Fisiatr* 2006;13(1):39-43.
4. Norkin CC, White DJ. Measurement of joint motion: a guide to goniometry. 3rd. Philadelphia: F. A. Davis; 2003.
5. Brosseau L, Balmer S, Tousignant, M, O'Sullivan JP, Goudreau C, Goudreau M et al. Intra and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee and extension of patients with knee restrictions. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(3):396-402.
6. Naylor JM, Ko V, Adie S, Gaskin C, Walker R, Harris IA, Mittal R. Validity and reliability of using photography for measuring knee range of motion: a methodological study. *BMC Musculoskeletal Disord* 2011;12:77-86.
7. Gogia PP, Braatz JH, Rose SJ, Norton BJ: Reliability and validity of goniometric measurements at the knee. *Phys Ther* 1987;67:192-5.
8. Sprigle S, Flinn N, Wootten M, McCorry S. Development and testing of a pelvic goniometer designed to measure pelvic tilt and hip flexion. *Clin Biomech* 2003;18:462-5.
9. Araújo CGS: Avaliação da flexibilidade: valores normativos do flexíteste dos 5 aos 91 anos de idade. *Arq Bras Cardiol* 2008,90(4):280-7.
10. Menadue C, Raymond J, Kilbreath SL, Refshauge KM, Adams R. Reliability of two goniometric methods of measuring active inversion and eversion range of motion at the ankle. *BMC Musculoskeletal Disord* 2006;7:60-7.
11. Tveitã EK, Ekeberg OM, Juel NG, Bautz-Holter E. Range of shoulder motion in patients with adhesive capsulitis; intra-tester reproducibility is acceptable for group comparisons. *BMC Musculoskeletal Disord* 2008;9:49-57.
12. Polanowski DW, Gamba Lima C, El Hayek I. Validade e reprodutibilidade do flexímetro Sanny. In: Educação Física no Mercosul: Anais do XVIII Congresso Internacional de Educação Física, Desporto e Recreação. Foz do Iguaçu: FIEP/Gráfica Planeta; 2003.
13. Nussbaumer S, Leunig M, Glatthorn JF, Stauffacher S, Gerber H, Maffiuletti NA. Validity and test-retest reliability of manual goniometers for measuring passive hip range of motion in femoroacetabular impingement patients. *BMC Musculoskeletal Disord* 2010;11:194-204.
14. Monteiro GA. Avaliação da flexibilidade: manual de utilização do flexímetro Sanny. São Bernardo do Campo: American Medica do Brasil; 2005.
15. Bertolla F, Baroni BM, Leal Junior ECP, Oltramari JD. Efeito de um programa de treinamento utilizando o método Pilates® na flexibilidade de atletas juvenis de futsal. *Rev Bras Med Esporte* 2007;13(4):222-6.
16. Simões AF, Borges RJ, Achour Júnior A, Lanaro Filho P. Correlação entre os aparelhos flexímetro e flexômetro na avaliação de flexibilidade da articulação do quadril. In: Sassaka MK, ed. Anais do XI Encontro Anual de Iniciação Científica; 2002 oct 1-4; Universidade Estadual de Maringá. Maringá: Fundação Araucária; 2002.
17. Batista CAB, Meira MACV, Santana LA. Estudo comparativo entre as medidas da goniometria e da fleximetria passiva na articulação do joelho. *Fisioter Bras* 2010;11(2):84-7.
18. Barbosa MM, Filgueira VLS, Santana LA. Estudo comparativo entre o goniômetro universal e o flexímetro Sanny na mensuração da flexão passiva da articulação do cotovelo. *Fisioter Bras* 2009;10(3):171-5.
19. Pearman L, Last J, Fitzgerald O, Veale D, Joyce M, Rainford L et al. Rheumatoid arthritis: a novel radiographic projection for hand assessment. *B J Radiol* 2009;82(979):554-60.
20. Fuchs-Winkelmann S, Peterlein C-D, Tibesku CO, Weinstein SL. Comparison of pelvic radiographs in weightbearing and supine positions. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:809-12.
21. Deenik AR, Visser E, Louwerens JWK, Malefijt MW, Draijer FF, Bie RA. Hallux valgus angle as main predictor for correction of hallux valgus. *BMC Musculoskeletal Disord* 2008;9:70-4.
22. Bahrs C, Rolauffs B, Südkamp NP, Schmal H, Eingartner C, Dietz K et al. Indications for computed tomography diagnostics in proximal humeral fractures: a comparative study of plain radiography and computed tomography. *BMC Musculoskeletal Disord* 2009;10:33-45.
23. Appelboam A, Reuben AD, Bengler JR, Beech F, Dutton J, Haig S et al. Elbow extension test to rule out elbow fracture: multicentre, prospective validation and observational study of diagnostic accuracy in adults and children. *BMJ* 2008;337:2424-8.
24. Tomás FJ. Alternative radiographic projections of the ulnar coronoid process. *B J Radiol* 2001;74:756-8.
25. Brasil. Conselho Nacional de Energia Nuclear: Norma CNEN-NN-3.01. Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. Brasília: Diário Oficial da União; 2005.
26. Beaton DE, Bombardier C, Guillemin F, Ferraz MB. Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine* 2000;25(24):3186-91.
27. Ferreira da Silva RL, Coelho RR, Barreto GA, Aguiar JP, Dos Santos PO, Dantas EHM. Comparação entre a avaliação da amplitude articular estática do cotovelo por meio de três diferentes métodos: goniometria, biofotogrametria e goniometria da imagem radiológica. *Fisioter Bras* 2009;10(2):106-12.
28. Ferreira da Silva RL, Coelho RR, Dantas EHM. Estimativa visual e goniometria universal para avaliações da amplitude articular estática do cotovelo. *Perspectiva Amazon* 2011;01(1):82-93.
29. Dantas EHM, Carvalho JLT, Fonseca RM. O protocolo Labifite de goniometria. *Treinamento Desportivo* 1997;2(3):21-34.
30. Portney LG, Watkins MP: Reliability. In: Portney LG, Watkins MP. Foundations of clinical research applications to practice. New Jersey: Prentice-Hall; 2000.
31. Chaves TC, Nagamine HM, Belli JFC, de Hannai MCT, Bevilacqua-Grossi D, de Oliveira AS. Confiabilidade da fleximetria e goniometria na avaliação da amplitude de movimento cervical em crianças. *Rev Bras Fisioter* 2008;12(4):283-9.
32. Coelho RR. Validade e reprodutibilidade de um protocolo de avaliação de amplitude de movimento da articulação do joelho pela biofotogrametria computadorizada [Dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Castelo Branco, Laboratório de Biociência da Motricidade Humana; 2006.
33. Ribeiro AP, Trombini-Souza F, Iunes DH, Monte-Raso VV. Confiabilidade inter e intra-examinador da fotopodometria e intra-examinador da fotopodoscopia. *Rev Bras Fisioter* 2006;10(4):435-9.
34. Caylor D, Fites R, Worrel TW. The relationship between quadriceps angle and anterior knee pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993;17(1):11-6.
35. Gadotti IC, Vieira ER, Magee DJ. Importance and clarification of measurement properties in rehabilitation. *Rev Bras Fisioter* 2006;10(2):137-146.
36. Youdas JW, Bogard CL, Suman VJ. Reliability of goniometric measurements and visual estimates of ankle joint active range of motion obtained in a clinical setting. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;10:1113-8.
37. Lin JJ, Yang JL. Reliability and validity of shoulder tightness measurement in patients with stiff shoulders. *Man Ther* 2006;11(2):146-52.
38. Baraúna MA, Duarte F, Sanches HM, Canto RST, Malusá S, Campelo-Silva CD et al. Avaliação do equilíbrio estático em indivíduos amputados de membros inferiores através da biofotogrametria computadorizada. *Rev Bras Fisioter* 2006;10(1):83-90.