

---

# PROPRIEDADES PSICOMÉTRICAS DE MEDIDAS ELETROGONIOMÉTRICAS DURANTE A ELEVAÇÃO DOS MEMBROS SUPERIORES

*Psychometric properties of the electrogoniometric measures during elevation of the arms*

---

Christina Danielli Coelho Moraes Faria  
Mestre, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG.  
e-mail: cdcmf@ufmg.br

Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela  
Pós-doutorado, Sciences Biomédicales na Université de Montreal. Montréal – Canadá.  
e-mail: lfts@ufmg.br

---

## Resumo

O objetivo deste estudo foi investigar as propriedades psicométricas de medidas eletrogoniométricas angulares e temporais durante a elevação e o retorno da elevação dos membros superiores (MMSS) no plano escapular em indivíduos saudáveis e com síndrome do impacto (SI). Quinze indivíduos jovens, de ambos os sexos (nove com SI), realizaram três repetições do movimento com o eletrogoniômetro posicionado na região posterior do braço e do tronco, cruzando a articulação glenoumeral, que foram filmadas por uma câmera digital. Medidas angulares e temporais de início e término da elevação e do retorno, tanto do eletrogoniômetro quanto da imagem, foram obtidas. Coeficientes de correlação de *Pearson* foram utilizados para investigar a associação entre medidas angulares e temporais fornecidas pelo eletrogoniômetro com as obtidas pela imagem e coeficientes de correlação intraclasse (CCI) para investigar a confiabilidade teste-reteste das medidas angulares fornecidas pelo eletrogoniômetro ( $\alpha < 0,05$ ). As medidas angulares do eletrogoniômetro apresentaram adequados valores de confiabilidade ( $0,62 < CCI < 0,98$ ;  $p < 0,0001$ ), mas não se correlacionaram significativamente com as da imagem ( $-0,06 < r < 0,19$ ;  $0,32 < p < 0,77$ ). Já as medidas temporais do eletrogoniômetro se correlacionaram significativamente com as da imagem ( $0,66 < r < 0,98$ ;  $p < 0,0001$ ). Portanto, o eletrogoniômetro se mostrou válido apenas para determinar medidas temporais. Os adequados valores de confiabilidade teste-reteste das suas medidas angulares retratam a consistência das avaliações do estudo utilizando o equipamento. Entretanto, o eletrogoniômetro não se mostrou adequado para mensurar angulações desse movimento nessas populações.

**Palavras-chave:** Avaliação; Eletrogoniômetro; Ombro; Validade; Confiabilidade.

## Abstract

*The aim of this study was to investigate the psychometric properties of the angular and temporal measures given by the electrogoniometer during the movement of elevation and lowering of the arms in the scapular plane in individuals with and without impingement syndrome (IS). Fifteen young subjects, of both gender (nine with IS) performed three trials of the movement with the electrogoniometer placed on the back of the arm and trunk, crossing the glenohumeral joint, that were recorded by a digital camera. Angular and temporal measures of the start and the end of the elevation and the lowering of the arm from the image and the electrogoniometer were recorded. Pearson correlation coefficients were used to investigate associations between temporal and angular measures for both movement phases and both source of data (image and electrogoniometer). Intraclass correlation coefficients (ICC) were used to determine test retest reliability of angular measurements with a significance level of  $\alpha < 0.05$ . Although the angular values obtained with the electrogoniometer showed ICC values between ( $0.62 < ICC < 0.98$ ;  $p < 0.0001$ ), no correlations between electrogoniometer and image angular measures were found. However, timing measures obtained with electrogoniometer and image showed significant correlations ( $0.66 < r < 0.98$ ;  $p < 0.0001$ ). Electrogoniometer showed to be valid only to determine temporal measures. The test-retest reliability of its angular measures was adequate, and demonstrate consistence of the measures obtained with the equipment. However, the electrogoniometer did not provide adequate angular measures of this movement in this population.*

**Keywords:** Evaluation; Electrogoniometer; Shoulder; Validity; Reliability.

## INTRODUÇÃO

Apesar da necessidade de medidas que forneçam informações relevantes, objetivas e acuradas sobre a funcionalidade humana (1, 2), ainda há consideráveis dificuldades para que isso se torne uma realidade na avaliação de movimentos dinâmicos do complexo do ombro (3), como a elevação e o retorno da elevação dos membros superiores (MMSS) (4, 5). Os equipamentos utilizados ainda apresentam importantes limitações, como pequena aplicabilidade clínica devido ao preço elevado e complexidade de operação. Além disso, até mesmo os equipamentos mais sofisticados ainda apresentam fontes de erros na determinação de importantes características do movimento (3). Nesse contexto, o eletrogoniômetro flexível (6) pode ser uma opção de escolha para avaliação dos movimentos do complexo do ombro devido às suas importantes características: preço acessível, pequena dimensão, baixo peso, facilidade de calibração e uso, elevada frequência de coleta do sinal (6) e possibilidade de fornecer informações sobre medidas angulares e temporais durante movimentos dinâmicos (7, 8, 9, 10).

Apesar das vantagens do eletrogoniômetro, são necessárias evidências de que as suas medidas apresentam confiabilidade e validade (10, 11, 12) para que ele seja utilizado em avaliações dos movimentos dinâmicos do complexo do ombro, como a elevação e o retorno da elevação dos membros superiores. Esses movimentos, especificamente quando realizados no plano escapular (4, 5) – considerado o mais comumente utilizado nas atividades funcionais com os MMSS (5) –, são fundamentais para a funcionalidade humana (5, 13, 14) e comumente estão associados a queixas de dor que ocasionam incapacidades, inatividade e comprometem a qualidade de vida (15). Dentre essas, a síndrome do impacto do ombro (SI) (16) apresenta uma posição de destaque por ser uma das maiores causas de queixas (14) e o diagnóstico mais comum de dor nesse complexo articular (17, 18).

Portanto, os objetivos deste estudo foram investigar as propriedades psicométricas das medidas eletrogoniométricas durante os movimentos de elevação e retorno da elevação dos MMSS no plano escapular (4, 5) em indivíduos saudáveis e com SI. Para isso, foram investigadas: a) confiabilidade teste-reteste e validade concorrente das medidas angulares do eletrogoniômetro; e, b) validade concorrente das medidas temporais do eletrogoniômetro.

## METODOLOGIA

### Amostra

Foram selecionados indivíduos da comunidade, de ambos os sexos, com idade entre 20 e 40 anos, sem queixas ou diagnósticos de doenças nos MMSS e/ou com diagnóstico médico de SI unilateral grau I ou II. Os critérios de exclusão foram: restrição de amplitude de movimento, quadro algico incapacitante que impedisse a realização do movimento e compreensão insuficiente para a realização dos testes. Todos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (ETIC 077/03).

### Equipamentos utilizados

- Anteparo de guia do movimento no plano escapular (4, 5), desenvolvido segundo especificações descritas previamente (4), com partes articuladas e graduadas para adequação da altura do indivíduo. As suas superfícies, sobre as quais deslizaram as faces palmares dos indivíduos, apresentam graduações de 0° a 180°, subdivididas em 5° (Figura 1), o que permitiu a determinação das angulações de início e término da elevação e de retorno da elevação dos MMSS durante o processamento da imagem, com um erro de no máximo 5°.

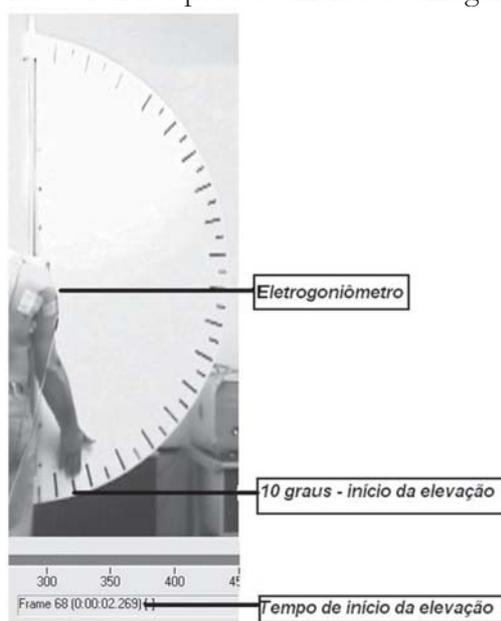


FIGURA 1 - Eletrogoniômetro flexível, superfície do equipamento para simular o plano escapular e processamento da imagem no *software VirtualDub®*

- Eletrogoniômetro flexível, TSD 130, conectado a um dos canais do eletromiógrafo (Biopac Systems Inc., Santa Barbara, CA) (19), constituído de duas bases conectadas por um cabo de medida flexível, cuja orientação relativa pode ser medida (6, 9) (Figura 1). O sinal por ele fornecido é proporcional ao ângulo de orientação recíproca das duas bases em apenas um plano, sendo facilmente convertido na forma de leitura desejada, como ângulos (6) (Figura 2). Considerando a calibração feita no presente estudo, esperava-se que todas as informações fornecidas pelo equipamento apresentassem sinais positivos e estivessem próximas a valores do intervalo entre 0° e 180°.

- Filmadora Handycam digital DCR-TRV340 NTSC 8mm (Sony Electronics, Inc.©, San Diego, CA.), posicionada no plano frontal, a 2 m do anteparo, com um dispositivo luminoso, acoplado à sua lente e conectado a um dos canais do eletromiógrafo, para permitir a sincronização entre a imagem e o sinal do eletrogoniômetro.

## Procedimentos

Após a coleta dos dados demográficos e verificação dos critérios de inclusão, cada indivíduo se posicionou em pé sobre a base do anteparo, respeitando a sua altura. Considerando a disponibilidade de apenas um eletrogoniômetro, primeiro foram realizadas as coletas dos dados com o equipamento posicionado no lado direito. Entretanto, durante a execução de todas as repetições dos movimentos, os dois MMSS foram elevados simultaneamente.

O posicionamento do eletrogoniômetro seguiu recomendações do fabricante (19, 20). Primeiramente, uma fita dupla-face foi colocada nas superfícies dos seus terminais e, em seguida, o examinador o acoplou na região posterior do tronco e do membro superior direito: uma das suas extremidades foi acoplada lateralmente à borda lateral da escápula e a outra na região média posterior do braço, de forma que o cabo que conecta as duas bases cruzasse posteriormente a articulação glenoumeral, na sua porção média (Figura 1). Após reforço da fixação, foi realizada a calibração, segundo recomendações do fabricante (19, 20) e utilizando-se o *Acqknowledge*® (software da Biopac Systems Inc.): com os MMSS posicionados na região mais inferior do anteparo (graduação de 0°), o eletrogoniômetro foi calibrado a 0°, e com os MMSS posicionados na região mais superior do anteparo (graduação de 180°), foi calibrado a 180°. Partindo da posição de referência de 0° do anteparo, o indivíduo foi, então, orientado a deslizar a face palmar de ambos os MMSS na sua superfície, mantendo os cotovelos estendidos e realizando o movimento bilateral e contínuo de elevação completa e retorno à posição inicial, em uma velocidade confortável.

Antes do início de cada repetição e com o indivíduo posicionado adequadamente no anteparo, iniciou-se a filmagem e a coleta pelo *Acqknowledge*®. Em seguida, foi dado um comando de início do movimento pelo acionamento manual do dispositivo luminoso. Dessa forma, entre a imagem e os dados referentes ao sinal do eletrogoniômetro havia uma informação comum, o acionamento da luz, que permitiu a sincronização dos dois arquivos de dados e, conseqüentemente, a comparação das informações fornecidas por eles. Foram realizadas seis repetições do movimento: três com o eletrogoniômetro no lado direito e três no esquerdo. Todos os dados coletados foram gravados e armazenados em um computador, para posterior análise.

## Processamento dos dados

Os dados do eletrogoniômetro e da imagem foram processados utilizando-se os softwares *Acqknowledge*®(20) e *VirtualDub*® 1.6.10, respectivamente. A partir do sinal do eletrogoniômetro, foi possível determinar o tempo e a angulação fornecidos em cada um dos momentos de interesse (Figura 2). Considerando a frequência de coleta dos dados do eletrogoniômetro (1000 Hz), a frequência de processamento da imagem pelo *VirtualDub*® (33 Hz), e o ponto comum entre essas duas fontes de dados, o acionamento da luz, foi possível sincronizar os dois diferentes arquivos relacionados ao mesmo movimento: o da imagem e o do eletrogoniômetro. A precisão dessa sincronização foi investigada e a sua média de erro foi de 0,1%.

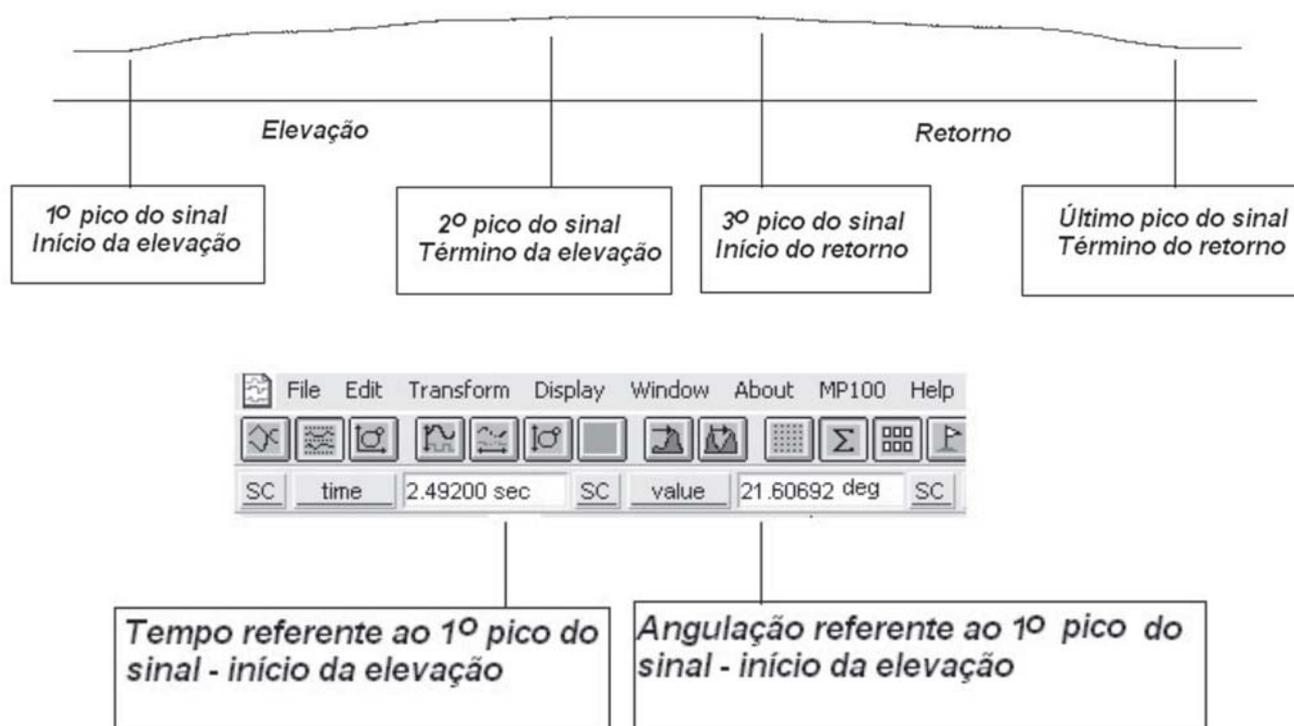


FIGURA 2 - Processamento do sinal do eletrogoniômetro no *software Acqknowledge®*:

A) sinal do eletrogoniômetro durante todo o movimento; B) barra de ferramentas do *software* com as informações referentes ao primeiro pico do sinal

Com a sincronização, as imagens foram analisadas e processadas e, pela observação visual (21), as variáveis de tempo e de angulação foram determinadas considerando como referência o posicionamento do dedo médio do lado em que o eletrogoniômetro estava acoplado (Figura 1). O *VirtualDub®* permitiu um processamento da imagem a cada 33 ms, o que possibilitou a completa visualização do movimento e, conseqüentemente, a determinação precisa dos pontos de interesse. Considerando a freqüência de processamento da imagem e a subdivisão em intervalos de 5° do anteparo, o examinador registrou medidas múltiplas de 5° no processamento da imagem para evitar subjetividade de leitura nos valores intermediários. Portanto, considerando a leitura de números significativos, no caso em que o dedo médio analisado não estava posicionado sobre o ponto da subdivisão do anteparo, foi feita a leitura do valor múltiplo de 5 correspondente à subdivisão mais próxima do anteparo.

Em seguida, os dados obtidos pelo eletrogoniômetro também foram analisados e processados e, pela observação visual (20), as informações de tempo e angulação foram determinadas. Foi considerado início da elevação o ponto onde ocorreu o primeiro pico do sinal fornecido pelo eletrogoniômetro, como término da elevação o primeiro ponto de estabilização do sinal, como início do retorno o primeiro ponto após a estabilização do sinal e, finalmente, como término do retorno, o último pico do sinal (Figura 2 A e B).

Para comparar as medidas angulares e temporais do eletrogoniômetro e da imagem, foi calculada a média de três repetições para cada uma das fontes (22). Para a confiabilidade teste-reteste das medidas angulares do eletrogoniômetro foram utilizadas a primeira e a terceira medida, escolha feita apenas para padronização.

É importante destacar que a validade das medidas de angulações do eletrogoniômetro foi investigada considerando como padrão ouro as medidas fornecidas pela análise da imagem do movimento (22) feito sob um anteparo graduado de 0° a 180° em intervalos de 5°, realizada por um único

examinador. Esse procedimento tem sido utilizado em outros estudos e, desde que a imagem seja obtida, analisada e processada adequadamente, as informações por ela fornecidas podem ser utilizadas com este propósito (23). Neste estudo, todos os equipamentos utilizados foram selecionados para permitir a obtenção acurada das medidas (23). Todos os procedimentos adotados na fase de coleta e processamento dos dados foram padronizados e repetidos para todos os indivíduos.

### Análise estatística

Estatísticas descritivas e testes de normalidade foram realizados para todas as variáveis utilizando o SPSS 13.0. Coeficientes de correlação intraclassa (CCI) foram utilizados para determinar a confiabilidade teste-reteste das medidas angulares do eletrogoniômetro. Para verificar a relação entre os dados obtidos pela imagem e pelo eletrogoniômetro, coeficientes de correlação de *Pearson* foram calculados entre as seguintes variáveis: ângulo (graus) e tempo (s) de início e de término da elevação e retorno da elevação dos MMSS ( $\alpha < 0,05$ ).

## RESULTADOS

Foram avaliados os dois MMSS de 15 indivíduos, com média de idade de 30,53 anos ( $\pm 4,91$ ). Desses, nove, com média de idade de 29,33 anos ( $\pm 5,57$ ), sendo quatro do sexo feminino, apresentavam SI unilateral, totalizando nove ombros comprometidos e os outros seis indivíduos, com média de idade de 32,33 anos ( $\pm 3,11$ ), três do sexo feminino, não apresentavam queixas nos ombros, totalizando 21 ombros não acometidos. Como não houve diferença entre os ombros com ou sem SI, os dados foram agrupados para análise.

### Medidas angulares

A confiabilidade teste-reteste das medidas angulares do eletrogoniômetro foi adequada ( $p < 0,0001$ ), com maiores valores para o término da elevação (CCI=0,96), início do retorno (CCI=0,96) e término do retorno (CCI=0,98), sendo que para o início da elevação o CCI foi moderado (0,62) (12). Entretanto, os valores angulares do eletrogoniômetro, além de apresentarem grande variabilidade, não se correlacionaram significativamente com as medidas angulares da imagem (Tabela 1).

TABELA 1 - Dados descritivos (média  $\pm$  desvio padrão) e valores de r e de p das medidas angulares e temporais obtidas com o eletrogoniômetro e com a imagem (n=30)

		Movimento	Imagem	Eletrogoniômetro	r; p
Angulação	Elevação	Início	6,33 $\pm$ 2,07	12,46 $\pm$ 32,95	-0,06; 0,77
		Término	168,89 $\pm$ 3,01	338,59 $\pm$ 202,34	-0,09; 0,64
	Retorno	Início	168,89 $\pm$ 3,01	341,03 $\pm$ 204,01	-0,09; 0,64
		Término	8,11 $\pm$ 2,69	-189,92 $\pm$ 226,93	0,19; 0,32
Tempo (ms)	Elevação	Início	4,11 $\pm$ 1,11	4,14 $\pm$ 1,05	0,98; <0,0001
		Término	7,04 $\pm$ 1,18	6,28 $\pm$ 1,15	0,75; <0,0001
	Retorno	Início	7,26 $\pm$ 1,24	6,74 $\pm$ 1,13	0,66; <0,0001
		Término	10,76 $\pm$ 1,73	10,24 $\pm$ 1,72	0,92; <0,0001

## Medidas temporais

Os dados temporais do eletrogoniômetro referentes ao início e término da elevação e retorno da elevação se correlacionaram positiva e significativamente com os dados temporais da imagem. Os valores de  $r$  foram maiores para o início da elevação e para o término do retorno. Além disso, a variabilidade das medidas temporais foi pequena e as diferenças entre os dados da imagem e do eletrogoniômetro variaram de 0,04 a 0,76 s (Tabela 1).

## DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de o eletrogoniômetro ser um equipamento desenvolvido (6) e utilizado (7, 9, 10) para a análise do movimento humano e apresentar características relevantes para a sua potencial aplicabilidade clínica, os presentes achados indicaram que o instrumento se mostrou válido apenas para determinação das medidas temporais de início e término da elevação e do retorno da elevação dos MMSS no plano escapular (4, 5, 24) de indivíduos com e sem SI.

Os movimentos do ombro são muito complexos: há diferentes articulações agindo simultaneamente; são vários os planos em que eles podem ocorrer, como é o caso do plano escapular (4, 5, 24), que se encontra entre dois planos universais (plano coronal e sagital); e as amplitudes de movimento são as mais elevadas do corpo humano (24). Além disso, a escápula, como parte da articulação glenoumeral e essencial à completa movimentação dela, tem características peculiares e que dificultam o uso de instrumentos classicamente empregados nas análises de movimento, como é o caso do eletrogoniômetro. Essa estrutura apresenta ampla mobilidade de rotação e translação, movimentos que ocorrem simultaneamente em direções, planos e eixos específicos, para mantê-la em contato constante com o gradil costal (25). Provavelmente, esses são alguns motivos que fazem da análise do movimento do complexo do ombro, principalmente em situações funcionais, um grande desafio (3).

Essas questões podem justificar a ausência de correlação entre as medidas angulares do eletrogoniômetro e da imagem, principalmente se considerarmos que o equipamento foi acoplado na região posterior do tronco, faceando a borda lateral da escápula. Apenas observando as medidas angulares, pode-se perceber que o eletrogoniômetro não mediu o que ele se propôs a medir, o que compromete a sua validade (25). A comparação com os valores da imagem, tanto observacional quanto estatística, reforça essa afirmativa. Considerando o movimento realizado e a calibração prévia do eletrogoniômetro, o maior valor possível que ele poderia fornecer para a angulação deveria ser de  $180^\circ$  e o menor de  $0^\circ$ . Entretanto, valores de  $338,59^\circ$  (término da elevação) a  $-189,92^\circ$  (término do retorno) foram observados. Já os dados da imagem revelaram que, em média, a maior angulação realmente realizada foi de  $168,89^\circ$  e a menor de  $6,33^\circ$ .

Um outro fator que poderia justificar a ausência de correlação entre as medidas angulares seria o uso da análise da imagem como padrão ouro. Apesar de todos os cuidados tomados na seleção dos equipamentos e na padronização da coleta, assim como na análise e processamento dos dados, a leitura de angulação fornecida pela imagem pode ter apresentado um erro de no máximo  $5^\circ$ . Além disso, o plano de coleta da imagem (frontal) foi diferente do plano de coleta do movimento (escapular). Essa diferença, apesar de não ter gerado dificuldades na análise da imagem, principalmente se considerarmos a frequência de processamento dela e os recursos oferecidos pelo *software*, não deixa de ser uma limitação. Entretanto, este não seria um fator coerente de ser considerado se observamos os resultados descritivos das medidas angulares de cada uma das fontes. Se há erros de medidas, eles ocorreram nas medidas eletrogoniométricas e mesmo se assumirmos o erro máximo de  $5^\circ$  nas medidas angulares da imagem, ainda há uma grande diferença entre estas e as medidas eletrogoniométricas.

A adequada confiabilidade teste-reteste de medidas realizadas em um mesmo dia, como foi o caso deste estudo, reflete a consistência das informações oferecidas pelo equipamento (25). Isso, além de demonstrar uma adequada sistematização do uso do eletrogoniômetro para coletar os dados deste estudo, reforça a afirmativa de que, apesar da confiabilidade ser um pré-requisito para a validade, essa

relação é unidirecional. Um baixo índice de confiabilidade é uma evidência de baixa validade, enquanto que um alto índice de confiabilidade não indica, automaticamente, adequada validade (25), como pôde ser observado neste estudo. Dessa forma, apenas a descrição da confiabilidade de um instrumento deve ser interpretada com cautela. Christensen (10), investigando a validade de um outro modelo de eletrogoniômetro na avaliação dos movimentos intervertebrais, demonstrou a precisão do equipamento, mas ressaltou que a sua acurácia foi menor que a aceitável (7, 9).

Especificamente para o movimento de elevação e retorno da elevação dos MMSS no plano escapular (4, 5, 24), o eletrogoniômetro pode ser utilizado para fornecer medidas temporais, pois, no presente estudo, elas se correlacionaram significativamente com os dados da imagem. As informações temporais são de grande relevância na análise do movimento, podendo ser aplicadas para a determinação da velocidade do movimento (23), do tempo de latência muscular e do padrão de recrutamento muscular (4, 23). Com esse propósito, além do eletrogoniômetro ter características que o tornam potencialmente interessante, tanto para a sua aplicação em estudos científicos quanto na prática clínica (6), ele apresenta o que é essencial a qualquer instrumento: adequada validade. Entretanto, deve-se observar o tempo médio de diferença entre as medidas fornecidas pelo equipamento e pela imagem (variação de 0,04 - 0,76 s), para que não se percam eventos que ocorram em um intervalo menor.

Portanto, o eletrogoniômetro se mostrou válido apenas para determinar medidas temporais. Os adequados valores de confiabilidade teste-reteste das suas medidas angulares retratam a consistência das avaliações do estudo utilizando o equipamento. Entretanto, o eletrogoniômetro não se mostrou adequado para mensurar angulações do complexo do ombro durante a elevação e retorno da elevação dos MMSS no plano escapular em indivíduos assintomáticos e com SI. Dessa forma, apenas as medidas temporais fornecidas pelo equipamento parecem adequadas para avaliação dinâmica do complexo do ombro, especificamente da elevação e retorno da elevação dos MMSS no plano escapular em indivíduos com e sem SI.

## REFERÊNCIAS

1. Kirshner B, Guyatt G. A methodological framework for assessing health indices. *Journal of Chronic Disease*. 1985; 38(1):27-36.
2. Sampaio RF, Mancini MC, Fonseca ST. Produção científica e atuação profissional: aspectos que limitam essa integração na fisioterapia e na terapia ocupacional. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2002; 6(3):113-118.
3. Faria CDCM, Penido HC, Teixeira-Salmela LF. Métodos de avaliação dos movimentos escapulares durante a elevação dos membros superiores: uma revisão da literatura. *Acta Fisiátrica*; 2007. In Press.
4. Wadsworth DJ, Bullock-Saxton JE. Recruitment patterns of the scapular rotator muscle in freestyle swimmers with subacromial impingement. *International Journal of Sports Medicine*. 1997; 18(8):618-624.
5. Rowe CR. *The shoulder*. New York: Churchill Livingstone; 1988.
6. Legnani G, Zappa B, Casolo F, Adamini R, Magnani PL. A model of an electro-goniometer and its calibration for biomechanical applications. *Medical Engineering & Physics*. 2000; 22(10):711-722.
7. Vieira ER, Gil Coury HJC. Interface entre eletrogoniômetro e indivíduo: comparação entre as fixações com e sem canaletas de acoplamento. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2002; 6(2):77-85.
8. Perry J. *Gait Analysis: normal and pathological function*. Thorofare: Slack Incorporated; 1992.
9. Tesio L et al. Flexible electrogoniometers: kinesiological advantages with respect to potentiometric goniometers. *Clinical Biomechanics*. 1995; 10(5):275-277.

10. Christensen HW. Precision and accuracy of an electrogoniometer. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 1999; 22(1):10-14.
11. Sim J, Arneil P. Measurement validity in physical therapy research. *Physical Therapy*. 1993; 73(2):102-110.
12. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of clinical research*. 2<sup>nd</sup> ed. New Jersey: Prentice Hall Health; 2000.
13. Doukas WC, Sperr KP. Anatomy, pathophysiology, and biomechanics of shoulder instability. *Orthopedic Clinics of North America*. 2001; 32(3):381-391.
14. Boissonnault WG, Janos SC. Dysfunctions, evaluation, and treatment of the shoulder. In: Wooden D, editor. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Churchill Livingstone; 2001.
15. MacDermid JC et al. The impact of rotator cuff pathology on isometric and isokinetic strength, function, and quality of life. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2004; 13(6):593-598.
16. Mendonça Júnior HP, Assunção AA. Associação entre distúrbios do ombro e trabalho: breve revisão de literatura. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2005; 8(2):167-176.
17. Matsui M. The painful shoulder: is it impingement syndrome? *Journal of the American Academy of Physician Assistants*. 2000; 13(10):18-32.
18. Belling Sorensen AK, Jorgensen U. Secondary impingement in the shoulder: an improved terminology in impingement. *Scandinavian Journal of Medicine and Science Sports*. 2000; 10:266-278.
19. Biopac Systems.com [homepage on the Internet] I. Twin Axis Goniometer; 2004 [updated 2006 May 8; cited 2006, May 15]. Available from: [http://biopac.com/fr\\_search.htm](http://biopac.com/fr_search.htm).
20. Biopac Systems.com [homepage on the Internet] I. H35 Sit and Reach; 2004. [updated 2006 May 8; cited 2006, May 15]. Available from: <http://www.biopac.com/bslprolessions/h35/h35.pdf>.
21. Gontijo APB. Início da marcha em crianças com Síndrome de Down e crianças com desenvolvimento normal uso de mecanismos neuromusculares [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.
22. Amadio AC, Costa PHL, Sacco ICN, Serrão JC, Araujo RC, Mochizuki, et al. Introdução à análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos biomecânicos de medição. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 1999; 3(2):41-54.
23. Schneider R, Prentice WE. Reabilitação das lesões do ombro. In: Prentice WE, editor. técnicas de reabilitação em medicina esportiva. 3<sup>rd</sup> ed. Barueri: Manole; 1999. p. 309-57.
24. Moraes GFS, Faria CDCM, Teixeira-Salmela LF. Recruitment of scapular muscle and isokinetic strength ratios of the shoulder rotator muscle in individuals with and without impingement syndrome. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*; 2007. In press.
25. Talkhani IS, Kelly CP. Movement analysis of asymptomatic normal shoulders: a preliminary study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2001; 10(6):580-584.

Recebido em: 27/02/2007  
*Received in:* 02/27/2007

Aprovado em: 17/09/2007  
*Approved in:* 09/17/2007