

PROTOCOLO EXPERIMENTAL PARA ANÁLISE CINEMÁTICA DA MÃO DURANTE A UTILIZAÇÃO DE ÓRTESES PARA MEMBRO SUPERIOR

F. P. F. M. Ricci*, C. S. Perez*, M. C. R. Fonseca*, E. C. O. Guirro*, P. R. P. Santiago**

*Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, Ribeirão Preto, Brasil

** Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto – USP, Ribeirão Preto, Brasil
e-mail: paulosantiago@usp.br

Resumo: Entre os aspectos envolvidos na avaliação clínica do membro superior, a análise cinemática é uma ferramenta que tem sido amplamente utilizada na prática clínica. Estudos que realizam especificamente a avaliação cinemática da mão utilizam marcadores reflexivos posicionados na face dorsal, o que impossibilita este tipo de avaliação durante a utilização de uma órtese, devido aos princípios de confecção e fixação do dispositivo. O objetivo deste estudo foi descrever um novo protocolo para análise cinemática da mão, o qual permita que esta avaliação seja efetuada durante a utilização de órteses para o membro superior. Para tanto, realizou-se uma adaptação de um protocolo pré-existente, bem como sua aplicação em uma voluntária do sexo feminino, com diagnóstico de lesão do nervo radial e em uso de uma órtese estática volar de punho. Em termos de aplicabilidade o novo protocolo para análise cinemática da mão aparenta ser adequado para a realização de avaliações cinemáticas durante o uso de órteses para membro superior. No entanto, futuros estudos quantitativos são necessários.

Palavras-chave: cinemática, mão, órteses.

Abstract: *Among all the aspects involved in clinical assessment of upper limb, kinematics analysis is a tool which has been widely used in clinical practice. Studies designed specifically to assess hand kinematics generally use reflective markers positioned on the dorsal surface, what prevents such kind of assessment in people who need to use some orthoses and that is due to the principles of making and fixing the device. The aim of this study was to describe a new protocol for kinematic analysis of the hand, which allows the assessment of the hand by using kinematic analyses during use of orthosis. For this purpose, there was an adaptation of a pre-existing protocol and its implementation on a female volunteer, diagnosed with radial nerve injury, which was in use of a volar static wrist orthoses. In terms of applicability the new protocol for kinematic analysis of the hand appears to be suitable for evaluations with orthosis for the upper limb. However, further quantitative studies are needed.*

Keywords: *kinematics, hand, orthosis*

Introdução

A mão possui grande importância funcional devido à sua capacidade sensorial, de discriminação, de preensão

e de movimentação complexa e delicada. Lesões traumáticas dos membros superiores podem acarretar sequelas decorrentes de deficiências motoras ou sensitivas, muitas vezes permanentes, afetando tanto as atividades funcionais do dia-a-dia, bem como as atividades profissionais antes exercidas [1]. O processo de reabilitação busca minimizar estas sequelas e tem como principal objetivo a recuperação funcional completa do indivíduo.

Para que isto seja possível, é de grande importância a realização de uma avaliação clínica completa e adequada, a qual deve envolver tanto a condição física do indivíduo através de medidas objetivas como força muscular, amplitude de movimento e sensibilidade, como sua realidade funcional através de questionários ou testes de desempenho [2].

Com relação ao processo de reabilitação, um programa de exercícios adequado é necessário para manter a integridade articular assim como a amplitude de movimento e força muscular, buscando a recuperação da função. Além de exercícios, a intervenção terapêutica através do uso de órtese pode ser um importante complemento [3,4,5]. Órteses são dispositivos que proporcionam posicionamento adequado de um segmento corporal, de forma estática ou dinâmica. Podem ser confeccionadas ou pré-fabricadas, sendo que os diferentes modelos seguem princípios específicos de acordo com a anatomia e biomecânica das articulações, sempre respeitando as particularidades de cada tipo de lesão [6]. A perda de movimento articular seja por sequela do trauma ou por imobilização causada pelo uso de um dispositivo pode ocasionar aumento da utilização de articulações adjacentes, buscando uma compensação para a biomecânica que foi alterada [7]. Além disso, as órteses atuam através de sistemas de alavancas, proporcionando aplicação e direcionamento de forças nas articulações alvo [5]. Dessa forma, torna-se clara a importância do conhecimento a respeito dos efeitos biomecânicos provocados pelo uso da órtese a ser utilizada na prática clínica.

Entre todos os aspectos envolvidos na avaliação clínica do membro superior, a análise cinemática é uma ferramenta que tem sido amplamente utilizada na prática clínica [8,9,10,11]. A cinemática estuda o movimento dos corpos independentemente de suas causas, descrevendo e quantificando posições angulares, por meio de sistemas de captura de movimentos através da luz refletida por marcadores

fixos, posicionados de acordo com protocolos pré-estabelecidos [12]. Geralmente, estudos que realizam especificamente a avaliação cinemática da mão utilizam marcadores reflexivos posicionados na face dorsal, [13,14] o que impossibilita este tipo de avaliação durante a utilização de uma órtese, devido aos princípios de confecção e fixação do dispositivo [15]. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi descrever um novo protocolo para análise cinemática da mão, o qual permita que esta avaliação seja realizada durante a utilização de órteses para o membro superior.

Materiais e métodos

Para criar um novo protocolo de análise cinemática da mão sem marcadores reflexivos na região dorsal foi realizada uma adaptação do protocolo elaborado por Carpinella et al., 2006. Neste protocolo os autores utilizaram 17 marcadores reflexivos de 6mm, na cabeça dos metacarpos, nas articulações interfalangeanas e no processo estilóide do rádio e da ulna. Este protocolo mostrou ter precisão e repetitividade, tanto em indivíduos saudáveis quanto em sujeitos pós AVE (Acidente Vascular Encefálico), que apresentavam mão parética, antes e após aplicação de eletroestimulação.

Um sistema local de coordenadas Cartesianas X-Y-Z foi estabelecido a partir do marcador posicionado sobre a cabeça do segundo metacarpo e os seguintes ângulos articulares foram computados: flexão de metacarpofalangeanas, flexão de interfalangeanas proximais, flexão e abdução do polegar [13]. Para realizar a adaptação deste protocolo os marcadores posicionados no segundo dedo foram deslocados do dorso para a linha média da borda lateral e os do quinto dedo para a linha média da borda medial, considerando-se a posição anatômica (Figura 1). Os marcadores do polegar foram mantidos na mesma posição e os marcadores do terceiro e quarto dedos foram retirados. Os pontos anatômicos utilizados estão descritos na Tabela 1.

Para o processamento dos dados do novo protocolo, deverá ser utilizado o mesmo sistema de coordenadas citado para o cálculo da amplitude de movimento dos dedos, associado a um sistema de coordenadas local estabelecido para o punho, seguindo as definições da ISB.

RWRM – linha média do antebraço na direção do processo estilóide da ulna
RWRL – linha média do antebraço na direção do processo estilóide do rádio
MF1 – face dorsal da articulação metacarpofalangeana do polegar
IFP1 – face dorsal da articulação interfalangeana proximal do polegar
IFD1 – extremidade distal do polegar
MF2 – linha média da face radial do 2º dedo sobre articulação metacarpofalangeana
IFP2 – linha média da face radial do 2º dedo sobre articulação interfalangeana proximal
IFD2 – linha média da face radial do 2º dedo sobre articulação interfalangeana distal
MF3 – linha média da face ulnar do 5º dedo sobre articulação metacarpofalangeana
IFP3 – linha média da face ulnar do 5º dedo sobre articulação interfalangeana proximal
IFD3 – linha média da face ulnar do 5º dedo sobre articulação interfalangeana distal

Tabela 1: Descrição do posicionamento dos marcadores.

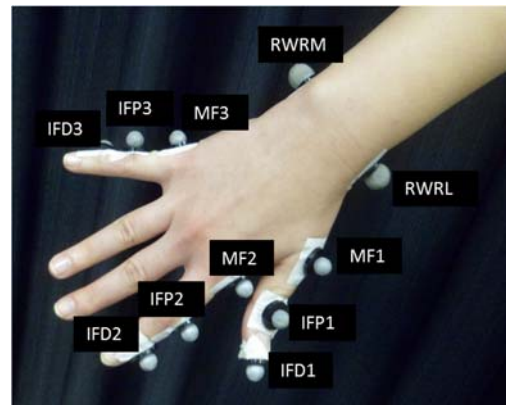


Figura 1: Posicionamento dos marcadores segundo o novo protocolo.

Resultados

O novo protocolo foi aplicado em uma voluntária do sexo feminino, de 32 anos, com diagnóstico de lesão do nervo radial decorrente de uma fratura diafisária do úmero esquerdo. O nervo radial é o responsável pela inervação dos músculos extensores do braço e antebraço. A consequência biomecânica clássica da paralisia do nervo radial é a incapacidade para estender o punho, perda da extensão dos dedos nas articulações metacarpofalangeanas e incapacidade de estender e abduzir o polegar. Neste caso, o principal objetivo da ortetização é dar apoio em extensão para o punho, a fim de restabelecer a função da mão e prevenir o hiperalongamento da musculatura extensora. Alguns autores sugerem o uso de órtese estática, com apoio volar para posicionar o punho em extensão, sendo este o modelo confeccionado sob medida e em termoplástico para a voluntária deste estudo.

Para que os marcadores pudessem ser adequadamente posicionados foram realizadas algumas adaptações na órtese, como por exemplo, a liberação da linha média do antebraço na direção do processo estilóide da ulna e do rádio. Tiras largas de velcro foram utilizadas a fim de preservar os princípios de confecção e fixação da órtese. O novo protocolo de avaliação cinemática associado ao uso de uma órtese para membro superior se encontra ilustrado na Figura 2.

Após o posicionamento da órtese e dos marcadores, foi solicitado à voluntária que realizasse a tarefa de despejar 125 mL de água em um recipiente plástico, a fim de se verificar a viabilidade de uma futura análise funcional utilizando este protocolo de avaliação. A tarefa foi executada de forma satisfatória e os marcadores se mantiveram no local em que foram inicialmente posicionados.



Figura 2: Marcadores posicionados durante utilização de uma órtese estática volar de punho.

Discussão

A lesão do nervo radial, também conhecida como “punho caído”, representa um dano funcional significativo para a mão. A incapacidade de estender e estabilizar o punho impede a utilização adequada dos flexores longos para o fechamento da mão, enfraquecendo assim a preensão e diminuindo a coordenação. Há também perda da ação recíproca da tenodese, que é essencial para função padrão da mão de agarrar e soltar [16,17]. Sendo assim, torna-se clara a importância de se avaliar quantitativamente dispositivos capazes de minimizar tais danos funcionais, os quais no caso da lesão citada envolvem diretamente as articulações avaliadas pelo novo protocolo de marcadores descrito no presente estudo, ou seja: articulação do punho, metacarpofalangeanas e interfalangeanas.

Alguns métodos tem sido utilizados para quantificar a funcionalidade de membros superiores, como o questionário DASH [18], ainda outros autores desenvolveram modelos para análise de todos os segmentos da mão de forma estática através de imagens fotográficas [19], outros ainda determinaram formas de análise cinemática de todos os dedos, excluindo o polegar [20]. A adaptação do modelo desenvolvido por Carpinella et al., 2006, inclui o polegar e fornece informações quantitativas na prática clínica para testes funcionais em pacientes que necessitem utilizar órteses.

Métodos de avaliação quantitativa da funcionalidade durante a utilização de órteses são necessários, uma vez que seu uso é sistematizado nos processos de reabilitação [5]. Porém, para o uso deste protocolo em avaliações clínicas, é necessário ainda avaliar sua reprodutibilidade e confiabilidade. Para tanto, poderia ser utilizado o sistema *Vicon System* (VICON-MX-T40S, Oxford, Inglaterra), que é constituído por oito câmeras de infravermelho de 4 megapixels, integrado a duas câmeras de vídeo para análise qualitativa do movimento.

Há ainda a necessidade de testes específicos, a fim de se avaliar a funcionalidade da órtese, por exemplo, durante a execução dos movimentos de preensão palmar e pinça ou durante a execução de movimentos relacionados às atividades de vida diária.

Conclusão

O novo protocolo para análise cinemática da mão aparenta ser adequado em termos de aplicabilidade para a realização de avaliações durante o uso de órteses para membro superior. No entanto, futuros estudos quantitativos são necessários.

Agradecimentos

Pró-Reitoria de Pesquisa - USP no apoio financeiro para Núcleo de Pesquisa em Doenças Crônicas-Degenerativas.

Referências

- [1] Fonseca MCR, Mazzer N, Barbieri CH; Elui VMC. Traumas da mão: estudo retrospectivo. *Rev Bras Ortop.* 2006; 41(5): 181-6.
- [2] Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk JM, Amadio PC. *Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity.* 6ª ed. Elsevier-Mosby; 2011.
- [3] Mckee P, Nguyen C. Customized Dynamic Splinting: Orthoses that Promote Optimal Function and Recovery after Radial Nerve Injury: A Case Report. *J Hand Ther.* 2007; 20:73-88.
- [4] Colditz JC. Splinting for Radial Nerve Palsy. *J Hand Ther.* 1987; 1:1647-52.
- [5] Fess EE, Gettle KS, Philips CA, Janson JR. *Hand and Upper Extremity Splinting: Principles and Methods.* 3ª ed. Elsevier-Mosby; 2005.
- [6] Duncan RM. *Basic Principles of Splinting the Hand.* *Phys Ther.* 1989; 69:1104-1116.
- [7] Van Petten AMVN, Ávila AF. Efeito do uso de órtese de punho na ativação da musculatura flexora e extensora do punho. *Rev Bras Ortop.* 2010; 45(1):72-8.
- [8] Jacquier-Bret J, Rezzoug N, Gorce P. Adaptation of Joint Flexibility During a Reach-to-Grasp Movement. *Motor Control.* 2009; 13:342-361.
- [9] Petuskey K, Bagley A, Abdala E, James MA, Rab G. Upper extremity kinematics during functional activities: Three-dimensional studies in a normal pediatric population. *Gait & Posture.* 2007; 25:573-579.
- [10] Vandenberghe A, Levin O, Schutter J, Swinnen S, Jonkers I. Three-dimensional reaching tasks: Effect of reaching height and width on upper limb kinematics and muscle activity. *Gait & Posture.* 2010; 32:500-507.
- [11] Murgia A, Kyberd P, Barnhill T. The use of kinematic and parametric information to highlight lack of movement and compensation in the upper extremities during activities of daily living. *Gait & Posture.* 2010; 31:300-306.
- [12] Robertson G, Caldwell G, Hamill J, Kamen G, Whittlesey S. *Research Methods in Biomechanics.* 2ª ed. Hardback; 2014.

- [13] Carpinella I, Mazzoleni P, Rabuffetti M, Thorsen R, Ferrarin M. Experimental protocol for the kinematic analysis of the hand: Definition and repeatability. *Gait & Posture*. 2006; 23:445–454.
- [14] Fernandes LFRM, Barros RML. Grip pattern and finger coordination differences between pianists and non-pianists. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2012; 22:412–418.
- [15] Mckee P, Morgan L. ORTHOTICS IN REHABILITATION. *Splinting the Hand and Body*. 1ª ed. Davis Company; 1998.
- [16] Colditz JC. Splinting for Radial Nerve Palsy. *Journal of Hand Therapy*. 1987; 1: 1647-52.
- [17] Fess EE, Gettle KS, Philips CA, Janson JR. *Hand and upper extremity splinting: Principles and Methods*. 3rd ed. Elsevier Mosby; 2005.
- [18] Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH. *American Journal of Industrial Medicine*. 1996; 29: 602-606.
- [19] Vergara M, Sancho-Bru JL, Perez-Gonzalez A. Description and validation of a non-invasive technique to measure the posture of all hand segments. *Journal of Biomechanical Engineering*. 2003;125:917–22.
- [20] Degeorges R, Parasie J, Mitton D, Imbert N, Goubier JN, Lavaste F. Three-dimensional rotations of human three-joint fingers: an optoelectronic measurement. Preliminary results. *Surgical and Radiologic Anatomy* 2005;27:43–50.