

Análise eletromiográfica e da força do músculo deltóide em indivíduos com síndrome do impacto do ombro

Electromyographic and force analysis of the deltoid muscle in subjects with shoulder impingement syndrome

título condensado: EMG e força do deltóide na síndrome do impacto do ombro

Fabiano Politti¹, Evanisi Teresa Palomari², Ricardo Furtado³, César Ferreira Amorim⁴

¹ Fisioterapeuta; Prof. Ms. do Depto. de Anatomia do IB/ Unicamp (Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, SP)

² Bióloga; Profa. Dra. do Depto. de Anatomia do IB/Unicamp

³ Estatístico; doutorando em Engenharia de Petróleo, Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp

⁴ Engenheiro elétrico; Prof. Ms. do Depto. de Engenharia Biomédica da Univap (Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, SP)

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Prof. Fabiano Politti

Depto. de Anatomia IB/Unicamp

Caixa postal 6109

13084-971 Campinas SP

e-mail: fpolitti@hotmail.com

Estudo desenvolvido no Depto. de Anatomia do IB/Unicamp com financiamento da Fapesp, Capes e Faep/Unicamp

Apresentação: jun. 2005

Aceito para publicação: jun. 2006

[refs.suely OK](#)

RESUMO: Este estudo visou verificar se existe diferença, na força gerada durante a abdução do ombro e a atividade eletromiográfica da porção clavicular, acromial e espinhal do músculo deltóide, entre indivíduos saudáveis e portadores da síndrome do impacto do ombro. Participaram 15 indivíduos com síndrome do impacto do ombro grau I e II de Neer (média de 44,1±8,6 anos) e 15 indivíduos saudáveis (média de 43,6±8,1 anos) pareados com o primeiro grupo. Os sinais eletromiográficos foram coletados em contração isométrica durante a tração de transdutor de força, com o ombro em abdução de 80°, e normalizados pela contração voluntária máxima. Para a análise das médias eletromiográficas das porções clavicular, acromial e escapular do músculo deltóide e da força entre os grupos, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney com nível de significância $p < 0,05$. O estudo concluiu que não há diferença na atividade eletromiográfica do músculo deltóide e da força gerada durante a abdução do membro superior entre indivíduos saudáveis e com síndrome do impacto. De acordo com esse resultado, o fortalecimento do músculo deltóide não deve ser o foco principal durante o processo de reabilitação.

Descritores: Eletromiografia; Ombro; Reabilitação

ABSTRACT: This study aimed at comparing electromyographic activity of the pars clavicularis, acromialis, and spinalis of the deltoideus muscle, as well as the force exerted during abduction, in healthy individuals and in those with shoulder impingement. Fifteen subjects with impingement syndrome (44.1±8.6 years old) with Neer degrees I and II took part in the study; 15 healthy subjects (43.6±8.1 years old) were paired to those of the first group. Electromyographic signals were collected in isometric contraction during traction of a force transducer, while the shoulder remained at 80° abduction, and normalized according to the maximum reference isometric contraction. Mann Whitney's parametric test was used at a significance level of $p < 0.05$ to compare mean electromyography of the deltoideus muscle pars, as well as the force, between the two groups. The study concluded that there was no difference in electromyographic activity of the deltoideus muscle or in the force exerted during abduction of the upper limb between healthy controls and individuals with shoulder impingement. It may thus be suggested that deltoideus muscle strengthening should not be the main focus during the rehabilitation process.

Key words: Electromyography; Rehabilitation; Shoulder

INTRODUÇÃO

A eletromiografia é atualmente um importante método empregado para entender a atividade do músculo em condições específicas, como nas irregularidades da ação muscular nos movimentos do ombro em condições normais, patológicas ou durante o tratamento¹⁻⁴.

Dentre as patologias que acometem o ombro, a síndrome do impacto tem se destacado por ser uma das causas mais freqüentes de disfunção e dor⁵, tendo como particularidade anatômica a compressão mecânica das estruturas subacromiais sobre o arco subacromial, somando-se a uma característica degenerativa, iniciada por inflamação, seguida de fibrose e ruptura do manguito rotador, nos casos de maior gravidade^{6,7}.

O maior índice de ocorrência dessa síndrome encontra-se em jovens que praticam esportes com atividades que envolvem ações repetidas do ombro, como natação, tênis, voleibol, beisebol⁸⁻¹⁰, ou em pessoas idosas que, além do envelhecimento biológico do ombro, utilizam o braço em posição acima da cabeça em atividades ocupacionais ou até desportivas^{5,11-13}.

O tratamento inicial concentra-se no controle da dor e da inflamação^{14,15}. Diferentes tipos de fortalecimento muscular, que na maioria das vezes envolvem todos os músculos responsáveis pela estabilização e movimento do ombro^{16,17} e a incorporação de exercícios que priorizem a manutenção da rotação externa para o alívio da dor, podem ser utilizados como forma de tratamento^{14,15}.

Durante a reabilitação, já foi observado que o ombro acometido pela síndrome do impacto apresenta uma considerável diminuição na força de abdução e rotação externa, comparada com o ombro sem lesão¹⁸. Indivíduos com essa síndrome geralmente relatam dor durante a abdução e rotação externa do ombro lesado, possivelmente causada pela diminuição da força muscular¹⁸. Assim, torna-se importante o entendimento dos mecanismos patológicos do ombro, uma vez que esse entendimento constitui a base da estratégia para o treino e a reabilitação¹⁹.

De forma geral, o músculo deltóide participa ativamente nos movimentos do ombro, sendo que a função principal da porção clavicular é a flexão e rotação interna do ombro; o par acromial é exclusivamente abductor; e o par espinhal está envolvido na extensão e rotação externa do úmero²⁰.

A eletromiografia demonstra que a ação das três porções desse músculo não se restringe a gerar a abdução, mas também a realizar diferentes funções em relação à posição do membro superior. Isso permite sugerir que a ação do músculo deltóide é diferente nas três regiões musculares e não apenas restrita ao movimento de abdução. Assim, a porção clavicular e a escapular têm importância na estabilização da articulação glenoumeral e no controle do membro durante o movimento²¹.

A proposta deste estudo foi pois verificar se existe diferença de atividade eletromiográfica da porção clavicular, acromial e espinhal do músculo deltóide e/ou na força gerada durante a abdução do ombro, entre indivíduos saudáveis e portadores da síndrome do impacto do ombro.

METODOLOGIA

Sujeitos

Fizeram parte deste estudo 30 sujeitos destros, triados do Centro Municipal de Fisioterapia da cidade de Pedreira (SP) e da Faculdade de Medicina da Unicamp – Universidade Estadual de Campinas.

Esses voluntários foram divididos em dois grupos com 15 indivíduos cada. O primeiro foi constituído por indivíduos com síndrome do impacto grau I (inflamação aguda) e grau II (degeneração/inflamação) de Neer⁶, sendo seis homens e nove mulheres, com idade entre 24 e 65 anos (média de 44,1±8,6 anos).

Fizeram parte do grupo com síndrome do impacto somente indivíduos que demonstraram sinal positivo para quatro dentre os seis critérios de inclusão, como: sinal de Neer⁶, Hawkins²² e de Jobe²³, dor aguda no arco de movimento livre compreendido entre 60° e 120° no plano escapular²⁴ e os exames de ultra-som e raios X (Tabela 1). Além disso, foram considerados somente os indivíduos que se encontravam no estado inicial de tratamento de fisioterapia e que não passaram por qualquer tipo de fortalecimento dos músculos do ombro.

Tabela 1 Caracterização dos sujeitos com síndrome do impacto segundo seis critérios: dor no arco de movimento (60°-120°) no plano escapular, testes de Neer, Hawkins, Jobe, e análise dos exames complementares de ultra-som e raios X

Sujeitos	Dor no arco de movimento (60°-120°)	Testes específicos			Ultra-som		Raios X
		Neer	Hawkins	Jobe	Inflamação aguda	Inflamação crônica e degeneração	Diminuição no espaço subacromial
1	+	+	+	-	+		+
2	+	-	+	+	+		-
3	+	+	+	+	+		+
4	-	+	+	+		+	-
5	+	+	+	+	+		+
6	-	+	+	+		+	+
7	+	+	+	+		+	+
8	+	+	+	+	+		+
9	+	+	+	+	+		-
10	+	+	+	-	+		+
11	+	+	+	-	+		-
12	-	-	+	+		+	+
13	+	+	+	+		+	+
14	+	+	+	+		+	+
15	-	+	+	+	+		-

(+) Sinal positivo, presente na avaliação; (-) sinal negativo, ausência na avaliação

Não fizeram parte da pesquisa indivíduos com história de dor crônica e instabilidade do ombro, sintomas de dor cervicobraquial, participação em esportes que usem o membro superior²⁵, com história de infiltração de medicamentos, calcificação do tendão do manguito rotador e obesos.

O segundo grupo de estudo, sem a síndrome do impacto, foi pareado em idade, sexo e peso com o grupo portador da síndrome. Assim, todos eram destros com idade entre 24 e 65 anos (média 43,6±8,6), sem desconforto ou história de disfunção no ombro.

A avaliação dos indivíduos foi realizada por um fisioterapeuta com experiência em tratamento de pacientes com distúrbios musculoesqueléticos dos membros superiores e cintura escapular.

Antecedendo o exame físico e a aquisição dos dados, os indivíduos foram informados sobre a proposta e os procedimentos a serem adotados durante os testes e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde; o estudo foi previamente autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp.

Instrumentação

Para a captação do sinal eletromiográfico (EMG) foi utilizado um sistema de aquisição com 8 canais (EMG System do Brasil Ltda.®), filtro de corte passa-banda de 20-500 Hz, com ganho de amplificação de 1000 vezes e modo comum de rejeição de 120 dB. Para a aquisição dos dados foi utilizado o *software* WinDaq (Dataq Instruments®), digitalizados por placa de conversão A/D (analógico-digital) com 16 bits de resolução e sinais com frequência de 2 kHz. Esse sistema foi composto por eletrodos bipolares ativos com ganho de amplificação de 20 vezes.

Para verificar a força durante a abdução em contração isométrica, foi habilitado um canal no sistema de aquisição para a utilização de um transdutor de força (Alfa Instrumentos®), com saída entre 0 e 20 mV e alcance até 100 N (Newton).

Procedimento experimental

Na coleta do sinal EMG foram utilizados eletrodos auto-adesivos circulares de prata-cloreto de prata (Ag/AgCl) descartáveis, com diâmetro de 10 mm (Medical Trace®), e distância inter-eletrodos centro a centro de 20 mm, posicionados no ponto motor em cada porção analisada do músculo deltóide, como sugerido por Soderberg e Cook²⁶, Solomonow²⁷ e Araújo *et al.*²⁸, após limpeza da pele com álcool 70%. Como referência foi utilizado um eletrodo terra, fixado na superfície dorsal do punho esquerdo.

Para o exame eletromiográfico, o indivíduo permaneceu sentado em uma cadeira, com o ombro e o membro desnudo, coluna ereta, com flexão de 90° de joelhos, pés separados, braço abduzido próximo à linha do plano escapular com extensão total do cotovelo, punho cerrado e em rotação interna segurando a argola do transdutor de força (Figura 1). Para controlar a amplitude do movimento de abdução foi utilizado um eletrogoniômetro (EMG System do Brasil Ltda.®), com suas hastes fixadas por faixas com velcro, sendo que a haste móvel permaneceu alinhada com a linha médio-lateral do úmero, a haste fixa, paralela aos processos espinhosos das vértebras, e o centro alinhado com a face posterior do acrômio (Figura 1). Esse equipamento interagiu de forma conjugada com o sistema de aquisição de sinais eletromiográficos, informando a posição articular do ombro durante o movimento de abdução no plano da escápula.

inserir Figura 1 (arquivo Corel)

Figura 1 Posição do indivíduo durante o experimento, com abdução de 80° controlada pelo eletrogoniômetro (1) enquanto realiza a tração do transdutor de força (2) em esforço máximo

Antes do início da coleta dos dados, a altura do transdutor de força foi ajustada pelo eletrogoniômetro, fixado no indivíduo para que a abdução não ultrapassasse 80°, uma vez que na abdução de 90° existe uma aproximação do tubérculo maior do úmero com o arco coracoacromial, com conseqüente pressão e dor na região do

tendão do manguito rotador^{6,7}.

A atividade eletromiográfica das porções clavicular, acromial e escapular do músculo deltóide e a força obtida durante a abdução de 80° em contração isométrica com esforço máximo, foram gravados simultaneamente durante 4 segundos (Figura 2).

inserir Figura 2 (arquivo .jpg)

Figura 2 Registro da atividade eletromiográfica da porção clavicular (a), acromial (b) e escapular (c) do músculo deltóide; ângulo de movimento controlado pelo eletrogoniômetro (d) durante a abdução de 80° do ombro; e força (e), coletados simultaneamente durante 4 segundos (100% do tempo) em um indivíduo com síndrome do impacto do ombro

Processamento e análise dos dados

Para a normalização dos dados eletromiográficos, foi utilizada a média dos valores obtidos em três coletas com contração voluntária isométrica máxima (CVIM), para cada porção do músculo deltóide, utilizando-se o teste de função muscular sugerido por Kendall²⁹. O tempo de coleta para cada porção muscular foi de 3 segundos, sempre respeitando um intervalo de descanso de 2 minutos entre cada coleta, para evitar os efeitos da fadiga³⁰. Após a normalização, foram extraídos os valores médios do sinal retificado, para serem analisados e comparados entre os dois grupos de estudo.

Análise estatística

O teste não-paramétrico de Mann Whitney foi utilizado para determinar as diferenças entre as médias dos sinais eletromiográficos das porções clavicular, acromial e escapular do músculo deltóide, bem como para comparar a força entre os dois grupos de sujeitos, respeitando um nível de significância de $P < 0,05$.

RESULTADOS

Na análise da atividade eletromiográfica não foram encontradas diferenças significantes ($P < 0,05$) entre o grupo controle, composto por indivíduos normais, e o grupo de indivíduos com síndrome do impacto, durante a abdução de 80° no plano escapular, com contração voluntária isométrica em esforço máximo. Esses resultados estatísticos obtidos da comparação dos valores médios da atividade eletromiográfica (normalizada pela CVIM) das porções clavicular ($P = 0,88$), acromial ($P = 0,81$) e escapular ($P = 0,09$) do músculo deltóide referentes aos dois grupos estudados estão demonstrados na Tabela 2. Nesse estudo, também não foi encontrada variação na ordem da atividade eletromiográfica entre as três porções do músculo deltóide, ou seja, todas apresentaram um padrão de atividade semelhante.

Tabela 2 Média e desvio padrão (dp) da atividade eletromiográfica normalizada pela CVIM da porção clavicular, acromial e escapular do músculo deltóide ($p < 0,05$)

Músculo deltóide	Controle Média±dp	Síndrome do impacto Média±dp	$p < 0,05$
Porção clavicular	17,6±2,6	17,1±2,6	0,88
Porção acromial	18,6±3,1	20,7±14,3	0,81
Porção escapular	17,4±3,4	18,3±2,8	0,09

A força (N) verificada pelo transdutor de força durante a abdução de 80° do ombro no plano escapular (Figura 3) não apresentou diferença significativa entre o grupo controle e o grupo de indivíduos com síndrome do impacto ($P=0,17$). Nesse caso, a média para o grupo controle foi de 57,47 N (desvio padrão $\pm 28,13$), e para o grupo com síndrome do impacto foi de 45,93 N (desvio padrão $\pm 20,08$).

inserir Figura 3 (arquivo .xls)

Figura 3 Média e desvio padrão (dp) da força (N) dos indivíduos do grupo controle e com síndrome do impacto, obtida durante a tração do transdutor de força em esforço máximo

DISCUSSÃO

Todos os valores verificados em estudos realizados com contração isométrica e com exercícios isotônicos demonstram que os sinais eletromiográficos dos músculos do ombro em indivíduos normais geralmente são maiores que os valores apresentados pelos indivíduos com presença de síndrome do impacto³¹. Alguns estudos que avaliaram a resposta fisiológica do músculo após estímulo de dor apontam para uma diminuição significativa da atividade eletromiográfica³²⁻³⁴.

Assim, a dor presente nos indivíduos com essa síndrome durante o movimento do ombro^{6,14,35} deve ser levada em consideração, mas já foi demonstrado que, após a injeção subacromial de anestésico, a aquisição do sinal eletromiográfico em contração isométrica ainda continua sendo menor em indivíduos com síndrome do impacto, quando comparados com indivíduos saudáveis³⁶.

Um fator que pode confirmar os resultados apresentados neste estudo é que não foi encontrada diferença na força obtida entre os sujeitos saudáveis e os portadores da síndrome de impacto, embora os primeiros tenham apresentado média maior em relação ao grupo com a síndrome. De maneira geral, é descrito que o aumento da amplitude do sinal eletromiográfico, durante a contração isométrica, está relacionada diretamente com aumento da força e da velocidade da contração do músculo³⁷. Entretanto, neste estudo não foi possível constatar essa característica nos dois grupos estudados.

Outro fator relevante foi a semelhança no padrão de atividade apresentado entre as três porções do músculo deltóide. Na abdução, a porção acromial é sempre mais ativa, seguida da porção clavicular e, finalmente, pela porção espinhal, independente do plano de movimento (escapular ou frontal) e do tipo de contração muscular^{36,38 40,42}.

Contudo, acreditamos que os resultados apresentados devam ser considerados, mesmo que sejam diferentes daqueles encontrados na literatura, uma vez que foi respeitada toda a orientação metodológica previamente estabelecida⁴³.

Limitações

O trabalho seria mais completo, comparado a outros estudos encontrados^{31,36}, se as coletas fossem realizadas em outros ângulos de movimento do ombro. Outro ponto importante é o fato de o aparelho utilizado não ser adaptado para a coleta da atividade dos sinais eletromiográficos com eletrodos de agulha, primordial para estudo dos músculos do manguito rotador.

CONCLUSÃO

Conclui-se que não existe diferença na atividade eletromiográfica do músculo deltóide e na força gerada durante a abdução do membro superior entre indivíduos saudáveis e portadores da síndrome do impacto do ombro. De acordo com os resultados deste trabalho, pode-se afirmar que o fortalecimento do músculo deltóide não deve ser o principal foco durante o processo de reabilitação.

REFERÊNCIAS

- 1 Augé II WK, Morrinson DS. Assessment of the infraespinatus spinal stretch reflex in the normal athletic and multidirectionally unstable shoulder. *Am J Sports Med.* 2000;28(2):206-13.
- 2 Brindle TJ, Nyland J, Shapiro R, Cabon DN, Stine R. Shoulder proprioception: latent muscle reaction times. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(10):1394-8.
- 3 Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, Hawkins R. J. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med.* 1999;27(6):784-91.
- 4 Rowlands. LK, Wertsch JJ, Primack SJ, Spreitzer AM, Roberts MM. Kinesiology of the empty can test. *Am J Phys Med Rehabil.* 1995;74(4):302-4.
- 5 Ferreira AAF, Greve JMA, Zoppi AF, Bolliger RN, Costa RCA, Ferreira AN. Tratamento conservador da síndrome do impacto do ombro. *Rev Bras Orthop.* 1988;23(6):167-9.
- 6 Neer CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder. *J Bone Joint Surg.* 1972;54:41-50.
- 7 Neer CS, Welsh RP. The shoulder in sports. *Orth Clin.* 1977;8:583-91.
- 8 Ingber RS. Shoulder impingement in tennis/racketball players treated with subscapularis myofascial treatments. *Arc Phys Med Rehabil.* 2000;81:679-82.
- 9 Meister K. Injuries to the shoulder in the throwing athlete. *Am J Sports Med.* 2000;28(2):265-75.
- 10 Tibone JE, Jobe FW, Kerlan RK. Shoulder impingement syndrome in athletes treated by an anterior acromioplasty. *Clin Orthop.* 1985;98:134-40.
- 11 Corrigan B, Maitland GD. *Musculoskeletal and sports injuries.* Oxford: Butterworth-Heinemann; 1994.
- 12 Greve JMA, Rossi JDMBA, Cossermelli W, Ferreira AAF. Reabilitação funcional das lesões tendinosas do ombro. *Rev Hosp Clin Fac Med Univ São Paulo.* 1991;46(2):78-86.
- 13 Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematic and associated muscle activity in people with symptoms. *Phys Ther.* 2000;80(3):276-91.
- 14 Marks PH, Warner JJP, Irrgang JJ. Rotator cuff disorders of the shoulder. *J Hand Ther.* 1994;7(2):90-8.
- 15 Nitz AJ. Physical therapy management of the shoulder. *Phys Ther.* 1986;66(12):1912-9.
- 16 Greve JMA, Ferreira AAF, Zoppi AF, Bolliger RN. Síndrome do impacto. *Med Rehabil.* 1995;41:17-24.
- 17 MacCann PD, Wootten ME, Kabada MP, Bigliani LVA. Kinematic and electromyographic of shoulder rehabilitation exercises. *Clin Orthop.* 1993;288:179-88.
- 18 Brox JI. Shoulder pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2003;17(1):33-56.
- 19 Glousman R. Electromyographic analysis and its role in the athletic shoulder. *Clin Orthop.* 1993;288:27-34.
- 20 Pratt NE. Anatomy and biomechanics of the shoulder. *J Hand Ther.* 1994;7(2):65-76.
- 21 Michels I, Boden F. The deltoid muscle: an electromyographical analysis of its activity in arm abduction in various body postures. *Int Orthop.* 1992;16(3):268-71.
- 22 Hawkins RJ, Kennedy JC. Impingement syndrome in athletes. *Am J Sports Med.* 1980;8(3):151-7.

- 23 Jobe FW, Jobe CM. Painful athletic injuries of the shoulder. *Clin Orthop*. 1983;173:117-24.
- 24 Clarnette RG, Miniaci A. Clinical exam of the shoulder. *Med Sci Sport Exerc*. 1998;30:S1-S6.
- 25 Cools AM, Witvrouw EE, Danneels LA, Cambier DC. Does taping influence electromyographic muscle activity in the scapular rotators in healthy shoulders? *Man Ther*. 2002;7(3):154-62.
- 26 Solderberg GL, Cook TM. Electromyography in Biomechanics. *Phys Ther*. 1984;64:1813-20.
- 27 Solomonow M. A practical guide to electromyography. In: *Anal. of the XV Congress of the International Society of Biomechanics, Jyvaskyla, 1995*. Jyvaskyla: International Society of Biomechanics; 1995.
- 28 Araújo RC, Duarte M, Amadio AC. Evaluation of increase in force and EMG activity curves. In: *Anal. of the XV Congress of the International Society of Biomechanics, Jyvaskyla, 1995*. Jyvaskyla: International Society of Biomechanics; 1995.
- 29 Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Muscles: testing and function*. 2nd. ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1993.
- 30 Finley MA, McQuade K J, Rodgers, MM. Scapular kinematics during transfers in manual wheelchair users with and without shoulder impingement. *Clin Biom*. 2005;20:32-40.
- 31 Reddy AS, Mohr KJ, Pink MM, Jobe FW. Electromyographic analysis of the deltoideus and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. *J Shoulder Elbow Surg*. 2000;9(6):519-23.
- 32 Johnson EW. The myth of muscle spasm [editorial]. *Am J Phys Med*. 1989;68:1.
- 33 DeAndrade MS, Grant C, Dixon A. Joint distension and reflex muscle inhibition in the knee. *J Bone Joint Surg*. 1965;47A:313-22.
- 34 Hadler NM. *Occupational musculoskeletal disorders*. 2nd. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
- 35 Kessel L, Watson M. The painful arc syndrome. *J Bone Joint Surg [Br]*. 1977;59:166-72.
- 36 Brox JI, Roe C, Saugen E, Vollestad NK. Isometric abduction muscle activation in patients with rotator tendinosis of the shoulder. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78(11):1260-7.
- 37 De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biom*. 1997;13:135-63.
- 38 Hagberg M. Electromyographic signs of shoulder muscular fatigue in two elevated arm positions. *Am J Phys Med*. 1981;60(3):11-21.
- 39 Kronberg M, Broström A, Nemeth G. Differences in shoulder muscle activity between patients with general joint laxity and normal controls. *Clin Orthop*. 1991;269:181-92.
- 40 McCann PD, Wootten ME, Kadaba MP, Bigliani LU. A kinematic and electromyographic study of shoulder rehabilitation exercises. *Clin Orthop*. 1993;288:179-88.
- 41 Oliveira AS, Rodrigues D, Berzin F. Atividade eletromiográfica das porções anterior, média e posterior do músculo deltóide na abdução do braço. *Rev Bras Fisioter*. 2001;5(1):17-24.
- 42 Townsend H, Jobe F, Pink J. Electromyographic analysis of the glenohumeral muscles during a baseball rehabilitation program. *Am J Sports Med*. 1991;19:264-72.
- 43 Standards for reporting EMG data. *J Electromyogr Kinesiol*. 1997;7:I-II.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela Fapesp (2002/13559-1), Capes/DS e Faep/Unicamp (0098/02).