

Razão Eletromiográfica de Músculos Estabilizadores do Ombro Durante a Execução de Exercícios com Haste Oscilatória



Electromyographic Ratio of Shoulder Stabilizer Muscles During Performance of Exercises with Oscillatory Poles

Camilla Zamfolini Hallal¹
Nise Ribeiro Marques¹
Mauro Gonçalves²

1. UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente, SP.
2. UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, SP.

Endereço para correspondência:

Mauro Gonçalves
Rua 24-A, 1.515 – Rio Claro,
SP (UNESP – Laboratório de
Biomecânica)
E-mail: maurog@rc.unesp.br;
camillazhallal@yahoo.com.br

RESUMO

Os processos de dor e disfunção do ombro são muito comuns e demandam grande atenção por parte dos profissionais que treinam e reabilitam esta articulação. O excesso de ativação do músculo trapézio superior (TS) combinado com a diminuição da ativação do trapézio inferior (TI) têm sido proposto como fator contribuinte para lesões no ombro. Diversos equipamentos são usados no treinamento e reabilitação destes músculos como faixas elásticas, cargas livres e, recentemente, hastes oscilatórias. Apesar de muito utilizada no contexto clínico e desportivo, pouco se sabe acerca dos efeitos destas hastes sobre o recrutamento dos músculos estabilizadores de ombro. Assim, o objetivo do presente estudo foi determinar a razão de ativação entre os músculos TS e TI em diferentes exercícios realizados com haste oscilatória. Participaram do estudo 12 indivíduos do sexo feminino, jovens ($20,4 \pm 2,0$ anos), fisicamente ativas. O sinal eletromiográfico dos músculos TS e TI foi coletado durante a execução de três diferentes exercícios realizados com a haste oscilatória. A análise dos dados eletromiográficos foi feita a partir dos valores de *root mean square* (RMS) pelo cálculo da razão entre os músculos TS e TI para cada exercício. Para análise estatística foram utilizados os testes ANOVA para medidas repetidas e *post hoc* de Bonferroni, considerando como nível de significância $p < 0,05$. O exercício III apresentou menor razão entre os músculos TS e TI (0,722), seguido pelos exercícios I e II, respectivamente (0,876 e 0,995). Conclusão: O uso da haste oscilatória em exercícios executados unimanualmente no plano sagital e com a haste perpendicular ao solo são recomendados para o treinamento e reabilitação dos músculos estabilizadores da escápula por promoverem menor ativação do TS em relação o TI.

Palavras-chave: reabilitação do ombro, equilíbrio muscular, escápula, eletromiografia.

ABSTRACT

Shoulder pain and dysfunction processes are very common and demand great attention from the professionals who work with training and rehabilitation of this joint. Excessive activation of the upper trapezius muscle (UT) combined with decreased activation of the lower trapezius (LT) have been proposed as a contributing factor to shoulder injuries. Several equipments are used in training and rehabilitation of these muscles like elastic bands, free weights and recently, oscillatory poles. Despite having been used in clinical and sports context, little is known about their effects on the recruitment of shoulder stabilizers. Thus, the objective of the present study was to determine the activation ratio between UT and LT in different exercises performed with an oscillatory pole. 12 young (20.4 ± 2.0 years) and physically fit females participated in this study. EMG signal of UT and LT was collected during 3 different exercises performed with oscillatory pole. The EMG signal analysis was done with Root Mean Square (RMS) values by the calculation of the ratio between the muscles UT and LT for each exercise. Statistical analysis was carried out with ANOVA for repeated measures and *post hoc* of Bonferroni tests, considering significant $p < 0.05$. Exercise III showed lower ratio between UT and LT (0.722), followed by exercises I and II, respectively (0.876 and 0.995). Conclusion: The use of oscillatory pole in exercises performed with single hand grip, sagittal plane and with the pole perpendicularly to floor are recommended for training and rehabilitation of scapular stabilizer muscles since these promote lower activation of UT than LT.

Keywords: shoulder rehabilitation, muscular balance, scapula, electromyography.

INTRODUÇÃO

Os processos de dor e disfunção do ombro são muito comuns e demandam grande atenção por parte das equipes de treinamento e reabilitação⁽¹⁻³⁾. Para a manutenção da adequada cinemática desta articulação é fundamental a integridade dos tecidos musculares, pois além de gerarem força e movimento, também atuam como estabilizadores de todo o complexo articular⁽⁴⁾.

Quando as estruturas estabilizadoras não provêm o suporte adequado, pode ocorrer execução incorreta da biomecânica articular e complicações como bursites, tendinites, lesões no manguito rotador e instabilidades^(1,4-7). O manguito rotador, por exemplo, por meio da co-contracção dos músculos estabilizadores diretos da articulação glenoumeral, reduz a translação do úmero na fossa glenoide, de tal modo que 50% de redução na força do manguito rotador aumenta em 46% a instabilidade anterior⁽⁴⁾.

Recentemente tem-se focado a importância dos músculos estabilizadores da escápula nas patologias do ombro⁽⁸⁻¹⁰⁾. Estudos relatam que em 64% dos casos de instabilidade da articulação glenoumeral, coexiste a instabilidade escapular⁽⁴⁾. O excesso de ativação do trapézio superior (TS), concomitantemente à diminuição da ativação do trapézio inferior (TI), são propostos como contribuintes ao movimento anormal da escápula^(8,11-13). Cools *et al.*⁽¹¹⁾ mostram que atletas com síndrome do impingimento apresentam diminuição da atividade do TI e do trapézio médio (TM) em relação ao TS. Assim, o equilíbrio da razão TS/TI é particularmente importante, pois, frequentemente, a atividade do TI é combinada com excessiva ativação do TS⁽¹⁴⁾.

Os programas de prevenção e reabilitação buscam intervir nos fatores etiológicos que levam à ocorrência de lesões no ombro, melhorando a biomecânica responsável pela estabilização desta articulação⁽⁴⁾. Atualmente os protocolos de exercícios enfatizam a importância do treinamento dos músculos escapulares como componente essencial na reabilitação do ombro e, assim, a restauração do controle e equilíbrio muscular têm se tornado um grande desafio⁽¹⁵⁻¹⁸⁾.

A eletromiografia de superfície (EMG) é amplamente utilizada como instrumento para o estudo da atividade muscular do ombro^(5,6). O conhecimento das funções musculares fornece subsídios para orientar as intervenções que visam otimizar o movimento e a função nos processos de reabilitação e treinamento⁽⁶⁾. Estudos recentes sobre as diversas patologias que acometem o ombro procuraram descrever os exercícios usados na reabilitação, de acordo com o nível de ativação da musculatura envolvida^(2,5,6,19,20).

O treinamento e reabilitação dos músculos do ombro têm sido feitos com o uso de diversos equipamentos como cargas livres, faixas elásticas e, recentemente, hastes oscilatórias⁽²¹⁾. As hastes oscilatórias são ferramentas de intervenção que proporcionam rápidas contrações musculares excêntricas e concêntricas, gerando co-contracção dos grupos musculares por meio de movimentos oscilatórios causados pela movimentação da haste com o membro superior (a figura 1 ilustra a haste oscilatória em repouso e em movimento)^(1,4). A co-contracção dos grupos musculares aumenta a estabilidade local e protege a articulação de forças compressivas e de tração⁽⁴⁾. Lister *et al.*⁽¹⁾ identificaram, por meio da eletromiografia de superfície, que os músculos supraespinhal, trapézio fibras superiores e trapézio fibras inferiores possuem maior atividade durante exercícios executados com o uso de haste oscilatória do que com faixa elástica ou cargas livres.

Apesar do uso bastante difundido da haste oscilatória no treinamento e reabilitação, não existe na literatura estudos que analisaram a razão de ativação dos músculos TS e TI em diferentes exercícios realizados com este instrumento. Diante disto, o objetivo do presente estudo foi determinar a razão muscular TS/TI em diferentes exercícios realizados com haste oscilatória.

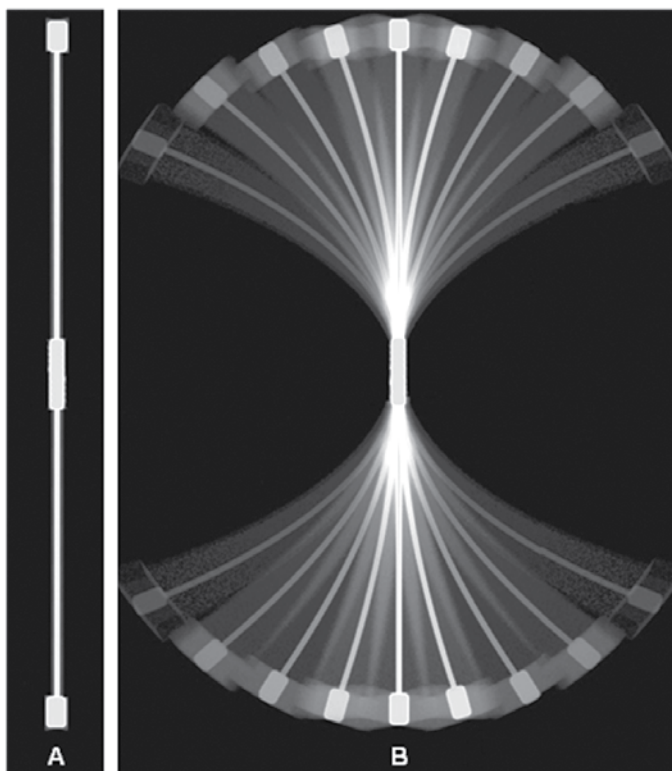


Figura 1. A) Haste oscilatória em repouso. B) Haste oscilatória em movimento.

De acordo com Cools *et al.*⁽¹⁴⁾, o posicionamento corporal influencia a atividade muscular individual e também a razão entre os músculos. Assim, este estudo tem como hipótese que a mudança no posicionamento da haste oscilatória durante exercícios comumente usados no treinamento e reabilitação com este equipamento, promove diferentes níveis de ativação dos músculos TS e TI com consequente interferência na razão TS/TI.

MÉTODO

Sujeitos

Participaram do estudo 12 voluntárias do sexo feminino, fisicamente ativas, universitárias, destros e com média de idade de 20,4 anos ($\pm 2,0$). Foram incluídas no estudo as voluntárias que não apresentaram histórico de lesão em membros superiores no período de seis meses anteriores ao estudo.

Todas as voluntárias foram devidamente informadas sobre os procedimentos do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado em comitê de ética local.

Procedimentos de avaliação

Os procedimentos para a coleta de dados foram realizados em dois dias, com intervalo mínimo de 24 horas e máximo de 72 horas entre eles. No primeiro dia foi realizada a familiarização das voluntárias com o ambiente da coleta de dados, com a utilização da haste oscilatória (Flexibar[®]) e com os três exercícios propostos (figura 2). No segundo dia, os três exercícios com a haste oscilatória foram executados de modo aleatório.

Antes de iniciarem os exercícios, as voluntárias receberam *feedback* visual, por meio de um monitor, para a manutenção da postura neutra em pé e foram instruídas a manter a mesma postura durante todo exercício⁽²²⁾. A movimentação da haste oscilatória foi realizada por meio de movimentos de flexão e extensão de cotovelos. O ritmo de movimentação da haste durante os exercícios foi controlado por um metrônomo calibrado a 300bpm e para a manutenção da flexão ade-

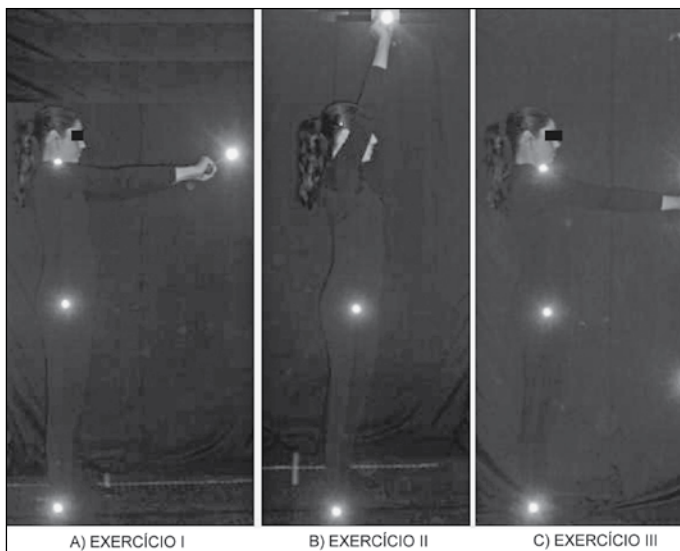


Figura 2. A) Exercício I executado bimanualmente com os ombros em aproximadamente 90° de flexão e oscilação da haste no plano transversal, paralela ao solo. B) Exercício II executado bimanualmente com os ombros em aproximadamente 180° de flexão e oscilação da haste no plano frontal, paralela ao solo. C) Exercício III executado com o membro superior dominante, ombros em aproximadamente 90° de flexão e oscilação da haste no plano sagital, perpendicular ao solo.

quada de ombro em cada exercício, foi utilizado um alvo como *feedback* visual. Todos os exercícios foram executados durante 15 segundos com um período de 60 segundos de repouso entre cada. A figura 3 mostra o monitor e o alvo usados respectivamente para a adequação da postura em pé e para a manutenção do posicionamento do ombro.



Figura 3. Monitor e o alvo usados respectivamente para a adequação da postura em pé e para a manutenção do posicionamento do ombro.

Eletromiografia

Para captação do sinal eletromiográfico foram utilizados eletrodos bipolares de superfície, de Ag/AgCl (Meditrance®) com área de captação de 1cm e distância intereletrodos de 2cm. Os eletrodos foram posicionados no hemitórax direito das voluntárias sobre os músculos: trapézio fibras superiores (TS), a 50% da distância entre o acrômio e o processo espinhoso de C7; e trapézio fibras inferiores (TI), a 2/3 da distância entre a borda superior medial da escápula e o processo espinhoso de T8⁽²³⁾.

Previamente à colocação dos eletrodos, foi realizada tricotomia, abrasão com lixa fina e limpeza com álcool no nível dos músculos estudados, bem como sobre o acrômio direito, local em que foi posicionado o eletrodo de referência, com o intuito de evitar interferências no sinal eletromiográfico⁽²⁴⁾.

A captação do sinal eletromiográfico foi realizada por meio do módulo de aquisição de sinais biológicos por telemetria de 16 canais da Myoresearch (Noraxon® – EUA) e com a utilização do *software* específico deste equipamento MRXP 1.07 (Noraxon® – EUA), calibrado com frequência de amostragem de 1.000Hz, ganho total de 2.000 vezes (20 vezes no sensor e 100 vezes no equipamento), filtro passa alta em 20Hz e filtro passa baixa em 500Hz.

Análise cinemática

Os dados cinemáticos foram coletados para determinar o período de maior estabilidade da frequência de oscilação da haste, bem como para garantir a eficácia do uso do metrônomo na manutenção da mesma frequência de oscilação para todas as voluntárias (entre 4 e 5Hz).

Marcadores fotorreflexivos foram posicionados na manopla central e nas extremidades da haste. As imagens foram captadas por meio do *software* da Myoresearch (Noraxon) e de uma filmadora digital (Panasonic® NV GS320) posicionada a 5m de distância em uma altura referente a 50% da altura de cada voluntária.

A análise cinemática foi realizada por meio do *software* Vicon Peak 9.0 (Peak Motus® – EUA). A frequência de movimentação da haste oscilatória durante os exercícios foi calculada por meio do deslocamento dos pontos da manopla e da extremidade da haste, de acordo com a seguinte fórmula:

$$F = \frac{n^\circ \text{ de ciclos}}{\text{Tempo (s)}}$$

A figura 4 apresenta o período de maior estabilidade da frequência de oscilação da haste nos exercícios I, II e III.

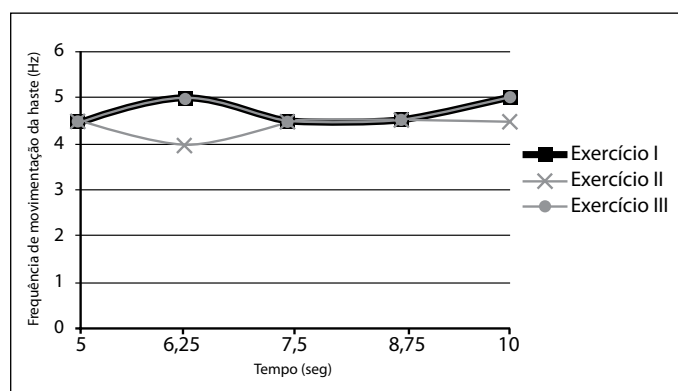


Figura 4. Frequência de oscilação da haste entre o quinto e o décimo segundo de execução dos exercícios I, II e III.

Análise dos dados

Para análise dos dados eletromiográficos foram considerados os cinco segundos de exercício compreendidos entre o quinto e o décimo minuto, pois este foi o período de maior estabilização da frequência de oscilação da haste (figura 4).

A análise eletromiográfica foi realizada por meio de rotinas desenvolvidas em ambiente MatLab. O cálculo do *root mean square* (RMS) foi feito em janelas móveis de 250ms. A partir dos valores de RMS obtidos, foi calculada a razão entre os músculos TS e TI para cada exercício e, em seguida, foram aplicados os testes de Shapiro-Wilk, ANOVA para medidas repetidas e *post hoc* de Bonferroni por meio do pacote estatístico PASW Statistics 17.0. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os resultados mostraram que, em todos os exercícios realizados com haste oscilatória, a razão TS/TI foi inferior a 1 (tabela 1). Houve diferença significativa da razão TS/TI entre os três exercícios executados com a haste oscilatória ($p < 0,000$ para todas as comparações).

Tabela 1. Média e desvios padrão da razão TS/TI durante a execução dos exercícios I, II e III com a haste oscilatória.

Exercícios	Média	Desvio padrão
I	0,876	0,013
II	0,995	0,019
III	0,722	0,007

O exercício III foi o que apresentou menor razão TS/TI (0,722), seguido pelos exercícios I e II, respectivamente (0,876 e 0,995). A figura 5 ilustra o comportamento da razão TS/TI em função do tempo durante os exercícios I, II e III.

A figura 6 mostra o comportamento eletromiográfico em função do tempo dos músculos TS e TI para os exercícios I, II e III.

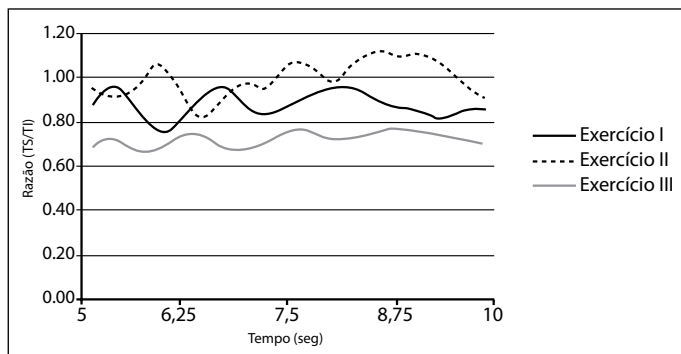


Figura 5. Comportamento da razão TS/TI em função do tempo para os exercícios I, II e III.

DISCUSSÃO

Os exercícios que promovem o excesso de ativação do TS em relação ao TI têm sido referidos como contribuintes ao movimento anormal da escápula⁽¹⁴⁾. Haja vista a importância do treinamento dos músculos estabilizadores da escápula no tratamento e prevenção de lesões por instabilidade de ombro, os resultados do presente estudo confirmam a hipótese de que os exercícios prescritos com o uso da haste oscilatória podem ser selecionados de acordo com a razão de ativação TS/TI.

Três exercícios com a haste oscilatória comumente usados no treinamento e reabilitação muscular do ombro foram selecionados para o estudo. O exercício I foi executado bimanualmente com os ombros em aproximadamente 90° de flexão e oscilação da haste no plano transversal, paralela ao solo. O exercício II também foi executado bimanualmente com os ombros em aproximadamente 180° de flexão e oscilação da haste no plano frontal, paralela ao solo. O exercício III foi executado com o membro superior dominante, ombros em aproximadamente 90° de flexão e oscilação da haste no plano sagital, perpendicular ao solo.

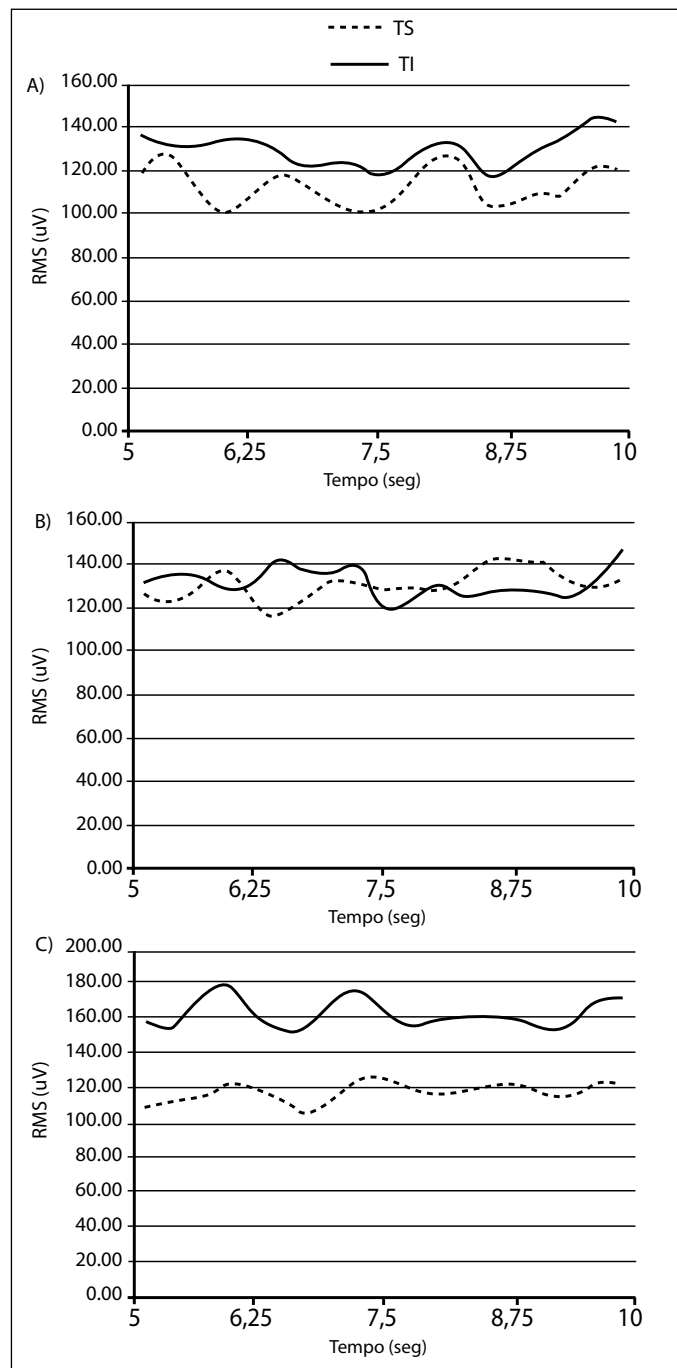


Figura 6. A) Comportamento eletromiográfico do TS e TI em função do tempo nos exercícios I (A), II (B) e III (C).

A menor razão TS/TI foi encontrada durante a execução do exercício III. Segundo Ballantyne *et al.*⁽²⁵⁾, quando o ombro é rodado externamente com o voluntário na posição prona, observa-se maiores níveis de atividade eletromiográfica do TI. No entanto, no presente estudo, o exercício III foi executado com o ombro em posição neutra de rotação para manter a haste perpendicular ao solo. Assim, o aumento da ativação do TI em relação ao TS neste exercício pode não ter sido provocado pelo posicionamento do ombro, mas pela maior instabilidade articular durante o movimento unilateral, o que exigiu maior ativação do TI para a manutenção da adução da escápula⁽²⁶⁾.

O exercício I apresentou a segunda menor razão TS/TI. A execução bilateral do exercício I pode ter garantido uma maior estabilidade da articulação do ombro, exigindo, portanto, menor ativação do TI em comparação ao exercício III. A literatura aponta que os exercícios executados com abdução horizontal de ombro são frequentemente usados na reabilitação^(18,27).

Entretanto, para a correta execução do exercício I, as voluntárias mantiveram os ombros em adução horizontal durante todo o exercício como forma de manter ambas as mãos sobre a manopla central da haste oscilatória, o que pode ter influenciado o comportamento eletromiográfico dos músculos estudados.

A maior razão TS/TI encontrada no presente estudo foi durante a execução do exercício II. O posicionamento do membro superior adotado para a correta realização deste exercício mostrou-se favorável à ativação do músculo TS, pois os ombros foram mantidos em aproximadamente 180° de flexão combinada com adução para a manutenção das mãos na manopla central da haste. Segundo Kendall *et al.*⁽²⁶⁾, com a origem fixada, as fibras do TS elevam a escápula aproximando a extremidade acromial do occipital; assim, os ombros em 180° de flexão favorecem a ação do TS.

Apesar da máxima padronização adotada nos procedimentos metodológicos do presente estudo, algumas limitações devem ser consideradas. Na prática clínica e desportiva, equipamentos como faixas elásticas e cargas livres são combinados rotineiramente com uma infinidade de exercícios para a melhora das capacidades físicas. Entretanto, para o presente estudo, três exercícios com a haste oscilatória foram usados para efeito de comparação por se tratarem dos mais específicos para a articulação do ombro e de fácil execução; além disso, apesar da crescente utilização da haste oscilatória em academias e clínicas de reabilitação, trata-se de um equipamento novo e recentemente inserido no contexto clínico e esportivo.

Os voluntários selecionados para o presente estudo eram jovens saudáveis, do sexo feminino, sem histórico de lesão nos membros superiores. Portanto, a extrapolação dos resultados apresentados para pessoas com lesões na articulação do ombro deve ser feita com cautela.

No entanto, nosso estudo pode ser considerado pioneiro na análise da razão TS/TI em exercícios realizados com haste oscilatória e, assim, poderá ser útil na prática clínica e esportiva, como também incentivar novas investigações a respeito.

A partir das questões levantadas e dos resultados encontrados, sugerimos que novos estudos sejam realizados com indivíduos de diferentes faixas etárias e gêneros, acometidos por lesões específicas na articulação do ombro. Além disso, estudos semelhantes abordando os músculos do manguito rotador e outros responsáveis pela estabilidade escapular como o serrátil anterior, seria de grande contribuição científica para a área.

CONCLUSÃO

No presente estudo, foi determinada a razão eletromiográfica dos músculos TS/TI em três diferentes exercícios com o uso da haste oscilatória a fim de identificar quais promovem a menor ativação do TS em relação ao TI. Os resultados mostraram que durante a execução do exercício III foi observada menor razão TS/TI em relação aos exercícios I e II. Deste modo, sugerimos que o uso da haste oscilatória em exercícios executados com apenas uma das mãos pode ser recomendado para o treinamento e reabilitação dos músculos estabilizadores da escápula por promover menor ativação do músculo TS em relação ao TI.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio científico.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Lister JL, Rossi GD, Ma F, Stoutenberg M, Adams JB, Tobkin S, et al. Scapular stabilizer activity during Bodyblade®, cuff weights, and Thera-Band® use. *J Sport Rehabil* 2007;16:50-7.
2. Reinold MM, Macrina LC, Wilk KE, Fleisig GS, Shouchen D, Barrentine SW, et al. Electromyographic analysis of the supraspinatus and deltoid muscles during 3 common rehabilitation exercises. *J Athl Train* 2007;42:464-70.
3. Andrews JR. Diagnosis and treatment of chronic painful shoulder: review of nonsurgical interventions. *Arthroscopy* 2005;21:333-47.
4. Buteau JL, Eriksrud O, Hasson SM. Rehabilitation on a glenohumeral instability utilizing the body blade. *Physiother Theory Pract* 2007;23:333-49.
5. Oliveira AMS, Freitas CMS, Monaretti FH, Ferreira F, Noguti R, Bérzin F. Avaliação eletromiográfica de músculos da cintura escapular e braço durante exercícios com carga axial e rotacional. *Rev Bras Med Esporte* 2006;12:11-5.
6. Brum DPC, Carvalho MM, Tcci HT, Oliveira AMS. Avaliação eletromiográfica de músculos da cintura escapular e braço durante exercícios com extremidade fixa e carga axial. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14:466-71.
7. Uhl TL, Carver TJ, Mattacola CG, Mair SD, Nitz AJ. Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33:109-17.
8. Ludewig P, Cook T. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther* 2000;80:276-91.
9. Lukasiewicz A, McClure P, Michiner L, Pratt N, Sennet B. Comparison of 3-dimensional scapular position and orientation between subjects with and without shoulder impingement. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999;29:573-86.
10. McClure PW, Bialker J, Neff N, Williams G, Kardura A. Shoulder function and 3-dimensional kinematics in people with shoulder impingement syndrome before and after a 6-week exercise program. *Phys Ther* 2004;84:832-48.
11. Cools A, Witvrouw E, Declercq G, Vanderstraeten G, Cambier D. Evaluation of isokinetic force production and associated muscles activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med* 2004;38:64-8.
12. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Danneels LA, Cambier DC. Scapular muscle recruitment patterns: Trapezius muscles latency with and without impingement symptoms. *Am J Sports Med* 2003;31:542-9.
13. Wadsworth DJS, Bullock-Saxton JE. Recruitment patterns of the scapular rotator muscles in freestyle swimmers with subacromial impingement. *Int J Sports Med* 1997;18:618-24.
14. Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, Notebaert D, Roets A, Soetens B, et al. Rehabilitation of scapular muscles balance which exercises to prescribe? *Am J Sports Med* 2007;35:1744-51.
15. Burkhardt S, Morgan C, Kibler W. The disabled shoulder: spectrum of pathology. Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy* 2003;19:641-61.
16. Hintermeister R, Lange G, Schultheis J, Bey M, Hawkins R. Electromyographic activity and applied load during shoulder rehabilitation exercises using elastic resistance. *Am J Sports Med* 1998;26:210-20.
17. Lear L, Gross M. An electromyographical study of the scapular stabilising synergists during a push-up progression. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28:146-57.
18. Moseley J, Jobe F, Pink M, Perry J, Tibone J. EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *Am J Sports Med* 1992;20:128-34.
19. Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, Notebaert D, Roets A, Soetens B, et al. Rehabilitation of scapular muscle balance. *Am J Sports Med* 2007;35:1744-51.
20. Kuechle DK, Newman SR, Itoi E, Niebur GL, Morrey BF, An KN. The relevance of the moment arm of shoulder muscles with respect to axial rotation of the glenohumeral joint in four positions. *Clin Biomech* 2000;15:322-9.
21. Sugimoto D, Blanpied P. Flexible foil exercise and shoulder internal and external rotation strength. *J Athl Train* 2006;41:280-5.
22. O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendall M, Lapenskie SC, Moller NE, Richards KV. The effect of different standing a sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. *Spine* 2002;27:1238-44.
23. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol* 2000;10:361-74.
24. Gonçalves M, Barbora F. Análise de parâmetros de força e resistência dos músculos eretores da espinha lombar durante a realização de exercício isométrico em diferentes níveis de esforço. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11:102-14.
25. Ballantyne B, O'Hare S, Pschall J. Electromyographic activity of selected shoulder muscles in commonly used therapeutic exercises. *Phys Ther* 1993;73:668-77.
26. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Músculos Provas e Funções*. 4ª ed., São Paulo: Manole, 1995.
27. McClure PW, Michiner LA, Karduan AR. Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. *Phys Ther* 2006;86:1075-90.