

## Artigo original

# Avaliação de dois modelos de tábua proprioceptiva com dois tipos de apoios por meio da eletromiografia de superfície

## *Assessment of two model of disk training in two different bases of support through surface electromyography*

Flávio Boechat Oliveira\*, Roger Hungria de Paula\*, Carlos Gomes de Oliveira\*\*, Estélio H M Dantas\*\*\*

.....  
\*Programa de Pós-graduação Strictu Senso em Ciência da Motricidade Humana da Universidade Castelo Branco, \*\*Instituto de Ciências da Atividade Física – NUICAF/RJ, \*\*\*Professor titular do PROCIMH – Universidade Castelo Branco – RJ

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo eletromiográfico de superfície da musculatura tibial anterior e gastrocnêmio, face medial, durante a utilização de dois modelos de tábua de equilíbrio, em dois diferentes apoios. Para tanto foram utilizadas dois modelos de tábua proprioceptiva (T1 e T2), iguais na base de apoio para os pés, porém diferentes no seu contato com o solo. Os 05 (cinco) indivíduos, utilizados no teste, foram posicionados em apoio bipodal, sendo captado o sinal eletromiográfico em dois momentos, um com os pés mais separados e outro com os pés mais próximos. Os resultados obtidos evidenciaram maior atividade mioelétrica no músculo gastrocnêmio, comparativamente com o músculo tibial anterior, durante os testes tanto com os pés mais próximos quanto mais afastados, em ambas as tábuas. Esta diferença ficou mais evidente na probabilidade 90%, tanto para a separação menor entre os pés ( $p = 0,0345$ ), quanto maior ( $p = 0,0215$ ). Ao se considerar a separação entre os pés, T1 produziu diferença significativa em tibial anterior, com os pés mais separados para a probabilidade 50% ( $p = 0,0346$ ) e probabilidade 90% ( $p = 0,0398$ ) e, para gastrocnêmio na probabilidade 90% ( $p = 0,0216$ ).

**Palavras-chave:** eletromiografia de superfície, fisioterapia, propriocepção, tábua de equilíbrio.

### Abstract

The purpose of this study is to make a surface electromyography research of the anterior tibialis muscle, and gastrocnemium medial face, during the utilization of two models of disk training, in two different bases of support. For this matter it was used two models of disk training (T1 and T2) used to proprioceptive training, identical in the foot base, however, different in its contact with the floor. The 05 (five) individuals treated in this test, were positioned in two foot support, having the electromyography sign captured in two moments; one with the feet more apart and the other with the feet more joined. The results obtained during the test evidenced of greater myoelectric activity for the gastrocnemium muscle, compared to the anterior tibialis muscle, either with the feet more joined or apart, in both disk training. The difference was more evident in the 90% probability, either for the minor distance between the feet ( $p = 0.0345$ ), or the greatest ( $p = 0.0215$ ). Considering the distance between the feet, T1 produces significant difference in the anterior tibialis with the feet more separated with the 50% probability ( $p = 0.0346$ ) and 90% probability ( $p = 0.0398$ ) and, as for gastrocnemium with the 90% probability ( $p = 0.0216$ ).

**Key-words:** Surface electromyography, physical therapy, proprioception, disk training.

### Introdução

O tratamento fisioterapêutico de um indivíduo, após lesão de membros inferiores, principalmente em joelho e tornozelo, seja desportista ou não, é freqüentemente realizada através da execução de exercícios que objetivam o restabelecimento

da função, a melhora da força muscular e/ou a melhora da propriocepção. Esta última, por sua vez, nada mais é do que a percepção consciente da posição em que se encontram determinados segmentos corporais no espaço, que permite a manutenção da harmonia corporal em seus segmentos e dos segmentos em relação ao espaço [1]. Exercícios que

Recebido 15 de julho de 2005; aceito 15 de março de 2006.

**Endereço para correspondência:** Roger Hungria de Paula, Rua Dr. Costa Reis, 103 Centro 36750-000 Palma MG, Tel: (32) 3446 1323, E-mail: palmamg@terra.com.br, Flávio Boechat Oliveira, E-mail: fisiolagos@ig.com.br

buscam a melhora da propriocepção, normalmente inicia-se primeiramente por execuções com apoio dos membros em superfície firme, depois numa superfície macia como uma espuma e por fim, em uma base reduzida e instável, como a tábua proprioceptiva [2-5].

Ashton-Miller *et al.* [6] questionam o efeito que determinados exercícios, como os realizados em tábua de equilíbrio, tem sobre duas modalidades clássicas de propriocepção, que são: percepção do posicionamento do membro e a capacidade de perceber ou reagir a um estímulo, neste caso o movimento articular. Entretanto, os exercícios para treinamento de propriocepção estão entre os mais eficientes na recuperação de pacientes acometidos de lesão de membro inferior, notadamente na torção de tornozelo, apesar de o mecanismo que redundava em tal problema não estar ainda bem estabelecido.

Freeman *et al.*, *apud* [7], propuseram que a instabilidade ocorre pela falta de coordenação motora, após a lesão, sendo que na presença de edema articular, não há instabilidade apenas por déficit de controle motor, mas também por alteração da pressão intra-articular, causando distúrbio na condução aferente pela lesão nos ligamentos. Assim, na presença de lesão ligamentar, a estabilidade estaria comprometida não só pela lesão no ligamento mas, também, pelo retardo que ocorre nas informações processadas pelos mecanorreceptores musculares para disparar o reflexo miotático, sendo este o primeiro mecanismo a reagir ao estímulo, que é normalmente de aproximadamente 40 msec [4].

O treinamento com o disco ou tábua de equilíbrio (TE), foi desenvolvido para que houvesse a reabilitação dessas estruturas que são lesionadas e vários protocolos e modelos de TE estão disponíveis no mercado. As TE variam em largura, formato, podem ser quadrada, retangular ou redonda e variam também a forma como mantêm a base de apoio com o solo. Apesar desse método de reabilitação ser amplamente difundido, pouco se conhece acerca das respostas fisiológicas e/ou proprioceptivas durante sua utilização.

O objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo piloto para avaliar a atividade elétrica dos músculos gastrocnêmico e tibial anterior durante exercícios proprioceptivos realizados em dois diferentes modelos de tábua de equilíbrio.

## Materiais e métodos

Cinco indivíduos voluntários saudáveis do sexo masculino, destros, participaram deste estudo e suas características são apresentadas na tabela I. Dois modelos de tábuas de equilíbrio denominadas T1 e T2, neste estudo, foram utilizadas durante os testes, sendo ambas construídas com a parte superior, nas quais os pés são apoiados, de formato quadrado, medindo 50 cm de lado. A tábua T1 possui o ponto de apoio com o solo em forma de um semicilindro deitado, medindo 30 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro e a tábua T2 tem o ponto de apoio em forma de uma semi-esfera com 7,5 cm de diâmetro.

Os indivíduos foram posicionados sobre a tábua em apoio bipodal, primeiro com os pés posicionados com o maior afastamento, com uma distância de 30 cm entre os pés segundo delimitação feita na tábua, depois com os pés mais próximos, com uma distância de 10 cm, também dentro de demarcações. Depois foram estimulados a tentarem manter o equilíbrio sobre a tábua, sem apoio para as mãos. Todos foram testados primeiro na tábua T1, depois na tábua T2.

**Tabela I** - Características individuais. Idade (anos); estatura (m) e massa (kg).

Indivíduo	Idade	Estatura (m)	Massa (kg)
I1	27	1,73	69
I2	26	1,90	102
I3	34	1,70	81
I4	26	1,73	74
I5	39	1,80	91

Os exames da ação musculares foram realizados por apreciação do registro da eletromiografia de superfície (EMG) dos músculos investigados no membro direito de cada indivíduo. Para tanto, inicialmente, os indivíduos tiveram a região, sobre a qual seriam fixados os eletrodos, limpa com álcool. Os eletrodos foram então fixados sobre o ventre dos músculos tibial anterior (TA) e gastrocnêmio medial (GT). Os eletrodos de medida eram distanciados de 2,5 cm e posicionados em relação ao ventre muscular de acordo metodologia recomendada na literatura [8]. O eletromiógrafo utilizado foi o ME3000P8 e os sinais EMG de ambos os músculos foram registrados simultaneamente em tempo real, por um *notebook*, depois de amostrados na frequência de 1000 Hz, através do software ME3000P8.

Inicialmente, cada eletromiograma foi convertido em valores RMS (*Root Mean Square*), calculados sobre janelas consecutivas de 100 ms. Uma primeira análise do EMG foi desenvolvida para comparar as atividades mioelétricas obtidos em cada teste. Para tanto, foram calculadas as probabilidades 10% (P10), 50% (P50) e 90% (P90) de acordo como metodologia proposta para avaliação do estado de estresse a que uma musculatura está submetida [2], bem como a média do RMS por meio da estimativa da função de probabilidade acumulada, partindo da ordenação de todos os valores do RMS de cada músculo e teste em ordem crescente [9, 2]. Além disso, cada sinal RMS foi filtrado em passa-baixa com frequência de corte em 10 Hz (Butterworth, 3ª ordem), com o intuito de investigar a existência de padrão de ação muscular durante cada teste.

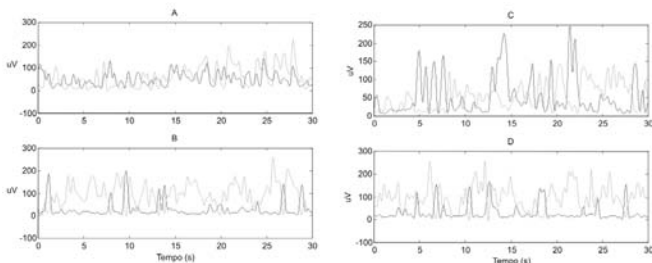
Foram utilizados os testes estatísticos Friedman 2-way ANOVA e Wilcoxon para dados pareados com nível de significância de 0,05.

## Resultados

De uma forma geral a identificação de um padrão de ativação mioelétrica, para o GT e TA, não foi evidente, con-

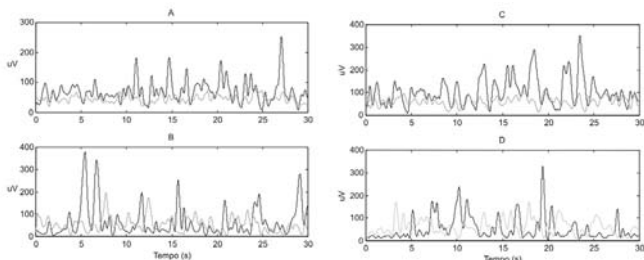
siderando todos os testes. Quatro indivíduos apresentaram características de ação que parece indicar a ação de agonista e antagonista atuando em fases inversas na atividade do TA e GT, sendo que tais características ficaram mais evidentes somente nos testes com a tábua T2 e com menor afastamento entre os pés, conforme o observado com o sujeito 1 (Fig. 1).

**Figura 1** - Envelope do sinal EMG, determinado a partir do RMS-EMG filtrado (10 Hz), dos músculos TA (preto) e GT (cinza) nos testes com as tábuas A) T1 (separação menor); B) T2 (separação menor); C) T1 (separação maior); D) T2 (separação maior). Dados relativos ao Sujeito #1.



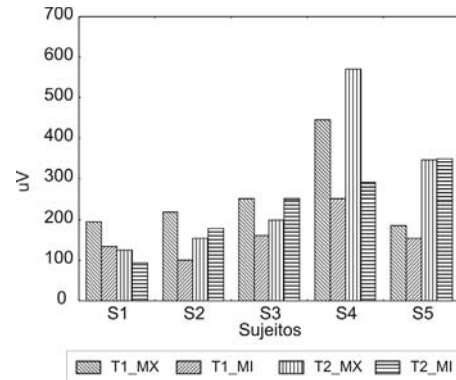
Apesar deste padrão de ação, a atividade do GT pareceu estar presente durante todo o teste, mesmo nos períodos de ação mais intensa do TA, enquanto que, a desse último, mostrou-se bem baixa durante a maior parte do tempo e com presença de picos bem característicos. O outro indivíduo apresentou uma característica mais semelhante a da presença de coativação simultânea de ambos os músculos, mas mantendo também a tendência de presença de picos de ação de TA bastante evidente (Fig. 2).

**Figura 2** - Envelope do sinal EMG, determinado a partir do RMS-EMG filtrado (10 Hz) do TA (preto) e GT (cinza) nos testes com as tábuas A) T1 (separação menor); B) T2 (separação menor); C) T1 (separação maior); D) T2 (separação maior). Dados relativos ao Sujeito #3.



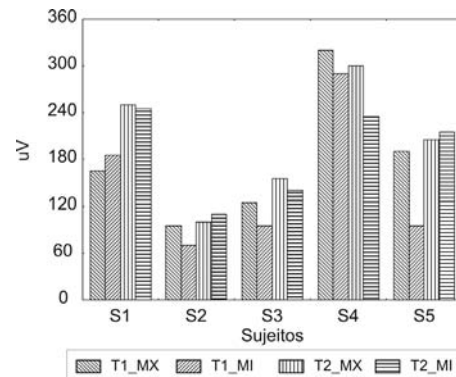
Com relação à comparação da atividade entre os testes, a única tendência observada em todos os indivíduos foi a da existência de maior atividade mioelétrica no TA, nos testes desenvolvidos na tábua T1 e com os pés mais separados, conforme revelado pela probabilidade 90% (Fig. 4) da função de distribuição de probabilidade acumulada (FDPA).

**Figura 3** - Resultado da probabilidade 90% da FDPA do RMS do músculo TA de cada sujeito, nos testes com separação entre os pés maior (MX) e menor (MI).



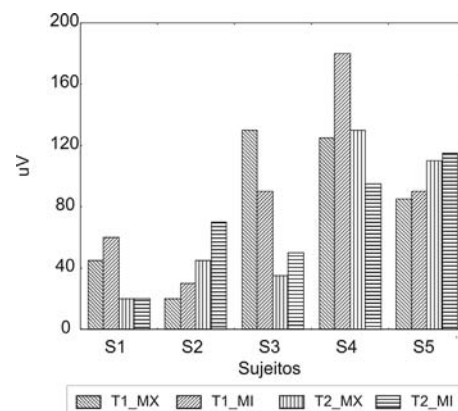
Também foi observada em quatro dos cinco indivíduos maior atividade com os pés mais separados para o músculo GT (Fig. 4).

**Figura 4** - Resultado da probabilidade 90% da FDPA do EMG do músculo GT de cada sujeito, nos testes com separação entre os pés maior (MX) e menor (MI).

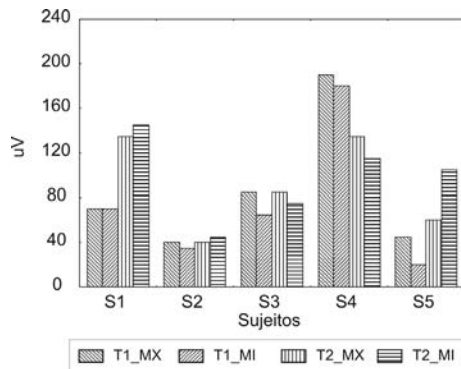


Com respeito à probabilidade 50% as intensidades mais altas no GT e TA ficaram distribuídas entre os testes, sem tendência definida (Fig. 5 e Fig. 6). Resultados similares foram observados também para a probabilidade 10% e a média.

**Figura 5** - Resultado da probabilidade 50% da FDPA do RMS-EMG do músculo TA de cada sujeito, nos testes com separação entre os pés maior (MX) e menor (MI).



**Figura 6** – Resultado da probabilidade 50% da FDPA do RMS-EMG do músculo GT de cada sujeito, nos testes com separação entre os pés maior (MX) e menor (MI).



Os testes estatísticos corroboraram algumas das tendências observadas pois, na comparação entre as tábuas revelaram, que para o TA, a probabilidade P10% foi maior na T1 nos testes com os pés mais separados ( $p = 0,0398$ ) e, para o GT em T2, na probabilidade 90%, tanto para a separação menor entre os pés ( $p = 0,0345$ ), quanto maior ( $p = 0,0215$ ).

Quanto a comparação entre as separações entre os pés, considerando ambas as tábuas, apenas T1 produziu diferença significativa, quando, para o TA, a maior separação entre os pés produziu maior atividade para as probabilidades 50% ( $p = 0,0346$ ) e 90% ( $p = 0,0398$ ) e, para o GT, para a probabilidade 90% ( $p = 0,0216$ ).

## Discussão

No presente estudo, investigamos, através da eletromiografia de superfície, a atividade dos músculos TA e GT, quando voluntários realizaram exercícios proprioceptivos em dois modelos de tábua de equilíbrio, mantendo os pés mais afastados e mais próximos. Nos artigos investigados não encontramos nenhum estudo similar. Os envoltórios lineares observados no sinal EMG evidenciaram que o músculo GT manteve-se em atividade durante todo o tempo de registro dos exercícios, mostrando sua participação ativa na manutenção do equilíbrio, atuação esta mais evidente do que no TA, esse se mostrou com maior atividade na tábua T2, com os pés mais próximos.

Os resultados obtidos da probabilidade 90% mostraram maiores picos de atividade na tábua T1 para o músculo TA, em maior separação para os pés, em todos os indivíduos testados. Isto significa maior atividade deste músculo nesta posição, ao contrário do que se poderia pensar, pois com os pés mais próximos a base de equilíbrio diminui, sendo esperado maior dificuldade nesta posição e a tábua T1 possui o ponto de apoio com o solo em forma de um semicilindro deitado, que promove deslocamentos apenas em um sentido, enquanto a T2 promove uma maior possibilidade de deslocamentos, já que o contato é uma esfera. É preciso fazer esta consideração aqui.

Comparando as tábuas em separação menor, o músculo TA mostrou-se mais ativos com a tábua T2, com apenas um indivíduo (sujeito 1), com resultado diferente dos demais.

Este estudo é pioneiro, que os resultados trazem contravérsias quanto ao que se acredita. As implicações clínicas dos resultados da tábua de equilíbrio na reeducação proprioceptiva é a restauração da função ou alteração das experiências de percepção através de um novo programa neuromotor.

## Conclusão

Embora este estudo tenha tido caráter exploratório dada a escassez de estudo na área de pesquisa, os resultados aqui encontrados permitem concluir que existe diferença de ação muscular, entre dois modelos de tábua utilizadas no treinamento de propriocepção, informação de grande importância para nortear o protocolo de tratamento. Portanto, deve-se avaliar que tipo de tábua deve-se utilizar, de acordo com a fase evolutiva do paciente.

## Referências

1. Dantas EHM. Flexibilidade: alongamento e flexionamento. 4ª ed. Rio de Janeiro: Shape; 1999.
2. Aarås A, Fostervold KI, Ro O et al. Postural load during VDU work: A comparison between various work postures. *Ergonomics* 1997;40(11):1255-68.
3. Basmajian JV. *Terapeutica por el ejercicio*. 3ª ed. Buenos Aires: Panamericana; 1986.
4. Bernier J, Perrin D. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *J Sports Phys Ther* 1998;27(4).
5. Hall SJ. *Biomecânica Básica*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 2000.
6. Ashton-Miller J et al. Can Proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9:128-36.
7. Osborne MD et al. The effect of ankle disk training on muscle reaction time in subjects with a history of ankle sprain. *Am J Sports Med* 2001;29(5):627.
8. *Surface EMG for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM8)*. European Recommendation for Surface Electromyography; 1999.
9. Jonsson B. Quantitative electromyographic evaluation of muscular load during work. *Scand J Rehabil Med* 1982;(6):69-74.