

ATIVACÃO ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS DA PERNA EM EXERCÍCIOS PRÓPRIOCEPTIVOS NA REABILITAÇÃO DE TORNOZELO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

**Luiz Alfredo Braun Ferreira¹; Wagner Menna Pereira¹; Fabrício Furtado Vieira¹;
Luciano Pavan Rossi²**

¹Acadêmicos da Universidade Estadual do Centro-Oeste/DEFISIO, Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Guarapuava-PR. luiz_braun@hotmail.com

²Docente da Faculdade Guairacá – FAG, Rua XV de Novembro, 5050, Guarapuava-PR. lucianoprfsio@yahoo.com.br

Resumo - A propriocepção descreve a consciência de postura, do movimento e das mudanças no equilíbrio, assim, a estabilidade funcional da articulação é um resultado das propriedades mecânicas e sensoriais dos ligamentos, da cápsula articular e da atividade fusca dos músculos ao redor da articulação. As mudanças na característica mioelétrica dos músculos em atividade podem ser identificadas através da eletromiografia de superfície (EMG), podendo oferecer informações importantes sobre o comportamento dos músculos quando submetidos aos diversos tipos de sobrecarga. O presente estudo foi realizado através de uma busca na literatura de estudos que analisaram a atividade eletromiográfica dos músculos da perna em exercícios proprioceptivos, com o intuito de observar, dentre os exercícios utilizados na reabilitação de tornozelo, quais seriam os mais indicados para o recrutamento muscular e, assim, contribuir para uma maior especificidade na reabilitação. Através dos estudos eletromiográficos, pode-se observar uma maior ativação na musculatura lateral, fibular longo principalmente, para estabilização da articulação do tornozelo.

Palavras-chave: Eletromiografia, Entorse de tornozelo, Propriocepção.

Introdução

A propriocepção descreve a consciência de postura, do movimento e das mudanças no equilíbrio, assim como conhecimento da posição, do peso e da resistência dos objetos em relação ao corpo. É uma variação especializada da modalidade sensorial do tato e engloba as sensações de movimento articular, a cinestesia e de posição articular através do sentido de posição articular (ANDREWS; HARRELSON, WILK, 2000).

Dentre as técnicas biomecânicas utilizadas para avaliar a atividade muscular, destaca-se a eletromiografia que, isoladamente ou quando combinadas, pode oferecer informações importantes sobre o comportamento dos músculos quando submetidos aos diversos tipos de sobrecarga, diversas angulações e velocidades de execução (SILVA; GONÇALVES, 2003).

As aplicações específicas da eletromiografia nas pesquisas em reabilitação são inúmeras. Dentre elas está a investigação de estratégias musculares de estabilização articular, o estudo de técnicas de alongamento utilizadas na prática fisioterapêutica que se propõe a gerar um maior relaxamento muscular, avaliação da atividade muscular durante atividades funcionais, a caracterização da atividade muscular obtida durante a realização de exercícios terapêuticos assim como analisar a quantificação da taxa de disparo de unidades motoras e recentemente a

identificação da fadiga muscular (GONÇALVES, 2006).

A EMG tem sido utilizada para estudo do comportamento mioelétrico em diversas circunstâncias, de modo que a influência de variáveis como a temperatura corporal e do ambiente, o horário do dia, o estado ou resultado de treinamento neuromuscular entre outras, podem ser avaliadas (WELLER; GREENHAFF; MACDONALD, 1998; OKSA; DUCHARME; RINTAMÄKI, 2002; RACINAIS et al., 2005; SHIN et al., 2006).

Diversos exercícios, inclusive o treinamento funcional em plataformas instáveis são realizados na reabilitação e no condicionamento neuromuscular, conseqüentemente, proporcionando a melhora da coordenação e do padrão de recrutamento neuromuscular (STROJNIK; VENGUST; PAVLOVIC, 2002). Este tipo de treinamento auxilia na maior ativação do sistema proprioceptivo em atividades tanto estáticas quanto dinâmicas.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi buscar na literatura estudos que analisaram a atividade eletromiográfica dos músculos da perna, especificamente o tibial anterior, tibial posterior, fibulares e gastrocnêmio lateral e medial em solo estável e instável, procurando, assim, elucidar qual seria a melhor maneira para recrutar esses músculos e quais exercícios devem ser preferencialmente utilizados na reabilitação de determinadas lesões.

Metodologia

Para a realização deste estudo foi realizada uma revisão da literatura sobre modalidades de exercícios terapêuticos, eletromiografia e a ativação muscular durante os exercícios utilizados para a reabilitação de tornozelo, além de um levantamento de dados científicos provenientes de livros, artigos científicos e *sites* que datam de 1980 a 2007, com as palavras chaves: Eletromiografia (Eletromyography), propriocepção (proprioception), entorse de tornozelo (ankle sprains) e atividade muscular (muscle activity), os quais foram pesquisados na biblioteca da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO e na internet.

Resultados

Receptores especializados estão presentes nas estruturas articulares, tendões e músculos esqueléticos. Os receptores detectam alterações de tensão e posição das estruturas nas quais os receptores estão situados, e um padrão de impulsos nervosos é gerado no receptor para transmitir a informação a outras partes do sistema nervoso. Como resultado, alterações de momento a momento no ângulo articular (posição articular), na velocidade do movimento articular, na quantidade da compressão ou tração articular, bem como as alterações no comprimento muscular e na força da contração muscular são transmitidos aos centros na medula espinhal e cérebro. Sinais sensitivos integrados então são usados pelos centros de controle motor no cérebro para ajustar automaticamente a localização, tipo, número e frequência de ativação das unidades motoras, de tal modo que uma apropriada tensão muscular seja desenvolvida para efetuar os movimentos desejados (SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997).

A eletromiografia é o estudo da função muscular a partir da detecção da atividade elétrica produzida pela despolarização dos neurônios e da membrana das fibras musculares envolvidas na contração. A atividade elétrica é captada por um ou mais eletrodos sobre o músculo, em contração, que se tem interesse (ROBERGS; ROBERTS, 2002).

A atividade eletromiográfica captada através de eletrodos de superfície representa a atividade global das unidades motoras recrutadas durante determinada contração muscular (FERREIRA, et al., 2004). Consiste no registro da soma da atividade elétrica de todas as fibras musculares ativas, por meio da colocação de eletrodos colocados sobre a pele. Eles permitem colher os potenciais que ocorrem no sarcolema das diversas fibras ativadas que são conduzidos pelos tecidos e fluidos envolventes até a superfície da

pele (SELLA et al., 2005). Os eletrodos devem ser colocados entre o ponto motor e a inserção do tendão e ao longo da linha média longitudinal do ventre muscular (DE LUCA, 2002).

Durante a realização do treinamento, a instabilidade dos movimentos proporciona situações de risco às articulações, assim, a ativação dos impulsos proprioceptivos que são integrados em vários centros sensório-motores regula automaticamente os ajustes na contração dos músculos posturais, mantendo o equilíbrio postural geral. As fibras musculares intrafusais, o órgão tendinoso de Golgi e outras formas de propriocepção auxiliam na manutenção do equilíbrio e detecção da posição corporal (COOKE, 1980).

Discussão

Os exercícios instáveis são usados para auxiliar na reabilitação articular e muscular, sendo relacionados com a estabilização e reabilitação do tornozelo e joelho (SANTILLI et al., 2005; MATTACOLA, 2002; VERHAGEN et al., 2005).

Madras (2003), observou que há evidência para sugerir que um programa de treinamento para indivíduos com instabilidade de tornozelo que inclui disco proprioceptivo para o tornozelo ou atividades de cambalear na tábua ajuda na melhora do equilíbrio unipodal e diminua a probabilidade de entorses futuros.

Salgado (1995) já citava exercícios proprioceptivos como programa final de reabilitação em entorses de joelho e tornozelo, citando uma evolução de descarga bipodal para unipodal em exercícios com a prancha de *Freeman* e balancim.

Fu e Hui-Chan (2005) avaliaram aumento dos erros de reposicionamento de tornozelo e balanço da posição postural em jogadores de basquetebol com entorses múltiplas de tornozelo. Tais achados realçam a necessidade pela reabilitação de pacientes com entorses múltiplas de tornozelo, incluindo treino proprioceptivo e treinamento de equilíbrio.

Segundo Oliveira (2006), os resultados obtidos evidenciaram maior atividade mioelétrica no músculo gastrocnêmio medial, comparativamente com o músculo tibial anterior, durante os testes tanto com os pés mais próximos quanto mais afastados, em ambas as tábuas proprioceptivas.

Amiridis et al. (2005), após realizarem eletroestimulação dos dorsiflexores, observaram que o treinamento resultou em balanço postural diminuído, maiores atividades de EMG nos músculos de tornozelo e maior estabilidade da articulação de tornozelo, demonstrando assim a importância dos dorsiflexores na estabilidade do tornozelo.

Estudos recentes têm sugerido que alterações

na atividade neuromuscular dos fibulares pode ser mais importante do que a alteração dos mecanorreceptores articulares, no desencadeamento do déficit proprioceptivo (HERTEL, 2002). Este déficit proprioceptivo pode ser o fator que contribui mais para o desenvolvimento da instabilidade (ROSE et al., 2000).

Santili et al. (2005) examinaram 14 indivíduos com instabilidade funcional de tornozelo usando eletromiografia de superfície durante caminhar. O tempo de ativação do músculo fibular longo foi expresso com uma porcentagem da fase de posição do ciclo da marcha. Estatisticamente foi achada uma diminuição significativa na atividade do músculo fibular longo no lado lesado comparado com o lado normal. Os resultados obtidos neste estudo mostram uma mudança na ativação no músculo fibular longo tempo depois do dano. Independente da origem desta mudança, que só poderia ser imaginada, a diminuição na atividade do músculo fibular longo pode resultar em reduzida proteção contra deslocamentos laterais, ou seja, entorses laterais.

Em um estudo semelhante, Delahunt et al. (2006) verificaram as velocidades angulares tridimensionais e deslocamentos do quadril, joelho, e articulações do tornozelo, como também eletromiografia de superfície do reto femoral, fibular longo, tibial anterior, e músculo sóleo, foi registrado simultaneamente enquanto os sujeitos caminharam a uma velocidade de 4 km/h. Como resultado, o autor observou que sujeitos com instabilidade funcional possuíam um aumento da atividade eletromiográfica do músculo fibular longo durante o período do golpe de apoio do calcanhar, na tentativa de estabilizar o tornozelo durante a marcha.

Nas pesquisas disponíveis sobre a reabilitação proprioceptiva da instabilidade crônica de tornozelo uma variedade de exercícios e programas são usados. Alguns pesquisadores sugerem o uso de pranchas de equilíbrio, para melhorar o equilíbrio e a forças nesses indivíduos. Outros acharam que a incorporação de uma variedade de treinos de coordenação produz melhorias significantes em medidas de força e propriocepção. E outros ainda acham que o treino de força pode não aumentar somente a força, mas também melhorar a propriocepção do tornozelo (MATTACOLA; DWYER, 2002).

Um estudo realizado por Sheth et al. (1997), vinte sujeitos saudáveis foram selecionados e divididos randomicamente em dois grupos, um experimental e um controle, para análise eletromiográfica do tempo de reação muscular antes e após um período de 8 semanas de treino, realizando 15 minutos diários de exercícios na prancha proprioceptiva. Os resultados indicaram que após as 8 semanas de treinamento, os

indivíduos do grupo experimental desenvolveram uma melhor contração muscular favorecendo a correção da inversão excessiva do tornozelo. Estes resultados apóiam a hipótese de que o treino na prancha proprioceptiva ajuda na estabilização muscular do tornozelo.

Vale ressaltar que, no presente estudo, foram comparados os resultados obtidos pelos autores em diferentes exercícios num mesmo estudo, sendo que, resultados de diferentes estudos não foram comparados devido ao fato de que em cada estudo podem ter sido usados métodos e técnicas diferentes para a avaliação eletromiográfica e obtenção dos resultados. Sem falar no fato de que todos os estudos analisados não apresentavam semelhança no desenvolvimento do estudo.

Conclusão

Através deste estudo, observamos a grande importância da estabilidade dinâmica do tornozelo.

Em alguns estudos eletromiográficos relacionados com atividade muscular na reabilitação de tornozelo, pode-se observar uma maior ativação na musculatura lateral, principalmente o fibular longo, para estabilização da articulação do tornozelo especialmente em sujeitos com instabilidades funcionais analisadas no ciclo da marcha. Atividade aumentada nos dorsiflexores e no gastrocnêmio também foi observada em alguns estudos.

Apesar da grande importância de estudos que avaliem a ativação muscular em certos exercícios proprioceptivos, a literatura ainda necessita de maiores estudos nesta área, para elucidar qual seria a melhor maneira para o recrutamento dessa musculatura e quais exercícios devem ser preferencialmente utilizados na reabilitação de tornozelo.

Referências

ANDREWS, J.; HARRELSON, G.; WILK, K. **Reabilitação Física das Lesões Esportivas**. 2^o edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2000.

AMIRIDIS, I.G.; *et al.* Static balance improvement in elderly after dorsiflexors electrostimulation training. **Eur J Appl Physiol**. 94: 424–433; April, 2005.

COOKE, J.D. The role of stretch reflexes during active movements. **Brain Res**. v.181, p.493-497, 1980.

DELAGI, E.F.; PEROTTO, A.; **For the electromyographer: the limbs**. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 1980.

- DELAHUNT, E.; MONAGHAN, K. e CAULFIELD, B. Altered Neuromuscular Control and Ankle Joint Kinematics During Walking in Subjects With Functional Instability of the Ankle Joint. **Am. J. Sports Med.** 34; Aug 22, 2006.
- DE LUCA, C. J. **Surface electromyography: Detection and Recording.** Delsys Incorporated, 2002.
- FERREIRA, J. J. *et.al.*, Atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial e lateral durante exercícios de extensão do joelho. **Biomecânica músculo-esquelética.** UFPB, 2004.
- FU, A.S.N. e HUI-CHAN, C.W.Y. Ankle Joint Proprioception and Postural Control in Basketball Players With Bilateral Ankle Sprains. **The American Journal of Sports Medicine.** Vol. 33, No. 8, 2005.
- GONÇALVES, M. Eletromiografia e a identificação da fadiga muscular. **Revista Brasileira de Educação Física.** São Paulo, v.20, n.5, Setembro, 2006.
- HERTEL, J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. **Journal of Athletic Training,** v.37, n.4, dez. 2002.
- MADRAS, D. e BARR, B. Rehabilitation for functional ankle instability. **J.Sport Rehabil.** 12:133-142; 2003.
- MATTACOLA, C.G.; DWYER, M.K. Rehabilitation of the Ankle After Acute Sprain or Chronic Instability. **J Athl Train.** v.37, nº4, p.413–429, 2002.
- OKSA, J.; DUCHARME, M., B.; RINTAMÄKI, H. Combined effect of repetitive work and cold on muscle function and fatigue. **J Appl Physiol,** 92: 354–361, 2002.
- OLIVEIRA, F.B.; *et.al.* Avaliação de dois modelos de tábua proprioceptiva com dois tipos de apoios por meio da eletromiografia de superfície. **Fisioterapia Brasil.** Vol.7. nº 3. Maio/Junho 2006.
- RACINAIS, S.; *et.al.* Time of day influences the environmental effects on muscle force and contractility. **Med Sci Sports Exerc,** 37(2): 256-61, 2005.
- ROBERGS, R., A.; ROBERTS, S., O. **Princípios Fundamentais de Fisiologia do Exercício para Aptidão, Desempenho e Saúde.** São Paulo: Phorte, 2002. 489 p.
- ROSE, A.; LEE, R. J.; WILLIAMS, R. M. *et al.* Functional instability in non-contact ankle ligaments injuries. **British Journal of Sports Medicine,** v.34, p.352-358, out. 2000.
- SALGADO, A.S.I. **Reeducação Funcional Proprioceptiva do Joelho e Tornozelo.** Editora Lovise, São Paulo, 1995.
- SANTILLI, V.; *et.al.* Peroneus Longus Muscle Activation Pattern During Gait Cycle in Athletes Affected by Functional Ankle Instability: A Surface Electromyographic Study. **Am. J. Sports Med.** Vol. 33, No. 8 Jul 6, 2005.
- SELLA, V.; *et.al.* Análise eletromiográfica de músculos do quadril em diferentes tipos de apoio monopodálico. **Revista Brasileira de Ortopedia.** Janeiro/Fevereiro, 2005.
- SHETH, P; YU, B.; LASKOWSKI, E. R.; *et.al.* Ankle disk training influences reaction times of selected muscles in a simulated ankle sprain. **The American Journal of Sports Medicine,** v.25, n.4, p.538-543, jul/ago. 1997.
- SHIN H., K.; *et.al.* Quantitative EMG changes during 12-week DeLorme's axiom strength training. **Yonsei Med J,** v.47 (1): pp. 93-104, 2006.
- SILVA, S.; GONÇALVES, M. Comparação de Protocolos para Verificação da Fadiga Muscular pela Eletromiografia de Superfície. **Motriz, Rio Claro,** v.9, n.1, p. 51 – 58, jan./abr. 2003.
- SMITH, L.; WEISS, E.; LEHMKUHL, D. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom.** 5ª edição. Editora Manole, São Paulo, 1997.
- STRONJNIK, V.; VENGUST, R; PAVLOVIC, V. The effect of proprioceptive training on neuromuscular function in patients with patellar pain. **Cell Mol Biol Lett.** v.7, nº1, p.170-171, 2002.
- VERHAGEN, E. et al. An economic evaluation of a proprioceptive balance board training programme for the prevention of ankle sprains in volleyball. **Br J Sports Med** v.39, p.111-115, 2005.
- WELLER A., S.; GREENHAFF P., L.; MACDONALD I., A. Physiological responses to moderate cold stress in man and the influence of prior prolonged exhaustive exercise. **Exp Physiol.** 83:679-695, 1998.