

EFEITO DE UM TREINO NEUROMUSCULAR NO TEMPO DE REACÇÃO DOS PERONIAIS EM JOVENS FUTEBOLISTAS

Camilo Moreira ¹, Pedro Monteiro ², Rubim Santos ³, Cláudia Barrias ⁴ e Paulo Carvalho ⁵

¹ Centro de Estudos do Movimento e Actividade Humana - ESTSP IPP, cam@estsp.ipp.pt

² Centro de Estudos do Movimento e Actividade Humana - ESTSP IPP, pom@estsp.ipp.pt

³ Centro de Estudos do Movimento e Actividade Humana - ESTSP IPP, rss@estsp.ipp.pt

⁴ Centro de Estudos do Movimento e Actividade Humana - ESTSP IPP, cjb@estsp.ipp.pt

⁵ Centro de Estudos do Movimento e Actividade Humana - ESTSP IPP, pmc@estsp.ipp.pt

PALAVRAS CHAVE: Tibio-társica, Exercícios Terapêuticos, Tempo de reacção dos Peroniais, Electromiografia de superfície.

RESUMO Objectivo: Verificar a influência de um programa neuromuscular de 6 semanas no tempo de reacção dos peroniais, em jovens futebolistas.

Métodos: Foi realizado um estudo quasi-experimental, cuja amostra foi constituída por um grupo experimental (n=14) e um de controlo (n=14). O grupo experimental realizou um programa de treino neuromuscular durante 6 semanas, com exercícios terapêuticos, enquanto o grupo controlo continuou com a sua actividade física habitual. Foi utilizado um Trapdoor, o sistema MP150WSW da Biopac, e o respectivo software de aquisição e análise Acqknowledge[®], versão 3.9 na recolha e avaliação do sinal electromiográfico. Foi avaliado o tempo de reacção do curto e longo peronial durante o movimento de inversão súbita, antes e após a aplicação do programa de exercícios, em ambos os grupos. Foi definido como "onset", o ponto onde a média de 30 frames consecutivas excediam a actividade de base por 3 desvios padrão. A actividade de base foi determinada num período de 100 ms em repouso.

O teste t para amostras independentes foi utilizado para comparar o tempo de reacção entre os dois grupos. O teste t para amostras emparelhadas foi efectuado para comparar a média das diferenças entre os dois momentos para ambos os grupos. Ambos os testes foram realizados para um nível de significância de 5%.

Resultados: Verificou-se uma diminuição significativa no tempo de reacção do curto (p=0,022) e do longo peronial (p=0,007) no grupo experimental.

Conclusão: O programa de treino neuromuscular promoveu uma diminuição do tempo de reacção dos peroniais.

1 INTRODUÇÃO

As lesões ao nível do complexo articular do tornozelo são as lesões músculo-esqueléticas mais frequentes no desporto, especialmente nos que exijam corrida, saltos, mudanças de direcção, como o futebol [1].

São descritos vários factores de risco para as lesões da tibia-társica. Factores extrínsecos incluem incorrecções no treino, tipo de

modalidade física, condições ambientais e equipamento [2]. Os factores intrínsecos compreendem a idade, altura e peso [3,4], história anterior de entorse, laxidez ligamentar, aumento do tempo de reacção e desequilíbrios musculares [3,5].

Entre as lesões da tibia-társica predominam a do complexo cápsulo-ligamentar lateral,

através do mecanismo de lesão por inversão, no membro inferior dominante [1,3]. O ligamento perónio-astragalino anterior é o mais frequentemente lesado, seguido pelo ligamento perónio-calcânico. Além da lesão cápsulo-ligamentar, as entorses por inversão podem afectar os peroniais, o nervo peroneal superficial [3].

As entorses da tibio-társica estão associadas ao aumento da susceptibilidade de lesões subsequentes e instabilidade funcional e/ou mecânica da articulação, sendo que 60% das entorses são recorrentes [4].

O controlo neuromuscular da articulação tibio-társica engloba componentes estáticos e dinâmicos, sendo os últimos relacionados com a actividade muscular, regulada por mecanismos de *feedforward* e de *feedback* [3,6,7]. O influxo para o controlo motor deriva dos mecanorreceptores ligamentares, mas também dos fusos neuromusculares (FNM's) dos músculos adjacentes [3,6].

Os músculos peroniais são particularmente importantes na tibio-társica dado que são os primeiros a responder ao movimento súbito de inversão [1], sendo também por isso, os mais lesados durante a inversão súbita [4].

O tempo de reacção dos peroniais (definido como o período de tempo entre a inversão súbita e o início da actividade eléctrica dos músculos) é útil para caracterizar as funções de estabilização dinâmica da articulação [8]. A primeira reacção muscular registada, após um movimento súbito de inversão, é dos peroniais, ocorrendo 49 a 90 mseg após o início do movimento.

A combinação de uma elevada incidência de entorses da tibio-társica e a incapacidade residual que permanece após estas lesões, tem levado à investigação de métodos de prevenção, sendo a aplicação de ligaduras, de estabilizadores externos e o treino neuromuscular os métodos mais usados [9]. O treino neuromuscular parece ser a medida mais eficaz [9,10]. No entanto, Hughes e Rochester (2008) [7] numa revisão da literatura, concluíram que ainda não existe

evidência suficiente para afirmar que o treino possa prevenir entorses.

Têm sido aplicados diferentes programas de treino com o objectivo de diminuir a frequência de entorses na tibio-társica. Estes incluem normalmente exercícios proprioceptivos [7,12,13], de equilíbrio [10,14-16] e potência muscular [9,17]. A avaliação directa destes exercícios é limitada, sendo que na maioria dos estudos é realizada com as tarefas motoras do programa de treino. Tendo em conta a falta de estudos sobre as respostas neuromusculares ao mecanismo de inversão em atletas, bem como a concepção de programas eficazes de prevenção em indivíduos sem história de lesão, tornou-se relevante estudar a influência de um programa de exercícios no reflexo dos músculos peroniais. Desta forma, o objectivo deste estudo foi verificar a influência de um programa neuromuscular no tempo de reacção dos peroniais, em futebolistas jovens (15 e os 16 anos).

2 METODOLOGIA

2.1 AMOSTRA

Realizou-se um estudo quantitativo, com um desenho quasi-experimental.

A amostra foi constituída por 28 futebolistas juvenis, distribuídos aleatoriamente e equitativamente por um grupo controlo (grupo 1) e um experimental (grupo 2).

Foram excluídos todos os atletas que apresentavam entorse grau II ou outro tipo de lesões graves na tibio-társica nos últimos 6 meses, presença de dor, instabilidade articular, cirurgia ou história de lesões graves dos membros inferiores [17-19].

A amostra foi sujeita a dois momentos de avaliação, antes e imediatamente após a aplicação do programa de exercícios no grupo experimental.

As características de ambos os grupos encontram-se resumidas na tabela 1.

Tabela 1. Idade, peso e altura nos grupos 1 e 2.

	Grupo 1 (n 14)			Grupo 2 (n 14)		
	Idade (anos)	Altura (cm)	Peso (kg)	Idade (anos)	Altura (cm)	Peso (kg)
Media	15,3	171,6	65,9	15,2	173,2	64,8
Desvio Padrão	0,5	6,3	6,1	0,4	5,5	5,6
Mínimo	16,0	177,0	74,1	16,0	182,0	74,1
Máximo	15,0	160,0	55,1	15,0	160,0	55,1

2.2 INSTRUMENTOS E MATERIAIS

Utilizou-se um questionário de caracterização da amostra e verificação dos critérios de inclusão e exclusão.

Na recolha e tratamento do sinal electromiográfico foi utilizado o sistema MP100WSW da Biopac (*Biopac Systems Inc., Santa Barbara, CA, USA*), e o respectivo software *Acqknowledge*[®] versão 3.9. Os dados foram recolhidos com uma frequência de amostragem de 1000 Hz, com eléctrodos de superfície activos bipolares TSD150B (Ag/AgCl), com uma distância inter-eléctrodo de 20 mm e um diâmetro de 11.4 mm, com uma impedância de entrada de 100MΩ e CMR de 95dB.

A electromiografia apresenta um coeficiente de correlação intra-classe de 0,71 a 0,98 e um erro padrão médio de 4,7 a 10mseg, na detecção do tempo de reacção dos peroniais [8,20].

Foi também utilizado o *Trapdoor*, que consiste numa caixa de madeira, com duas plataformas independentes, capazes de rodar 30° no plano frontal, accionado manualmente. O *trapdoor* encontrava-se sincronizado com a electromiografia através de um *switch* eléctrico que enviava um sinal analógico para o *Acqknowledge* [17].

Foram ainda utilizados uma bicicleta *Monark*[®] 928E, lâminas de barbear, lixa abrasiva e álcool etílico a 96%, fita métrica; auscultadores e tape (Cramer [®] 5 cm).

2.3 PROCEDIMENTOS

Todo o protocolo experimental foi testado antes da recolha, em dois indivíduos não

incluídos na amostra, mas seleccionados de acordo com os critérios da mesma.

A avaliação do tempo de reacção dos peroniais ao mecanismo de inversão súbita, foi realizada em dois momentos, antes e após a aplicação do programa de exercícios, intervaladas com 6 semanas, sendo avaliado o membro inferior dominante, determinado com a actividade de chutar uma bola [17].

Para reduzir a impedância, procedeu-se à depilação, remoção das células mortas por abrasão e limpeza da pele com álcool [18].

Foi realizado um aquecimento durante 5 minutos numa bicicleta *Monark*[®] [17,21].

O eléctrodo do músculo longo peroneal foi colocado 3cm inferiormente à cabeça do perónio e o do curto peroneal 5cm acima do maléolo lateral. O eléctrodo terra foi colocado na tuberosidade anterior da tibia do membro inferior dominante [18,21,22]. De forma a diminuir a previsibilidade do teste, os eléctrodos foram colocados em ambos os membros, sendo também colocada uma venda nos olhos e auscultadores [17,19,21].

A avaliação foi realizada na posição ortostática, com o peso distribuído igualmente pelos dois membros. A abertura da plataforma foi realizada com tempos aleatórios. Foram registadas três medições, utilizando-se a média [17,19].

O tratamento do sinal em bruto, foi realizado no software *Acqknowledge* através da utilização de um filtro digital *Band Pass* (10-500Hz), rectificação, suavização (10 amostras) e integração (100 amostras) calculando-se o *Root Mean Square* [22].

Definiu-se como o tempo de reacção dos peroniais o intervalo de tempo entre a abertura da plataforma e o início da actividade electromiográfica, sendo visto como o ponto onde a média de 30 *frames* consecutivas excedem a actividade média de base (100mseg antes da abertura da plataforma) por 3 desvios padrão.

Após a avaliação inicial, o grupo experimental foi submetido a um programa de exercícios no início do treino, quatro vezes por semana, durante seis semanas. O grupo controlo foi

aconselhado a manter o mesmo nível de actividade física [17].

O programa de exercícios aplicado ao grupo experimental foi elaborado com base na literatura e baseado nos princípios da estimulação máxima das informações aferentes, estimulação reflexa da contracção muscular, treino excêntrico da musculatura estabilizadora, estimulação da co-contracção e treino de equilíbrio [13,16,23]. Englobou um aquecimento de intensidade baixa, seguido de um conjunto de exercícios neuromusculares, com uma duração de 15 minutos. A progressão foi realizada no sentido de planos instáveis, multidireccionais e respostas imprevisíveis [1,14,15,17]. Nenhum dos atletas faltou a mais do que uma sessão.

2.4 ÉTICA

Todos os sujeitos participaram no estudo estando informados acerca do mesmo, sendo-lhes explicado os procedimentos, bem como esclarecidas quaisquer dúvidas daí provenientes. De forma escrita, juntamente com os pais, manifestaram o consentimento de participação, segundo a Declaração de Helsínquia. Foi dada a possibilidade ao grupo de controlo de ter acesso aos exercícios no final do estudo.

2.5 ESTATÍSTICA

Para a análise estatística foi utilizado o software *Statistical Package for the Social Sciences* (versão 17.0), considerando-se um nível de significância de 0,05.

A normalidade das variáveis foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. Utilizou-se o teste *t* para amostras independentes e o teste *t* para amostras emparelhadas, para comparar os grupos no momento 1 e 2 e testar as desigualdades nas distribuições da diferença das médias do tempo de reacção entre o momento 1 e 2, respectivamente.

3 RESULTADOS

A partir dos resultados da tabela 3, pode verificar-se que os grupos no momento 1 eram homogéneos ($p=0,393$; $p=0,606$). Já no

momento 2 verificam-se diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para o longo e curto peroniais ($p=0,003$; $p=0,028$).

Tabela 3. Resultados do teste *t* para amostras independentes, entre as médias do tempo de reacção do longo peronial (TrLP) e do curto peronial (TrCP), do grupo 1 e 2.

	Valor <i>p</i> Momento 1	Valor <i>p</i> Momento 2
TrLP	0,393	0,003
TrCP	0,606	0,028

De acordo com os resultados apresentados na tabela 4, pode afirmar-se que houve uma diminuição significativa na média do tempo de reacção do longo peronial ($p=0,007$) e do curto peronial ($p=0,022$) para o grupo experimental entre os dois momentos. Já para o grupo controlo não se verificaram diferenças significativas.

Tabela 4. Resultados do tempo de reacção do longo peronial (TrLP), e curto peronial (TrCP).

	Grupo	Momento 1 (mseg)	Momento 2 (mseg)	Valor <i>p</i>
TrLP	1 (n=14)	69,1 ± 7,3	67,9 ± 7,3	0,326
	2 (n=14)	67,1 ± 5,7	59,2 ± 7,1	0,007*
TrCP	1 (n=14)	68,5 ± 8,6	69,9 ± 8,0	0,243
	2 (n=14)	69,9 ± 5,7	64,3 ± 7,3	0,022*

* Significativo para $\alpha=0,05$; mseg - milissegundos.

4 DISCUSSÃO

O tratamento e a prevenção das entorses da tibio-társica é motivo de grande preocupação para os profissionais de saúde, especialmente para aqueles que trabalham com desportistas. A reabilitação inclui exercícios de força, potência, equilíbrio e de controlo neuromuscular [1]. Porém, verifica-se um défice na sua validação.

A variabilidade na avaliação do tempo de reacção dos músculos peroniais encontrada entre os vários estudos, dificulta a sua comparação [12,17,18].

Os resultados deste estudo indicam que o programa de exercícios neuromusculares utilizado foi eficaz, já que permitiu uma diminuição significativa do tempo de reacção

dos peroniais no grupo experimental. Os mesmos resultados foram obtidos por Linford *et al.*, 2006 [17], que após seis semanas de treino neuromuscular verificaram uma diminuição significativa do tempo de reacção do longo peronial, no entanto a sua avaliação foi durante a marcha. Também, Akhbari *et al.* (2007) [22], obtiveram uma diminuição no tempo de reacção dos peroniais e tibial anterior, utilizando no entanto uma amostra com instabilidade funcional, o que pode ter facilitado os resultados [5,19].

Contudo, Eils e Rosenbaum, (2001) [12] não encontraram diferenças significativas entre o tempo de reacção dos peroniais com a aplicação do programa de exercícios, no entanto, só utilizaram exercícios de equilíbrio, ao contrário do presente estudo em que se utilizou diferentes tipos de exercícios. Han, Richard e Fellingham, (2009) [14] utilizando exercícios com os mesmos princípios, durante cinco semanas, verificaram uma diminuição na incidência de entorses da tibio-társica. McGuine e Keene (2006) [16] verificaram uma melhoria no equilíbrio após quatro semanas.

A diminuição do tempo de reacção dos peroniais após as seis semanas de treino, descreve provavelmente uma alteração nas respostas neuromusculares, derivada da plasticidade neural [23]. Contudo, outras estratégias para prevenir as lesões são possíveis, nomeadamente a sincronização na activação dos peroniais e do tibial anterior, melhorando a estabilização [12], e a actividade muscular sinergista pré-programada de *feed-forward*.

Tem sido sugerido que o *stiffness* muscular intrínseco pode facilitar os componentes extrínsecos. O *stiffness* muscular resulta do aumento da actividade muscular por *feedforward*, devido ao aumento da actividade dos FNM's, o que pode levar à diminuição do tempo de reacção [23].

Estratégias de reabilitação que englobem alterações súbitas e inesperadas devem ser incluídas para facilitar a estabilização articular, melhorando o *stiffness* muscular

intrínseco e consequentemente a estabilidade articular, através da maior resistência a um movimento súbito e por outro lado, o aumento da activação reflexa do músculo devido ao aumento da sensibilidade dos FNM's [3,23].

Nos indivíduos com instabilidade funcional a explicação para a diminuição no tempo de reacção é mais consensual. Javed *et al.*, (1999) [25] afirma que a melhoria do tempo de reacção dos peroniais está ligado ao restabelecimento das conexões entre os sinais aferentes e os eferentes e o aumento da sensibilidade muscular.

O tempo de reacção da amostra, antes da aplicação do programa de exercícios é, no geral, superior aos encontrados na literatura [6,8,17,19,22]. Konradsen (2002) [6] sugere que a estratégia normal no mecanismo de defesa ao movimento súbito de inversão, inicia-se pela activação dos peroniais, por volta dos 50 msec. Estes valores podem dever-se à metodologia utilizada para o cálculo da activação muscular, ou à própria amostra que poderia apresentar alguns défices, o que facilitaria os resultados.

Parece provável que os jovens futebolistas possam beneficiar deste programa de exercícios, melhorando a estabilidade dinâmica da tibio-társica. Sugerem-se estudos que combinem várias medidas do controlo neuromuscular, avaliem o tempo de reacção dos peroniais, mas também de outros músculos, em diferentes populações.

5 CONCLUSÃO

O programa de treino neuromuscular provocou uma diminuição do tempo de reacção dos peroniais.

REFERÊNCIAS

- [1] E. Ergen and B. Ulkar, "Proprioception and ankle injuries in soccer," *Clinics in Sports Medicine*, vol. 27, 195-217, 2008.
- [2] B. Beynon, D. Murphy, and D. Alosa, "Predictive factors for ankle sprains: A literature review," *Journal of Athletic Training*, vol. 37, 376-380, 2002.
- [3] E. Delahunt, "Neuromuscular contributions to functional instability of the ankle joint," *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, vol. 11, 203-213, 2007.

- [4] J. Hertel, "Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Later Ankle Instability," *Journal of Athletic Training*, vol. 37, 364-375, 2002.
- [5] J.D. Raugust, "The Effect of Functional Ankle Instability on Peroneal Reflex Latency," *University of Alberta Health Sciences Journal*, vol. 3, 16-19, 2009.
- [6] L. Konradsen, "Sensori-motor control of the uninjured and injured human ankle" *Journal of Electromyography and Kinesiology*, vol. 12, 199-203, 2002.
- [7] T. Hughes and P. Rochester, "The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: A review of the literature," *Physical Therapy in Sport*, vol. 9, 136-147, 2008.
- [8] C. Eecheute, P. Vaes, W. Duquet, and B.V. Gheluwe, "Test-Retest Reliability of Sudden Ankle Inversion Measurements in Subjects With Healthy Ankle Joints," *Journal of Athletic Training*, vol. 42, 60-65, 2007.
- [9] D. Stasinopoulos, "Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players," *Br J Sports Med*, vol. 38, 182-185, 2004.
- [10] P.O. Mckeon and J. Hertel, "Systematic Review of Postural Control and Lateral Ankle Instability, Part II: Is Balance Training Clinically Effective?," *Journal of Athletic Training*, vol. 43, 305-315, 2008.
- [11] T. Hughes and P. Rochester, "The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability" *Physical Therapy in Sport*, vol. 9, 136-147, 2008.
- [12] E. Eils and D. Rosenbaum, "A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 33, 1991-1998, 2001.
- [13] G. Coughlan, B. Physio, B. Caulfield, and M.M. Sci, "A 4-Week Neuromuscular Training Program and Gait Patterns at the Ankle Joint," *Journal of Athletic Training*, vol. 42, 51-59, 2007.
- [14] K. Han, M. Richard, and G. Fellingham, "Effects of a 4-Week Exercise Program on Balance Using Elastic Tubing as a Perturbation Force for Individuals With a History of Ankle Sprains," *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, vol. 39, 246-255, 2009.
- [15] E. Cumps, E. Verhagen, and R. Meeusen, "Efficacy of a sports specific balance training programme on the incidence of ankle sprains in basketball," *Sports Medicine*, vol. 6, 212-219, 2007.
- [16] T.A. Mcguine and J.S. Keene, "The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes," *Sports Medicine*, vol. 34, 1103-11, 2006.
- [17] C.W. Linford, J.T. Hopkins, S.S. Schulthies, B. Freland, D.O. Draper, and I. Hunter, "Effects of Neuromuscular Training on the Reaction Time and Electromechanical Delay of the Peroneus Longus Muscle," *Arch Phys Med Rehabil*, vol. 87, 95-401, 2006.
- [18] J.T. Hopkins, T. McLoda, and S. McCaw, "Muscle activation following sudden ankle inversion during standing and walking," *European journal of applied physiology*, vol. 99, 371-8, 2007.
- [19] P. Vaes, W. Duquet, and B. Van Gheluwe, "Peroneal Reaction Times and Eversion Motor Response in Healthy and Unstable Ankles," *Journal of athletic training*, vol. 37, Dec. 475-480, 2002.
- [20] C. Eecheute, P. Vaes, W. Duquet, and B.V. Gheluwe, "Reliability and discriminative validity of sudden ankle inversion measurements in patients with chronic ankle instability," *Gait & Posture*, vol. 30, 82-86, 2009.
- [21] S. Benesch, W. Putz, D. Rosenbaum, and H.-P. Becker, "Reliability of peroneal reaction time measurements," *Clinical Biomechanics*, vol. 15, 21-28, 2000.
- [22] B. Akhbari, I. Takamjani, M. Salavati, and M. Sanjari, "A 4-week biodex stability exercise program improved ankle musculature onset , peak latency and balance measures in functionally unstable ankles," *Physical Therapy in Sport*, vol. 8, 117-129, 2007.
- [23] B.L. Riemann, J.B. Myers, and S.M. Lephart, "Sensorimotor System Measurement Techniques," *Journal of Athletic Training*, vol. 37, 85-98, 2002.
- [24] E. Delahunt, "Peroneal reflex contribution to the development of functional instability of the ankle joint," *Physical Therapy in Sport*, vol. 8, 98-104, 2007.
- [25] A. Javed, H. Walsh, and A. Lees, "Peroneal reaction time in treated functional instability of the ankle," *Foot and Ankle Surgery*, vol. 5, 159-166, 1999.