

Análise da cocontração muscular em indivíduos com tálus anterior assintomático após manipulação articular

Co-contraction muscle analysis in individuals with anterior asymptomatic talus after joint manipulation

Marcella Ferraz Pazzinatto¹; Carlos Eduardo Albuquerque²; Danilo de Oliveira Silva³

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Faculdade de Ciências e Tecnologia/ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - FCT/Unesp, Presidente Prudente, SP - Brasil.

²Mestre em Bioengenharia - Universidade do Vale do Paraíba - Univap, Professor Adjunto de Neurologia - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Cascavel, PR - Brasil.

³Mestre em Fisioterapia - Laboratório de Biomecânica e Controle Motor/ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Labcom/FCT-Unesp, Presidente Prudente, SP, Pesquisador Colaborador, Laboratório de Análise do Movimento Humano/ Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Lapemh/Unioeste, Cascavel, PR - Brasil.

Endereço para correspondência

Danilo de Oliveira Silva
R. Rui Barbosa, 2.200, apto 33, Vila Santa Helena
19015-001 - Presidente Prudente - SP [Brasil]
danilo110190@hotmail.com

Resumo

Introdução: A instabilidade crônica do tornozelo pode deslocar o tálus em relação ao calcâneo, e a manipulação articular é um tratamento comum para essa disfunção. **Objetivo:** Avaliar a cocontração dos músculos sóleo e tibial anterior após manipulação de tálus em jovens. **Métodos:** Dividiram-se 48 voluntários em três grupos: manipulado, placebo e controle. Foram coletados dados eletromiográficos dos participantes com os olhos abertos e fechados, antes e após as intervenções. **Resultados:** Os índices de cocontração muscular foram diferentes na condição olhos fechados nos grupos amostrais ($p=0,002$) e entre as avaliações ($p=0,021$). **Conclusão:** Sujeitos com deslocamento do tálus desenvolvem estratégias para aumentar a estabilidade articular do tornozelo, observadas por meio dos índices de cocontração aumentados em relação ao grupo controle. Após a manipulação do tálus, houve diminuição da cocontração muscular.

Descritores: Eletromiografia; Contração muscular; manipulação ortopédica.

Abstract

Introduction: Chronic ankle instability may promote displacement of the talus relative to the calcaneus; joint manipulation is a common treatment for this dysfunction. **Objectives:** To evaluate the soleus and tibialis anterior co-contraction after talus manipulation in young individuals. **Methods:** Forty-eight subjects were divided into three groups: manipulated, placebo and control. Electromyography data were collected in two conditions, eyes open and closed, before and after the interventions. **Results:** The muscle co-contraction levels showed significant difference on eyes closed condition between groups ($p=0.002$) and evaluations ($p=0.021$). **Conclusion:** Subjects with talus displacement developed strategies to increase ankle joint stability; it is showed by the increased co-contraction index relative to the control group. After joint manipulation there was a muscle co-contraction decrease.

Key words: Electromyography; Manipulation, orthopedic; Muscle contraction.

Introdução

O controle postural é planejado e executado com base em informações sensoriais, reações posturais, atividade muscular ou movimentos articulares e experiências pessoais. A postura se adapta a qualquer situação devido aos sistemas somatossensorial, oculomotor e vestibular^{1,2}.

O sistema somatossensorial é importante para o controle postural, pois, por meio dos receptores sensoriais dos pés e tornozelos, o cérebro recebe aferências sobre o posicionamento dos pés e sobre a superfície de contato, possibilitando ao sistema motor realizar os ajustes necessários para garantir a estabilidade na posição ortostática. Acredita-se que a rigidez do tornozelo contribua de forma importante na manutenção do equilíbrio durante essa postura^{3,4}. No entanto, esta rigidez pode ocorrer devido a contribuintes passivos e/ou ativos, sendo considerada rigidez passiva a resistência ao desvio postural causada pelos elementos não contráteis, como ligamentos, alterações articulares e uso de órteses. Já a rigidez ativa é gerada pelo aumento da ativação muscular, especificamente, a cocontração dos músculos antagonistas que cruzam a articulação do tornozelo⁵.

As lesões de tornozelo são bastante comuns, sobretudo nas pessoas fisicamente ativas, e os entorses estão entre as que mais acometem a população com idade de 16 a 64 anos. Verifica-se que de todas as lesões de tornozelo, 40% resultam em instabilidade crônica⁶, a qual é atribuída a deficiências mecânicas e funcionais, incluindo fraqueza muscular, restrição da mobilidade articular, alterações na artrocinemática e redução da amplitude de movimento (ADM) de dorsiflexão⁷⁻⁹. Neste caso, o déficit na dorsiflexão está relacionado ao desalinhamento das estruturas não contráteis que envolvem a articulação, o tálus desloca para posição anterointerna em relação ao calcâneo. Esse deslocamento dificulta a dorsiflexão, já que a tíbia não consegue mover-se anteriormente pelo impacto precoce com o tálus em razão da impossibilidade do deslocamento posterior do tálus¹⁰. Estima-se que a diminuição

da amplitude de movimento do tornozelo pode aumentar em cinco vezes o risco de entorse lateral de tornozelo¹¹.

Em decorrência de alterações, como frouxidão ligamentar e redução da ADM de dorsiflexão, os indivíduos com instabilidade crônica no tornozelo desenvolvem estratégias para manter a estabilidade articular na postura em pé. O aumento da rigidez ativa é uma das estratégias utilizadas, pois busca-se estabilizar a articulação por meio da maior cocontração entre os grupos musculares antagonistas¹². Essa contração realizada de maneira simultânea pode ainda ter maior similaridade, ou sincronismo, entre os músculos.

A mobilização e a manipulação articular são tratamentos comuns para esse tipo de disfunção e apresenta bons resultados, tais como a diminuição da dor, melhora da função e do equilíbrio^{7,13,14}. A manipulação da região lombar da coluna vertebral demonstrou efeito imediato sobre a ativação do músculo gastrocnêmio a partir da análise do reflexo H do nervo tibial¹⁵. Em outra pesquisa, na qual a manipulação foi realizada na articulação tibiofibular distal, observou-se aumento na ativação do músculo sóleo¹⁰. A manipulação de tálus pode ser uma técnica útil para reestabelecer a ADM de dorsiflexão de tornozelo e a rigidez ativa mediante restauração dos níveis fisiológicos de cocontração entre os músculos dorsi e plantiflexores. Portanto, pode ser considerada como parte importante no tratamento da instabilidade crônica, caso seja capaz de promover aumento evidente da cocontração muscular entre agonistas e antagonistas da perna.

Diante do exposto, objetivou-se nesta pesquisa avaliar a cocontração dos músculos sóleo e tibial anterior, na posição estática, após manipulação de tálus em indivíduos jovens com tálus anterior.

Metodologia

Amostra

A amostra foi composta por 48 voluntários de ambos os gêneros, com idades entre 18 e 30

anos, que concordaram em assinar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), sob o parecer nº 312/2011.

Os sujeitos selecionados foram divididos aleatoriamente em três grupos amostrais: grupo manipulado (gM) no qual os indivíduos (n=16) receberam a manobra de manipulação no tálus; grupo placebo (gP), em que os sujeitos (n=16) foram posicionados para receber a manipulação, mas esta não foi realizada; grupo controle (gC), no qual os participantes (n=16) realizaram apenas as avaliações. A proporção entre homens e mulheres em cada grupo, bem como as médias das medidas antropométricas (idade, peso, altura) e dominância de membros inferiores, estão apresentadas na Tabela 1, mais adiante em Resultados.

Foram incluídos nos grupos gM e gP os voluntários que apresentavam tálus anterior unilateral e idade entre 18 e 30 anos. Para o gC, os participantes não poderiam apresentar tálus anterior e também deveriam ter idade entre 18 e 30 anos.

Adotaram-se os seguintes critérios de exclusão: incapacidade de compreensão; presença de doenças ortopédicas nas articulações do tornozelo, joelho e/ou quadril; existência de anomalias neurológicas que impossibilitassem a realização dos testes; distúrbios vestibulares e metabólicos que repercutissem sobre os sistemas de equilíbrio e dor em estágio agudo ou subagudo em qualquer parte dos membros inferiores.

Procedimentos experimentais

Para o diagnóstico de tálus anterior, um único avaliador realizou dois testes utilizados na prática clínica. O primeiro a ser efetuado foi o teste de dorsiflexão ativa, no qual se avalia visualmente a amplitude de movimento dos tornozelos. Este é realizado com o participante em decúbito dorsal com os tornozelos para fora da maca, nesta posição o voluntário é orientado a

realizar a máxima dorsiflexão ativa simultânea dos dois tornozelos. O segundo foi o teste de mobilidade articular (teste de gaveta anterior), o sujeito deve permanecer na mesma posição do experimento anterior, então o avaliador posiciona uma mão sobre o tálus e com a outra apoia o calcâneo, e assim mobiliza estas estruturas anteroposteriormente, verificando se há movimentação do tálus. O diagnóstico de tálus anterior é dado quando o avaliador encontra limitação na ADM de dorsiflexão somada à falta de deslizamento posterior do tálus. A partir disto, os indivíduos foram incluídos no estudo, e a divisão dos voluntários se deu por meio da retirada de um papel de dentro de um envelope pardo, que continha ou o número 1 (placebo) ou o 2 (manipulado), indicando a qual grupo o sujeito deveria pertencer.

Em seguida, um avaliador cego, o qual não sabia a qual grupo os sujeitos pertenciam, instruiu os participantes a realizar os testes com a coleta dos dados eletromiográficos dos músculos tibial anterior e sóleo bilateralmente (EMG1000, Lynx-Brasil). Para tanto, foram utilizados eletrodos bipolares, autoadesivos, pré-amplificados (ganho de 20x), com superfícies de captação de Ag/AgCl, e com 1cm de diâmetro (MedTrace). A captação do sinal eletromiográfico foi realizada com frequência de amostragem de 2000 Hz. Durante o processo de captação foi usada filtragem digital tipo passa-baixa de 500 Hz e passa-alta de 20 Hz, com objetivo de minimizar interferência de ruídos sobre o sinal.

O posicionamento dos eletrodos foi determinado pela localização do ponto motor, por intermédio de eletroestimulação (Nemesys – Quark). Os eletrodos foram posicionados a 2 cm de distância do ponto motor em direção ao ventre muscular, para evitar a variabilidade de sinal eletromiográfico existente na região próxima ao ponto de inervação muscular¹⁶⁻¹⁹. A seguir, foram realizados os testes na postura em pé (avaliação inicial). Os sujeitos realizaram quatro testes, nos quais permaneciam 60 segundos na posição em pé. Dois destes foram efetuados com os voluntários de olhos abertos e fixos em um ponto a 1,75

m de distância, na altura dos olhos, e os outros dois com os participantes de olhos fechados. A sequência das provas foi aleatória.

Após a avaliação inicial foi realizada a manobra de manipulação do tálus para o gM. Para tanto, os sujeitos foram posicionados em decúbito dorsal com os tornozelos para fora da maca e o terapeuta posicionou o anular ou o terceiro dedo da mão direita sobre o colo do tálus, com a mão esquerda cruzada, sobreposta à direita. Com leve dorsiflexão, o terapeuta tracionou o tálus até o limite articular, e com um movimento curto e rápido, realizou o impulso na direção caudal^{10,14,20} (Figura 1).



Figura 1: Posicionamento para a realização da manobra de manipulação do tálus

No gP, os sujeitos foram posicionados da mesma forma em que os participantes no gM; no entanto, o terapeuta manteve a posição de manipulação por cinco segundos, e não executou a manobra. Já no gC, após os quatro testes, os indivíduos permaneceram sentados por cinco minutos sem receber qualquer intervenção. No grupo controle, o membro dominante foi utilizado na análise dos dados a fim de ser comparado com os tornozelos que apresentavam tálus anterior nos demais grupos, sendo denominados tornozelos manipulados (tzM). Para todos os grupos, o tornozelo contralateral foi chamado de tornozelo controle (tzC).

Em seguida, foi feita nova coleta de dados eletromiográficos dos participantes dos três grupos, sendo mais uma vez realizados os qua-

tro testes (avaliação final). Durante esse período da pesquisa, o avaliador responsável pela referida coleta desconhecia o grupo ao qual cada sujeito era integrante, mantendo-se imparcial até o final dos testes.

Processamento dos sinais

Os sinais de eletromiografia de superfície foram processados em ambiente MatLab (MathWorks), filtrados com passa-banda de 20-500 Hz, Butterworth de quarta ordem e removidas as tendências, para obter os valores de raiz quadrada média (RMS) de cada músculo. Os valores RMS foram normalizados pelo pico máximo do sinal eletromiográfico²¹. O índice de cocontração foi calculado para os músculos tibial anterior e sóleo^{22,17}.

Análise estatística

O tratamento estatístico foi realizado pelo *software* Statistic Package for the Social Sciences (SPSS), v. 18.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EUA). Os dados respeitaram a distribuição normal verificada pelo teste de Kolmorov-Smirnov. As comparações foram feitas pelo teste de análise de variância (ANOVA), modelo misto, considerando os dois tornozelos avaliados (tzC e tzM), três grupos amostrais (gC, gP e gM) e duas condições experimentais (avaliação inicial e final). As análises foram realizadas separadamente para as condições olhos abertos e fechados. O método da diferença mínima significativa (LSD) foi aplicado, quando necessário, como pós-teste. O nível de significância foi $\alpha \leq 5\%$.

Resultados

Não houve diferença significativa nos dados antropométricos entre os três grupos, como mostrado na Tabela 1. Do total de 48 participantes, 25 (52,08%) eram mulheres, e 23 (47,92%) homens. Dos componentes da amostra, 95,83% apresentaram o membro inferior direito como o

dominante, e apenas 4,17% (dois) relataram ter dominância no membro inferior esquerdo.

Tabela 1: Dados antropométricos dos sujeitos apresentados em média \pm desvio-padrão

	gC (n=16)	gP (n=16)	gM (n=16)
Gênero (Fem./Masc.)	7/9	8/8	10/6
Idade	23,8 \pm 5,4	22,5 \pm 6,1	22,2 \pm 4,9
Peso	75,8 \pm 16,9	75,2 \pm 14,9	74,2 \pm 15,0
Altura	174,4 \pm 10,4	172,7 \pm 11,8	170,3 \pm 11,2
Dominância (D/E)	16/0	14/2	16/0

gC= grupo controle; gP= grupo placebo; gM= grupo manipulado. Não houve diferença estatística entre os grupos ($p>0,05$).

A análise dos resultados do índice de cocontração muscular não mostrou diferenças significativas, na condição olhos abertos (Figura 2), para os tornozelos avaliados ($p=0,549$), grupos amostrais ($p=0,080$) e avaliações inicial e final ($p=0,807$).

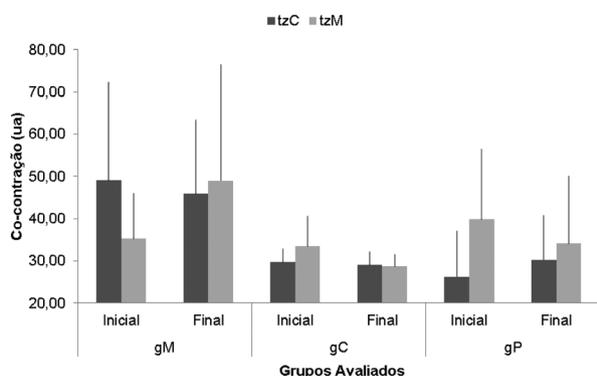


Figura 2: Valores de cocontração para os grupos avaliados na condição olhos abertos (valores expressos em média; barras de erro indicam desvio padrão). tzC – tornozelo controle; tzM – tornozelo manipulado ou dominante; Inicial – avaliação inicial; Final – avaliação final; gM – grupo manipulado; gC – grupo controle; gP – grupo placebo

Os resultados dos índices de cocontração muscular, na condição olhos fechados (Figura 3), não apresentou diferenças na comparação

entre os tornozelos avaliados ($p=0,436$), mas mostrou diferenças nos grupos amostrais ($p=0,002$) e avaliações inicial e final ($p=0,021$). Na análise pós-teste, o gM apresentou valores significativamente menores na avaliação final ($p=0,008$), quando comparado a avaliação inicial. Além disso, pode-se observar diferença entre os grupos manipulado e controle ($p=0,001$), e não houve diferença entre gM e gP ($p=0,060$).

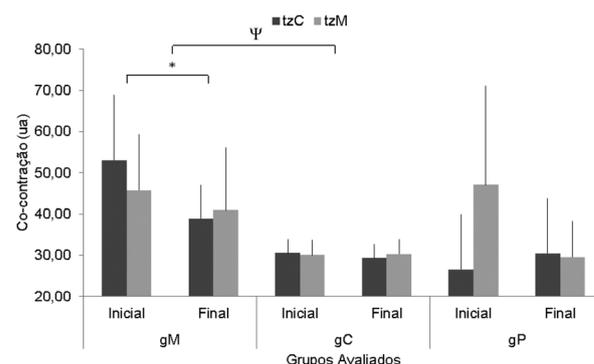


Figura 3: Valores de cocontração para os grupos avaliados na condição olhos fechados (valores expressos em média; barras de erro indicam desvio-padrão). tzC – tornozelo controle; tzM – tornozelo manipulado ou dominante; Inicial – avaliação inicial; Final – avaliação final; gM – grupo manipulado; gC – grupo controle; gP – grupo placebo; * – $p < 0,05$ entre a avaliação inicial e final. Ψ – $p < 0,05$ entre gM e gC

Discussão

A cocontração muscular do tornozelo garante ao sistema postural estabilidade e segurança na postura estática. Perturbações do equilíbrio ou alterações funcionais que afetem essa estabilidade podem comprometer a integridade física²³. Neste estudo, avaliou-se a cocontração de tornozelo de indivíduos com alterações biomecânicas assintomáticas e encontraram-se mudanças nos processos de modulação da ativação muscular.

O mecanismo de cocontração foi atribuído a maior ativação dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio devido ao deslocamento do centro de massa anteroposterior numa avaliação em que a estabilidade postural foi ameaçada (risco de queda). A hipótese de reforço do reflexo de excitabilidade foi levantada, pois os indivíduos tendem a aumentar a relação agonista-antagonista em situações de instabilidade²⁴⁻²⁶. Em um estudo prévio²⁷, observou-se aumento no índice de cocontração muscular em articulações que apresentam alguma alteração. Os resultados da atual pesquisa revelam que os grupos de sujeitos com deslocamento anterior do tálus (gP e gM) também têm maiores índices de cocontração. Isso pode estar associado a uma tentativa do sistema postural de aumentar a estabilidade dinâmica para preservar a articulação durante a postura estática³.

No entanto, essas diferenças foram encontradas na condição olhos fechados, mostrando a influência das informações sensoriais do tornozelo sobre a ativação muscular, quando na ausência das informações visuais. Nessa condição, ocorre o aumento na oscilação do centro de massa, sugerindo diminuição da estabilidade postural, momento em que a atividade muscular tenta compensar a ausência das informações visuais, para a manutenção do equilíbrio²⁸.

A estabilidade articular tem como componentes os fatores dinâmicos (músculos) e estáticos (ligamentos, cápsula, cartilagem). Ambos dão informações sobre posição e velocidade do movimento articular e alterações mecânicas continuamente. Esses dados auxiliam o sistema nervoso a planejar e executar os mecanismos de controle postural²⁴. As técnicas de manipulação podem estimular os fatores dinâmicos e estáticos, conseqüentemente, promovendo novos ajustes. A diferença entre os fatores que foram afetados pela manipulação não foram verificados neste trabalho.

Os grupos que receberam estímulos (gM e gP) articulares apresentaram redução nos índices de cocontração na avaliação final, na condição olhos fechados. Já em uma pesquisa rea-

lizada, nos mesmos moldes desta, porém com portadores da síndrome da hiper mobilidade articular, não foi observada esta diferença na cocontração entre as condições de olhos abertos e olhos fechados; no entanto, durante tarefas mais desafiadoras, tanto o grupo controle quanto o grupo com hiper mobilidade apresentaram aumento da atividade do músculo tibial anterior, sugerindo o uso da estratégia do tornozelo para manter o equilíbrio postural²⁹.

Além disso, o atual estudo complementa os resultados de uma pesquisa em que se realizou manipulação nas articulações tibiofibulares proximal e distal, e verificou-se aumento da ativação muscular do sóleo nos voluntários submetidos à manipulação na articulação distal¹⁰. Entretanto, os autores citam como limitação a não realização de um grupo placebo para confirmar se a ativação muscular aumentou devido à manipulação propriamente dita. Essa dúvida foi sanada pelo trabalho aqui apresentado, demonstrando não haver diferenças entre o grupo que recebeu a técnica manipulativa e o placebo. Acredita-se que a manipulação articular seja capaz de estimular os receptores sensoriais da articulação em questão, gerando resposta eferente motora; todavia, parece que o simples toque das mãos do terapeuta também é capaz de gerar a mesma resposta³⁰.

Apesar da diminuição na cocontração muscular após as intervenções, nota-se que não foi o suficiente para atingir os níveis observados no gC. Dessa maneira, verifica-se que o sistema nervoso central ainda necessita de níveis elevados de ativação muscular para manter a estabilidade articular. É possível que várias sessões com técnicas manipulativas obtenham resultados mais consistentes e duradouros; portanto, faz-se necessária essa investigação longitudinal, com maior quantidade de intervenções e com acompanhamento dos desfechos ao longo do tempo.

Destaca-se que estudos encontrados baseados nos efeitos da manipulação do tálus sobre o complexo articular e suas relações com a estabilidade postural apresentam falhas metodoló-

gicas^{8,10,13}. A limitação na dorsiflexão ativa, proposta como avaliação de inclusão deste trabalho, pode ocorrer em razão de fatores extra-articulares – como encurtamento dos músculos flexores plantares ou tecidos moles –, e ainda intra-articulares – como acometimento dos movimentos acessórios, além da articulação talocrural ou adjacentes. Portanto, novas pesquisas devem ser realizadas com o intuito de evidenciar as bases fisiológicas das técnicas de manipulação do tornozelo para o aprimoramento da prática clínica dos profissionais de reabilitação.

Ainda que aborde um tema original, o atual estudo tem algumas limitações que devem ser apresentadas. Em relação ao processamento dos dados eletromiográficos, entende-se que a utilização do pico máximo do sinal como forma de normalização do RMS não é o método mais adequado, pois em atividades quase-estáticas o sinal eletromiográfico não apresenta picos bem definidos. Assim, sugere-se que novas pesquisas normalizem o RMS pela contração isométrica voluntária máxima.

Conclusão

Os índices de cocontração dos músculos do sóleo e tibial anterior na posição estática não mostraram diferenças entre os grupos na avaliação inicial. Entretanto, foram verificadas reduções de cocontração no grupo manipulado para os dois tornozelos, na avaliação final.

Referências

- O'Connor SM, Kuo AD. Direction-dependent control of balance during walking and standing. *J Neurophysiol.* 2009;102(3):1411-9. doi:10.1152/jn.00131.2009.
- Silva DO, Briani RV, Flóride CS, Aragão FA. Treinamento de sujeitos hemiparéticos em tarefas virtuais utilizando o Nintendo Wii Training of hemiparetic subjects with virtual tasks using the Nintendo Wii. *Fisioter Bras.* 2013;14(45):344-50.
- Warnica MJ, Weaver TB, Prentice SD, Laing AC. The influence of ankle muscle activation on postural sway during quiet stance. *Gait Posture.* 2014;39(4):1115-21. doi:10.1016/j.gaitpost.2014.01.019.
- Winter DA, Patla AE, Prince F, Ishac M, Giello-Periczak K. Stiffness Control of Balance in Quiet Standing. *J Neurophysiol.* 1998;80:1211-21.
- Sasagawa S, Ushiyama J, Masani K, Kouzaki M, Kanehisa H. Balance control under different passive contributions of the ankle extensors: quiet standing on inclined surfaces. *Exp Brain Res.* 2009;196(4):537-44. doi:10.1007/s00221-009-1876-4.
- Kerkhoffs GM, van den Bekerom M, Elders LA, van Beek PA, Hullegie WA, Bloemers GM, et al. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: an evidence-based clinical guideline. *Br J Sports Med.* 2012;46:854-60. doi:10.1136/bjsports-2011-090490.
- Delahunt E, Cusack K, Wilson L, Doherty C. Joint mobilization acutely improves landing kinematics in chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(3):514-9. doi:10.1249/MSS.0b013e3182746d0a.
- Hoch MC, McKeon PO. Joint mobilization improves spatiotemporal postural control and range of motion in those with chronic ankle instability. *J Orthop Res.* 2011;29(3):326-32. doi:10.1002/jor.21256.
- Silva DO, Ferreira AM, Carvalho AR, et al. Avaliação da acuidade goniométrica do movimento inversão de tornozelo: interavaliadores e intra-avaliadores. *Conscientiae Saúde.* 2014;13(1):118-25. doi:10.5585/ConsSaude.v13n1.4522.
- Grindstaff TL, Beazell JR, Sauer LD, Magrum EM, Ingersoll CD, Hertel J. Immediate effects of a tibiofibular joint manipulation on lower extremity H-reflex measurements in individuals with chronic ankle instability. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(4):652-8. doi:10.1016/j.jelekin.2011.03.011.
- Hedlund S, Nilsson H, Lenz M, Sundberg T. Effect of chiropractic manipulation on vertical jump height in young female athletes with talocrural joint dysfunction: a single-blind randomized clinical pilot trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2014;37(2):116-23. doi:10.1016/j.jmpt.2013.11.004.
- Mani H, Izumi T, Konishi T, Samukawa M, Yamamoto K, Watanabe K, Asaka T. Characteristics of postural muscle activation patterns induced by unexpected surface perturbations in elite ski jumpers. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(6):833-9. doi:10.1589/jpts.26.833.

13. Hoch MC, Andreatta RD, Mullineaux DR, English RA, Medina McKeon JM, Mattacola CG, McKeon PO. Two-week joint mobilization intervention improves self-reported function, range of motion, and dynamic balance in those with chronic ankle instability. *J Orthop Res.* 2012;30(11):1798-804. doi:10.1002/jor.22150.
14. Whitman JM, Childs JD, Walker V. The use of manipulation in a patient with an ankle sprain injury not responding to conventional management: a case report. *Man Ther.* 2005;10(3):224-31. doi:10.1016/j.math.2004.10.003.
15. Dishman JD, Cunningham BM, Burke J. Comparison of tibial nerve H-reflex excitability after cervical and lumbar spine manipulation. *J Manipulative Physiol Ther.* 2002;25(5):318-25. doi:10.1067/mmt.2002.124420.
16. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(5):361-74. doi:10.1016/S1050-6411(00)00027-4.
17. Silva CR, Silva DO, Ferrari D, Negrão Filho RF, Alves N, Azevedo FM. Exploratory study of electromyographic behavior of the vastus medialis and vastus lateralis at neuromuscular fatigue onset. *Motriz.* 2014;20(2):213-20. doi:dx.doi.org/10.1590/S1980-65742014000200012.
18. Briani RV, de Oliveira Silva D, Pazzinatto MF, de Albuquerque CE, Ferrari D, Aragão FA, de Azevedo FM. Comparison of frequency and time domain electromyography parameters in women with patellofemoral pain. *Clin Biomech.* 2015;10-15. doi:10.1016/j.clinbiomech.2014.12.014.
19. Ferrari D, Kuriki HU, Silva CR, Alves N, Mícolis de Azevedo F. Diagnostic Accuracy of the Electromyography Parameters Associated With Anterior Knee Pain in the Diagnosis of Patellofemoral Pain Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014;95(8):1521-6. doi:10.1016/j.apmr.2014.03.028.
20. Marrón-Gómez D, Rodríguez-Fernández AL, Martín-Urrialde JA. The effect of two mobilization techniques on dorsiflexion in people with chronic ankle instability. *Phys Ther Sport.* 2014. doi:10.1016/j.ptsp.2014.02.001.
21. Marchetti PH, Duarte M. Instrumentação em Eletromiografia. São Paulo: Laboratório de Biofísica, Escola de Educação Física e Esporte, USP; 2006.
22. Hubley-Kozey CL, Hill N a, Rutherford DJ, Dunbar MJ, Stanish WD. Co-activation differences in lower limb muscles between asymptomatic controls and those with varying degrees of knee osteoarthritis during walking. *Clin Biomech.* 2009;24(5):407-14. doi:10.1016/j.clinbiomech.2009.02.005.
23. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph K, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31(10):546-66. doi:10.2519/jospt.2001.31.10.546.
24. Callegari B, Resende MM De, Armando L, Ramos LAV, Botelho LP, de Albuquerque SA. Atividade eletromiográfica durante exercícios de propriocepção de tornozelo em apoio unipodal/ Electromyographic activity during ankle proprioception exercises on one-foot stance. *Fisioter e Pesqui.* 2010;17(4):312-6.
25. Nagai K, Yamada M, Uemura K, Yamada Y, Ichihashi N, Tsuboyama T. Differences in muscle coactivation during postural control between healthy older and young adults. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;53(3):338-43. doi:10.1016/j.archger.2011.01.003.
26. Battisti A, Silva DO, Kessler ECH, Albert J, Kiara PY, Vilagra JM, Bertolini GRF. Comparação do alongamento estático, de 15 ou 30 segundos, na extensibilidade de isquiotibiais. *Conscientiae Saúde.* 2012;11(4):566-572. doi:10.5585/ConsSaude.v11n4.3559.
27. Lyytinen T, Liikavainio T, Bragge T, Hakkarainen M, Karjalainen PA, Arokoski JP. Postural control and thigh muscle activity in men with knee osteoarthritis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(6):1066-74. doi:10.1016/j.jelekin.2010.05.005.
28. Błaszczyk JW, Beck M, Sadowska D. Assessment of postural stability in young healthy subjects based on directional features of posturographic data : Vision and gender effects. *Acta Neurobiol Exp (Wars).* 2014;74:433-42.
29. Greenwood NL, Duffell LD, Alexander CM, McGregor AH. Electromyographic activity of pelvic and lower limb muscles during postural tasks in people with benign joint hypermobility syndrome and non hypermobile people. A pilot study. *Man Ther.* 2011;16(6):623-8. doi:10.1016/j.math.2011.07.005.
30. Colloca CJ, Keller TS, Gunzburg R. Biomechanical and neurophysiological responses to spinal manipulation in patients with lumbar radiculopathy. *J Manipulative Physiol Ther.* 2004;27(1):1-15. doi:10.1016/j.jmpt.2003.11.021.

