

# Comparação dos parâmetros de força e propriocepção entre indivíduos com e sem instabilidade funcional de tornozelo

*Comparison of strength and proprioception parameters between subjects with and without functional ankle instability*

*Comparación entre los parámetros de fuerza y propiocepción entre sujetos con y sin inestabilidad funcional del tobillo*

Fernanda Cristina Milanezi<sup>1</sup>, Nise Ribeiro Marques<sup>2</sup>, Adalgiso Coscrato Cardozo<sup>3</sup>, Mauro Gonçalves<sup>4</sup>

**RESUMO** | Após a entorse de tornozelo, 40% dos indivíduos continuam a relatar uma sensação de instabilidade articular que está relacionada à disfunção músculo-esquelética denominada instabilidade funcional do tornozelo (IFT). Contudo, o mecanismo como ocorre esta disfunção músculo-esquelética ainda permanece desconhecido. Nesse sentido, o conhecimento das alterações músculo-esqueléticas que ocorrem em indivíduos com IFT pode ser um fator importante para traçar intervenções preventivas mais efetivas. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi comparar o pico de torque (PT) concêntrico de inversão (INV) e eversão (EVE), a razão convencional (EVE/INV) e o reposicionamento articular passivo em indivíduos com e sem IFT em atletas recreacionais do gênero feminino. A amostra foi composta por 22 voluntárias na faixa etária entre 18 e 25 anos que foram divididas em grupo controle e grupo com IFT. A avaliação do torque foi realizada em um dinamômetro isocinético com cinco contrações máximas concêntricas a velocidades de 60 e 120 graus<sup>-1</sup> no movimento de INV e EVE e reposicionamento articular passivo com ângulo-alvo de 10° e 20° de inversão. Foram analisados os dados de PT, razão convencional e média do erro absoluto do ângulo-alvo. A análise estatística foi feita com o teste *t-Student* para amostras independentes. Foi encontrado que indivíduos com IFT

apresentaram diminuição da força eversora comparados aos indivíduos controle, bem como desequilíbrio da razão muscular, que podem aumentar a predisposição deste grupo a entorses de tornozelos.

**Descritores** | Articulação do Tornozelo; Traumatismos do Tornozelo; Instabilidade Articular; Torque; Propriocepção.

**ABSTRACT** | After an ankle sprain 40% of individuals continue to report a sensation of joint instability that is related to musculoskeletal dysfunction called functional ankle instability (FAI). However, a mechanism like this musculoskeletal dysfunction occurs remains unknown. In this sense, the knowledge of musculoskeletal changes that occur in individuals with FAI may be an important factor to plot more effective preventive interventions. Thus, the aim of this study was to compare peak torque (PT) concentric inversion (INV) and eversion (EVE), conventional ratio (EVE/INV) and passive joint repositioning in individuals with and without FAI in recreational athletes females. The sample consisted of 22 volunteers aged 18-25 years who were divided into control group and the group with FAI. The torque rating was performed on an isokinetic dynamometer with five maximal concentric contractions at speeds of 60 and 120 graus<sup>-1</sup> in INV and EVE movement and passive joint repositioning to target angle of 10° and 20° of inversion. PT

Estudo desenvolvido na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) pelo Departamento de Educação Física - Laboratório de Biomecânica.

<sup>1</sup>Bacharela em Educação Física; Mestre em Desenvolvimento Humano e Tecnologias pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Rio Claro (SP), Brasil.

<sup>2</sup>Professora Doutora do Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Marília (SP), Brasil.

<sup>3</sup>Professor Assistente Doutor da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Rio Claro (SP), Brasil.

<sup>4</sup>Professor Titular da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Rio Claro (SP), Brasil.

Endereço para correspondência: Fernanda Cristina Milanezi - Rua Arnaldo Stocco, 128 - CEP: 13482-375 - Limeira (SP), Brasil - E-mail: fer\_milanezi@hotmail.com

Apresentação: Jul. 2014 - Aceito para publicação: jan. 2015 - Fonte de financiamento: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) - Conflito de interesses: nada a declarar - Parecer de aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Protocolo n° 079/2013.

data, conventional ratio and average absolute error of the target angle were analyzed. Statistical analysis was performed using the Student t-test for independent samples. Found that individuals with LFS showed decreased evertor strength compared to control subjects, as well as unbalanced muscle ratio, which may increase the susceptibility of this group to ankle sprains.

**Keywords** | Ankle Joint; Ankle Injuries; Joint Instability; Torque; Proprioception.

**RESUMEN** | Después del esguince de tobillo, el 40% de los sujetos siguen informando que hay una sensación de inestabilidad articular que se relaciona con la disfunción del musculo-esquelética llamada inestabilidad funcional del tobillo (IFT). Sin embargo, todavía no se conoce el mecanismo que es responsable por esta disfunción musculo-esquelética. En este sentido, el conocimiento de las alteraciones musculo-esqueléticas que ocurren en personas con IFT puede ser un factor importante para planear intervenciones preventivas más eficaces. De esta manera, esta investigación tiene como objetivo comparar el momento de

torque (PT) de inversión concéntrica (INV) y eversión (EVE), la razón convencional (EVE/INV) y el reposicionamiento pasivo de las articulaciones en personas con y sin IFT en atletas recreacionales del género femenino. La muestra está compuesta por 22 voluntarios en la franja etaria entre 18 y 25 años, los cuales se dividieron en un grupo control y un grupo con IFT. La evaluación del torque se realizó en un dinamómetro isocinético con cinco contracciones máximas concéntricas con velocidades de 60 y 120 grados.s-1 en un movimiento de INV y EVE y reposicionamiento pasivo de la articulación con ángulo objetivo de 10° y 20° de inversión. Se analizó los datos del PT, de la razón convencional y la media del error absoluta del ángulo objetivo. Para el análisis, se utilizó la prueba t-Student para muestras independientes. Si comparados con las personas control se observó que las personas con IFT presentaron una disminución de la fuerza eversora y también un desequilibrio de la razón muscular, lo que puede aumentar la susceptibilidad de éstos a los esguinces de tobillos.

**Palabras clave** | Articulación del Tobillo; Traumatismos del Tobillo; Inestabilidad de la Articulación; Torque; Propriopercepción.

## INTRODUÇÃO

O interesse pela prática esportiva tem crescido nos últimos anos, e com isto houve um aumento na incidência de lesões desportivas<sup>1,2</sup>. Entre as lesões mais frequentes que ocorrem com a prática de esportes estão as entorses laterais do tornozelo<sup>3,4</sup>. Este tipo de lesão pode representar cerca de 12-30% do total de lesões em modalidades esportivas de basquetebol, voleibol e handebol<sup>5,6</sup>. A alta incidência das entorses laterais do tornozelo nesses esportes ocorre, principalmente, devido à biomecânica dos gestos esportivos, que envolvem saltos, corridas e os movimentos de mudanças de direção<sup>7</sup>.

Após a entorse de tornozelo, cerca de 40% dos indivíduos continuam a relatar uma sensação de instabilidade articular. A presença deste sintoma pode ocorrer mesmo quando não há perda de retenção mecânica passiva (ruptura ligamentar). Essa disfunção musculo-esquelética caracterizada pela presença da sensação de instabilidade articular é denominada instabilidade funcional do tornozelo (IFT)<sup>8-10</sup>. Em teoria, uma possível explicação para ocorrência da IFT é que, após entorse de tornozelo, ocorre edema articular, o que pressiona estruturas proprioceptivas articulares e leva a alterações no controle neuromuscular (inibição artrogênica). Assim, essas alterações neuromusculares podem acarretar em

inibição de músculos estabilizadores (por exemplo os músculos fibular curto e longo), o que levaria a perda crônica da propriocepção e atrofia muscular<sup>24</sup>.

Nesse sentido, a IFT, além de ser caracterizada pela perda de habilidade de recuperar o suporte estático e dinâmico articular (tendência do pé em “falsear”), pode apresentar os seguintes sinais e sintomas: propriocepção articular comprometida, recorrência de entorses laterais do tornozelo, déficits na funcionalidade, menor controle neuromuscular, déficits de força dos músculos fibulares e desequilíbrio na força muscular entre inversores e eversores<sup>8,10,11</sup>.

Estudos prévios compararam a função neuromuscular (força e propriocepção) em indivíduo com e sem IFT<sup>9,13,15,20,21</sup>. No entanto, embora este tema seja bem explorado na literatura, os fatores neuromusculares que comprometem a estabilidade e a função em indivíduos com IFT ainda não estão bem estabelecido<sup>12</sup>. No estudo de Sekir<sup>9</sup>, foram realizadas contrações concêntricas de inversão e eversão à velocidade de 120°/s entre indivíduos com e sem IFT e foi encontrado que há uma menor força dos inversores no grupo de indivíduos instáveis. Já no estudo de Kaminsk<sup>25</sup> não foi verificado diferença entre pessoas com e sem IFT nas contrações concêntricas de eversão a 60°/s. Portanto, não há consenso sobre a fraqueza muscular associada à IFT<sup>9</sup>.

Considerando que a incidência de lesões desportivas tem crescido ao longo dos últimos anos em decorrência do aumento da prática desportiva e que esportes como handebol, vôlei e basquete apresentam alta incidência de lesões de entorses laterais, o presente estudo teve por objetivo comparar o desempenho de atletas recreacionais com e sem IFT na força inversora e eversora, bem como a razão EVE/INV e a capacidade proprioceptiva de reposicionamento articular passivo para auxiliar a compreensão nessa questão, na busca de valores normativos dessas populações. Assim, tem-se como hipótese que indivíduos saudáveis apresentam maior força de inversores e eversores, equilíbrio muscular adequado e melhor propriocepção quando comparados com indivíduos com IFT.

## METODOLOGIA

Participaram do estudo 22 voluntários do gênero feminino, praticantes de basquetebol, handebol e voleibol na faixa etária entre 18-25 anos (Tabela 1). As voluntárias foram divididas em dois grupos: o grupo controle (CG), composto por 11 participantes sem histórico de lesão no tornozelo nos seis meses pregressos ao estudo e que apresentaram ausência de sinais clínicos de instabilidade mecânica nos testes de gaveta anterior, inclinação talar e pontuação superior a 25 pontos, no questionário *Cumberland Ankle Instability Tool* (CAIT – versão brasileira); e o grupo com instabilidade funcional de tornozelo (GI), que foi formado por 11 voluntárias sem histórico de lesão por entorse em inversão nos três meses pregressos ao estudo, ausência de sinais clínicos de instabilidade mecânica nos testes de gaveta anterior e inclinação talar e pontuação no CAIT inferior a 25 pontos<sup>17</sup>. O tamanho da amostra foi obtido por meio do software G\*Power 3.0. Considerou-se para o cálculo os dados de pico de torque em inversão na velocidade de 120°/s obtidos em estudo piloto (poder=0,95, tamanho do efeito=1,5 e erro  $\alpha=0,05$ ). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Local (protocolo nº 1217/2011), e todas as voluntárias assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Tabela 1. Caracterização da amostra

	GC (n=11)	GI (n=11)	p
Idade (anos)	21,18±2,67	21,54±2,54	0,508
Índice de Massa Corporal (kg.m <sup>-2</sup> )	22,90±2,32	23,97±2,65	0,142
Pontuação no questionário do tornozelo analisado	27,36±1,70	19,25±3,64	0,000*

\* = p<0,05 na comparação entre grupo controle e grupo com instabilidade funcional de tornozelo; GC = grupo controle e GI = grupo com instabilidade funcional de tornozelo

Os procedimentos de coletas de dados ocorreram em dois dias. O primeiro dia foi constituído pela aplicação da ficha de anamnese do questionário CAIT para ambos os tornozelos, determinação da dominância de membros inferiores e familiarização das voluntárias com as contrações isocinéticas.

Na anamnese, as voluntárias foram questionadas sobre o histórico de lesão nos últimos anos e a prática de atividade física. Elas deveriam ter uma prática de no mínimo 3 horas semanais das modalidades de voleibol, handebol ou basquetebol. Essas modalidades foram escolhidas por apresentarem grande incidência de entorse de tornozelo comparado a outras lesões que ocorrem nesses esportes e por terem salto como um movimento predominante<sup>26</sup>.

As voluntárias foram familiarizadas com o exercício no dinamômetro isocinético, no qual foram realizadas cinco repetições submáximas concêntricas nas velocidades de 60 e 120 graus.s<sup>-1</sup> no movimento de inversão e eversão.

No segundo dia de coletas de dados foi realizada uma preparação para o esforço físico no ciclo ergômetro de marca BIOTEC 2100® durante 3 minutos<sup>18</sup> a 75W e 70-80 rotações por minutos<sup>19</sup>, e a realização dos testes de propriocepção e o teste de força.

A avaliação da força e da propriocepção foi realizada em um dinamômetro isocinético de marca Biodex Medical Systems®. Durante as avaliações, as voluntárias foram posicionadas na cadeira do dinamômetro isocinético de acordo com as recomendações do fabricante. A articulação do tornozelo foi mantida em 10° de flexão plantar e a articulação subtalar em posição neutra.

Para a verificação da máxima amplitude ativa dos movimentos de inversão e eversão para a determinação da amplitude das contrações isocinéticas, as voluntárias moviam o dinamômetro isocinético de maneira ativa até a máxima amplitude que conseguiam com ausência de dor em três tentativas, tanto em inversão como em eversão, e foi realizada uma redução de 10% da amplitude máxima para evitar limitações na produção do torque.

A avaliação da força foi realizada durante uma série de cinco contrações isocinéticas máximas concêntricas de inversão (INV) e eversão (EVE), nas velocidades angulares de 60 graus.s<sup>-1</sup> e 120 graus.s<sup>-1</sup>. Já a propriocepção, medida pela capacidade de reposicionamento passivo do tornozelo, foi avaliada com a utilização do movimento passivo contínuo do dinamômetro isocinético, com velocidade angular de 1 grau.s<sup>-1</sup>.

As voluntárias foram vendadas antes do início da avaliação proprioceptiva, para eliminar a contribuição

das pistas visuais. Inicialmente, foi realizado o teste de reposicionamento passivo com o tornozelo posicionado em 10° de inversão, e esta posição foi mantida durante 10 segundos. Depois deste período, o tornozelo foi reposicionado, passivamente, no ângulo de referência (posição neutra). A partir desta posição, o dispositivo iniciou a movimentação passiva do tornozelo e a voluntária foi orientada a reproduzir o ângulo-alvo de 10° de inversão. Após a realização deste protocolo, foi dado um repouso de dois minutos e iniciada uma segunda tentativa, com a posição alvo para o reposicionamento ajustado na amplitude de 20° de inversão do tornozelo<sup>9</sup>.

Os valores de força foram analisados por meio de rotinas específicas desenvolvidas no *software* Matlab (Mathworks®). Por meio destas rotinas, foram obtidos os valores de pico de torque durante movimentos concêntricos de eversão e inversão e de razão convencional entre o torque eversor concêntrico e o torque inversor concêntrico (EVE/INV).

Já para o teste de reposicionamento passivo do tornozelo, foi realizada a média do erro absoluto nas duas tentativas, que caracteriza-se pela diferença entre o ângulo alvo e o ângulo em que a voluntária posicionou o tornozelo durante o teste.

Para a análise estatística foi utilizado o pacote estatístico PASW 18.0 (SPSS inc). Após a verificação da normalidade de distribuição dos dados com o teste de *Shapiro-Wilk*, foram utilizados: o teste t de Student para amostras independentes na comparação entre os dados de pico de torque, razão convencional (EVE/INV) e a média do erro absoluto. Para todas as análises foi considerado significativo o  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A Figura 1 apresenta os valores de pico de torque nas contrações isocinéticas de inversão e eversão do tornozelo nas velocidades de 60  $\text{graus}\cdot\text{s}^{-1}$  e 120  $\text{graus}\cdot\text{s}^{-1}$ . O GI apresentou força eversora 32% e 17% menor que o GC ( $p=0,001$  e  $p=0,013$ ) durante as contrações isocinéticas máximas em eversão na velocidade de 60  $\text{graus}\cdot\text{s}^{-1}$  e 120  $\text{graus}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Na Figura 2 são apresentados os valores de razão do pico de torque nas contrações isocinéticas de inversão e eversão do tornozelo nas velocidades de 60  $\text{graus}\cdot\text{s}^{-1}$  e 120  $\text{graus}\cdot\text{s}^{-1}$ . O GI apresentou razão convencional 28% menor que o GC ( $p=0,032$ ) durante as contrações isocinéticas máximas em eversão na velocidade de 60  $\text{graus}\cdot\text{s}^{-1}$ .

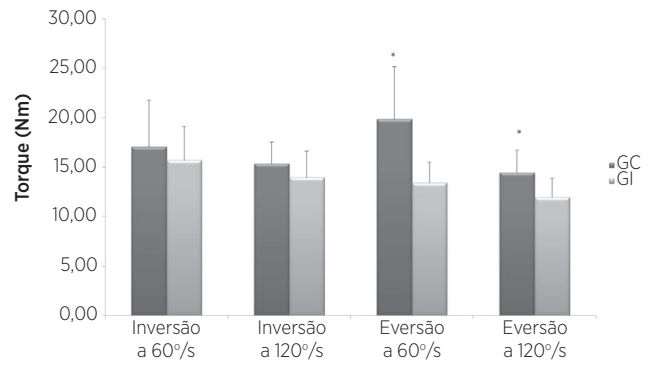


Figura 1. Valores de pico de torque obtidos durante a inversão e a eversão do tornozelo a 60  $\text{graus}\cdot\text{s}^{-1}$  e 120  $\text{graus}\cdot\text{s}^{-1}$

GC = grupo controle (n=11); GI = grupo com IFT (n=11)

\*  $p < 0,05$  em relação ao GC

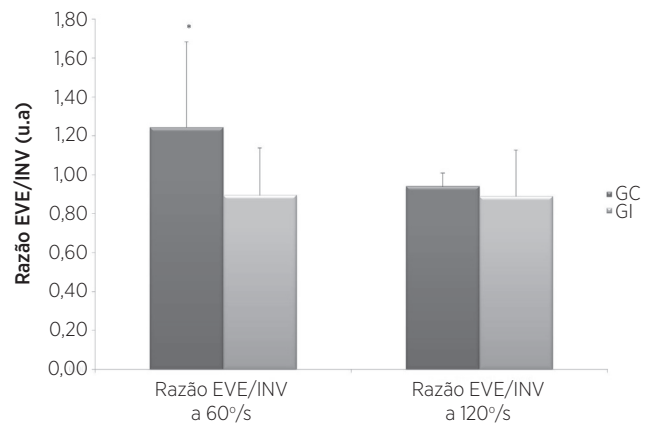


Figura 2. Valores de razão de pico de torque obtidos durante a inversão e a eversão do tornozelo a 60  $\text{graus}\cdot\text{s}^{-1}$  e 120  $\text{graus}\cdot\text{s}^{-1}$ . GC = grupo controle (n=11); GI = grupo com IFT (n=11)

\*  $p < 0,05$  em relação ao GC

Na Tabela 2 são apresentados os valores de reposicionamento passivo do tornozelo para os GC e GI. Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos durante o teste de propriocepção.

Tabela 2. Valores médios e desvios padrão de reposicionamento articular passivo obtido nos movimentos de inversão e eversão do tornozelo a 60°/s e 120°/s para os GC e GI (n=25)

	Ângulo-Alvo	GC	GI	P
Reposicionamento Passivo	10°	3,72±3,03	2,83±1,79	0,792
	20°	3,49±1,78	2,46±1,87	0,199

GC = grupo controle; GI = grupo com IFT

## DISCUSSÃO

Os achados do nosso estudo demonstraram que indivíduos com IFT apresentam redução da força eversora do tornozelo e menor valor de razão de pico de torque EVE/INV em relação à indivíduos saudáveis.

Assim, nossos achados concordam parcialmente com a hipótese do estudo de que indivíduos saudáveis apresentam maior força em inversão e eversão que pessoas com IFT.

Corroborando com estudos prévios<sup>20,21</sup>, nossos achados demonstraram uma redução de força eversora de 32% e 17% (média entre o déficit na contração eversora em 60 e em 120 graus·s<sup>-1</sup>, respectivamente) entre pessoas com IFT e saudáveis. No estudo de Hartsell e Spaulding<sup>20</sup> foi encontrada uma redução da força eversora concêntrica do tornozelo em torno de 30% para ambas as velocidades. Com isso podemos sugerir que indivíduos que apresentarem uma redução de 30% da força eversores podem estar predispostos à instabilidade funcional do tornozelo. No entanto, ainda são necessários mais estudos para encontrar valores normativos nessas populações.

No estudo de Arnold, et al.<sup>13</sup>, foi realizada uma meta-análise de estudo que verificou os déficits de força eversora concêntrica do tornozelo em indivíduos com instabilidade e concluiu que indivíduos com IFT apresentam franqueza do eversores; estudos não encontraram essa diferença por falta de poder estatístico. Em nosso estudo, foi encontrado para os valores de pico de torque de eversão a velocidade de 60 graus·s<sup>-1</sup> e 120 graus·s<sup>-1</sup>, um poder de 0,95 e tamanho de efeito de 1,57 e 1,89, respectivamente. Sendo assim, concordamos com a conclusão dada pelos autores do estudo, pois foram encontrados em nosso estudo bons valores de poder e tamanho de efeito.

A força eversora é importante durante a estabilização do tornozelo em exercícios dinâmicos, pois contribui com a capacidade da articulação de resistir à inversão do tornozelo e retornar o pé para seu estado original, o que reduz a chance de ocorrência da entorse do tornozelo<sup>9</sup>. Assim, a força eversora é o principal mecanismo para reduzir a velocidade de deslocamento articular durante a inversão.

No entanto, diferente de outros estudos<sup>9,21</sup>, não houve diferença entre os grupos para a força inversora. Nesse sentido, ainda é difícil indicar qual grupo muscular (inversor ou eversor) apresenta maior importância para a prevenção de entorse de tornozelo. Contudo, um parâmetro que tem se mostrado importante para diferenciação entre pessoas com IFT e pessoas saudáveis nos estudos é a diferença nas razões musculares<sup>21</sup>.

Nesse sentido, pode-se sugerir que mais importante que o fortalecimento de um único grupo muscular é a manutenção do equilíbrio de força entre os músculos inversores e eversores do tornozelo para a prevenção de entorses.

No estudo de Pontaga<sup>21</sup>, os indivíduos com recorrência de entorse de tornozelo apresentaram uma redução, em média, de 14% da razão convencional em velocidade de 60 graus·s<sup>-1</sup> e 120 graus·s<sup>-1</sup> em amplitudes finais do movimento quando comparados com indivíduos sem histórico de lesão no tornozelo. Os resultados desse estudo corroboram com os nossos resultados e podem sugerir que uma redução de no mínimo 14% da razão EVE/INV pode levar os indivíduos a lesões recorrentes no tornozelo, causando um quadro de IFT.

Na literatura é relatado que indivíduos com IFT têm déficits no senso de reposicionamento articular, podendo levá-los a entorses recorrentes. Um dos mecanorreceptores que pode estar envolvido na propriocepção consciente do senso de reposicionamento são os fusos neuromusculares que atuam como receptores relacionados ao comprimento do músculo<sup>22</sup>. Sendo assim, após uma lesão, esses mecanorreceptores podem estar danificados, comprometendo a articulação.

Nossos achados demonstraram que não houve déficits proprioceptivos entre pessoas com IFT e pessoas saudáveis. Assim, pode-se sugerir que este resultado está relacionado com a falta de sensibilidade do teste realizado para detectar alterações proprioceptivas, apesar de a literatura indicar o teste de reposicionamento articular passivo adequado para avaliação da propriocepção<sup>16,23</sup>. Além disso, há uma escassez de protocolos padronizados para a medida de senso de posição articular que englobam as muitas variações do tipo de equipamento utilizado para a medida angular, do ângulo inicial de referência, da reprodução ativa ou passiva e do uso de teste em cadeia cinética aberta ou fechada<sup>16,24</sup>.

Diante disso, o nosso estudo apresenta como limitação a divisão da amostra em dois grupos em que foram utilizados o questionário de CAIT; contudo, a pontuação de corte poderia ter evidenciado maiores diferenças se a faixa de pontuação entre o grupo controle e o grupo com IFT fossem mais distantes. Além disso, para os testes proprioceptivos, existe a limitação da escolha de somente duas angulações para avaliação. Nesse sentido, sugerimos outras diferentes angulações de inversão, bem como a realização do teste de propriocepção em angulações de eversão.

## CONCLUSÃO

O achado mais relevante do presente estudo foi que indivíduos com IFT apresentam redução da

força eversora, bem como um desequilíbrio entre a força eversora e inversora do tornozelo. Nesse sentido, atletas com IFT podem ter uma predisposição maior para a recorrência de entorses de tornozelo, uma vez que o mecanismo de redução da velocidade de deslocamento desta articulação para inversão está deficitário.

## REFERÊNCIAS

- Fortes CRN, Carazzato JG. Estudo epidemiológico da entorse de tornozelo em atletas de voleibol de alto rendimento. *Acta Ortop Bras.* 2008;16(3):142-7.
- Cardoso JR, Guerino CSM, Santos MB, Mustafá TAA, Lopes AR, Paula MC. Influência da utilização da órtese de tornozelo durante atividades do voleibol: avaliação eletromiográfica. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(5):276-80.
- Noronha M de, França LC, Hauptenthal A, Nunes GS. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: a prospective study. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23(5):541-7.
- O'Driscoll J, Delahunt E. Neuromuscular training to enhance sensorimotor and functional deficits in subjects with chronic ankle instability: a systematic review and best evidence synthesis. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2011;3(19):1-20.
- Waterman BR, Owens BD, Davey S, Zacchilli MA, Belmont PJ Jr. The epidemiology of ankle sprains in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(13):2279-84.
- Darrow CJ, Collins CL, Yard EE, Comstock RD. Epidemiology of severe injuries among United States high school athletes: 2005-2007. *Am J Sports Med.* 2009;37(9):1798-805.
- Pacheco AM, Vaz MA, Pacheco I. Avaliação do tempo de resposta eletromiográfica em atletas de voleibol e não atletas que sofreram entorse de tornozelo. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(6):325-30.
- Hopkins JT, Brown TN, Christensen L, Palmieri-Smith RM. Deficits in peroneal latency and electromechanical delay in patients with functional ankle instability. *J Orthop Res.* 2009;27(12):1541-46.
- Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B, Ors F, Aydin T. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15(5):654-64.
- Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1965;47(4):678-85.
- Gutierrez GM, Knight CA, Swanik CB, Royer T, Manal K, Caulfield B, Kaminski TW. Examining neuromuscular control during landings on a supinating platform in persons with and without ankle instability. *Am J Sports Med.* 2012;40(1):193-201.
- Docherty CL, Arnold BL, Hurwitz S. Contralateral force sense deficits are related to the presence of functional ankle instability. *J Orthop Res.* 2006;24(7):1412-9.
- Arnold BL, Linens SW, Motte SJ, Ross SE. Concentric evertor strength differences and functional ankle instability: a meta-analysis. *J Athl Train.* 2009;44(6):653-62.
- Delahunt E, Monaghan K, Caulfield B. Altered neuromuscular control and ankle joint kinematics during walking in subjects with functional instability of the ankle joint. *Am J Sports Med.* 2006;34(12):1970-6.
- Sefton JM, Hicks-Little CA, Hubbard TJ, Clemens MG, Yengo CM, Koceja DM, et al. Sensorimotor function as a predictor of chronic ankle instability. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2009;24(5):451-8.
- Konradsen L. Factors contributing to chronic ankle instability: kinaesthesia and joint position sense. *J Athl Train.* 2002;37(4):381-5.
- Noronha M, Refshauge KM, Kilbreath SL, Figueiredo VG. Cross-cultural adaptation of the Brazilian-Portuguese version of the Cumberland ankle instability tool (CAIT). *Disab Rehab.* 2008;30(26):1959-65.
- Bolgla LA, Keskula DR. Reliability of lower extremity functional performance tests. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;26(3):138-42.
- Van Cingel HER, Kleinrensink GJ, Rooijens PPGM, Uitterlinden EJ, Aufdemkampe G, Stoeckart R. Learning effect in isokinetic testing of ankle invertors and evertors. *Isokinet Exerc Sci.* 2001;9(4):171-7.
- Hartsell HD, Spaulding SJ. Eccentric/concentric ratios at selected velocities for the invertor and evertor muscles of the chronically unstable ankle. *Br J Sports Med.* 1999;33(4):255-8.
- Pontaga I. Ankle joint evertor-invertor muscle torque ratio decrease due to recurrent lateral ligament sprains. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2004;19(7):760-2.
- Silverthorn DU. *Fisiologia humana, uma abordagem integrada.* São Paulo: Manole; 2003.
- Milanezi FC, Marques NR, Cardozo AC, Hallal CZ, Fonseca LCS, Gonçalves M. Senso de posicionamento articular de jovens praticantes de basquetebol com e sem instabilidade de tornozelo. In: Gonçalves M, Cardozo AC, Hallal CZ, Marques NR. *Princípios biomecânicos aplicados ao treinamento e reabilitação.* Curitiba: CRV; 2011. p. 43-50.
- Andrews JAR, Wilk AH. *Reabilitação física do atleta.* Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
- Kaminski TW, Perrin DH, Gansneder BM. Eversion strength analysis of uninjured and functionally unstable ankles. *Journal of Athletic Training.* 1999;34(3):239-45.
- Fong DT, Hong Y, Chan LK, Yung PS, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med.* 2007;37(1):73-94.