

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Gabriela Souza de Vasconcelos

**Efeitos do Treinamento Proprioceptivo sobre o Controle Neurofuncional e a
Incidência de Lesões e de Entorses de Tornozelo em Esgrimistas: um ensaio
clínico**

Porto Alegre

2017

Gabriela Souza de Vasconcelos

Efeitos do Treinamento Proprioceptivo sobre o Controle Neurofuncional e a Incidência de Lesões e de Entorses de Tornozelo em Esgrimistas: um ensaio clínico

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Silveira Lima

Porto Alegre

2017

Gabriela Souza de Vasconcelos

Efeitos do Treinamento Proprioceptivo sobre o Controle Neurofuncional e a Incidência de Lesões e de Entorses de Tornozelo em Esgrimistas: um ensaio clínico

Conceito final:

Aprovado em de de

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Adriana Moré Pacheco – UFRGS

Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore – UFRGS

Profa. Dra. Joelly Toledo - UNIRITTER

Orientadora Profa. Dra. Cláudia Silveira Lima - UFRGS

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família, minha mãe Josiara, meu pai Luiz José e minha irmã Izabela, por terem confiado e acreditado em mim e, principalmente, por apoiarem a minha busca constante por conhecimentos e desafios. Sem vocês isso não seria possível!

A minha amiga e colega, Anelize, por ter me estimulado a retornar para o mestrado e por ter me acompanhado em todas as etapas desse trabalho, contribuindo com seus conhecimentos e experiência.

Aos demais colegas do grupo GPCINE, pois cada um contribuiu de alguma forma, seja na elaboração do projeto, seja na coleta e análise de dados.

Aos atletas e técnicos da Esgrima, assim como demais funcionários do Grêmio Náutico União que participaram e contribuíram com essa pesquisa.

Ao Rafael Grazioli e ao Felipe Minozzo, por terem disponibilizado o seu tempo na realização das coletas.

Aos funcionários do Lapex, que sempre estiveram dispostos a ajudar na organização e agendamento das coletas.

Aos colegas e alunos dos estúdios Bem Viver e Motriz, pela paciência e disponibilidade que tiveram com as inúmeras trocas de horários e pela ajuda prestada nos momentos em que precisei me ausentar para a realização desse mestrado.

Aos professores que ao longo desses dois anos contribuíram para a minha formação e aperfeiçoamento profissional.

Aos professores da banca, pelas contribuições essenciais a finalização desse trabalho.

A minha professora orientadora, Cláudia Lima, por ter acreditado na minha ideia, pela compreensão e apoio e por ter compartilhado seus conhecimentos comigo, que acrescentaram em muito na minha formação acadêmica e profissional.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!

RESUMO

Introdução: A esgrima é um esporte de agilidade, com maior incidência de lesões em membros inferiores, sendo a entorse de tornozelo a mais prevalente. A prevenção de lesões é muito importante para melhorar o desempenho e diminuir o tempo de afastamento dos atletas. Programas de treinamento proprioceptivo podem ser acrescentados aos treinamentos dos atletas, visto que além da fácil aplicação e do baixo custo, a propriocepção tem a função de estabilizar a articulação do tornozelo, prevenindo lesões. **Objetivo:** Verificar a influência de um programa de treinamento proprioceptivo de 12 semanas sobre o controle neurofuncional e a incidência de lesões em atletas de esgrima. **Materiais e Métodos:** O estudo foi um ensaio clínico randomizado, com atletas de esgrima, de 14 a 35 anos, de um clube poliesportivo de Porto Alegre/RS, e desenvolvido em seis etapas: familiarização, pré intervenção, intervenção, pós intervenção, *follow up* de três e seis meses. Na primeira etapa foi feita a familiarização com o teste de força e o registro das lesões ocorridas no ano anterior. Na etapa pré intervenção foi avaliada a instabilidade funcional por meio do *Cumberland Ankle Instability Tools* (CAIT); força muscular de inversores, eversores, dorsiflexores e plantiflexores do tornozelo através do dinamômetro isocinético; o tempo de reação dos mesmos músculos durante o *Lunge Test*; o controle neuromuscular durante a *Star Excursion Balance Test* (SEBT) e o desempenho no *Drop Vertical Jump Test* (DVJT). Na intervenção os atletas realizaram o treinamento proprioceptivo durante 12 semanas, três vezes por semana, com duração de 30 minutos. No pós intervenção, no *follow up* de três e seis meses foram realizados os mesmos testes do pré intervenção e o registro da incidência das lesões ocorridas nesses intervalos de tempo. Para análise estatística, os dados foram apresentados em média e erro padrão, submetidos ao teste de Equações de Estimativas Generalizadas com *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância foi de 0,05. **Resultados:** Em relação à instabilidade funcional de tornozelo, o CAIT demonstrou que os atletas tinham instabilidade no momento pré intervenção e a mesma permaneceu ao longo dos quatro momentos de avaliação nos dois grupos. A força muscular de inversores e plantiflexores diminuiu significativamente, a de eversores não diferiu e a de dorsiflexores aumentou significativamente na perna da frente do grupo intervenção (GI). No grupo controle (GC) houve diminuição significativa da força de todos os músculos avaliados na perna da frente e de trás. Na perna de trás do GI apenas a força de inversores teve alterações, com diminuição significativa. A razão convencional de eversores/inversores e dorsiflexores/plantiflexores aumentou significativamente na perna da frente do GI e não diferiu na perna de trás desse grupo, enquanto que no GC houve diminuição significativa da razão de dorsiflexores/plantiflexores na perna da frente. A razão funcional de eversores/inversores aumentou significativamente na perna da frente dos dois grupos. A razão funcional de eversores/inversores da perna de trás, assim como de dorsiflexores/plantiflexores das duas pernas, não diferiu nos dois grupos. O tempo de reação do tibial anterior não diferiu em nenhum dos grupos e em nenhuma das pernas, o do tibial posterior aumentou na perna da frente do GI e do fibular longo e do gastrocnêmio lateral diminuiu significativamente nos dois grupos. A distância alcançada na SEBT aumentou significativamente em todas as oito direções avaliadas nas duas pernas do GI e em algumas direções do GC. O desempenho nos saltos diminuiu significativamente no DVJT de 40cm e 50cm no GI e no DVJT de 30cm e 50cm no GC. A incidência de lesões diminuiu no GI do momento pré para o pós e aumentou no GC nesse mesmo período. **Conclusão:** O programa de treinamento proprioceptivo foi capaz de melhorar a força muscular dos dorsiflexores e o controle neuromuscular dinâmico, além de diminuir a incidência de lesões em atletas da esgrima, sem interferências nas demais variáveis.

Palavras chaves: propriocepção, lesões esportivas, lesões do tornozelo, prevenção.

ABSTRACT

Introduction: Fencing is a sport of agility, with a higher incidence of lower limb injuries, with ankle sprain being the most prevalent. Injury prevention is very important to improve performance and decrease the withdrawal time of athletes. Proprioceptive training programs can be added to the training of athletes, since in addition to easy application and low cost, proprioception has the function of stabilizing the ankle joint, preventing injuries. **Objective:** To verify the influence of a 12-week proprioceptive training program on neurofunctional control and the incidence of injuries in fencing athletes. **Material and Methods:** The study was a randomized clinical trial of 14 to 35 year old fencing athletes from a multi-sport club in Porto Alegre, Brazil, and developed in six stages: familiarization, pre intervention, intervention, post intervention, follow up three and six months. In the first stage the familiarization with the force test and the registry of the injuries occurred in the previous year was made. In the pre intervention stage, functional instability was evaluated through the Cumberland Ankle Instability Tools (CAIT), the muscular strength of the ankle inverters, eversors, dorsiflexors and plantiflexors through the isokinetic dynamometer was evaluated; the reaction time of the same muscles during the Lunge Test; the neuromuscular control during the Star Excursion Balance Test (SEBT) and the performance in the Drop Vertical Jump Test (DVJT). In the intervention, the athletes performed the proprioceptive training for 12 weeks, three times a week, lasting 30 minutes. In the post-intervention, at the follow up of three and six months, the same pre-intervention tests were performed and the incidence of lesions occurred at these time intervals. For statistical analysis, the data were presented in mean and standard error, submitted to the Generalized Estimates Equations test with Bonferroni post hoc. The level of significance was 0,05. **Results:** Regarding functional ankle instability, the CAIT demonstrated that the athletes had instability at the pre-intervention time and it remained throughout the four evaluation moments in both groups. The muscle strength of inverters and plantiflexors decreased significantly, that of eversors did not differ and that of dorsiflexors increased significantly in the front leg of the intervention group (IG). In the control group (CG) there was a significant decrease in the strength of all the muscles evaluated in the front and back legs. In the back leg of the IG only the inverter force had changes, with significant decrease. The conventional ratio of eversor/inverters and dorsiflexors/plantiflexors increased significantly in the front leg of the IG and did not differ in the hind leg of this group, whereas in CG there was a significant decrease in the ratio of dorsiflexors/plantiflexors in the front leg. The functional ratio of eversor/inverters increased significantly in the front leg of the two groups. The functional ratio of rear leg eversor/inverters, as well as dorsiflexors/plantiflexors of the two legs, did not differ in the two groups. The reaction time of the anterior tibial did not differ in any of the groups, nor in any of the legs, that of the posterior tibial increased in the front leg of the intervention group and the long fibular and lateral gastrocnemius decreased significantly in both groups. The distance reached in the SEBT increased significantly in all eight directions evaluated in the two legs of the IG and in some directions of the control group. The performance in the jumps decreases significantly in the DVJT of 40cm and 50cm in the IG and in the DVJT of 30cm and 50cm in the CG. The incidence of lesions decreased in the IG from the pre-post to the post and increased in the CG in the same period. **Conclusion:** The proprioceptive training program was able to improve the muscular strength of the dorsiflexors and the dynamic neuromuscular control, besides reducing the incidence of injuries in fencing athletes, without interferences in the other variables.

Key words: Proprioception, athletic injuries, ankle injuries, prevention.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Média e desvio-padrão (média±DP) da caracterização da amostra.....	51
Tabela 2.	Média e erro padrão (média±EP) do Tempo de reação (ms) muscular da perna da frente e de trás dos grupos intervenção e controle nos quatro momentos de avaliação.....	60
Tabela 3.	Média e erro padrão (média±EP) da distância (cm) alcançada na SEBT nas oito direções avaliadas nos grupos intervenção e controle nos quatro momentos de avaliação.....	63
Tabela 4.	Média e erro padrão (média±EP) da altura (cm) atingida no salto por meio do <i>Drop Vertical Jump Test</i> (30cm, 40cm e 50cm) nos grupos intervenção e controle nos quatro momentos de avaliação.....	64
Tabela 5.	Incidência de lesões (%) por localizações anatômicas, no grupo intervenção e controle nos quatro momentos de avaliação.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Fluxograma do desenho experimental do estudo.....	38
Figura 2.	<i>Lunge Test</i> , o gesto de ataque característico da esgrima.....	40
Figura 3.	Posicionamento dos eletrodos no Tibial Anterior, de acordo com o Projeto SENIAM (Hermens <i>et al.</i> 1998).....	41
Figura 4.	Posicionamento dos eletrodos no Tibial Posterior, de acordo com Leis e Trapani (2000).....	42
Figura 5.	Posicionamento dos eletrodos no Fibular Longo, de acordo com o Projeto SENIAM (Hermens <i>et al.</i> , 1998).....	42
Figura 6.	Posicionamento dos eletrodos no Gastrocnêmio Lateral, de acordo com o Projeto SENIAM (Hermens <i>et al.</i> , 1998).....	43
Figura 7.	Formato da SEBT, oito direções com ângulos de 45°.....	44
Figura 8.	Fluxograma dos participantes durante cada momento do estudo.....	50
Figura 9.	Média e erro padrão (média±EP) do torque concêntrico (Nm) dos Inversores (A), Eversores (B), Plantiflexores (C) e Dorsiflexores (D) da perna da frente no grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nos momentos pré, pós, <i>follow up</i> de 3 meses (F3M) e <i>follow up</i> de 6 meses (F6M). *: diferença significativa em relação ao momento pré; #: diferença significativa em relação ao momento pós; +: diferença significativa em relação ao F3M; A: diferença significativa entre os grupos. $p \leq 0,05$	53
Figura 10.	Média e erro padrão (média±EP) do torque concêntrico (Nm) dos Inversores (A), Eversores (B), Plantiflexores (C) e Dorsiflexores (D) da perna de trás no grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nos momentos pré, pós, <i>follow up</i> de 3 meses (F3M) e <i>follow up</i> de 6 meses (F6M). *: diferença significativa em relação ao momento pré; #: diferença significativa em relação ao momento pós. $p \leq 0,05$	54
Figura 11.	Média e erro padrão (média±EP) da razão convencional de eversores/inversores (A) e dorsiflexores/plantiflexores (B) da perna da frente no grupo intervenção (GI) e grupo controle	

- (GC), nos momentos pré, pós, *follow up* de 3 meses (F3M) e *follow up* de 6 meses (F6M). *: diferença significativa em relação ao momento pré; #: diferença significativa em relação ao momento pós. $p \leq 0,05$ 55
- Figura 12.** Média e erro padrão (média±EP) da razão convencional de eversores/inversores (A) e dorsiflexores/plantiflexores (B) da perna de trás no grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nos momentos pré, pós, *follow up* de 3 meses (F3M) e *follow up* de 6 meses (F6M). $p \leq 0,05$ 56
- Figura 13.** Média e erro padrão (média±EP) da razão funcional de eversores/inversores (A) e dorsiflexores/plantiflexores (B) da perna da frente no grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nos momentos pré, pós, *follow up* de 3 meses (F3M) e *follow up* de 6 meses (F6M). *: diferença significativa em relação ao momento pré; #: diferença significativa em relação ao momento pós; A: diferença significativa entre os grupos. $p \leq 0,05$ 57
- Figura 14.** Média e erro padrão (média±EP) da razão funcional de eversores/inversores (A) e dorsiflexores/plantiflexores (B) da perna de trás no grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nos momentos pré, pós, *follow up* de 3 meses (F3M) e *follow up* de 6 meses (F6M). $p \leq 0,05$ 57

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.	Exercícios e variações das diferentes categorias do Programa de Treinamento Proprioceptivo.....	46
QUADRO 2.	Periodização do Programa de Treinamento Proprioceptivo.....	47

SUMÁRIO

RESUMO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
3. OBJETIVOS.....	16
3.1 GERAL.....	16
3.2 ESPECÍFICOS.....	16
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
4.1 ESGRIMA E AS LESÕES DE MEMBROS INFERIORES.....	17
4.2 PREVENÇÃO DE LESÕES.....	21
4.2.1 Propriocepção e Força Muscular.....	26
4.2.2 Propriocepção e Tempo de Reação Muscular.....	28
4.2.3 Propriocepção e o Controle Neuromuscular Dinâmico.....	30
4.2.4 Propriocepção e o Desempenho no Salto.....	32
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
5.1 TIPO DE ESTUDO.....	34
5.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	34
5.2.1 Critérios de Inclusão.....	35
5.2.2 Critérios de Exclusão.....	35
5.3 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS.....	35
5.3.1 Variáveis Independentes.....	35
5.3.2 Variáveis Dependentes.....	35
5.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA.....	36
5.4.1 Avaliação da Força Muscular.....	39
5.4.2 Avaliação do Tempo De Reação Muscular.....	40
5.4.3 Avaliação da Instabilidade Funcional de Tornozelo.....	43
5.4.4 Avaliação do Controle Neuromuscular Dinâmico.....	43
5.4.5 Avaliação do Desempenho no Salto.....	44
5.4.6 Registro da Incidência de Lesões.....	45
5.4.7 Intervenção.....	45

5.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS.....	48
5.6 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE E TRATAMENTO ESTATÍSTICO....	49
6. RESULTADOS.....	50
6.1 FORÇA MUSCULAR.....	52
6.2 TEMPO DE REAÇÃO.....	58
6.3 INSTABILIDADE FUNCIONAL DE TORNOZELO.....	61
6.4 CONTROLE NEUROMUSCULAR DINÂMICO.....	62
6.5 DESEMPENHO NO SALTO.....	64
6.6 INCIDÊNCIA DE LESÕES.....	65
7. DISCUSSÃO.....	67
7.1 FORÇA MUSCULAR.....	68
7.2 TEMPO DE REAÇÃO.....	72
7.3 CONTROLE NEUROMUSCULAR DINÂMICO.....	74
7.4 DESEMPENHO NO SALTO.....	76
7.5 INCIDÊNCIA DE LESÕES.....	78
7.6 LIMITAÇÕES E PONTOS FORTES.....	80
8. CONCLUSÃO.....	81
REFERÊNCIAS.....	82
APÊNDICES.....	94
APÊNDICE A.....	94
APÊNDICE B.....	95
APÊNDICE C.....	97
APÊNDICE D.....	99
ANEXOS.	101
ANEXO A.....	101

1 INTRODUÇÃO

A esgrima é um esporte de agilidade, que envolve movimentos em aceleração e frenagens, mudanças de direção, incertezas espacial e temporal, além de tarefas que demandam envolvimento físico e cognitivo, e dependem da força e potência dos membros inferiores (Sheppard e Young, 2006).

Força, velocidade e coordenação neuromuscular são parâmetros fundamentais para maximizar o desempenho dos esgrimistas e o sucesso nessa modalidade requer uma prática repetitiva intensa para melhorar e manter a velocidade de desempenho (Stewart e Kopetka, 2005; Yiou e Do, 2000). Entretanto, esses movimentos dinâmicos repetitivos expõem o sistema músculo-esquelético à lesões, que resultam das forças de reação do solo (Geil, 2002).

Na esgrima como nos demais esportes e, também, em indivíduos fisicamente ativos, o tornozelo está entre os locais mais acometidos por lesões agudas e crônicas em atletas (Hootman, Dick e Agel, 2007; Fong *et al.*, 2007). De acordo com Zemper e Harmer (1996) aproximadamente metade de todas as lesões ocorrem nas extremidades inferiores, especialmente no tornozelo e joelho. Mais recentemente, Harmer *et al.* (2008) acompanharam durante cinco anos atletas da esgrima e investigaram a incidência de lesões. Os autores constataram que a maioria das lesões ocorreu nos membros inferiores, sendo joelho e tornozelo as articulações mais acometidas. A lesão mais frequente foi a entorse de tornozelo, e isso pode ser associado à característica do esporte que envolve mudanças rápidas de direção, aceleração e frenagens.

A entorse de tornozelo pode gerar alterações nas funções neuromusculares e proprioceptivas dos tornozelos, assim como alterações posturais. Por isso, programas preventivos devem ser implementados em clubes e organizações esportivas, evitando a ocorrência dessas lesões que resultam no afastamento dos atletas dos treinamentos e das competições e, assim, diminuem seu desempenho no esporte (Arnold *et al.*, 2009; Mckee e Hertel, 2008; Zech *et al.*, 2009).

O treinamento proprioceptivo nas entorses de tornozelo é utilizado tanto para reabilitação, quanto para prevenção dessas lesões (Wikstrom *et al.*, 2009, Taube, Gruber e Gollhofer, 2008). Ele tem a função de estabilizar a articulação, evitando a

ocorrência de entorses e a recorrência dessas lesões (Harmer, 2007; McGuine e Keene, 2006 Mohammadi, 2007; McHugh *et al.*, 2007).

A esgrima é uma modalidade esportiva ainda pouco praticada perto de outros esportes como futebol, voleibol ou basquetebol. E isso se reflete no meio científico, com poucos estudos realizados com esgrimistas, sendo a maioria avaliando a melhora da performance (Gutiérrez-Dávila *et al.*, 2013; Gutiérrez-Dávila *et al.*, 2014, Poulis *et al.*, 2009; Redondo *et al.*, 2013; Redondo *et al.*, 2014; Tsolakis e Vagenas, 2010; Tsolakis *et al.*, 2011; Tsolakis *et al.*, 2010), a cinemática dos gestos específicos (Bottoms, Greenhalgh e Sinclair, 2013; Gholipour, Tabrizi e Farahmand, 2008), a influência de sapatos e superfícies durante a prática desse esporte (Geil, 2002; Greenhalgh, Bottoms e Sinclair, 2012).

Diante do que foi exposto, o *Lunge* que é o gesto de ataque mais comum desse esporte tem sido pouco estudado. Pela sua forma de execução, é apontado como gesto que mais provoca lesão na região do tornozelo. O gesto depende da velocidade do movimento e é caracterizado por um impulso para frente, em que a perna da frente realiza a flexão de joelho e quadril e a perna de trás permanece estendida, o que leva o pé da frente a sofrer mais impacto (Turner *et al.*, 2013).

Também não foram encontrados estudos que tenham se proposto a investigar formas de prevenir lesões nesse esporte, como o treinamento proprioceptivo e sua influência não só na estabilidade articular como os seus efeitos no desempenho esportivo.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar a influência de um programa de treinamento proprioceptivo de 12 semanas sobre o controle neurofuncional e a incidência de lesões em atletas de esgrima.

2. PROBLEMA DE PESQUISA

Qual a influência da aplicação de um programa de treinamento proprioceptivo de 12 semanas sobre o controle neurofuncional e a incidência de lesões em atletas de esgrima?

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Verificar a influência de um programa de treinamento proprioceptivo de 12 semanas sobre o controle neurofuncional e a incidência de lesões em atletas de esgrima.

3.2 ESPECÍFICOS

Avaliar os grupos experimental e controle de atletas de esgrima, nos momentos pré e pós programa de treinamento proprioceptivo de 12 semanas, e no *follow up* de três e seis meses, os seguintes desfechos em relação à articulação do tornozelo:

- força muscular de inversores, eversores, plantiflexores e dorsiflexores;
- tempo de reação dos inversores, eversores, plantiflexores e dorsiflexores;
- instabilidade funcional;
- controle neuromuscular dinâmico;
- desempenho no salto;
- registro da incidência lesões.

Comparar os resultados dos desfechos entre os grupos experimental e controle.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Esgrima e as Lesões em Membros Inferiores

A esgrima é um esporte olímpico que vem se destacando nos Jogos Olímpicos modernos, com maior envolvimento dos jovens que apresentam êxito em competições internacionais. O número de atletas expandiu juntamente com as demandas biomecânicas do esporte, levando a uma maior conscientização sobre as lesões associadas à esgrima (Geil, 2002).

É um esporte de combate, com o objetivo de atingir o corpo do oponente conforme uma das técnicas utilizadas (espada, sabre ou florete). De acordo com Sheppard e Young (2006), a esgrima é um esporte de agilidade, que envolve movimentos em aceleração ou desaceleração rápidas, mudanças de direção, incertezas espacial e temporal, que demandam envolvimento físico e cognitivo.

A esgrima é caracterizada por uma combinação de movimentos curtos e frequentes de alta intensidade, movimentos de baixa intensidade e períodos de recuperação. O sucesso nesse esporte requer uma prática repetitiva intensa para melhorar e manter a velocidade de desempenho (Stewart e Kopetka, 2005; Yiou e Do, 2000).

Durante a prática da esgrima, o atleta permanece na posição “em guarda”, em que um membro inferior fica posicionado mais a frente que o outro, permitindo maior agilidade durante a defesa ou o *Lunge*, que é o gesto de ataque mais comum desse esporte. O *Lunge* depende da velocidade do movimento e é caracterizado por um impulso para frente, sendo que a perna da frente realiza a flexão de joelho e quadril e a perna de trás permanece estendida. A perna de trás realiza uma ação concêntrica, enquanto a perna de frente desacelera o movimento, para que o atleta possa atacar seu oponente sem perder a estabilidade. Geralmente, o pé de trás mantém a sua posição enquanto o pé da frente se move para frente, por isso as forças de frenagem executadas pela perna dianteira são muito elevadas (Turner *et al.*, 2013).

Esses movimentos dinâmicos, como passos e saltos em diferentes direções, bem como *lunges* realizados para atingir o adversário, dependem de força

e potência muscular (Barth e Beck, 2007) e, especialmente, da função neuromuscular dos membros inferiores (Tsolakis e Tsiganos, 2008; Poulis *et al.*, 2009).

Consequentemente, é necessário ter desenvolvimento de resistência para gerar saídas de potência elevadas, e enfatizar a importância de melhorar o tempo de reação dos músculos dos membros inferiores. De acordo com Cronin, Mcnair e Marshall (2003), ao estudar medidas de resistência em relação ao *lunge*, descobriram que o tempo para atingir a força concêntrica foi o preditor mais significativo de desempenho no *lunge*.

Esses movimentos dinâmicos repetitivos expõem o sistema músculo-esquelético à lesões, que resultam das forças de reação do solo (Geil, 2002), assim como o número de *lunges*, realizados em treinos e competições, expõe os atletas à forças de impacto prejudiciais, principalmente ao pé da frente, devido as assimetrias funcionais desenvolvidas com a prática de esgrima (Sinclair *et al.*, 2010).

Na esgrima, de acordo com Zemper e Harmer (1996), aproximadamente metade de todas as lesões ocorrem nas extremidades inferiores, especialmente no joelho e no tornozelo. Mais recentemente, Harmer *et al.* (2008) investigaram a incidência de lesões em atletas da esgrima nos EUA. O estudo teve duração de cinco anos e constatou que a maioria das lesões ocorreu nos membros inferiores, sendo joelho e tornozelo as articulações mais acometidas e que a lesão mais frequente foi a entorse de tornozelo, podendo estar associado à característica do esporte com ações em aceleração e frenagem, além das mudanças de direção.

Essa incidência de lesões nos atletas de esgrima não difere de outras populações. O tornozelo está entre os locais mais acometidos por lesões agudas e crônicas em atletas e indivíduos fisicamente ativos (Hootman, Dick e Agel, 2007; Fong *et al.*, 2007). Entre as lesões do tornozelo, a entorse é a lesão musculoesquelética aguda de maior acometimento na população mundial (Ivins *et al.*, 2006; Van Rijn *et al.*, 2008). Essa lesão limita, principalmente os atletas, em suas capacidades de correr, saltar, chutar e mudar de direções (Hootman *et al.*, 2007; Fernandez *et al.*, 2007).

Por definição, entorses de tornozelo constituem um prejuízo para um ou mais ligamentos da articulação. Estes, como todos os ligamentos do corpo humano, servem para fornecer a estabilidade mecânica e a informação proprioceptiva. A natureza e extensão da entorse de tornozelo dependem do mecanismo de lesão, sendo o mecanismo mais comum uma excessiva inversão do pé combinado com a flexão plantar e rotação externa da tibia. Lesões de inversão normalmente causam danos ao complexo ligamentar lateral do tornozelo, formado pelo ligamento talofibular anterior, ligamento calcaneofibular e ligamento talofibular posterior (Hertel *et al.*, 2002; Van Rijn *et al.*, 2008).

Apesar de a entorse ser comumente relacionada à lesão ligamentar, estruturas capsulares, tendíneas e musculares estão sujeitas a prejuízos tanto pelo trauma agudo de origem mecânica, quanto pelo desuso promovido pela imobilização ou pela dor. Em geral, o que se tem observado é uma redução da capacidade de produção de força, do volume, da ativação elétrica e alterações na relação força-comprimento da musculatura do tornozelo (Baroni *et al.*, 2010).

A recorrência das entorses podem levar a déficits mecânicos ou funcionais, resultando em instabilidade crônica do tornozelo (Hertel *et al.*, 2002), alterações degenerativas na articulação, dor crônica e perda da propriocepção (Anandacoomarasamy e Barnsley, 2005). Causas mecânicas da instabilidade podem incluir: frouxidão ligamentar, restrição da artrocinemática, alterações sinoviais e degenerativas na articulação. Já as causas da instabilidade funcional (IFT) podem incluir: diminuição da propriocepção, déficits de força e perda de controle neuromuscular e postural (Bozkurt e Doral, 2006).

Os indivíduos com histórico de instabilidade do tornozelo, sejam eles atletas ou não, apresentam aumento das lesões no tornozelo, déficits e degeneração articular (Hintermann *et al.*, 2003). Portanto, a prevenção das entorses e da instabilidade crônica do tornozelo deve ser utilizada e no caso específico dos atletas para evitar o seu afastamento, diminuir os custos médicos e, ainda, prevenir lesões degenerativas nessa articulação (Verhagen *et al.*, 2005).

Como o entorse de tornozelo é uma lesão de alta prevalência na esgrima, a IFT do atleta deve ser avaliada e prevenida, principalmente nos atletas com histórico

de entorse. Entre as formas de avaliar a IFT estão os questionários como o *Cumberland Ankle Instability Tools* (CAIT) (Hiller *et al.*, 2006), o *Foot and Ankle Disability Index* (FADI) e o *Foot and Ankle Disability Index Sport* (FADI Sport) (Hale, Hertel e Olmsted-Kramer, 2007), o *Foot and Ankle Ability Measure* (FAAM) (Carcia, Martin e Drouin, 2008), o *Ankle Joint Functional Assessment Tool* (AJFAT) (Ross *et al.*, 2008), o *Ankle Instability Instrument* (All) (Docherty *et al.*, 2006), entre outros.

O FADI é um questionário específico para a função do tornozelo e é dividido em FADI e FADI Sport, já o FAAM avalia o desempenho físico de indivíduos com diversas desordens que acometem os membros inferiores como um todo. Enquanto o AJFAT, o All e o CAIT são questionários elaborados para diferenciar indivíduos que têm IFT daqueles que não apresentam tal disfunção. De todos esses questionários citados, o CAIT, O FADI e o FAAM já foram traduzidos e adaptados para o português.

Em função de o CAIT ser o mais indicado para discriminar indivíduos com ou sem instabilidade de tornozelo (Moreira, Sabino e Resende, 2010), já ter sido traduzido e adaptado ao português, ele foi escolhido como forma de avaliar a IFT no presente estudo.

O CAIT foi desenvolvido por Hiller *et al.* (2006) e a tradução e adaptação transcultural foi realizado por Noronha *et al.* (2008), é um instrumento de instabilidade do tornozelo discriminativo, desenvolvido para determinar se um indivíduo tem IFT e qual a sua gravidade. A pontuação do CAIT vai de 0 a 30, sendo que escores ≥ 28 indicam estabilidade e ≤ 27 , instabilidade de tornozelo (Hiller *et al.*, 2006). Alguns autores sugerem o uso de escores ≤ 23 (Noronha *et al.*, 2008), ≤ 24 (Gribble *et al.*, 2013, Hiller *et al.*, 2007) e ainda ≤ 25 (Wright *et al.*, 2014) para considerar instabilidade de tornozelo (ANEXO A).

4.2 Prevenção de Lesões

Existem poucos estudos realizados com esgrimistas, e nenhum estudo foi encontrado investigando a prevenção de lesões nesse esporte. Como forma de prevenir lesões na esgrima estão o uso de equipamentos de proteção adequados e de boa qualidade, o aperfeiçoamento da técnica, assim como respeito as regras do jogo (Harmer *et al.*, 2008). Além disso, como a esgrima é um esporte unilateral é importante realizar treinamento de força bilateral e para todos os grupos musculares, a fim de evitar ou minimizar os desequilíbrios do sistema músculo-esquelético (Kucera *et al.*, 2003 apud Harmer *et al.*, 2008).

Como os esgrimistas lesionam os membros inferiores mais frequentemente (Harmer *et al.*, 2008) outra forma de prevenir essas lesões, principalmente o entorse de tornozelo, é o treinamento proprioceptivo.

O treinamento proprioceptivo é utilizado tanto para reabilitação, quanto para prevenção de lesões (Wikstrom *et al.*, 2009; Taube *et al.*, 2008). Direcionado a articulação do tornozelo, tem como função estabilizar essa articulação, evitando a ocorrência de entorses e a recorrência dessas lesões (Harmer, 2007; McGuine e Keene, 2006; Mohammadi, 2007; McHugh *et al.*, 2007).

A propriocepção compreende receptores, vias e centros nervosos envolvidos na percepção, conscientes ou inconscientes, da posição do corpo (Richie, 2001; Willems *et al.*, 2002; Liu, Jeng e Lee, 2005; McKeon e Hertel, 2008). Pode ser pensada como um processo neuromuscular complexo que envolve os sinais eferentes e aferentes e permite que o corpo mantenha a estabilidade e a orientação durante atividades estáticas e dinâmicas (Bunton, Pitney e Kane, 1993). As informações aferentes para o ajuste necessário dos movimentos é fornecida pelos receptores proprioceptivos, visual, vestibular e somatossensorial. A comunicação bidirecional entre os sistemas sensorial e motor é fundamental para o controle motor adequado. A entrada visual é um dos aspectos mais importantes da propriocepção. O outro sentido importante é obtido através de receptores somatossensoriais, que são encontrados na pele, músculos, articulações, ligamentos e tendões e informam o sistema nervoso central (SNC) sobre a deformação dos tecidos, esses receptores encontrados no tornozelo e demais articulações são os fusos neuromusculares, os

órgãos tendinosos de Golgi, os mecanorreceptores articulares de Ruffini e os mecanorreceptores cutâneos plantares (Grigg, 1994).

A propriocepção envolve os aspectos estático e dinâmico do senso de posição, sendo que o aspecto estático fornece orientação consciente de uma parte do corpo em relação à outra, enquanto o aspecto dinâmico fornece o feedback sobre o sistema neuromuscular e a direção de um movimento (Ergen e Ulkar, 2008).

Uma adequada propriocepção significa que todos os componentes da aptidão musculoesquelética estão em equilíbrio para superar qualquer sobrecarga nas estruturas, e este é importante na manutenção da estabilidade articular dinâmica, que pode ser definida como a capacidade de ativação adequada dos músculos para estabilizar a articulação em conjunto com o apoio dos estabilizadores mecânicos, ou seja, é o produto do sistema proprioceptivo (Laskowski, Newcomer-Aney e Smith, 1997).

O efeito de traumatismos aos tecidos, como estruturas capsulo-ligamentares, pode resultar em danos aos mecanorreceptores, resultando em déficit proprioceptivo como alterações na cinestesia, no senso de posição articular, além de alterações degenerativas na articulação (Lephart, 1998). Acarreta déficits na estabilidade mecânica e funcional e, por conseguinte, a susceptibilidade a uma nova lesão é maior podendo levar a mais microtraumas e reincidência de entorses, interferindo sobre as atividades de vida diária e esportivas.

O treino proprioceptivo direcionado para a prevenção de lesões no tornozelo tem como objetivo o aumento da estabilidade articular, controle postural, cinestesia da articulação e redução do tempo de ativação dos músculos (Baltaci e Kohl, 2003). Ele está direcionado para uma estruturação da área lesionada, fortalecendo novamente os músculos e ligamentos, restaurando as estruturas danificadas, permitindo uma resposta mais rápida do sistema nervoso central aos estímulos que está recebendo (Lopes, 2008).

O treino proprioceptivo pode ser realizado com exercícios sobre pranchas, discos, camas elásticas, em apoio bipodal evoluindo para apoio unipodal, com olhos abertos evoluindo para olhos fechados, e ainda aumentando a intensidade e relacionando os exercícios ao esporte praticado. Os exercícios desse treinamento

podem ser de equilíbrio, pliometria, exercícios isocinéticos, exercícios em cadeia fechada e aberta e atividades específicas das modalidades esportivas (Ergen e Ulkar, 2008; Mckeon e Mattacola, 2008).

Verhagen et al. (2004) analisaram o efeito do treino proprioceptivo com a prancha proprioceptiva na prevenção de entorses de tornozelo em 1127 atletas do voleibol. Foi feito um *follow-up* quatro e oito meses após o início da intervenção e os autores concluíram que a utilização de um programa proprioceptivo com pranchas é eficaz na prevenção de entorses. Corroborando, Petersen e Holmich (2005) avaliaram os efeitos de uma programa proprioceptivo com pranchas de equilíbrio em 276 jogadoras de *handball*, durante toda a temporada, 3 vezes por semana e concluíram que o treino com a prancha foi efetivo em prevenir entorses de tornozelo.

Mohammadi (2007) comparou a eficácia de três protocolos (força, propriocepção e órtese) sobre a incidência de entorses de tornozelo em jogadores de futebol, durante uma temporada. Ele observou que diminuiu significativamente a incidência de entorses entre o grupo que realizou o treinamento proprioceptivo e o grupo controle.

Emery et al. (2006) verificaram a eficácia de um programa de treinamento proprioceptivo sobre o equilíbrio estático e dinâmico e a incidência de entorses de tornozelo de atletas escolares. O programa era realizado por seis semanas com supervisão e depois durante seis meses sem supervisão em casa e deveria ser realizado todos os dias. Não houve diferença significativa na avaliação de seis semanas, a diminuição significativa na incidência das entorses foi observada na avaliação final, com 30 semanas de treinamento.

Emery e Meeuwisse (2010) avaliaram os efeitos de um programa de prevenção de lesões de 20 semanas sobre a incidência de lesões em membros inferiores de jogadores de futebol. Foi observada uma diminuição de 38% das lesões no grupo intervenção comparada ao grupo controle.

No entanto, apesar de haver uma série de estudos envolvendo o treinamento proprioceptivo, não há consenso quanto à intensidade, progressão, frequência e período de tempo apropriado para ser aplicado (Borreani et al., 2013). Hubscher et

al. (2010) sugerem que é necessário realizar o treinamento no mínimo 10 minutos por sessão, mais que uma vez por semana e com duração mínima de três meses.

Em relação à frequência de treinamento, Ergen e Ulkar (2008), sugerem a realização do treinamento proprioceptivo cinco vezes por semana. Clarck e Burden (2005), Cumps, Verhagen e Meeusen (2007), Hupperets, Verhagen e van Mechelen (2009a); Kim *et al.* (2014), Lee e Lin (2008); Mckeon *et al.* (2008), Zouita *et al.* (2013), verificaram redução significativa no risco de entorse de tornozelo realizando o programa de treinamento três vezes na semana.

Clark e Burden (2005) avaliaram por meio da eletromiografia (EMG) o tempo de reação do fibular longo e do tibial anterior, antes e após quatro semanas de treinamento proprioceptivo, três vezes por semana. Eles observaram uma diferença significativa no tempo de reação do tibial anterior e do fibular longo após a intervenção.

Já o estudo de Dias *et al.* (2011) avaliou um programa de treinamento proprioceptivo em 34 indivíduos ativos, durante quatro semanas, duas vezes por semana e concluíram que não houve diferença significativa no tempo de reação da musculatura do tornozelo. Indicando que talvez seja necessário realizar a intervenção três vezes por semana.

No entanto, ao observar o estudo de Hess *et al.* (2001) que pesquisou a influência de um programa proprioceptivo de três vezes por semana, com duração de quatro semanas, em 20 indivíduos com instabilidade de tornozelo, sobre o controle postural, eles não identificaram diferença significativa entre o grupo intervenção e o grupo controle.

Esses resultados não significativos podem estar relacionados, não a frequência semanal, mas sim ao período de tempo de aplicação do treinamento, podendo ser necessário mais que quatro semanas de intervenção para identificar resultados significativos na prevenção de entorses de tornozelo e obter maiores ganhos na estabilidade dinâmica.

Os estudos que avaliaram cinco ou seis semanas demonstraram serem eficazes na prevenção de entorses. Quanto à incidência de entorses de tornozelo,

dois estudos encontraram resultados significativos, McGuine e Keene (2006), que aplicaram o programa de treinamento proprioceptivo por cinco semanas e Eils *et al.* (2010) que aplicaram por seis semanas. A diminuição da incidência de entorses de tornozelo foi de 38% e 35%, respectivamente, comparando o grupo intervenção com o grupo controle.

O efeito positivo da aplicação de quatro a oito semanas de treinamento proprioceptivo sobre o tempo de reação, controle postural, a estabilidade dinâmica e a diminuição da incidência de entorses de tornozelo, tem sido bem documentado (Clark e Burden, 2005; Hupperets, Verhagen e van Mechelen, 2009a; Zouita *et al.*, 2013).

Quando se observa as propostas de treinamentos proprioceptivos na literatura, existe uma variedade na duração dos períodos de treinamento. Eils e Rosenbaum (2001) verificaram os efeitos de um programa de treinamento proprioceptivo de seis semanas, executado uma vez por semana, sobre o senso de posição articular, controle postural e tempo de reação dos eversores durante a inversão súbita na plataforma de inclinação. Houve melhora significativa apenas no grupo intervenção para as variáveis estudadas, nos três testes aplicados.

Osborne *et al.* (2001) que objetivaram identificar os efeitos de oito semanas de treinamento proprioceptivo no tempo de reação da musculatura do tornozelo, observaram que houve uma diminuição significativa no tempo de reação do tibial anterior em comparação ao grupo controle.

Já o estudo de Zouita *et al.* (2013) investigou os efeitos de um programa proprioceptivo de oito semanas, em 16 atletas com instabilidade de tornozelo. Eles avaliaram a força e o controle postural dos atletas e concluíram que houve aumento de força e melhora do controle postural significativo entre os atletas do grupo intervenção, comparados ao grupo controle.

Em relação à reincidência de entorses de tornozelo, Hupperets, Verhagen e van Mechelen (2009a) avaliaram o efeito de oito semanas de treinamento proprioceptivo não supervisionado em 522 atletas com entorse de tornozelo e verificaram uma diminuição significativa na reincidência de entorses de tornozelo, comparado ao grupo controle.

Lee e Lin (2008) avaliaram 12 semanas de treino proprioceptivo em voluntários com instabilidade de tornozelo, sobre o senso de posição passivo e ativo e o controle postural. Os autores verificaram melhora significativa no controle postural estático, em relação ao grupo controle.

De acordo com McKeon e Hertel (2008) o programa de treinamento deve ser aplicado pelo maior tempo possível, devendo ser realizado durante os treinos técnicos para obter melhores resultados. Baltaci e Kohl (2003) sugerem a realização por 12 meses, enquanto Ergen e Ulkar (2008) referem que o ideal seria dez meses de treinamento.

Com base na literatura é possível perceber que o treinamento proprioceptivo demonstra ser eficaz na prevenção de entorses de tornozelo em diferentes modalidades esportivas, sugerindo que é possível obter os mesmos resultados satisfatórios se aplicados em esportes como a esgrima. Mesmo com alguns estudos utilizando tempo superiores a 12 semanas, os estudos apresentados anteriormente demonstram que a aplicação de treinamento proprioceptivo três vezes por semana durante 12 semanas é capaz de provocar diferenças significativas nos desfechos avaliados.

4.2.1 Propriocepção e a Força Muscular

Os déficits de força muscular e propriocepção têm sido associados à IFT, que pode favorecer as entorses. Por isso, exercícios de fortalecimento muscular e exercícios proprioceptivos bem planejados podem ajudar a prevenir essas lesões, especialmente em suas atividades esportivas e de vida diária (Willems *et al.*, 2002). Bosien, Staples e Russell (1955) foram os primeiros a relatar que a fraqueza dos músculos fibulares foi o fator mais significativo para a ocorrência de entorses de tornozelo.

Poucos estudos avaliando os efeitos dos programas proprioceptivos sobre a força muscular de inversores, eversores, plantiflexores e dorsiflexores são encontrados na literatura. O equipamento utilizado para avaliar a força em todos os estudos encontrados foi o dinamômetro isocinético, que pode medir e analisar

funções musculares, tais como pico de torque, potência e trabalho, simultaneamente a uma contração muscular (Olivier, Rogez e Masquelier, 2007; Sole, Hamrée e Milosavljevic, 2007). O dinamômetro isocinético ajuda a quantificar e compreender as condições da força muscular do tornozelo (Kim *et al.*, 2014).

Kim *et al.* (2014) compararam os efeitos de quatro semanas de treinamento de força associado a propriocepção e treinamento de força isolado, em indivíduos com IFT. As variáveis analisadas foram força muscular através do dinamômetro isocinético e a IFT através do CAIT. Os resultados permitiram concluir que a força aumentou significativamente nos dois grupos de intervenção, porém a IFT melhorou significativamente no grupo força e propriocepção comparado com o grupo força.

Em contrapartida, Kaminski *et al.* (2003) investigaram os efeitos de seis semanas de treinamento de força, propriocepção e os dois combinados sobre a razão de força isocinética de inversores e eversores de tornozelo em indivíduos com IFT e concluíram que seis semanas de treinamento de força, de propriocepção ou ambos não produziu efeitos sobre a razão de força isocinética de eversores e inversores. Corroborando com Kaminski *et al.* (2003), Baker, Webright e Perrin (1998) examinaram os efeitos de um protocolo de propriocepção e força, com theraband, por seis semanas sobre o controle postural de indivíduos com IFT e concluíram que esse programa de seis semanas não melhorou significativamente o controle postural.

Zouita *et al.* (2013) investigaram os efeitos de um programa de treinamento proprioceptivo de oito semanas sobre a força muscular do tornozelo e o controle postural em atletas com entorse de tornozelo. Eles concluíram que houve aumento significativo da força máxima, diminuição no tempo de aceleração e desaceleração dos plantiflexores e melhora da estabilidade dessa articulação após oito semanas.

Exceto pelo estudo de Kim *et al.* (2014), os efeitos positivos da propriocepção sobre a força muscular do tornozelo levam oito semanas para serem identificados. O presente estudo se propôs a investigar os efeitos de 12 semanas de treino proprioceptivo sobre a força muscular em atletas da esgrima, visto que os estudos nesta área são insuficientes.

4.2.2 Propriocepção e o Tempo de Reação Muscular

A contenção passiva é feita pelos ossos, ligamentos e cápsulas, enquanto a contenção ativa é realizada pelo sistema neuromuscular, sendo assim os músculos fibulares são de particular interesse no tornozelo, pois eles são responsáveis pela eversão do pé e durante uma entorse em inversão ele teria a função de parar o movimento lesivo (Tropp, Ekstrand e Gillquist, 1984).

Para prevenir lesões, um conjunto de comandos musculares é necessário para que essa programação motora forneça a ativação muscular adequada diante de um evento lesivo. A repetição de exercícios proprioceptivos permite ao córtex cerebral determinar o padrão motor mais efetivo para a realização de uma tarefa ou esporte, e ainda diminuir o tempo de reação da musculatura do tornozelo. O tempo de reação é o tempo entre o estímulo e a resposta elétrica do músculo. O atraso eletromecânico é a média de um tempo de atraso entre ativação muscular e a produção de força do músculo. O atraso entre o estímulo inicial e o onset da resposta do reflexo fibular é definido como “latência do fibular” (Tropp, Ekstrand e Gillquist, 1984).

Em relação ao pé e tornozelo muitos autores têm avaliado o tempo de reação e a potência da resposta neuromuscular em membros inferiores. A eletromiografia (EMG) tem sido largamente usada para investigar o tempo de reação na plataforma de inversão súbita que simula a entorse em inversão. Estudos avaliando o efeito da propriocepção sobre o tempo de reação dos músculos do tornozelo, através da EMG, mostram a importância desses exercícios para a prevenção de lesões e a melhoria do desempenho, visto que diminui o tempo de reação permitindo maior velocidade e agilidade durante os gestos esportivos e atividades de vida diária.

Nesse sentido, Clark e Burden (2005) avaliaram por meio da EMG o tempo de reação do fibular longo e do tibial anterior em indivíduos com IFT durante a inversão súbita, antes e depois de quatro semanas de treinamento proprioceptivo, três vezes por semana. Eles observaram que o tempo de resposta de ambos os músculos melhorou significativamente após o treinamento proprioceptivo.

Além de Clark e Burden (2005), Akbhari *et al.* (2007) também investigaram o efeito de quatro semanas de treinamento proprioceptivo, três vezes por semana,

sobre o tempo de reação do tibial anterior, fibular longo e sóleo através da EMG no movimento de inversão súbita. O treinamento foi realizado por indivíduos com IFT e eles também identificaram diminuição significativa no tempo de reação do fibular longo e do tibial anterior.

Entretanto Dias *et al.* (2011) investigaram o efeito de um programa proprioceptivo com duração de quatro semanas, duas vezes por semana, sobre o tempo de reação do fibular longo durante a simulação de entorse lateral do tornozelo em indivíduos saudáveis e não encontraram diferença significativa após a aplicação do treinamento proprioceptivo.

A comparação desses três estudos sugere que a frequência de duas vezes semanal não é suficiente para uma mudança significativa no tempo de reação muscular.

Eils *et al.* (2001) utilizaram a EMG para investigar a eficácia de um programa proprioceptivo de seis semanas sobre o tempo de reação dos músculos tibial anterior, fibular longo e fibular curto durante a inversão súbita em indivíduos com IFT. Os autores identificaram diminuição significativa no tempo de reação dos músculos fibular longo e fibular curto, enquanto que no tibial anterior não houve diferença significativa.

Linford *et al.* (2006) examinaram a influência de seis semanas de treinamento proprioceptivo sobre o atraso eletromecânico, por meio de EMG e plataforma de força e o tempo de resposta do fibular longo, durante a caminhada, em indivíduos fisicamente ativos e saudáveis. O treinamento de seis semanas foi efetivo e reduziu significativamente o tempo de reação do fibular longo.

No estudo de Osborne *et al.* (2001) o objetivo foi avaliar o efeito de um programa proprioceptivo de oito semanas sobre o tempo de reação dos músculos tibial anterior e posterior, fibular longo e extensor longo dos dedos em indivíduos com histórico de entorse, durante uma simulação de entorse lateral do tornozelo. Eles observaram redução significativa somente no tempo de reação do músculo tibial anterior.

Embora os estudos anteriormente citados, tenham encontrado resultados significativos com quatro e seis semanas de intervenção, o estudo de Osborne *et al.* (2001) sugere um período de treinamento superior a oito semanas para obter melhores resultados.

O treinamento proprioceptivo demonstra ser eficaz em aumentar o equilíbrio dinâmico por meio da redução do tempo de reação dos músculos que estabilizam a articulação. Com base nos achados da literatura, o presente estudo realizará uma intervenção proprioceptiva por um período de 12 semanas, esperando encontrar diferenças significativas no tempo de reação dos músculos tibial anterior, fibular longo, gastrocnêmios medial e lateral durante o *Lunge*, principal gesto esportivo dos atletas da esgrima.

4.2.3 Propriocepção e Controle Neuromuscular Dinâmico

O controle neuromuscular dinâmico é considerado a habilidade de manter uma posição estável enquanto realiza uma tarefa, gesto esportivo ou atividade física. É necessário em esportes que exigem estabilidade enquanto o atleta se move e reage rapidamente as mudanças de direção impostas pela atividade, como a esgrima. A manutenção do controle dinâmico é feita pelo sistema vestibular, visual e somatossensorial juntamente com o centro de gravidade e o centro de massa (Winter, Patla e Frank, 1990).

Os danos ao controle neuromuscular dinâmico podem ser vistos em indivíduos com IFT (Noronha *et al.*, 2008; McKeon e Hertel, 2008; Wikstrom, Fournier e McKeon, 2010), devido as alterações no controle proprioceptivo e neuromuscular (Hertel *et al.*, 2002). Esses déficits ficam mais evidentes durante atividades dinâmicas (McKeon e Hertel, 2008), e estão associados com o aumento do risco de entorses de tornozelo (Docherty *et al.*, 2006).

Já a entorse do tornozelo provoca déficit no controle neuromuscular dinâmico algumas semanas após a lesão (Van Rijn *et al.*, 2008), o que aumenta a possibilidade de recidiva de lesão, podendo se tornar um ciclo vicioso.

O controle neuromuscular tem um efeito significativo sobre a performance atlética (Hrysomallis *et al.*, 2011), por isso é importante evitar ou melhorar esses déficits, principalmente em atletas que estão expostos a lesões frequentemente. Existem muitas formas para avaliar o controle neuromuscular dinâmico (Clark *et al.*, 2010; Coughlan *et al.*, 2012; Basnett *et al.*, 2013; Gribble e Hertel, 2003, Hrysomallis *et al.*, 2011), entre elas está a *Star Excursion Balance Test* (SEBT), que requer que o indivíduo mantenha o equilíbrio sobre o apoio unipodal enquanto o membro inferior contralateral tenta atingir a maior distância possível em uma direção predeterminada (Gribble e Hertel, 2003). Distâncias maiores são indicativas de um melhor controle neuromuscular e indivíduos com IFT demonstram redução nessas distâncias quando comparados a indivíduos sem lesões no tornozelo (Hertel *et al.*, 2006). A assimetria entre os membros inferiores (distâncias > 4cm) e limitações na direção posterolateral (< 80% da distância normal) têm sido considerados fatores de risco para entorse de tornozelo ou reincidência dessas lesões (Plisky *et al.*, 2006; Noronha *et al.*, 2012).

McKeon *et al.* (2008) avaliou através da SEBT, os efeitos de quatro semanas de treinamento proprioceptivo sobre o controle neuromuscular dinâmico em indivíduos com instabilidade de tornozelo. No estudo eles utilizaram as direções anterior, posterolateral e posteromedial da SEBT. Houve aumento significativo na distância alcançada nas direções posterolateral e posteromedial do pré para o pós teste no grupo intervenção.

Peres *et al.* (2014) avaliaram o efeito de um treinamento proprioceptivo de quatro semanas na estabilidade articular do tornozelo por meio da SEBT em atletas de voleibol. Na comparação entre pré e pós-intervenção os resultados do teste das atletas mostrou aumento significativo em seis direções para o tornozelo direito e cinco para o tornozelo esquerdo.

O'Driscoll, Kerin e Delahunt (2011) verificaram os efeitos de um programa de treinamento de seis semanas, em atletas de rugby, sobre o controle neuromuscular dinâmico a partir de três direções da SEBT, anterior, posteromedial e posterolateral. Os autores não encontraram resultados significativos entre o pré e o pós intervenção.

Os estudos demonstram ser a SEBT um instrumento adequado para fornecer informações sobre o controle neuromuscular dinâmico dos tornozelos. A melhora na distância alcançada na SEBT parece ser um fator relevante de prevenção de entorses de tornozelo.

4.2.4 Propriocepção e o Desempenho no Drop Vertical Jump

A utilização do teste de salto vertical é uma ferramenta importante para o monitoramento do treinamento físico em diversas modalidades esportivas, fornecendo informações fundamentais que podem ser utilizadas, principalmente, para verificar o controle e o incremento da aptidão muscular. Nos últimos anos, o teste de salto vertical vem sendo muito utilizado em diversas populações, em função de ser uma técnica simples e de fácil aplicação (Moir *et al.*, 2004; Cronin e Crewther, 2004).

Saltar é um movimento que requer alto grau de coordenação motora entre os segmentos superiores e inferiores e depende da força explosiva que é considerada um fator dominante em muitos esportes. A ação propulsiva dos membros inferiores durante o salto vertical tem sido considerada fundamental para a avaliação das características funcionais em atletas (Markovic *et al.*, 2004).

O *drop vertical jump test* (DVJT) é um teste que tem sido utilizado para quantificar os padrões de movimento anormais (Paterno *et al.*, 2010) e consequentemente prever lesões do membro inferior (Delahunt *et al.*, 2012). O DVJT requer que o participante fique sobre uma plataforma estacionária e execute um salto, tentando atingir a maior altura vertical possível.

O DVJT pode ser realizado partindo de caixas com 30cm (Barber-Westin *et al.*, 2005; Lyle *et al.*, 2014), 40cm (Delahunt *et al.*, 2012) e 50cm (Horita *et al.*, 2002). E a avaliação pode ser realizada através de plataformas de força (Marchetti e Ceschini, 2009), tapetes de contato (Tsolakis *et al.*, 2010) e do Vertec System (Cressey *et al.*, 2007).

A realização desse salto exige a ativação muscular concêntrica e um ciclo alongamento-encurtamento, que pode ser relativamente lento ou rápido (Young,

Pryor e Wilson, 1995). Na esgrima, os atletas precisam realizar constantes ataques com alterações rítmicas de direção (Barth e Beck, 2007) e como resultado os músculos dos membros inferiores são ativados por ciclos de alongamento-encurtamento, que por sua vez influenciam na contração concêntrica da fase de propulsão no *lunge* seguinte. Isso mostra que a velocidade, força muscular e coordenação neuromuscular são parâmetros importantes para maximizar as características de potência funcionais dos membros inferiores durante o desempenho na esgrima.

O desempenho no *lunge* é uma das habilidades fundamentais da esgrima que discrimina esgrimistas de elite dos novatos (Harmenberg *et al.*, 1991; Williams e Walmsley, 2000), e está relacionado com a força muscular e a potência dos membros inferiores (Roi e Bianchedi, 2008). O DVJT é um teste que se correlaciona significativamente com o *lunge* e parece ter boa especificidade para o desempenho da esgrima (Tsolakis *et al.*, 2010). Este teste pode fornecer informações confiáveis, valiosas no acompanhamento do nível e os progressos das características de potência funcional da perna na esgrima, semelhante a qualquer outra avaliação do salto vertical.

Myer *et al.* (2006) compararam o treino de pliometria com o treinamento proprioceptivo por sete semanas e utilizaram o *drop vertical test* e o *medial drop landing* antes e depois das sete semanas. Eles observaram que os dois grupos de treinamento melhoraram significativamente o alinhamento dos membros inferiores após as sete semanas e, a partir dessa melhora na biomecânica dos membros inferiores inferem que as lesões em membros inferiores podem ser prevenidas.

Já Cressey *et al.* (2007) investigaram o efeito de dez semanas de treinamento proprioceptivo sobre a performance de atletas. Eles utilizaram o *drop vertical jump*, o *countermovement jump (CMJ)* e o *10 e 40 yard sprint time* no pré e pós intervenção. O grupo que realizou o treinamento proprioceptivo demonstrou diferença significativa no DVJ, CMJ e diminuição significativa no tempo do *40 yard sprint*.

Diante do que foi exposto, o desempenho no DVJT foi investigado no presente estudo, visto que esse salto é um importante preditor de desempenho nos atletas da esgrima.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 TIPO DE ESTUDO

O presente estudo foi um ensaio clínico, conduzido no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade sob o parecer de número 1.455.237 bem como, foi registrado no *Clinical Trial* sob número NCT02739308.

5.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população do estudo foi a equipe de esgrima, composta por 25 atletas de um clube poliesportivo de Porto Alegre, de ambos os sexos, das categorias pré-cadetes (de 14 a 15 anos); cadetes (até 17 anos); juvenil (até 20 anos) e adulto livre. Todos os atletas que atenderam aos critérios estabelecidos e concordaram em participar do estudo foram incluídos na pesquisa, totalizando 19 esgrimistas.

O processo de seleção dos atletas foi realizado a partir da divulgação do estudo pelo pesquisador durante o horário de treino, onde foram explicados todos os procedimentos da pesquisa, seus objetivos e sua justificativa e foi fornecido o email de contato para que os interessados pudessem se manifestar por meio deste.

Antes da participação na pesquisa, os participantes foram convidados a ler e, caso concordassem em participar do estudo em questão, assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B), apresentado em duas vias, sendo uma para o sujeito e a outra para a pesquisadora. No caso dos atletas menores de 18 anos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado pelos responsáveis (APÊNDICE C) e o Termo de Assentimento (APÊNDICE D) foi assinado pelo atleta.

5.2.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os critérios de inclusão foram praticar esgrima no mínimo há um ano e ter entre 14 e 35 anos.

5.2.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Os critérios de exclusão foram estar em tratamento fisioterapêutico ou participando de programas preventivos, ter lesão nos membros inferiores que comprometessem a realização dos testes e faltar três sessões consecutivas ou cinco alternadas do programa de treinamento.

5.3 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

5.3.1 Variáveis Independentes:

- Treinamento proprioceptivo: exercícios proprioceptivos com progressão de intensidade e dificuldade realizados durante 12 semanas.

5.3.2 Variáveis Dependentes:

- Força muscular: pico de torque concêntrico e excêntrico registrado no dinamômetro isocinético e a partir do pico de torque foram calculadas as razões funcional e convencional dos músculos do tornozelo.
- Tempo de reação muscular (*onset latency*): definido como o tempo entre o estímulo luminoso e o tempo em que ultrapassa três desvios padrão da atividade basal nos músculos tibial anterior, tibial posterior, gastrocnêmio lateral e fibular longo durante o *Lunge Test*, através da eletromiografia de superfície.
- Instabilidade Funcional de Tornozelo: identificada como score ≤ 27 no *Questionário Cumberland Ankle Instability Tools*.

- Controle neuromuscular dinâmico: definida pela capacidade de manter o equilíbrio unipodal, enquanto a outra perna tenta atingir a maior distância possível na *Star Excursion Balance Test*.
- Desempenho no Salto: altura atingida no *Drop Vertical Jump Test* (30cm, 40cm, 50cm) no Tapete de Contato.
- Registro da incidência de Lesões: avaliado por meio de questionário desenvolvido para o presente estudo.

5.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA

O estudo foi desenvolvido em seis etapas: (1) familiarização; (2) pré intervenção; (3) intervenção; (4) pós intervenção, (5) *follow up* de três meses e (6) *follow up* de seis meses.

Na etapa da familiarização os participantes foram informados sobre os procedimentos da pesquisa e convidados a ler e assinar, caso concordassem, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Na sequência fizeram a familiarização com o teste de força muscular e com o *Drop Vertical Jump Test*, e preencheram um questionário relativo à incidência de lesões. Ainda nesse dia, os atletas eram alocados, por conveniência, no grupo intervenção ou no grupo controle. A forma de alocação estabelecida foi que os 10 primeiros atletas avaliados iriam para o grupo intervenção e, os demais para o grupo controle. Uma semana após, realizaram os testes relativos à pré intervenção que consistiu na avaliação do tornozelo em relação a força muscular, o tempo de reação muscular, a instabilidade funcional, o controle neuromuscular dinâmico e o desempenho no salto. Para os testes de força muscular foi possível o cegamento dos avaliadores.

Após uma semana do teste foi dado início a etapa de intervenção que consistiu na realização de um programa de treinamento proprioceptivo de 12 semanas.

Logo após o término das doze semanas de intervenção (pós intervenção), no *follow up* de 3 meses e 6 meses foram realizados os mesmos testes da etapa pré intervenção.

O estudo foi realizado conforme o desenho experimental (Figura 1).

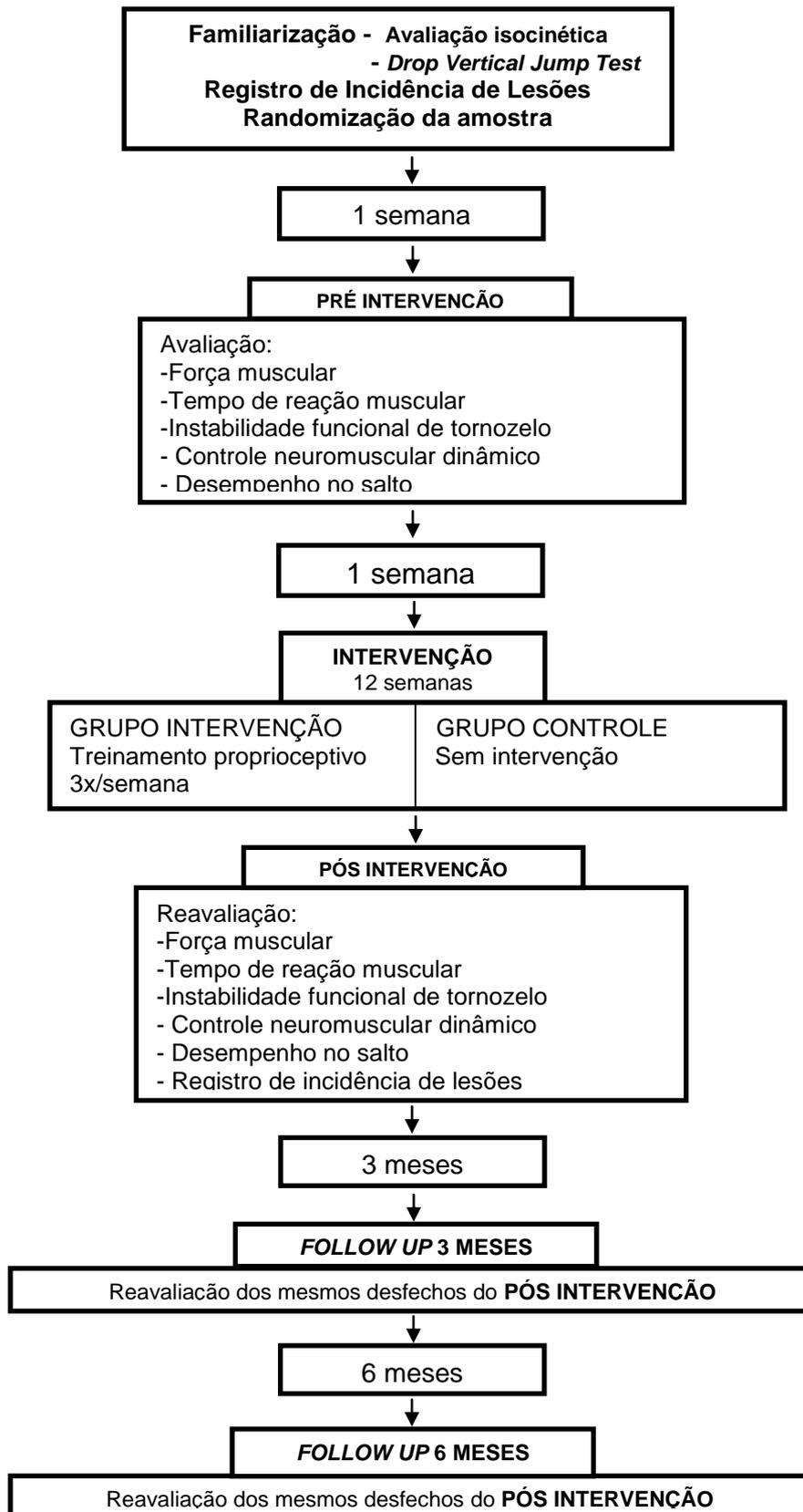


Figura 1. Desenho experimental do estudo.

5.4.1 Avaliação da Força Muscular

A mensuração do pico de torque muscular concêntrico e excêntrico de inversores, eversores, dorsiflexores e plantiflexores de tornozelo foi feita através do dinamômetro isocinético da marca Cybex, modelo Norm (Lumex, Ronkonhoma, NY).

Os participantes foram posicionados em decúbito dorsal, mantidos fixos ao aparelho, mediante o uso de faixas de velcro localizadas ao nível do terço distal da coxa e do abdome e, ainda, foram utilizadas faixas em “X” sobre o dorso do pé. O coxim estabilizador da coxa foi colocado próximo à articulação do joelho. O joelho do membro a ser testado foi posicionado em flexão de 90°, para os testes de dorsiflexores/plantiflexores e 120° para os testes de eversores/inversores. O dinamômetro foi posicionado em 0° para os testes de dorsiflexores/plantiflexores e com inclinação posterior de 55° para os testes de eversores/inversores, mantendo-se sempre alinhados os eixos da articulação talocrural com o eixo do dinamômetro. Foram realizadas cinco repetições submáximas para que os indivíduos se familiarizassem com o movimento e o equipamento. A velocidade angular de 30°/s foi utilizada para a avaliação dos participantes. O teste foi realizado em ambos os lados de forma unilateral, com o uso de tênis e o teste foi iniciado com o pé dominante.

Para o teste propriamente dito foram executadas cinco repetições máximas de contração concêntrica de dorsiflexores e plantiflexores, com 30 segundos de intervalo entre elas, seguido de cinco contrações excêntricas máximas de dorsiflexores e plantiflexores. Os mesmos procedimentos foram feitos para testar os eversores e inversores do tornozelo. Durante o teste, foi solicitada força máxima e, para cada movimento realizado, foi utilizado o estímulo visual e o encorajamento verbal. Os parâmetros avaliados foram pico de torque (Nm) concêntrico e excêntrico de cada grupo muscular além do equilíbrio muscular, através da razão convencional e razão funcional.

5.4.2 Avaliação do Tempo de Reação Muscular

A atividade elétrica foi registrada durante a execução do *Lunge Test*. O *Lunge Test* consiste na realização do gesto de ataque característico da esgrima, a perna de trás deve realizar uma ação concêntrica potente enquanto a perna da frente deve produzir uma ação rápida de frenagem na aterrissagem para estabilizar e preparar o atleta para o ataque subsequente, assim o pé de trás mantém a posição enquanto o da frente avança (Turner *et al.*, 2013) (Figura 2).



Figura 2. *Lunge*, gesto de ataque característico da esgrima (arquivo pessoal).

Os participantes realizaram o *Lunge Test* três vezes e o movimento deveria ser executado imediatamente após a identificação pelo atleta de um estímulo visual que foi acionado pelo pesquisador. A atividade elétrica muscular do fibular longo (eversor), tibial posterior (inversor), tibial anterior (flexor dorsal) e gastrocnêmio lateral (flexor plantar) do perna da frente e fibular longo (eversor), tibial anterior (flexor dorsal) e gastrocnêmio lateral (flexor plantar) da perna de trás foi coletada a partir de um eletromiógrafo de superfície de 8 canais *Miotool* (Miotec, Porto Alegre, Brasil). Os dados foram registrados e posteriormente analisados através do software *Miograph* (Miotec, Porto Alegre, Brasil).

Antes da fixação dos eletrodos, foi realizada a tricotomia dos pêlos com lâmina descartável e limpeza da pele com algodão embebido em álcool. Foram utilizados pares de eletrodos de superfície Meditrace Infantil 100 (Ag/AgCl) adesivos e condutores, em configuração bipolar e a distância entre os eletrodos foi de 20mm, de centro a centro (Hermens *et al.*, 2000).

Em relação ao local de fixação dos eletrodos de superfície, foram utilizados os parâmetros do Projeto SENIAM (seniam.org) e Leis e Trapani (2000). A fixação dos eletrodos no tibial anterior foi em $1/3$ sobre a linha entre a cabeça da fíbula e o maléolo medial (Figura 3) e para o tibial posterior o eletrodo foi fixado medialmente à margem da tíbia, na junção entre os $2/3$ superiores com o $1/3$ inferior (Figura 4). No fibular longo foi colocado em $1/4$ sobre a linha entre a cabeça da fíbula e o maléolo lateral (Figura 5). Os eletrodos do gastrocnêmio lateral foram fixados em $1/3$ da linha entre a cabeça da fíbula e o calcanhar (Figura 6). O eletrodo de referência foi posicionado na tuberosidade anterior da tíbia.

Após a fixação dos eletrodos foi feito um mapa da localização para cada indivíduo, para posterior reposicionamento no mesmo local (Narici *et al.*, 1979). Neste mapa foram marcados o ponto de colocação dos eletrodos e as marcas da pele.

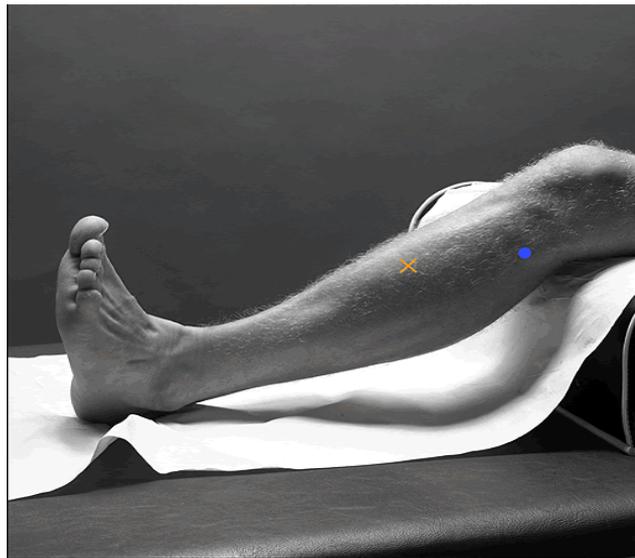


Figura 3. Posicionamento dos eletrodos no Tibial Anterior, de acordo com o Projeto SENIAM (seniam.org).

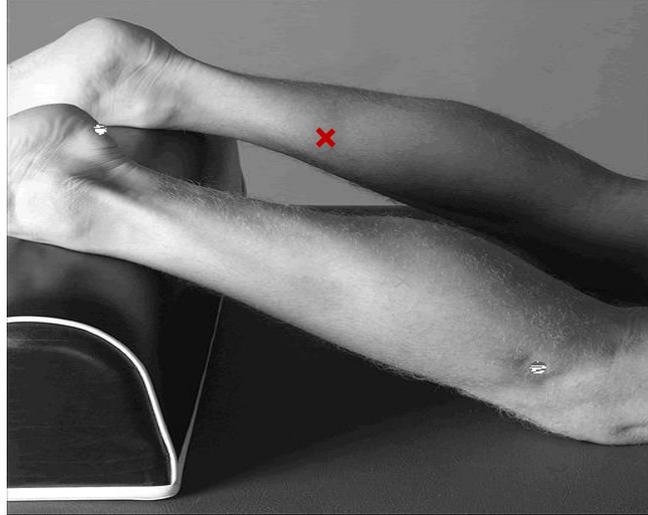


Figura 4. Posicionamento dos eletrodos no Tibial Posterior, de acordo com Leis e Trappani (2000).

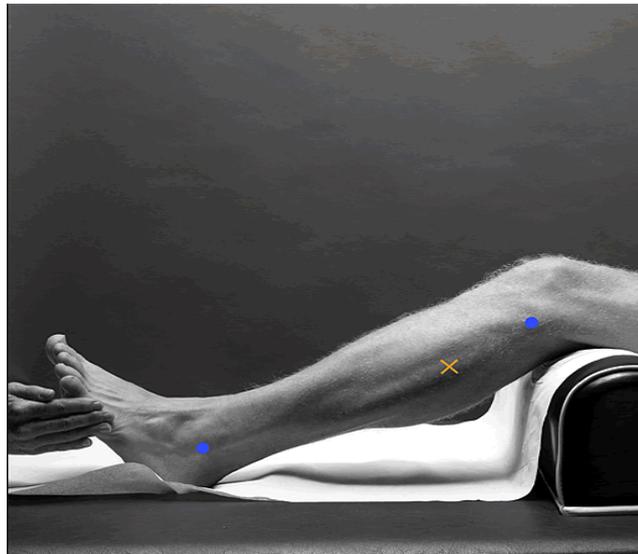


Figura 5. Posicionamento dos eletrodos em Fibular Longo, de acordo com o Projeto SENIAM (seniam.org).

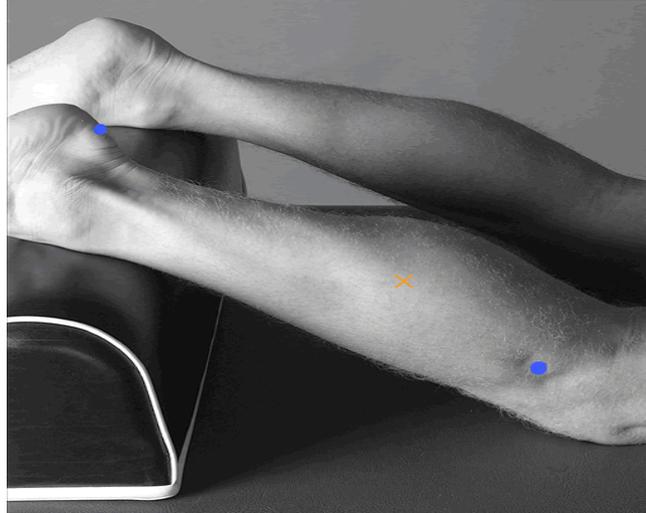


Figura 6. Posicionamento dos eletrodos no Gastrocnêmio Lateral, de acordo com o Projeto SENIAM (seniam.org).

5.4.3 Avaliação da Instabilidade Funcional do Tornozelo

A instabilidade funcional de tornozelo foi avaliada a partir do questionário CAIT, versão traduzida e adaptada para o português por Noronha *et al.* (2008) (ANEXO A). O questionário é composto por nove itens que envolvem a percepção de dor e instabilidade em diferentes atividades físicas, como permanecer em apoio unipodal, saltar, descer escadas, mudar de direções e a propriocepção do tornozelo. Os itens podem ser pontuados de 0-2, 0-3 ou 0-5, gerando um escore total de 0 a 30, em que 0 é o pior escore, significando instabilidade severa de tornozelo e 30 é o melhor escore, significando estabilidade normal de tornozelo. Escores ≥ 28 indicam estabilidade, enquanto escores ≤ 27 indicam instabilidade funcional de tornozelo (Hiller *et al.*, 2006).

5.4.4 Avaliação do Controle Neuromuscular

A SEBT foi utilizada para avaliar o controle neuromuscular dinâmico dos tornozelos. Ela é composta por oito linhas em direções diferentes: anterior, anteromedial, medial, posteromedial, posterior, posterolateral, lateral e anterolateral; com ângulos de 45° entre cada direção e cada linha com 120cm (Figura 7).

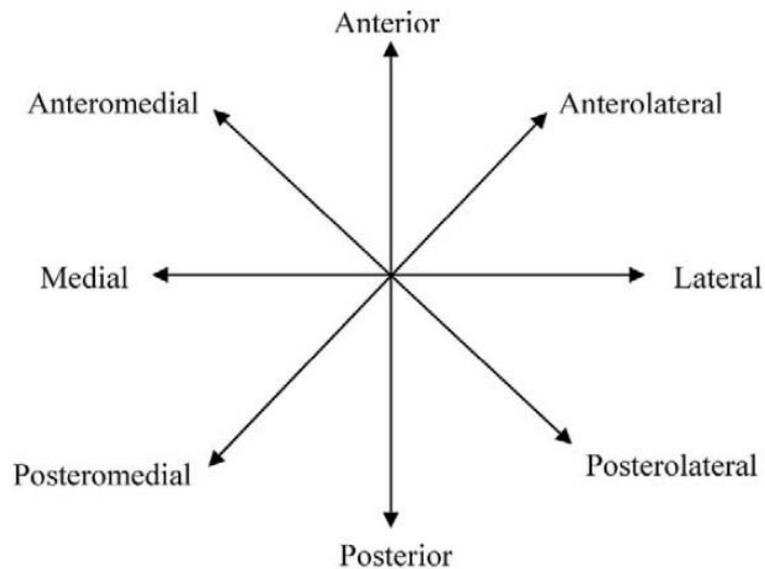


Figura 7. Formato da SEBT, oito direções com ângulos de 45°.

No presente estudo as oito direções foram avaliadas e o teste exige que o participante mantenha o equilíbrio em apoio unipodal, enquanto a perna contralateral tenta alcançar a maior distância possível em uma direção predeterminada. O teste foi realizado bilateralmente, com os pés descalços e as mãos permaneceram na cintura. A distância foi mensurada em centímetros e a média de três repetições em cada direção foi utilizada no estudo (Hertel *et al.*, 2000).

5.4.5 Avaliação do Desempenho no salto

O desempenho no salto foi investigado através do DVJT no tapete de contato, modelo *Jump System Pro 1* (Cefise - Nova Odessa, SP), que permite avaliar o tempo de contato, tempo de vôo, altura máxima e potência em cada salto.

O participante ficou em cima de caixas de 30cm, 40cm e 50cm de altura com os pés afastados na largura do quadril, realizou um salto, aterrissando no tapete de contato com quadris, joelhos e tornozelos flexionados e realizou um salto vertical, buscando atingir a maior altura vertical e foi orientado a terminar o gesto com os pés na área de contato do tapete (Delahunt *et al.*, 2012). Três saltos máximos foram executados em cada altura de caixa, com intervalos de um minuto e a maior altura foi registrada como o resultado final.

5.4.6 Registro de Incidência de Lesões

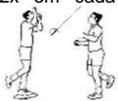
Os valores referentes ao número total de lesões, bem como especificamente o número de entorses de tornozelo do período pré-intervenção foram obtidos por meio da aplicação de um questionário em que os participantes relataram as lesões sofridas no ano anterior (APÊNDICE A). Após o término da intervenção esse questionário foi aplicado para verificar o índice de lesões durante o período da intervenção. Após três e seis meses do término da intervenção o questionário foi novamente aplicado, para identificar o número de lesões ao longo destes períodos.

5.4.7 Intervenção

A intervenção consistiu na aplicação de um programa de treinamento proprioceptivo para os atletas de esgrima sorteados para o grupo intervenção. Este programa foi adaptado do programa de treinamento proposto para atletas do vôlei por Hupperets, Verhagen e van Mechelen (2009a), que foi composto por 14 exercícios, divididos em quatro categorias (sem material/ com material específico do esporte/ com disco proprioceptivo/ com disco proprioceptivo e material específico do esporte) e com progressão de intensidade a cada semana durante 36 semanas.

No presente estudo o programa de treinamento foi desenvolvido durante 12 semanas e foi aplicado durante o aquecimento dos atletas, três vezes por semana e a duração de cada sessão foi de 30 minutos. A cada semana foram escolhidos três dos 14 exercícios adaptados aos atletas de esgrima, sendo que, preferencialmente, um de cada categoria (Quadro 1). As categorias apresentavam exercícios com níveis diferentes de dificuldade, podendo as mudanças dos exercícios ocorrerem pelos diferentes níveis propostos ou pela complexidade do exercício por mudança de categoria (Quadro 2). O programa de treinamento foi aplicado pelo mesmo avaliador ao longo das 12 semanas.

Quadro 1. Exercícios e variações das diferentes categorias do Programa de Treinamento Proprioceptivo.

Sem Material	Com florete	Com disco proprioceptivo	Com florete e disco proprioceptivo
<p>Exercício 1 Ficar em apoio unipodal, com o joelho da perna contrária flexionado, manter por 5 segundos e repetir 10x para cada perna; (1,2,3 e 4)</p> 	<p>Exercício 3 Em duplas, ficar em apoio unipodal e com o joelho da perna contrária flexionado, simular gestos da esgrima 5x com cada mão, repetir 10x para cada perna; (1 e 2)</p> 	<p>Exercício 5 Ficar sobre o disco em apoio unipodal, com o joelho da perna contrária flexionado, manter por 30 segundos e repetir 2x para cada perna; (1,2,3 e 4)</p> 	<p>Exercício 7 Em duplas, um atleta fica sobre o disco em apoio bipodal e outro fica no solo, ambos realizam gestos da esgrima 10x para cada mão enquanto mantêm o equilíbrio. Os atletas devem repetir 2x em cada posição;</p> 
<p>Exercício 2 Ficar em apoio unipodal, com o joelho e o quadril da perna contrária flexionados, manter por 5 segundos e repetir 10x para cada perna; (1,2,3 e 4)</p> 	<p>Exercício 4 Em duplas, ficar em apoio unipodal e com o joelho e quadril da perna contrária flexionados, simular gestos da esgrima 5x com cada mão e repetir 10x para cada perna; (1 e 2)</p> 	<p>Exercício 6 Ficar sobre o disco em apoio unipodal, com joelho e quadril da perna contrária flexionados, manter por 30 segundos e repetir 2x para cada perna; (1,2,3 e 4)</p> 	<p>Exercício 8 Em duplas, um atleta fica sobre o disco em apoio unipodal, com o joelho da perna contrária flexionado, enquanto o outro atleta fica na mesma posição no solo. Ambos realizam gestos da esgrima 10x com cada mão e trocam a perna. Eles devem repetir 2x em cada perna e 2x em cada posição; (1 e 2)</p> 
<p>Variações: 1 A perna de apoio estendida; 2 A perna de apoio flexionada; 3 A perna de apoio estendida e os olhos fechados; 4 A perna de apoio flexionada e os olhos fechados; 5 Ambas as pernas flexionadas e a técnica de ataque da esgrima com posição alta do florete; 6 A perna de apoio flexionada e a de trás estendida, e a técnica de ataque da esgrima com posição alta do florete; 7 Ambas as pernas flexionadas e a técnica de ataque da esgrima com posição baixa do florete; 8 A perna de apoio flexionada e a de trás estendida, e a técnica de ataque da esgrima com posição baixa do florete.</p>		<p>Exercício 10 Ficar um pé sobre o disco e o outro no solo. Realizar o movimento de subida no disco, com flexão do quadril e do joelho da perna que estava no solo. Repetir 10x para cada perna.</p> 	<p>Exercício 9 Em duplas, um atleta fica sobre o disco em apoio unipodal, com o joelho e o quadril da perna contrária flexionados, enquanto o outro atleta fica na mesma posição no solo. Ambos realizam gestos da esgrima 10x com cada mão e trocam a perna. Eles devem repetir 2x para cada perna e 2x em cada posição; (1 e 2)</p> 
		<p>Exercício 11 Ficar sobre o disco em apoio bipodal e realizar 10 agachamentos, enquanto mantêm o equilíbrio, repetir 2x;</p> 	<p>Exercício 13 Em duplas, um atleta avança de lado com o pé para cima do disco, simulando o lunge 10x; e o outro atleta parte com ambos os pés sobre disco e recua para fora, simulando a defesa do ataque 10x. Os atletas devem repetir 2x em cada posição; (5,6,7 e 8)</p> 
		<p>Exercício 12 Na posição de avanço, com a perna da frente sobre o disco, realizar 10 agachamentos enquanto mantêm o equilíbrio, repetir 2x para cada perna;</p> 	<p>Exercício 14 Em duplas, um atleta avança de frente com o pé para cima do disco e realiza um gesto de ataque, simulando o lunge 10x; e o outro atleta parte com ambos os pés sobre o disco e recua para fora, simulando a defesa do ataque 10x. Os atletas devem repetir 2x em cada posição; (5,6,7 e 8)</p> 

Quadro 2. Periodização do Programa de Treinamento Proprioceptivo.

Semana	Exercício	Varição
1	1	1
	3	1
	5	1
2	1	2
	3	2
	5	2
3	1	3
	5	3
	7	
4	1	4
	4	1
	5	4
5	2	1
	4	2
	6	1
6	2	2
	6	2
	8	1
7	2	3
	6	3
	8	2
8	2	4
	6	4
	9	1
9	10	
	9	2
	13	5
10	11	
	13	6
	14	5
11	12	
	13	7
	14	6
12	13	8
	14	7
	14	8

5.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Para o cálculo das razões funcional e convencional dos grupos musculares do tornozelo foram utilizados os valores do pico de torque concêntrico e excêntrico, adquiridos através do dinamômetro isocinético. A razão convencional dos inversores e eversores foi determinada pela divisão do pico de torque concêntrico dos eversores pelo pico de torque concêntrico de inversores, já a razão funcional foi a divisão do pico de torque excêntrico de eversores pelo pico de torque concêntrico dos inversores. Os mesmos parâmetros foram utilizados em relação aos dorsiflexores e plantiflexores.

Os dados eletromiográficos foram analisados utilizando um software *Miograph* (Miotec, Porto Alegre, Brasil). Inicialmente foi realizada uma filtragem digital utilizando filtro passa banda Butterworth de 5ª ordem, com frequência de corte de 20 a 500Hz, para eliminar possíveis ruídos do ambiente e aparelhos elétricos. A atividade basal foi definida como a atividade eletromiográfica registrada nos 100ms antes do estímulo luminoso. O tempo de reação muscular (*Onset latency*) foi registrado em todas as tentativas e definido como o tempo entre o estímulo luminoso até o tempo em que a amplitude do sinal eletromiográfico ultrapassar três desvios padrão acima da atividade basal, com duração mínima de 10ms.

Em relação aos dados obtidos da SEBT, a média das três repetições para cada direção, assim como o escore do questionário CAIT foram tabulados para posterior análise descritiva e comparação entre os grupos.

A análise de dados no salto vertical foi feita através do Programa *Jump System* 1.0 instalado em um computador portátil e conectado a um tapete de contato, onde os saltos foram realizados. O programa converteu o tempo de realização do salto (momento em que o atleta salta perdendo o contato com o tapete até o momento que ele toca novamente o tapete com os pés) para altura (em centímetros) do mesmo, conforme a equação: $h = g \cdot t^2 \cdot 8^{-1}$, onde “h” é a altura, “g” é a aceleração da gravidade e “t” é o tempo de voo.

Os dados obtidos através do questionário aplicado aos atletas foram tratados e tabulados estatisticamente com tabelas de frequências e percentuais e,

posteriormente, foi feita a análise descritiva das respostas obtidas, assim como comparação entre os grupos.

5.6 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE E TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A análise estatística foi realizada através do software SPSS® versão 18.0. Os dados foram apresentados em média e erro padrão e submetidos ao teste de Shapiro-Wilk de modo a verificar a normalidade dos mesmos. O teste t independente foi utilizado para comparação das variáveis de caracterização da amostra. Para análise das variáveis nos diferentes momentos (pré, pós, *follow up* de três e de seis meses) e entre os grupos (intervenção e controle) foi aplicado o teste de Equações de Estimativas Generalizadas com *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância adotado foi de 0,05.

6 RESULTADOS

Dentre os atletas da esgrima convidados a participar do estudo, 10 foram alocados no grupo intervenção e nove no grupo controle. Nos dois grupos ocorreram perdas e exclusões ao longo do estudo, conforme a Figura 8.

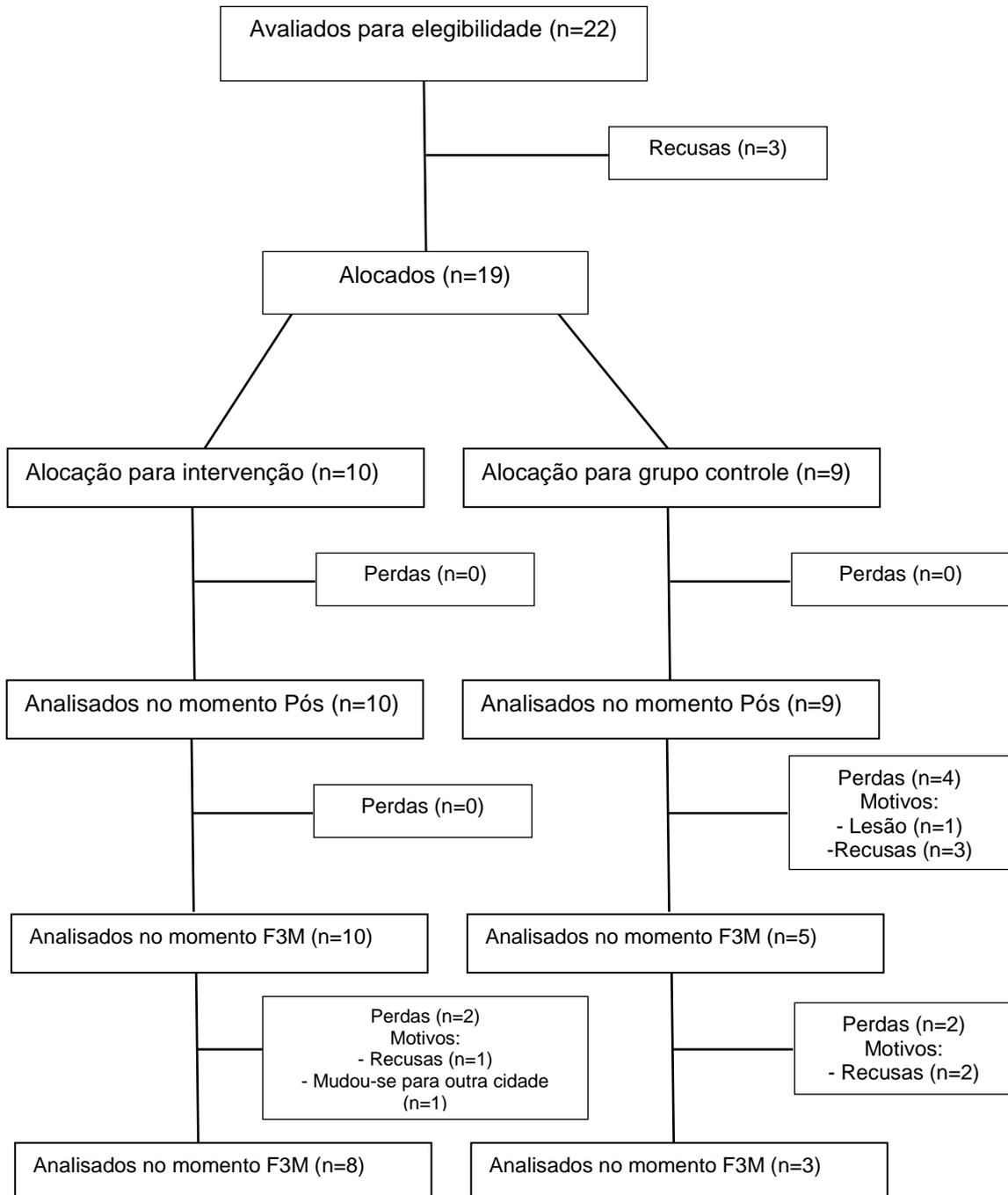


Figura 8. Fluxograma dos participantes durante cada momento do estudo.

Inicialmente serão apresentados os dados de caracterização da amostra e na sequência os resultados do presente estudo serão descritos em tópicos de acordo com as variáveis analisadas, sendo elas: força muscular, tempo de reação, instabilidade funcional, controle neuromuscular dinâmico, saltos e incidência de lesões.

A caracterização da amostra, relacionada a sexo, idade, estatura e massa está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Média e desvio-padrão (média±DP) da caracterização da amostra.

	Grupo Intervenção (n=10)	Grupo Controle (n=9)	P
Sexo			
Masculino	6	7	
Feminino	4	2	
Idade (anos)	16,8±2,34	24±6,65	0,012*
Estatura (m)	1,74±0,10	1,76±0,04	0,64
Massa (Kg)	69,04±11,37	70,22±10,55	0,81

*p≤0,05.

Entre os atletas do grupo intervenção (GI), 30% treinavam há 4-5 anos; 20% treinavam há 6-7 anos e 50% treinavam há oito anos ou mais. Já entre os atletas do grupo controle (GC) 11,1% treinavam há 4-5 anos e 88,8% treinavam há oito anos ou mais.

Tanto o GI quanto o GC treinavam juntos e 100% dos atletas competiam mais de quatro vezes por ano, treinavam cinco vezes por semana e, em média, três horas por dia. Além do treinamento técnico específico da esgrima, todos os atletas (100%) realizavam treinamento físico e musculação como parte dos treinos no clube.

Nos momentos follow up de três e seis meses os atletas continuaram seus treinamentos (técnico, físico e musculação) e nenhum participou de outros tipos de atividades físicas nesse período.

Em relação ao uso de proteções ou suportes para prevenir lesões e entorses de tornozelo (como *braces*, bandagens, *aircasts*, entre outros), no momento pré 100% dos atletas não faziam uso deles durante os treinamentos e competições e não houve mudança nesse dado no momento pós, no follow up de três e de seis meses.

6.1 FORÇA MUSCULAR

Em relação aos dados de força muscular, inicialmente serão apresentados os resultados relacionados à perna da frente. O torque concêntrico dos inversores da perna da frente apresentou diferença significativa entre os momentos ($p=0,01$), mas não entre os grupos ($p=0,45$) e nem interação entre grupo e momento ($p=0,20$). Houve diminuição significativa dos valores do momento pré para o momento F3M ($p=0,03$), do momento pré para o F6M ($p=0,02$) e do pós para o F6M ($p=0,05$) no GI. O GC também apresentou diminuição significativa do momento pré para o momento pós ($p=0,02$) (Figura 8A).

O torque concêntrico dos eversores da perna frente não diferiu significativamente entre os grupos ($p=0,87$), nem entre os momentos ($p=0,10$), mas apresentou interação significativa entre grupo e momento ($p=0,00$). A diminuição significativa ocorreu do momento pós para o F6M ($p=0,002$) e do F3M para o F6M ($p=0,00$) no GC. Não foram observadas diferenças significativas no GI ($p>0,05$) (Figura 8B).

Na perna da frente o torque concêntrico de plantiflexores foi significativamente diferente entre momentos ($p=0,00$) e na interação grupo e momento ($p=0,00$), mas não entre os grupos ($p=0,77$). O torque diminuiu significativamente no GC do momento pré para o pós ($p=0,02$), do momento pré para o F3M ($p=0,00$), do momento pré para o F6M ($p=0,00$), do momento pós para o F3M ($p=0,05$) e do F3M para o F6M ($p=0,00$). Não houve diferença significativa entre os momentos no GI ($p>0,05$) (Figura 8C).

O torque concêntrico dos dorsiflexores da perna da frente demonstrou diferença significativa entre grupos ($p=0,01$), entre momentos ($p=0,001$), bem como interação entre grupo e momento ($p=0,00$). A diminuição significativa foi evidenciada, no GI, do momento pré para o pós ($p=0,00$) e o aumento significativo ocorreu do momento pós para o F3M ($p=0,02$), do momento pós para o F6M ($p=0,00$) e do momento F3M para o F6M ($p=0,05$). No GC, diminuiu significativamente do momento pré para o F3M ($p=0,003$) e do momento pós para o F3M ($p=0,000$) (Figura 8D).

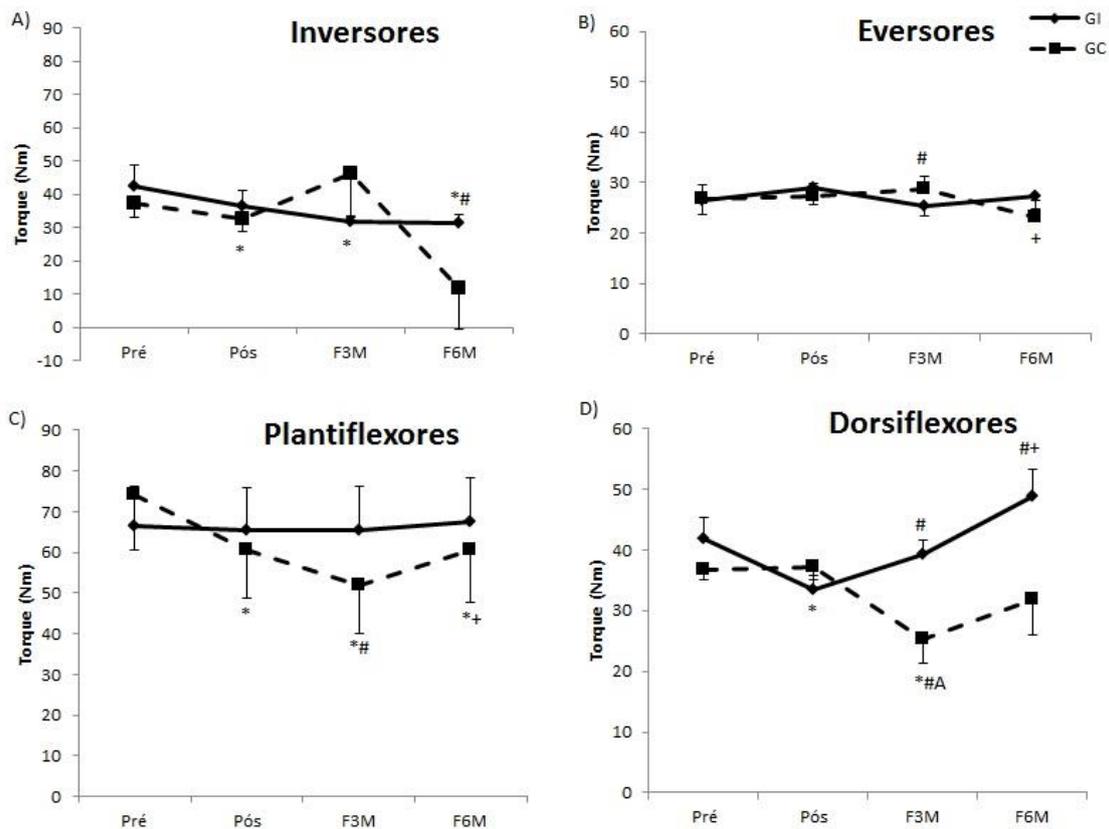


Figura 8. Média e erro padrão (média±EP) do torque concêntrico (Nm) dos Inversores (A), Eversores (B), Plantiflexores (C) e Dorsiflexores (D) da perna da frente no grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nos momentos pré, pós, *follow up* de 3 meses (F3M) e *follow up* de 6 meses (F6M). *: diferença significativa em relação ao momento pré; #: diferença significativa em relação ao momento pós; +: diferença significativa em relação ao F3M; A: diferença significativa entre os grupos. $p \leq 0,05$.

Em relação à perna de trás, apresentou diferença significativa, no torque concêntrico de inversores entre os momentos ($p=0,007$), mas não entre os grupos ($p=0,51$) e nem interação entre grupo e momento ($p=0,08$). A diminuição significativa foi observada no GI dos momentos pré para o F3M ($p=0,01$) e do pré para o F6M ($p=0,01$), assim como do pós para o F3M ($p=0,03$) e do pós para o F6M ($p=0,03$). O GC não apresentou diferenças significativas entre os quatro momentos ($p > 0,05$) (Figura 9A).

O torque concêntrico de eversores da perna de trás não apresentou diferenças entre grupos ($p=0,37$), nem entre momentos ($p=0,08$) e nem interação entre grupo e momento ($p=0,14$) (Figura 9B). Assim como o torque de eversores, os dados do torque concêntrico de plantiflexores da perna de trás também não

apresentaram diferenças entre grupos ($p=0,75$), entre momentos ($p=0,65$) e nem interação entre grupo e momento ($p=0,08$) (Figura 9C).

Além desses, o torque concêntrico dos dorsiflexores da perna de trás também não apresentou diferenças significativas entre os grupos ($p=0,83$), nem entre os momentos ($p=0,70$) e nem interação entre grupo e momento ($p=0,12$) (Figura 9D).

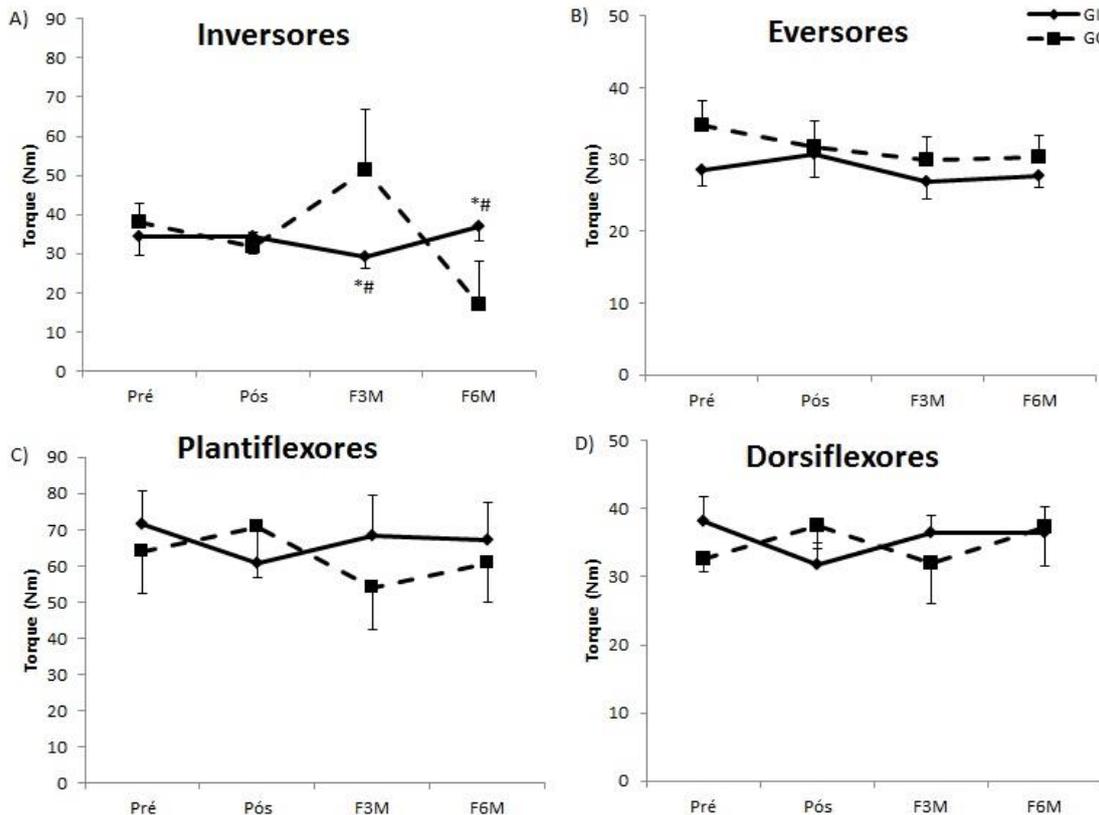


Figura 9. Média e erro padrão (média±EP) do torque concêntrico (Nm) dos Inversores (A), Eversores (B), Plantiflexores (C) e Dorsiflexores (D) da perna de trás no grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nos momentos pré, pós, *follow up* de 3 meses (F3M) e *follow up* de 6 meses (F6M). *: diferença significativa em relação ao momento pré; #: diferença significativa em relação ao momento pós. $p \leq 0,05$.

Em relação aos dados de equilíbrio muscular, houve diferença significativa na razão convencional dos eversores/inversores da perna da frente entre os momentos ($p=0,01$), mas não entre os grupos ($p=0,80$) e nem interação entre grupo e momento ($p=0,56$). O aumento significativo ocorreu do momento pré para o F3M ($p=0,05$) no GI, enquanto no GC não ocorreu diferença significativa entre nenhum dos momentos ($p > 0,05$) (Figura 10A).

A razão convencional de dorsiflexores/plantiflexores da perna da frente apresentou diferença significativa na interação grupo e momento ($p=0,002$), mas não entre grupos ($p=0,52$) e nem entre os momentos ($p=0,60$). Houve aumento significativo do momento pós para o F3M ($p=0,04$) e do momento pós para o F6M ($p=0,002$) no GI. Já o GC apresentou diminuição significativa do momento pós para o F6M ($p=0,04$) (Figura 10B).

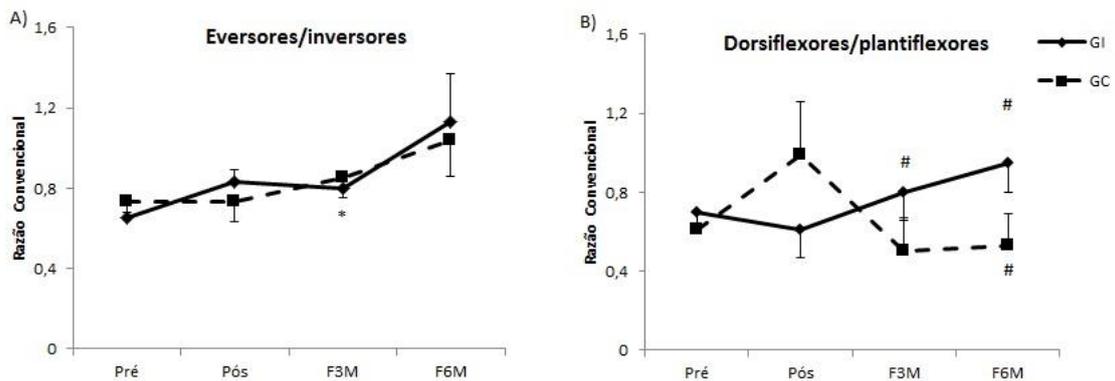


Figura 10. Média e erro padrão (média±EP) da razão convencional de eversores/inversores (A) e dorsiflexores/plantiflexores (B) da perna da frente no grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nos momentos pré, pós, *follow up* de 3 meses (F3M) e *follow up* de 6 meses (F6M). *: diferença significativa em relação ao momento pré; #: diferença significativa em relação ao momento pós. $p\leq 0,05$.

A razão convencional dos eversores/inversores da perna de trás não apresentou diferença significativa entre os grupos ($p=0,82$), nem entre os momentos ($p=0,34$) e nem interação grupo e momento ($p=0,06$) (Figura 11A). Assim como a razão convencional de dorsiflexores/plantiflexores da perna de trás também não apresentou diferença significativa entre os grupos ($p=0,66$), nem entre os momentos ($p=0,61$) e nem interação grupo e momento ($p=0,25$) (Figura 11B).

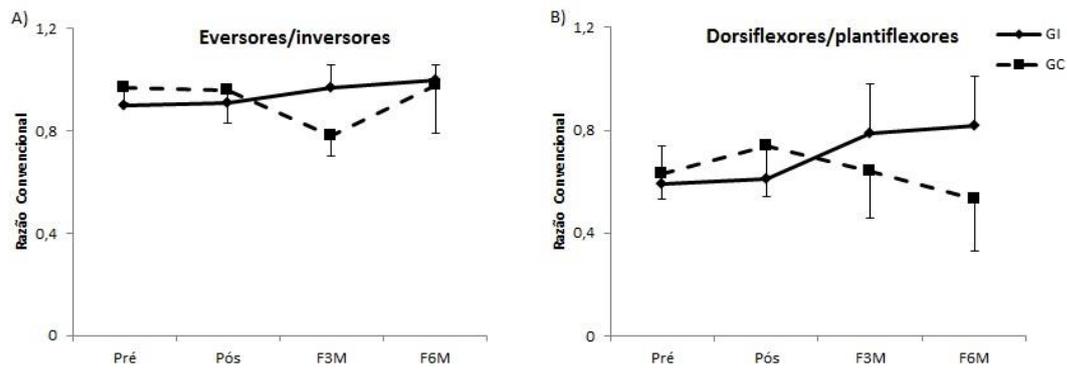


Figura 11. Média e erro padrão (média±EP) da razão convencional de eversores/inversores (A) e dorsiflexores/plantiflexores (B) da perna de trás no grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nos momentos pré, pós, *follow up* de 3 meses (F3M) e *follow up* de 6 meses (F6M). $p \leq 0,05$.

A razão funcional dos eversores/inversores da perna da frente apresentou diferenças significativas entre os grupos ($p=0,00$) e entre os momentos ($p=0,00$), mas não houve interação grupo e momento ($p=0,20$). No GI houve aumento significativo do momento pré para o pós ($p=0,04$), do momento pré para o F3M ($p=0,01$) e do momento pré para o F6M ($p=0,01$). Já no GC ocorreu aumento significativo do momento pré para o F6M ($p=0,02$) e do momento pós para o F6M ($p=0,03$) (Figura 12A).

A razão funcional de dorsiflexores/plantiflexores da perna da frente não apresentou diferença significativa entre grupos ($p=0,91$), nem entre momentos ($p=0,44$) e apresentou interação entre grupo e momento ($p=0,01$) (Figura 12B).

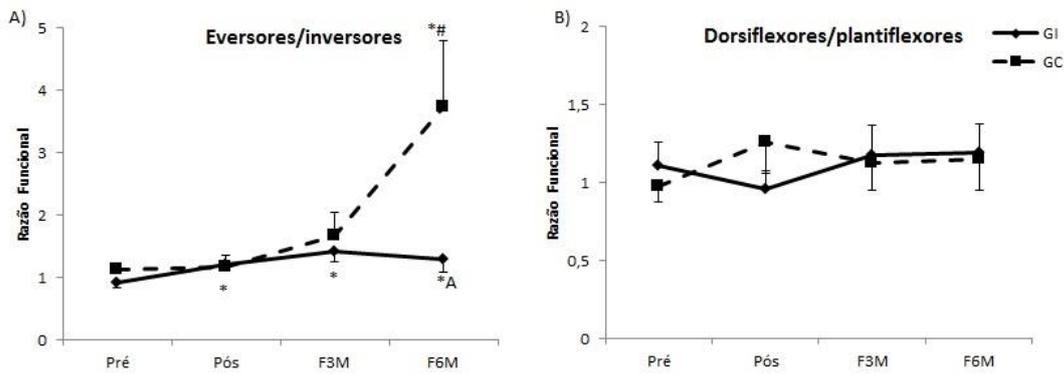


Figura 12. Média e erro padrão (média±EP) da razão funcional de eversores/inversores (A) e dorsiflexores/plantiflexores (B) da perna da frente no grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nos momentos pré, pós, *follow up* de 3 meses (F3M) e *follow up* de 6 meses (F6M). *: diferença significativa em relação ao momento pré; #: diferença significativa em relação ao momento pós; A: diferença significativa entre os grupos. $p \leq 0,05$.

A razão funcional dos eversores/inversores da perna de trás não apresentou diferença significativa entre grupos ($p=0,47$), nem entre momentos ($p=0,42$) e nem interação entre grupo e momento ($p=0,19$) (Figura 13A). A razão funcional de dorsiflexores/plantiflexores da perna de trás não apresentou diferença significativa entre grupos ($p=0,81$), nem entre momentos ($p=0,78$) e nem interação entre grupo e momento ($p=0,68$) (Figura 13B).

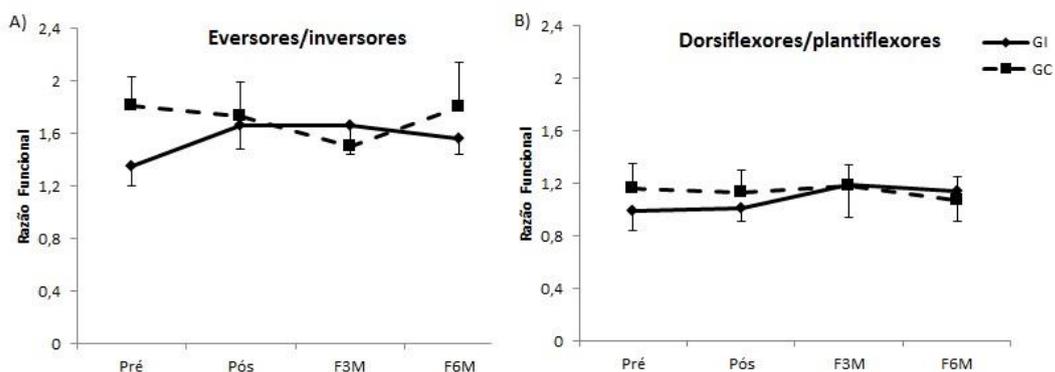


Figura 13. Média e erro padrão (média±EP) da razão funcional de eversores/inversores (A) e dorsiflexores/plantiflexores (B) da perna de trás no grupo intervenção (GI) e grupo controle (GC), nos momentos pré, pós, *follow up* de 3 meses (F3M) e *follow up* de 6 meses (F6M). $p \leq 0,05$.

6.2 TEMPO DE REAÇÃO

O tempo de reação do tibial anterior da perna da frente não apresentou diferença significativa entre os grupos ($p=0,46$), nem entre os momentos ($p=0,65$) e nem interação entre grupo e momento ($p=0,77$) (Tabela 2).

Entretanto, o tempo de reação do tibial posterior da perna da frente apresentou diferença significativa entre grupos ($p=0,04$), mas não teve entre momentos ($p=0,35$) e teve interação entre grupo e momento ($p=0,02$). A diferença significativa entre os grupos ocorreu no momento pré intervenção, em que o tempo de reação do GC era significativamente maior que o do GI. No GI, o tempo de reação aumentou significativamente do momento pré para o F3M ($p=0,04$) e do momento pré para o F6M ($p=0,01$) enquanto no GC não ocorreu diferença significativa entre nenhum dos momentos ($p>0,05$) (Tabela 2).

Os dados referentes ao tempo de reação do fibular longo não demonstraram diferença significativa entre os grupos ($p=0,80$), mas sim entre momentos ($p=0,01$) e interação entre grupo e momento ($p=0,01$). No GI houve diminuição significativa do tempo de reação do momento pós para o F6M ($p=0,00$), do F3M para o F6M ($p=0,00$). No GC também houve diminuição significativa do momento pré para o F3M ($p=0,00$), do momento pré para o F6M ($p=0,03$) e do momento pós para o F3M ($p=0,04$) (Tabela 2).

Já o tempo de reação do gastrocnêmio lateral da perna da frente não demonstrou diferença significativa entre grupos ($p=0,98$), mas teve entre os momentos ($p=0,00$) e na interação entre grupo e momento ($p=0,02$). A diminuição significativa ocorreu do momento pré para o F3M ($p=0,00$), do pós para o F3M ($p=0,00$) e do pós para o F6M ($p=0,00$) no GI. No GC também apresentou diminuição significativa do momento pré para o F6M ($p=0,00$), do momento pós para o F3M ($p=0,02$), do pós para o F6M ($p=0,00$) e do F3M para o F6M ($p=0,00$) (Tabela 2).

Em relação ao tempo de reação dos músculos da perna de trás, o tibial anterior não apresentou diferença significativa entre grupo ($p=0,42$), nem entre momentos ($p=0,13$) e nem interação entre grupo e momento ($p=0,35$) (Tabela 2).

O tempo de reação do fibular longo, da perna de trás, não apresentou diferença significativa entre os grupos ($p=0,23$), mas teve entre os momentos ($p=0,00$) e não teve interação entre grupo e momento ($p=0,00$). No grupo intervenção não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$). Enquanto que no GC, houve diminuição significativa do momento pós para o F6M ($p=0,00$) e aumento do momento F3M para o F6M ($p=0,02$) (Tabela 2).

O tempo de reação do gastrocnêmio lateral, da perna de trás, não apresentou diferença significativa entre os grupos ($p=0,11$), nem entre momentos ($p=0,48$) e nem interação entre grupo e momento ($p=0,07$) (Tabela 2).

Tabela 2. Média e erro padrão (média±EP) do Tempo de reação (ms) muscular da perna da frente e de trás dos grupos intervenção e controle nos quatro momentos de avaliação.

	Grupo Intervenção				Grupo Controle			
	Pré (n=10)	Pós (n=10)	F3M (n=10)	F6M (n=8)	Pré (n=9)	Pós (n=9)	F3M (n=5)	F6M (n=3)
Tempo de Reação								
Perna da Frente								
Tibial Anterior	0,15±0,01	0,17±0,04	0,17±0,02	0,22±0,10	0,15±0,15	0,18±0,02	0,16±0,02	0,14±0,01
Tibial Posterior	0,20±0,05	0,35±0,06	0,35±0,06*	0,37±0,07*	0,42±0,06	0,45±0,04	0,36±0,09	0,42±0,13
Fibular Longo	0,30±0,06	0,33±0,05	0,30±0,03	0,18±0,03 ^{#+}	0,39±0,05	0,28±0,04	0,19±0,05 ^{*#}	0,19±0,08*
Gastrocnêmio Lateral	0,36±0,05	0,42±0,06	0,20±0,06 ^{*#}	0,28±0,06 [#]	0,39±0,05	0,37±0,03*	0,32±0,02 [#]	0,19±0,03 ^{*#+}
Perna de Trás								
Tibial Anterior	0,18±0,02	0,19±0,06	0,22±0,05	0,27±0,08	0,29±0,06	0,28±0,07	0,17±0,02	0,32±0,05
Fibular Longo	0,21±0,03	0,25±0,05	0,21±0,03	0,24±0,04	0,26±0,03	0,25±0,04	0,22±0,06	0,37±0,05 ^{#+}
Gastrocnêmio Lateral	0,28±0,05	0,37±0,10	0,38±0,07	0,32±0,06	0,27±0,04	0,30±0,06	0,13±0,05	0,20±0,12

*diferença significativa para o momento pré; #diferença significativa para o momento pós; +diferença significativa para o momento F3M. F3M: *follow up* de 3 meses; F6M: *follow up* de 6 meses. $p \leq 0,05$.

6.3 INSTABILIDADE FUNCIONAL DO TORNOZELO

Em relação aos dados do CAIT, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, na perna da frente no momento pré, em que 80% (n=8) dos atletas do GI apresentaram IFT e 20% (n=2) apresentaram estabilidade e dos atletas do GC 44,4% (n=4) apresentaram instabilidade e 55,5% (n=5) estabilidade (p=0,10). Na perna de trás, no momento pré também não se observou diferenças significativas (p=0,11), sendo que no GI os atletas apresentaram 70% (n=7) de IFT e 30% (n=3) de estabilidade e no GC 33,3% (n=3) de instabilidade e 66,7% (n=9) de estabilidade.

No momento pós os resultados foram idênticos tanto na perna da frente, quanto na perna de trás, em que o GI demonstrou 80% (n=8) de tornozelos instáveis e 20% (n=2) estáveis, enquanto que o GC teve 55,6% (n=5) de tornozelos instáveis e 44,4% (n=4) estáveis. Não foi observada diferença significativa entre os grupos tanto na perna da frente (p=0,25), quanto na perna de trás (p=0,25).

O CAIT no momento F3M não diferiu significativamente entre os grupos tanto na perna da frente quanto na perna de trás (p=0,26 e p=0,46, respectivamente). A perna da frente do GI apresentou 70% (n=7) de instabilidade e 30% (n=3) de estabilidade, enquanto que no GC foi 40% (n=2) de instabilidade e 60% (n=3) de estabilidade. Já na perna de trás, o GI apresentou 60% (n=6) de instabilidade e 40% (n=4) de estabilidade e o GC teve 40% (n=2) de instabilidade e 60% (n=3) de estabilidade.

No último momento de avaliação, o CAIT também não diferiu significativamente entre os grupos, na perna da frente (p=0,07) e na perna de trás (p=0,78). Na perna da frente do GI, 87,5% (n=7) dos tornozelos eram instáveis e 12,5% (n=1) estáveis, enquanto que no GC 33,3% (n=1) eram instáveis e 66,7% (n=2) estáveis. Já na perna de trás do GI 75% (n=6) dos tornozelos eram instáveis e 25% (n=2) estáveis e no GC 66,7% (n=2) eram instáveis e 33,3% (n=1) estáveis.

6.4 CONTROLE NEUROMUSCULAR DINÂMICO

Os dados obtidos através da SEBT demonstraram que houve aumento significativo da distância alcançada em todas as oito direções avaliadas, tanto na perna da frente quanto na perna de trás do GI (Tabela 3).

Em relação ao GC, observou-se que a maioria das direções não apresentou diferença significativa nas distâncias alcançadas pela perna da frente e pela perna de trás, entretanto algumas exceções foram observadas (Tabela 3).

Na perna da frente essas exceções ocorreram nas direções anterior, posteromedial, medial e anteromedial. A distância na direção anterior diminuiu significativamente do momento pós para o F6M ($p=0,001$), enquanto a distância na direção posteromedial aumentou significativamente do F3M para o F6M ($p=0,03$). Na direção medial, a distância aumentou significativamente do momento pré para o F3M ($p=0,05$), do momento pré para o F6M ($p=0,002$), do momento pós para o F6M ($p=0,009$) e do F3M para o F6M ($p=0,02$). A distância aumentou significativamente na direção anteromedial, do momento pré para o F6M ($p=0,02$) (Tabela 3).

As exceções observadas na perna de trás do GC foram nas direções anterior, anterolateral, lateral, medial e anteromedial. A distância aumentou significativamente na direção anterior do momento F3M para o de seis meses ($p=0,04$); na direção anterolateral foi do momento pré para o F3M ($p=0,00$) e na direção lateral do momento pós para o F3M ($p=0,03$). Na direção medial, a distância aumentou significativamente do momento pré para o F6M ($p=0,03$), do momento pós para o F6M ($p=0,04$), e do F3M para o F6M ($p=0,02$). A distância aumentou significativamente na direção anteromedial do momento pré para o pós ($p=0,00$); do momento pré para o F3M ($p=0,00$) e do momento pré para o F6M ($p=0,00$) (Tabela 3).

Tabela 3. Média e erro padrão (média±EP) da distância (cm) alcançada na SEBT nas oito direções avaliadas nos grupos intervenção e controle nos quatro momentos de avaliação.

	Grupo Intervenção				Grupo Controle			
	Pré (n=10)	Pós (n=10)	F3M (n=10)	F6M (n=8)	Pré (n=9)	Pós (n=9)	F3M (n=5)	F6M (n=3)
SEBT								
Perna da Frente								
Anterior	85,26±3,35	93,30±2,65 [*]	93,63±3,11 [*]	94,21±3,88 [#]	89,90±3,09	89,12±2,88	89,31±3,11	87,56±2,99 [#]
Anterolateral	89,10±3,23	99,03±3,33 [*]	99,13±3,13 [*]	103,16±4,24 [*]	92,51±2,93	94,81±2,69	95,46±3,44	94,45±3,45
Lateral	89,80±4,53	103,00±4,47 [*]	105,48±5,16 [*]	108,06±4,36 [*]	94,29±3,06	95,14±4,13	98,62±6,31	101,12±4,73
Posterolateral	86,16±5,04	100,85±5,39 [*]	104,83±6,24 [*]	104,00±6,85 [*]	86,51±3,77	85,70±6,76	82,20±7,54	98,75±10,58
Posterior	73,21±5,92	94,18±6,51 [*]	95,51±5,65 [*]	97,64±5,80 [*]	79,88±5,44	80,01±6,24	79,59±6,44	78,18±10,82
Posteromedial	68,80±5,23	83,83±4,45 [*]	81,40±3,22 [*]	88,97±3,33 [*]	72,92±4,53	75,16±5,33	72,96±4,80	84,13±8,53 ⁺
Medial	60,86±4,73	75,63±4,65 [*]	77,66±4,19 [*]	82,48±3,42 [*]	64,87±5,19	70,57±5,12	71,47±5,27	75,80±6,14 ^{*##}
Anteromedial	73,36±3,46	84,06±2,98 [*]	86,06±2,72 [*]	86,55±3,17 [*]	77,48±3,14	81,25±2,50	81,41±3,50 [*]	81,51±2,30 [*]
Perna de Trás								
Anterior	87,06±2,92	92,90±2,76 [*]	93,28±3,06 [*]	96,77±3,44 ^{*##}	90,35±3,46	89,25±2,23	88,42±2,84	93,71±3,29 ⁺
Anterolateral	86,23±2,72	96,50±3,80 [*]	99,43±3,01 [*]	103,59±3,79 ^{*##}	92,98±2,02	94,31±1,96	97,39±2,81 [*]	94,54±2,61
Lateral	88,03±3,63	102,23±4,00 [*]	106,45±3,97 [*]	103,55±4,03 [*]	93,70±2,99	94,27±3,77	100,39±3,65 [#]	99,81±7,63
Posterolateral	87,23±4,74	101,17±5,70 [*]	105,35±5,54 [*]	105,37±4,18 [*]	86,54±3,33	96,70±5,71	86,69±7,45	81,78±13,48
Posterior	77,47±5,51	96,92±6,05 [*]	97,02±6,26 [*]	98,77±4,27 [*]	82,98±4,67	80,78±5,74	80,85±6,20	87,72±8,23
Posteromedial	66,83±4,68	83,85±4,24 [*]	83,20±4,01 [*]	89,34±3,68 [*]	75,61±4,70	78,02±5,37	80,11±4,58	86,27±7,90
Medial	60,91±4,31	79,51±6,10 [*]	79,16±4,89 [*]	83,06±4,02 [*]	70,12±5,34	74,33±5,29	75,11±5,80	83,98±7,65 ^{*##}
Anteromedial	72,87±3,01	85,77±3,13 [*]	86,33±2,71 [*]	90,05±3,70 [#]	77,15±2,88	83,74±2,88	86,38±2,69 [*]	86,28±2,41 [*]

*diferença significativa em relação ao momento pré; # diferença significativa em relação ao momento pós; +diferença significativa em relação ao momento F3M. F3M: *follow up* de 3 meses; F6M: *follow up* de 6 meses.

6.5 DESEMPENHO NOS SALTOS

No desempenho nos saltos houve diferença significativa entre os momentos, na altura de 30cm ($p=0,01$), 40cm ($p=0,01$) e 50cm ($p=0,001$). Na comparação entre os grupos e na interação entre grupo e momento não teve diferença significativa ($p>0,05$) em nenhuma das alturas (Tabela 4).

No GI não foram observadas diferenças significativas entre os momentos na altura de 30cm ($p>0,05$). Em relação aos saltos de 40cm e 50cm, a altura diminuiu significativamente do momento pré para o F6M ($p=0,00$ e $p=0,00$, respectivamente), do momento pós para o F3M ($p=0,03$ e $p=0,005$, respectivamente) e do momento pós para o F6M ($p=0,00$ e $p=0,01$, respectivamente) (Tabela 4).

No GC a altura nos saltos de 30cm e 50cm diminuiu significativamente do momento pré para o F6M ($p=0,01$ e $p=0,04$, respectivamente). Em relação ao salto de 40cm não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Média e erro padrão (média±EP) da altura (cm) atingida no salto por meio do *Drop Vertical Jump Test* (30cm, 40cm e 50cm) nos grupos intervenção e controle nos quatro momentos de avaliação.

	Grupo Intervenção				Grupo Controle			
	Pré (n=10)	Pós (n=10)	F3M (n=10)	F6M (n=8)	Pré (n=9)	Pós (n=9)	F3M (n=5)	F6M (n=3)
Salto								
30cm	25,21±1,41	24,80±1,40	23,36±1,65	23,05±1,50	26,78±1,73	25,03±1,73	25,59±2,64	23,13±1,73 [*]
40cm	26,95±1,46	26,71±1,42	24,90±1,47 [#]	22,28±1,30 ^{*#}	27,38±1,83	27,15±0,83	26,23±2,59	26,36±2,42
50cm	27,24±1,40	26,79±1,48	25,27±1,38 [#]	23,66±1,28 ^{*#}	27,80±1,84	26,77±1,40	27,77±2,49	25,70±1,56 [*]

*diferença significativa para o momento pré; # diferença significativa para o momento pós. F3M: *follow up* de 3 meses; F6M: *follow up* de 6 meses. $p\leq 0,05$.

6.6 INCIDÊNCIA DE LESÕES

No momento pré intervenção as lesões consideradas para análise foram as relativas ao período da temporada anterior (ano de 2015) até a avaliação pré intervenção. O GI apresentou 12 lesões, sendo 50% (n=6) nos membros superiores; 33,33% (n=4) nos membros inferiores e 16,66% (n=2) na coluna. Já o GC apresentou oito lesões, 37,5% (n= 3) foram nos membros superiores; 50% (n=4) nos membros inferiores e 12,5% (n=1) na coluna.

No pós intervenção, as lesões registradas como deste período foram as que ocorreram durante as 12 semanas de treinamento, tempo de aplicação da intervenção. Nesse período o GI apresentou seis lesões e o GC 10. Das seis lesões do primeiro grupo, 33,33% (n=2) ocorreram nos membros superiores; 50% (n=3) no membros inferiores e 16,66% (n=1) na coluna. As lesões do GC foram 50% (n=5) nos membros superiores; 30% (n=3) nos membros inferiores e 20% (n=2) na coluna.

As lesões consideradas no momento F3M foram as que ocorreram no intervalo de três meses após o término da intervenção. No GI foram cinco e no GC, três. Das lesões do GI, 40% (n=2) ocorreram nos membros superiores; 20% (n=1) nos membros inferiores e 40% (n=2) na coluna, enquanto as do GC 66,66% (n=2) foram nos membros superiores e 33,33% (n=1) nos membros inferiores.

No último momento de avaliação (F6M), foram registradas as lesões que ocorreram no período de três meses a partir do F3M. Das sete lesões referidas nesse período, cinco foram no GI e duas no GC. Em relação às lesões do GI, 60% (n=3) foram nos membros superiores; 20% (n=1) nos membros inferiores e 20% (n=1) na coluna. Já 100% (n=2) das lesões do GC ocorreram nos membros inferiores.

A análise realizada em relação às articulações mais acometidas por lesões, nos quatro momentos de avaliação, é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Incidência de lesões (%) por localizações anatômicas, no grupo intervenção e controle nos quatro momentos de avaliação.

Lesões	Grupo Intervenção								Grupo Controle							
	Pré (n=10)		Pós (n=10)		F3M (n=10)		F6M (n=8)		Pré (n=9)		Pós (n=9)		F3M (n=5)		F6M (n=3)	
	N	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ombro	2	16,66	0		0		1	20,00	1	12,50	2	20,00	1	33,33	0	
Cotovelo	2	16,66	1	16,66	1	20,00	0		1	12,50	1	10,00	0		0	
Punho	2	16,66	1	16,66	1	20,00	0		1	12,50	1	10,00	0		0	
Mão	0		0		0		2	40,00	0		1	10,00	1	33,33	0	
Quadril	0		2	33,33	0		0		2	25,00	1	10,00	0		1	50,00
Joelho	1	8,33	1	16,66	1	20,00	1	20,00	2	25,00	1	10,00	1	33,33	0	
Tornozelo	3	25,00	0		0		0		0		0		0		0	
Pé	0		0		0		0		0		1	10,00	0		1	50,00
Coluna	2	16,66	1	16,66	2	40,00	1	20,00	1	12,50	2	20,00	0		0	
Cabeça	0		0		0		0		0		0		0		0	
Total	12	100%	6	100%	5	100%	5	100%	8	100%	10	100%	3	100%	2	100%

F3M: *follow up* de 3 meses; F6M: *follow up* de 6 meses.

7 DISCUSSÃO

Esse estudo verificou a influência de um programa de treinamento proprioceptivo de 12 semanas sobre o controle neurofuncional e a incidência de lesões e entorses de tornozelo em atletas de esgrima e identificou que o treinamento foi capaz de melhorar o controle neuromuscular dinâmico, a força de dorsiflexores e diminuir a incidência de lesões.

Em relação aos dados obtidos através do CAIT, pode-se identificar que os atletas de ambos os grupos possuíam instabilidade de tornozelo em todos os momentos de avaliação, indicando que o treinamento proprioceptivo não foi capaz de promover a estabilidade articular do tornozelo desses atletas.

A partir da busca na literatura (Freeman, Dean e Hanham, 1965; McKeon *et al.*, 2008; Schaefer e Sandrey, 2012; Schiftan, Ross e Hahne, 2015), a expectativa era que após as 12 semanas de treinamento proprioceptivo os atletas conseguissem perceber uma maior estabilidade no tornozelo, no entanto isso não foi observado.

O fato de os atletas já apresentarem instabilidade no momento pré intervenção e não terem melhorado após o treino proprioceptivo pode ter contribuído para os déficits apresentados durante os testes, sugerindo um baixo desempenho esportivo.

Esse aspecto é reforçado pela literatura ao constatar que a instabilidade de tornozelo está relacionada com déficits de força de eversores, inversores, dorsiflexores e plantiflexores (Tropp, 1986; Bush, 1996; Hartsell e Spaulding, 1999; Wilkerson, Pinerolla e Caturano, 1997; Hubard *et al.*, 2007; Fox *et al.*, 2008), além da redução do tempo de reação desses músculos, principalmente do fibular longo (Johnson e Johnson, 1993; Fernandes, Alisson e Hopper, 2000; Vaes, Duquet e Van Gheluwe, 2002). Além desses déficits, o desempenho nos saltos também pode ser prejudicado pela instabilidade de tornozelo, gerando menos potência nos membros inferiores (Caulfield e Garret, 2002a; Caulfield e Garret, 2002b).

7.1 FORÇA MUSCULAR

O fortalecimento de inversores, eversores, plantiflexores e dorsiflexores é fundamental para aumentar a estabilidade dinâmica do tornozelo, tanto em atletas com entorses agudas quanto em atletas que apresentem instabilidade crônica de tornozelo (Tropp 1986; Baumhauer *et al.*, 1995; Yildiz, Aydin e Sekir, 2003; Hopkins e Palmieri, 2004; Palmieri-Smith, Hopkins e Brown, 2009; Kaminski *et al.*, 2013). Além disso, na esgrima, a avaliação de parâmetros de força durante a execução do torque concêntrico dos músculos dos membros inferiores é um dos preditores mais importante para o desempenho do *Lunge* (Cronin, Mcnair e Marshall, 2003).

Muitos estudos reforçam a necessidade de fortalecer a musculatura eversora e plantiflexora (Tropp, 1986; Kaminski, Perrin e Gansneder, 1999; Arnold *et al.*, 2009), porém a fraqueza das musculaturas inversora e dorsiflexora também tem sido identificada após traumas agudos e até mesmo em pacientes com instabilidade funcional do tornozelo (Ryan *et al.*, 1994; Wilkerson, Pinerolla e Caturano, 1997; Munn, Beard e Refshauge, 2003), não podendo ser negligenciadas.

No presente estudo os inversores, eversores e plantiflexores diminuíram ou não apresentaram diferenças no pico de torque tanto na perna da frente, quanto na perna de trás, nos dois grupos avaliados após 12 semanas de treinamento proprioceptivo e no follow up de três meses. Estudos como de Kaminski *et al.* (2003) e Holme *et al.* (1999) corroboram com os achados do presente estudo. Kaminski *et al.* (2003) investigaram o efeito de seis semanas de treinamento de força combinado com propriocepção em indivíduos com instabilidade funcional e observaram que não houveram diferenças significativas no pico de torque dos eversores entre os grupos. Além disso, Holme *et al.* (1999) também não encontraram diferença significativa entre o grupo intervenção e o grupo controle na força de eversores em indivíduos com entorse recente de tornozelo, após seis semanas e quatro meses de treinamento proprioceptivo.

Entretanto, Hoiness, Glott e Ingjer (2003) encontraram resultados diferentes após seis semanas de treinamento aeróbico com estímulo proprioceptivo. O treinamento era realizado com um pedal adaptado para desafiar plantiflexores e eversores. O torque dos eversores aumentou significativamente no grupo

intervenção em comparação ao grupo controle. Essa diferença em relação aos estudos anteriores pode ser decorrente do estímulo de ativação dos eversores provocado pelo pedal adaptado, que deve ter sido superior ao treino proprioceptivo padrão.

Os resultados do torque concêntrico de inversores, eversores e plantiflexores parecem estar relacionados ao treinamento técnico desenvolvido no clube pelos atletas e a característica do esporte. Essas musculaturas parecem receber pouco estímulo do treino técnico, uma vez que o grupo controle diminuiu a força dos três grupos musculares na perna da frente e não teve alteração na perna de trás. A manutenção da força ao longo do tempo observada no GI indica que o treinamento proprioceptivo pode ter sido o responsável por evitar a queda de força dos eversores e plantiflexores, como ocorreu no GC, mas não para os inversores.

Bosien, Staples e Russell (1955) foram os primeiros a salientar que a fraqueza de eversores é o fator que mais contribui com a recorrência de entorses e o fortalecimento desse músculo é utilizado até hoje na reabilitação e prevenção de entorses. Os resultados do presente estudo reforçam a importância do programa de treinamento proprioceptivo para estímulo desse grupo muscular em esgrimistas.

No entanto, nem o treino técnico e nem o treino proprioceptivo foram capazes de fortalecer a musculatura inversora, que exerce um papel importante para o equilíbrio ao evitar a queda por perda de estabilidade postural durante apoio unipodal (Wilkerson e Nitz, 1994; Wilkerson, Pinerolla e Caturano, 1997).

Em relação ao torque concêntrico da perna da frente, no GI houve aumento significativo dos dorsiflexores até o F6M, enquanto que no GC diminuiu do pré para o F3M e do pós para o F3M. Esse resultado indica que o treino técnico promove um estímulo para o desempenho de força dos dorsiflexores maior que dos plantiflexores, porém ainda inferior aos ganhos de força desse grupo muscular ocorrido em decorrência do estímulo gerado no treinamento proprioceptivo uma vez que houve aumento da força desse grupo muscular durante o treino proprioceptivo.

Apesar de o treinamento proprioceptivo não conseguir impor a resistência necessária para gerar ganhos proeminentes de força muscular (Hupperets,

Verhagen e van Mechelen, 2009b), ele parece gerar estímulo para todos os músculos avaliados, sendo mais decisivo para o ganho de força de dorsiflexores.

Além dos valores de torque muscular, as razões convencionais e funcionais influenciam na estabilidade articular dinâmica (Baratta *et al.*, 1988), e a identificação de possíveis desequilíbrios musculares é importante para prevenir lesões e melhorar o desempenho dos atletas (Kamiski *et al.*, 2003). Na esgrima, como em inúmeros esportes, os atletas repetem exaustivamente determinados gestos e padrões de movimentos, favorecendo o ganho de força de determinados grupo musculares agonistas e o déficit de força em antagonistas, pela falta de demanda (Croiser *et al.*, 2008).

Em indivíduos sedentários a razão convencional dorsiflexores/plantiflexores, encontrada na literatura (Fugl-Meyer, 1981) em uma velocidade angular de 60°/s, é de 0,26 para ambos os lados. Já na população atlética esses valores podem ser diferentes, como por exemplo, em jogadores de futebol (0,31 para o lado dominante e 0,33 para o lado não dominante), ginastas (0,35 para o lado dominante e 0,36 para o lado não dominante) e em ciclistas (0,26 no lado dominante e de 0,23 no lado não dominante) (So *et al.*, 1994).

Alguns estudos (Berg *et al.*, 1995; Poulmedis, 1985; Alexander e Ker, 1980) realizaram a avaliação do torque concêntrico de dorsiflexores/plantiflexores em uma velocidade angular de 30°/s, que foi a mesma utilizada no presente estudo e observaram resultados diferentes. Berg *et al.* (1985) encontrou uma razão convencional de 0,39 em jogadores de basquete, enquanto Poulmedis (1985) encontrou um valor de 0,28 entre jogadores de futebol e Alexander (1990), um valor de 0,33 em corredores de elite.

No presente estudo os valores da razão convencional de dorsiflexores/plantiflexores no momento pré foram muito superiores aos encontrados na literatura, tanto na velocidade de 30°/s quanto na de 60°/s, sendo que na perna da frente o grupo intervenção apresentou um valor de 0,70, enquanto que o controle teve 0,61 e na perna de trás, os valores foram 0,59 para o grupo intervenção e 0,63 para o controle.

A análise após o período de treinamento proprioceptivo mostra que a razão convencional de dorsiflexores/plantiflexores aumentou no GI e diminuiu no GC, enfatizando que o aumento do torque concêntrico de dorsiflexores e a manutenção da força de plantiflexores no GI geraram aumento na razão, enquanto que no GC a queda no torque concêntrico dos plantiflexores e dos dorsiflexores causou diminuição da razão convencional.

A razão convencional de eversores/inversores aumentou no F3M indicando que a perda de força dos inversores pode ter influenciado nesse resultado, visto que a força de eversores se manteve constante. Os valores das razões no momento pré intervenção eram 0,86 para o GI e 0,84 para o GC na perna da frente, enquanto que na perna de trás os valores eram 0,94 no GI e 0,92 no GC. Os estudos de Wong, Wraym e Andrews (1984) e Leslie, Zachazewski e Browne (1990) investigaram os valores da razão convencional desses músculos, em indivíduos saudáveis, e encontraram 0,29 e 0,28, respectivamente, na velocidade angular de 30°/s, a mesma utilizada no presente estudo.

Em relação a razão funcional, não foram encontrados estudos que forneçam o valor estimado para os músculos do tornozelo e o valor amplamente discutido e aceito é para a articulação do joelho, razão de isquiostibiais/quadríceps, que deveria estar próximo de 1 (Aagaard *et al.*, 1998; Crosier *et al.*, 2008).

A razão funcional de eversores/inversores, desse estudo, aumentou nos dois grupos, e a de dorsiflexores/plantiflexores não sofreu alterações em nenhum dos grupos. O aumento do GI ocorreu no F6M, momento em que houve perda de força significativa dos inversores. No GC houve aumento da força de eversores, explicado pelo treino técnico desses atletas e diminuição da força de inversores pela falta de estímulo tanto do treino técnico quanto do treino proprioceptivo em todos os momentos.

No estudo de Castro *et al.* (2011) ao analisarem o efeito da simulação do jogo de basquetebol sobre o pico de torque dos músculos eversores e inversores do tornozelo e a razão funcional desses músculos, identificaram que na velocidade angular de 60°/s o valor para a razão funcional foi 0,93 e na velocidade angular de

120°/s foi 0,92. Esses valores são menores que os apresentados pelos atletas da esgrima avaliados no presente estudo.

Diferentemente do estudo citado anteriormente, a avaliação do torque foi realizada na velocidade angular de 30°/s e na perna da frente o valor da razão funcional, no momento pré, foi de 0,92 no grupo intervenção e 1,12 no grupo controle, enquanto que na perna de trás os valores foram 1,35 no grupo intervenção e 1,81 no grupo controle. Assim como na razão convencional, os esgrimistas apresentaram valores superiores aos relatados na literatura.

Pelos resultados apresentados para torque concêntrico, razão convencional e funcional da perna da frente, pode-se salientar que o treino técnico da esgrima produz pouco estímulo para o ganho de força dos músculos do tornozelo, sendo os dorsiflexores o grupo muscular mais estimulado e que os ganhos e a manutenção da força dessas musculaturas parecem ter ocorrido no GI em decorrência do estímulo oportunizado pelo treinamento proprioceptivo.

7.2 TEMPO DE REAÇÃO

No presente estudo após 12 semanas de treinamento proprioceptivo, o tempo de reação do tibial anterior da perna da frente não mudou significativamente em nenhum dos grupos, enquanto que o do tibial posterior aumentou nos F3M e F6M do GI. Além disso, os tempos de reação do fibular longo e do gastrocnêmio lateral da perna da frente diminuíram nos dois grupos. Na perna de trás o tempo do fibular longo aumentou significativamente no grupo controle, enquanto que o tibial anterior e o gastrocnêmio lateral não sofreram mudanças significativas. O tempo de pré ativação diminuiu no GI e não diminuiu no GC, sendo diferente significativamente no F3M.

O estudo de Sheth *et al.* (1997) corrobora com os achados do presente estudo, visto que não encontrou diferença significativa no tempo de reação do tibial anterior, tibial posterior, fibular longo e flexor longo dos dedos após o treinamento proprioceptivo. Eles aplicaram um programa de treinamento proprioceptivo em

adultos saudáveis que durou oito semanas e os participantes deveriam realizar os exercícios todos os dias durante 15 minutos.

Os resultados encontrados por Osborne *et al.* (2001), após quatro semanas de treinamento proprioceptivo, também se parecem com os do presente estudo. O tempo de reação do tibial anterior, tibial posterior, fibular longo e flexor longo dos dedos foi avaliado em indivíduos com instabilidade de tornozelo e eles observaram redução significativa apenas no tempo do tibial anterior tanto no grupo intervenção, quanto no grupo controle.

Esses resultados são contraditórios aos estudos de Eils e Rosenbaum (2001), Clark e Burden (2005), Linford *et al.* (2006). O estudo de Eils e Rosenbaum (2001) mostrou que após seis semanas de treinamento proprioceptivo houve uma diminuição no tempo de reação do fibular longo em atletas com instabilidade de tornozelo. Corroborando com isso, Clark e Burden (2005) encontraram diminuição significativa para o tibial anterior e fibular longo, após quatro semanas de treinamento proprioceptivo também em indivíduos com instabilidade de tornozelo. E no estudo de Linford *et al.* (2006), após seis semanas de treinamento proprioceptivo combinado com treino de flexibilidade e força em participantes saudáveis também ocorreu uma diminuição do tempo de reação do fibular longo.

De acordo com estes estudos, o programa de treinamento proprioceptivo promove redução do tempo de reação dos músculos do tornozelo, principalmente em indivíduos com instabilidade desta articulação. Desta forma, o esperado no presente estudo seria a melhora do tempo de reação dos atletas e uma possível explicação para isso não ter ocorrido é que na esgrima os atletas são estimulados a promover respostas motoras rápidas. A defesa aos ataques dos adversários, assim como a eficiência do seu ataque dependem da agilidade com que eles realizam o movimento. Sendo assim, a diminuição do tempo de reação deve ter ocorrido em função do treinamento técnico e o acréscimo do treinamento proprioceptivo, para esses atletas, não é suficiente para incrementá-lo.

Outra possível explicação para os resultados do presente estudo se diferenciarem foi a forma de avaliar o tempo de reação. A mensuração do tempo de reação foi realizada durante o gesto de ataque *Lunge*, um movimento dinâmico e

que é frequentemente repetido pelos atletas, enquanto nos demais estudos foi utilizado o movimento súbito de inversão pouco experienciado pelos participantes.

Após a análise desses resultados, pode-se concluir que o treino técnico da esgrima tem maior influência sobre o tempo de reação em comparação com o treino proprioceptivo, visto que a diminuição ocorreu apenas nos músculos fibular longo e gastrocnêmio lateral e foi observada nos dois grupos.

7.3 CONTROLE NEUROMUSCULAR DINÂMICO

O controle neuromuscular tem um efeito significativo sobre a performance atlética (Hrysomallis *et al.* 2011), por isso é importante evitar ou melhorar esses déficits, principalmente em atletas que estão expostos a lesões frequentemente. A literatura tem demonstrado que a SEBT é um instrumento adequado para fornecer informações sobre o controle neuromuscular dinâmico dos tornozelos e a melhora na distância alcançada na SEBT é um fator relevante de prevenção de entorses de tornozelo.

Os escores obtidos na SEBT para avaliação do controle neuromuscular dinâmico nos esgrimistas aumentaram significativamente em todas as direções, tanto na perna da frente quanto na perna de trás no grupo intervenção nos quatro momentos de avaliação. Enquanto no GC, a perna da frente apresentou diminuição na direção anterior e aumento nas direções posteromedial, medial e anteromedial e a perna de trás melhorou nas direções anterior, anterolateral, lateral, medial e anteromedial.

A SEBT tem o objetivo de melhorar o equilíbrio entre os grupos musculares do tornozelo, visto que através dessas oito direções ela consegue estimular todos os músculos do tornozelo. É possível identificar uma maior demanda para os músculos plantiflexores na direção anterior, para os inversores na direção lateral, para os dorsiflexores na direção posterior e para os eversores na direção medial. As demais direções exigem a combinação de mais músculos para melhorar o controle neuromuscular dinâmico.

A partir disso, pode-se observar que no GI o estímulo do treino proprioceptivo somado ao treino técnico dos atletas foi importante para oportunizar aumento significativo em todas as direções, enquanto que no GC o treino técnico foi capaz de melhorar apenas as direções em que a demanda de eversores era superior aos demais, principalmente na perna da frente.

Outros estudos com treino proprioceptivo, como os de Hale, Hertel e Olmsted-Kramer (2007); McKeon *et al.* (2008); Filipa *et al.* (2010); Hale *et al.* (2014); Peres *et al.* (2014) também obtiveram resultados satisfatórios nas distâncias alcançadas na SEBT.

Hale, Hertel e Olmsted-Kramer (2007) aplicaram quatro semanas de treinamento proprioceptivo combinado com treino de força em indivíduos com instabilidade crônica de tornozelo e obtiveram um aumento significativo no alcance de três direções da SEBT: lateral, posteromedial e posterolateral.

McKeon *et al.* (2008) avaliaram através da SEBT, os efeitos de quatro semanas de treinamento proprioceptivo sobre o controle neuromuscular dinâmico em indivíduos com instabilidade de tornozelo. Os autores identificaram aumento significativo, do pré para o pós teste no grupo intervenção, na distância alcançada em duas (posterolateral e posteromedial) das três direções avaliadas.

Filipa *et al.* (2010) também utilizaram a SEBT como método de avaliação pré e pós treino de propriocepção, em atletas menores de 18 anos, e identificaram que o grupo intervenção alcançou maiores distâncias nas direções póstero-lateral e póstero-medial em comparação com o grupo controle.

Hale *et al.* (2014) utilizaram a SEBT para avaliar o equilíbrio neuromuscular dinâmico, em indivíduos saudáveis, e após 4 semanas de treino proprioceptivo identificaram que o grupo intervenção alcançou distâncias significativamente maiores que o controle nas direções anterior e posteromedial, mas sem diferenças significativas na direção posterolateral.

Peres *et al.* (2014) avaliaram o efeito de um treinamento proprioceptivo de quatro semanas na estabilidade articular do tornozelo por meio da SEBT em atletas de voleibol. Na comparação entre pré e pós-intervenção os resultados do teste das

atletas mostraram aumento significativo em seis direções para o tornozelo direito e cinco para o tornozelo esquerdo.

Entretanto, O`Driscoll, Kerin e Delahunt (2011) verificaram os efeitos de um programa de treinamento proprioceptivo de seis semanas, em atletas de rugby, sobre o controle neuromuscular dinâmico a partir de três direções da SEBT, anterior, posteromedial e posterolateral e não encontraram resultados significativos entre o pré e o pós intervenção.

Ao analisar os resultados desses estudos é possível dizer que o treinamento proprioceptivo é eficaz em melhorar o controle neuromuscular dinâmico em atletas. Devido os resultados dos estudos apresentados anteriormente apresentarem diferenças significativas apenas em algumas direções, sugere-se que o treinamento proprioceptivo seja realizado por tempo igual ou superior a 12 semanas, para que ocorra aumento significativo em todas as oito direções avaliadas, como foi observado neste estudo.

7.4 DESEMPENHO NOS SALTOS

No presente estudo, o desempenho no DVJT de 30cm, 40cm e 50cm não sofreu alterações ou, ainda, a altura atingida nos saltos diminuiu significativamente do momento pré em relação aos demais.

O DVJT é um dos saltos mais frequentemente utilizado para avaliar o desempenho em atletas da esgrima (Young, McLean e Ardagna, 1995). Tsolakis, Kostaki e Vagenas (2010) demonstram que existe correlação entre a boa execução dos saltos e a performance dos atletas da esgrima, reforçando que velocidade, força muscular e coordenação neuromuscular são importantes para maximizar a potência dos membros inferiores, principalmente durante a execução do *Lunge* por esses atletas.

Além disso, o DVJT é comumente usado para quantificar padrões anômalos de movimento (Paterno et al., 2010) e, conseqüentemente, lesões musculoesqueléticas nos membros inferiores (Delahunt et al., 2012). Entretanto, poucos estudos (Myer et al., 2006; Cressey et al., 2007) tem aplicado saltos como

forma de avaliar o efeito do treinamento proprioceptivo, como o presente estudo se propôs a fazer.

Cressey *et al.* (2007) investigaram o efeito de dez semanas de treinamento proprioceptivo sobre a performance de jogadores de futebol. Os testes utilizados foram o *drop vertical jump*, o *countermovement jump (CMJ)* e o 10 e 40 *yard sprint time*. O grupo que realizou o treinamento proprioceptivo demonstrou um aumento significativo na altura do DVJT e do CMJ e diminuição significativa no tempo do 40 *yard sprint*. Já Myer *et al.* (2006) compararam a aplicação do treino de pliometria com o treinamento proprioceptivo por sete semanas em atletas do vôlei e utilizaram para avaliação o *drop vertical jump test* e o *medial drop landing*. Os resultados mostraram que os dois grupos de treinamento melhoraram significativamente o alinhamento dos membros inferiores após as sete semanas, mas não avaliaram o desempenho nos saltos.

A diferença entre os resultados do presente estudo e das pesquisas citadas anteriormente pode ser explicada pela população avaliada. Apesar de todos envolverem atletas, o treino do futebol e do vôlei promove estímulos em potência muscular diferentes do treino da esgrima, o que permite melhor desempenho nos saltos.

Em relação às alturas alcançadas nos saltos, o estudo de Tsolakis, Kostaki e Vagenas (2010) observou que para atletas de elite da esgrima a altura média alcançada no DVJT (40cm) foi de 30,1cm. No presente estudo, por não se tratarem de esgrimistas profissionais, os valores médios apresentados no DVJT (40 cm) foram menores, com valores em torno de 26cm para os dois grupos avaliados.

Os dados da atual pesquisa permitem concluir que o programa de treinamento proprioceptivo não foi capaz de melhorar o desempenho dos esgrimistas nos saltos. Uma possível explicação é que o programa de treino proprioceptivo escolhido não continha exercícios direcionados para o ganho de potência e velocidade de membros inferiores. Além de o treino técnico realizado pelos esgrimistas estimular pouco a força explosiva e a velocidade dos mesmos.

7.5 INCIDÊNCIA DE LESÕES

A incidência de lesão é um parâmetro válido e clinicamente relevante, para avaliar o efeito de intervenções na área da saúde (Hübscher *et al.*, 2010). No presente estudo, observou-se uma diminuição no número de lesões sofridas pelos atletas do momento pré para o pós no GI, enquanto que no GC foi observado um aumento na incidência de lesões.

As revisões sistemáticas de Hübscher *et al.* (2010), Schiffan, Ross e Hahne (2015) e Verhagen e Bay (2010) corroboram com os resultados do presente estudo ao demonstrarem que o treino proprioceptivo é eficaz na redução da incidência de lesões em adolescentes e adultos jovens praticantes de atividade esportivas. Os estudos também reforçam que o treinamento proprioceptivo é eficaz, ao constatarem que ocorre redução da taxa de entorse de tornozelo em atividades esportivas, particularmente em atletas com história prévia de lesão no tornozelo.

Além dessas revisões, estudos experimentais como Eils *et al.* (2010); Emery e Meuwisse (2010); Hupperets, Verhagen e van Mechelen (2009a); Mohammadi (2007); Verhagen *et al.* (2004) tiveram resultados semelhantes ao do presente estudo.

Eils *et al.* (2010) aplicaram um programa proprioceptivo, com múltiplas estações, em atletas do basquete durante uma temporada e observaram diminuição significativa na incidência de lesões no grupo intervenção em relação ao grupo controle. Assim como Eils *et al.* (2010), Mohammadi (2007) investigou o efeito do treino proprioceptivo, durante uma temporada, só que em atletas do futebol e obteve os mesmos resultados. Emery e Meuwisse (2010), que também avaliaram atletas do futebol, encontraram diminuição da incidência de lesões, mesmo com a realização de um período menor (seis semanas) de treinamento proprioceptivo.

Hupperets, Verhagen e van Mechelen (2009a) investigaram se um programa de treinamento proprioceptivo de oito semanas realizado pelos atletas em casa, sem supervisão, também surtiria esse efeito positivo e encontraram os mesmos resultados dos estudos anteriores, ou seja, uma redução do número de lesões. Enquanto, Verhagen *et al.* (2004) avaliou 36 semanas de treinamento proprioceptivo

e perceberam uma redução de 38% na incidência de lesões em atletas do basquete e do vôlei.

O único estudo que não encontrou diferença significativa na incidência de lesões foi o de Soderman *et al.* (2000) que avaliou 4 semanas de intervenção em atletas de futebol, do sexo feminino. A diferença desse estudo foi o tempo menor de aplicação do treinamento proprioceptivo, isso sugere que quatro semanas podem não ser suficientes para gerar mudanças que permitam reduzir a incidência de lesões em atletas de diferentes modalidades esportivas.

7.6 LIMITAÇÕES E PONTOS FORTES

Entre as limitações do presente estudo pode-se citar o fato de o tempo de reação ter sido avaliado durante o gesto Lunge e não através da inversão súbita, que é comumente utilizada na literatura. Além disso, o tempo em que o número de lesões foi avaliado diferiu, no momento pré intervenção foi levado em consideração as lesões da temporada anterior (período de um ano) e a comparação foi feita com os nove meses de acompanhamento dos atletas, período de duração da pesquisa.

Entretanto, é preciso ressaltar que o presente estudo foi realizado com atletas de ponta que participam tanto de competições nacionais, quanto de competições internacionais e muitos estão classificados entre os 10 primeiros no ranking nacional (7 atletas no ranking feminino e 5 no masculino). O clube permitiu o acesso aos treinamentos dos atletas para que a intervenção fosse desenvolvida como parte do treino. Outro ponto a se destacar é a modalidade esportiva pesquisada, visto que a esgrima é um esporte ainda pouco difundido no meio científico, mas que ganha cada vez mais visibilidade em competições internacionais como as Olimpíadas e que cresce a cada ano em número de praticantes.

8. CONCLUSÕES

O programa de treinamento proprioceptivo, escolhido no presente estudo e aplicado por 12 semanas foi capaz de melhorar a força muscular dos dorsiflexores e o controle neuromuscular dinâmico, além de diminuir a incidência de lesões em atletas da esgrima.

Entretanto, o estímulo gerado por esse treino não foi capaz de aumentar a força de eversores, inversores e plantiflexores, nem de diminuir o tempo de reação dos músculos do tornozelo na execução do Lunge. Também não promoveu melhora no desempenho dos saltos ou aumentou a percepção dos atletas em relação à estabilidade dessa articulação.

Com base nos resultados da pesquisa sugere-se a inclusão do reforço específico dos músculos do tornozelo durante os treinos de musculação dos atletas, visto que eles já apresentavam a percepção de instabilidade prévia ao estudo e a mesma não se modificou com o treino proprioceptivo. Ainda, considerando que o programa de treinamento proprioceptivo, com curta duração (aproximadamente 30 minutos), alcançou êxito no controle neuromuscular dinâmico e na redução da incidência de lesões, preconiza-se a sua aplicação ao longo das temporadas da esgrima.

REFERÊNCIAS

- Aagaard P, Simonsen EB, Magnusson SP, Larsson B, Dyhre-Poulsen P. A new concept for isokinetic hamstring:quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*; 26(2):231-7, 1998.
- Alexander R, Ker R. The architecture of the muscles. In: Multiple Muscle Systems: Biomechanics and Movement Organization. New York: Springer-Verlag; 1990.
- Anandacoomarasamy A, Barnsley L. Long-term outcomes of inversion ankle injuries. *Br J Sports Med*. 39:14, 2005.
- Akbhari B, Takamjani, IE, Salavati, M, Sanjari, MA. A 4-week biodex stability exercise program improved ankle musculature onset, peak latency and balance measures in functionally unstable ankles. *Phys Ther in Sport*, 8:117–129, 2007.
- Arnold BL, De la Motte S, Linens S, Ross SE. Ankle instability is associated with balance impairments: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*; 41:1048–62, 2009.
- Baltaci G e Kohl HW. Does proprioceptive training during knee and ankle rehabilitation improve outcome? *Physical Therapy Reviews*, 8: 5–16, 2003.
- Baker AG, Webright WG, Perrin DH. Effect of a “T-band” kick training protocol on postural sway. *Journal of Sport Rehabilitation*, 7:122–7, 1998.
- Baratta R, Solomonow M, Zhou BH, Letson D, Chuinard R, D'Ambrosia R. Muscular coactivation. The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. *Am J Sports Med*; 16(2):113-22, 1988.
- Baroni BM, Galvão AQ, Ritzel CH, Diefenthaler F, Vaz MA. Adaptações Neuromusculares de Dorsiflexores e Plantares a Duas Semanas de Imobilização Após Entorse de Tornozelo. *Rev Bras Med Esporte*, 16, 2010.
- Barth B., Beck E. The complete guide to fencing. Oxford: Meyer and Meyer sport (UK) Ltd. 2007.
- Barber-Westin, S, Galloway M, Noyes FR, Corbett G, Walsh C. Assessment of Lower Limb Neuromuscular Control in Prepubescent Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 33, 12, 2005.
- Basnett CR, Hanish MJ, Wheeler TJ, Miriovsky DJ, Danielson EL Barr JB, Grindstaff TL. Ankle Dorsiflexion Range of Motion Influences Dynamic Balance in Individuals With Chronic Ankle Instability. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 8; 2, 2013.
- Baumhauer, JF, Alosa, DM, Renstrom, AFH, Trevino, S, Beynnon, B. Test-retest reliability of ankle injury risk factors. *Am J Sports Med*, 23:571-574, 1995.
- Borreani S, Calatayud J, Martin J, Colado JC, Tella V, Behm D. Exercise intensity progression for exercises performed on unstable and stable platforms based on ankle muscle activation. *Gait e Posture* 39:404–409, 2014.

- Bosien WR, Staples OS, Russell SW. Residual disability following acute ankle sprains. *J Bone Joint Surg*, 37:1237–43, 1955.
- Bottoms L, Greenhalgh A, Sinclair J. Kinematic determinants of weapon velocity during the fencing lunge in experienced épée fencers. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 15;4, 2013.
- Bozkurt M, Doral MN. Anatomic factors and biomechanics in ankle instability. *Foot Ankle Clin*. 11(3):451–63, 2006.
- Bunton EE, Pitney WA, Kane AW. The role of limb torque, muscle action and proprioception during closed kinetic chain rehabilitation of the lower extremity. *J Athl Train*; 28:10–20, 1993.
- Bush KW. Predicting Ankle Sprain. *Journal of Manual e Manipulative Therapy*; 4,2, 1996.
- Carcia CR, Martin RL, Drouin JM. Validity of the foot and ankle ability measure in athletes with chronic Ankle Instability. *J Athl Train*.;43(2):179-83, 2008.
- Castro A, Crozara LF, Karuka AH, Spinoso DH, Hallal CZ, Marques NR, Gonçalves M. Efeito da simulação do jogo de basquetebol sobre o pico de torque e razão funcional dos músculos estabilizadores do tornozelo. *R Bras Ci e Mov*, 19(4):68-76, 2011.
- Caulfield BM, Garrett M. Changes in ground reaction force during jump landing in subjects with functional instability of the ankle joint. *Clin Biomech*;19:617–21, 2002a.
- Caulfield BM, Garrett M. Functional instability of the ankle: differences in patterns of ankle and knee movement prior to and post landing in a single leg jump. *Int J Sports Med*; 23:64–8,2002b.
- Clark RC, Saxion CE, Cameron KL, Gerber JP. Associations Between Three Clinical Assessment Tools for Postural Stability. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 5;3, 2010.
- Clark VM e Burden AM. A 4-week wobble board exercise programme improved muscle onset latency and perceived stability in individuals with a functionally unstable ankle. *Physical Therapy in Sport*, 6:181–187, 2005.
- Coughlan GF, Fullam K, Delahunt E, Gissane C, Caulfield, B. A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test. *Journal of Athletic Training*, 47:366-371, 2012.
- Cressey EM, West CA, Tiberio DP, Kraemer WJ, Maresh CM. The Effects of Ten Weeks of Lower-Body Unstable Surface Training on Markers of Athletic Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*.21(2):561-567, 2007.
- Cronin J, Mcnair PJ, Marshall RN. Lunge performance and its determinants, *J. Sport. Sci*. 21:49–57, 2003.

Cronin JB, Crewther B. Training volume and strength and power development. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 7, n. 2, p. 144-155, 2004.

Crosier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: A prospective study. *Am J Sport Med*; 36, 8:1469-1475, 2008.

Cumps E, Verhagen E, Meeusen R. Efficacy of a sports specific balance training programme on the incidence of ankle sprains in basketball. *Journal of Sports Science and Medicine*. 6:212-219, 2007.

Delahunt E, Sweeney L, Chawke M, Kelleher J, Murphy K, Patterson M, Prendiville A. Lower limb kinematic alterations during drop vertical jumps in female athletes who have undergone anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Res*. 30:72–78, 2012.

Dias A, Pezarat-Correia P, Esteves, J, Fernandes O. The influence of a balance training program on the electromyographic latency of the ankle musculature in subjects with no history of ankle injury. *Physical Therapy in Sport* 12:87-92, 2011.

Docherty CL, Gansnedert BM, Arnold BL, Shepard RH. Development and reliability of the ankle instability instrument. *J Athl Train*, 41(2):154-158, 2006.

Docherty CL, Valovich McLeod TC, Shultz SJ. Postural control deficits in participants with functional ankle instability as measured by the Balance Error Scoring System. *Clin J Sport Med*.16:203-208, 2006.

Eils E, Rosenbaum D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:1991–8.

Eils E, Schroter R, Schroder M, Gerss J, Rosenbaum D. Multistation Proprioceptive Exercise Program Prevents Ankle Injuries in Basketball. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 42, 11: 2098–2105, 2010.

Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuck RJ, Rowe BH. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *CMAJ*, 172:749-54, 2005.

Emery CA, Meeuwisse WH. The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med*; 44:555–562, 2010.

Ergen E, e Ulkar B. Proprioception and Ankle Injuries in Soccer. *Clin Sports Med*. 27:195–217, 2008.

Fernandes N, Allison GT, Hopper D. Peroneal latency in normal and injured ankles at varying angles of perturbation. *Clin Orthop*; 375:193–201, 2000.

Fernandez WG, Yard EE, Comstock RD. Epidemiology of lower extremity injuries among U.S. high school athletes. *Acad Emerg Med*;14:641–5, 2007.

- Filipa A, Byrnes R, Paterno M, Myer GD, Hewett T. Neuromuscular Training Improves Performance on the Star Excursion Balance Test in Young Female Athlete. *J Orthop Sports Phys Ther*; 40(9): 551–558, 2010.
- Fong DT, Hong Y, Chan LK, Yung PS, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med*; 37:73–94, 2007.
- Fox J, Docherty CL, Schrader J, Applegate T. Eccentric plantar-flexor torque deficits in participants with functional ankle instability. *J Athl Train*; 43:51-4, 2008.
- Freeman, MAR, Dean MR, Hanham IW. Instability to the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br*; 47: 669-77, 1965.
- Fugl-Meyer AR. Maximum isokinetic ankle plantar and dorsal flexor torques in trained subjects. *Eur J Appl Physiol*; 45:221-34, 1981.
- Geil, MD. The Role of Footwear on Kinematics and Plantar Foot Pressure in Fencing. *Journal of Applied Biomechanics*, 18: 155-162, 2002.
- Gholipour, M, Tabrizi, A, Farahmand, F. Kinematics Analysis of Lunge Fencing Using Stereophotogrametry. *World Journal of Sport Sciences* 1 (1): 32-37, 2008.
- Greenhalgh, A, Bottoms, L, Sinclair, J. Influence of surface on impact shock experienced during a fencing lunge. *Journal of Applied Biomechanics*, 29 (4):463-467, 2012.
- Gribble PA, Kelly SE, Refshauge KM, Hiller CE. Interrater Reliability of the Star Excursion Balance Test. *Journal of Athletic Training*; 48(5):621–626, 2013.
- Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Meas Phys Educ Exerc Sci*;7(2):89–100, 2003.
- Grigg P. Peripheral neural mechanism in proprioception. *J Sport Rehabil*; 3:2–17, 1994.
- Gutiérrez-Dávila, M., Rojas, F.J., Caletti, M., Antonio, R. and Navarro, E. Effect of target change during the simple attack in fencing. *Journal of Sports Sciences* 31(10): 1100-1107, 2013.
- Gutiérrez-Dávila, M., Zingsem, C, Gutiérrez-Cruz, C, Giles, FJ, Rojas, FJ. Effect of Uncertainty during the Lunge in Fencing. *Journal of Sports Science and Medicine* 13: 66-77, 2014.
- Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer LC. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*. 37(6):303-11, 2007.
- Hale S, Fergus A, Axmacher R, Kiser K. Bilateral improvements in lower extremity function after unilateral balance training in individuals with chronic ankle instability. *J Athl Train*; 49:181–191, 2014.

Harmer PA. Getting to the point: injury patterns and medical care in competitive fencing. *Curr Sports Med Rep*.7(5):303-307, 2008.

Harmer, P. Sports medicine Q & A. *Am. Fence*. 57(4):23, 2007.

Harmenberger J, Ceci R, Barvestad P, Hjerpe K, Nyström J. Comparison of different test of fencing performance. *International Journal of Sport Medicine*, 12, 573-56, 1991.

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*; 33:255–258, 1999.

Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*;10:361-74, 2000.

Hermens JH, Rau G, Disselhorst-Klug C, Freriks B. Surface Electromyography Application Areas and Parameters. Roessingh Research and Development, Enschede, the Netherlands, 1998.

Hess DM, Joyce CJ, Arnold BL, Gansneder, BM. Effect of a 4-week agility training program on postural sway in the functionally unstable ankle. *Journal of Sport Rehabilitation*, 10: 24–35, 2001.

Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. Simplifying the Star Excursion Balance Test: Analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*; 36(3):131-137, 2006.

Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train*. 37(4):364-375, 2002.

Hertel J, Miller J, Denegar C. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *J Sports Rehabil*. 9:104-116, 2000.

Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, Herbert RD, Kilbreath SL. The cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing. *Arch Phys Med Rehabil*.; 87(9):1235-41, 2006.

Hiller CE, Refshauge KM, Herbert RD, Kilbreath SL. Balance and recovery from a perturbation are impaired in people with functional ankle instability. *Clin J Sport Med*; 17:269-75, 2007.

Hintermann B. Medial ankle instability. *Foot Ankle Clin*; 8(4):723–38, 2003.

Hoiness P, Glott T, Ingjer F. High-intensity training with a bi-directional bicycle pedal improves performance in mechanically unstable ankles: a prospective randomized study of 19 subjects. *Scand J Med Sei Sports*; 13 (4): 266-71, 2003.

Holme E, Magnusson SP, Becher K, Bieler T, Aagaard P, Kjaer M. The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. *Scand J Med Sei Sports*; 9 (2): 104-9, 1999.

- Hootman, JM, Dick, R, Agel, J. Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports: Summary and Recommendations for Injury Prevention Initiatives. *Journal of Athletic Training*; 42(2):311–319, 2007.
- Hopkins JT, Palmieri R. Effects of ankle joint effusion on lower leg function. *Clin J Sport Med*;14(1):1–7, 2004.
- Horita T, Komi PV, Nicol C, Kyrolainen H. Interaction between pre-landing activities and stiffness regulation of the knee joint musculoskeletal system in the drop jump: implications to performance. *Eur J Appl Physiol*; 88: 76–84, 2002.
- Hrysomallis C. Balance ability and athletic performance. *Sports Med*; 41:221-32, 2011.
- Hubbard TJ, Kramer LC, Denegar CR, Hertel J. Contributing factors to chronic ankle instability. *Foot Ankle Int*; 28: 343-55, 2007.
- Hubscher M, Zech A, Pfeifer K, Hansel F, Vogt L, Banzer W. Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc*; 42:413-21, 2010.
- Hupperets MD, Verhagen EA, van Mechelen W. Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. *Br Med J*; 2009a.
- Hupperets MD, Verhagen EA, van Mechelen W. Effect of Sensorimotor Training on Morphological, Neurophysiological and Functional Characteristics of the Ankle. *Sports Med*; 39 ,7, 2009b.
- Ivins D. Acute Ankle Sprain: An Update. *Am Fam Physician*;74:1714-20, 2006.
- Johnson MB, Johnson CL. Electromyographic response of peroneal muscles in surgical and nonsurgical injured ankles during sudden inversion. *J Orthop Sports Phys Ther*, 18: 497–501, 1993.
- Kim KJ, Kim YE, Jun HJ. Which Treatment is More Effective for Functional Ankle Instability: Strengthening or Combined Muscle Strengthening and Proprioceptive Exercises? *J. Phys. Ther. Sci.* 26, 3, 2014.
- Kaminski TW, Buckley BD, Powers ME, Hubbard TJ, Ortiz C. Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. *Br J Sports Med.*; 37(5):410–5,2003.
- Kaminski TW, Hertel J, Amendola N, Docherty CL, Dolan MG, Hopkins JT, Nussbaum E, Poppy W, Richie D; National Athletic Trainers' Association. National Athletic Trainers' Association position statement: conservative management and prevention of ankle sprains in athletes; 48(4):528-45, 2013.
- Kaminski TW, Perrin DH, Gansneder BM. Eversion strength analysis of uninjured and functionally unstable ankles. *J Athl Train*; 34: 239-45, 1999.

Kucera, K., and S. Henn. Prävention und physiotherapie von verletzungen und überlastungsschäden im fechten. *Sportortho Sport trauma*. 19:273-280, 2003.

Lephart SM. Proprioception of the ankle and knee. *Sports Med*; 25:149–55, 1998.

Laskowski ER, Newcomer-Aney K, Smith J. Refining rehabilitation with proprioception training: expediting return to play. *Phys Sports Med*; 25:89–102, 1997.

Lee A, e Lin W. Twelve-week biomechanical ankle platform system training on postural stability and ankle proprioception in subjects with unilateral functional ankle instability. *Clinical Biomechanics*; 23:1065–1072, 2008

Leis AA, e Trapani VC. *Atlas of eletromiography*. Oxford, NY. Oxford University Press, 2000.

Leslie M, Zachazewski J, Browne P. Reliability of isokinetic torque values for ankle invertors and evertors. *J Orthop Sport Phys Ther*; 11, 12:612-615, 1990.

Linford CW, Hopkins JT, Schulthies SS, Freland B, Draper DO, Hunter I. Effects of neuromuscular training on the reaction time and electromechanical delay of the peroneus longus muscle. *Arch Phys Med Rehabil*; 87:395–401, 2006.

Liu YW, Jeng SC, Lee AJY. The influence of ankle sprains on proprioception. *J Exerc Sci Fit*;3:33—8, 2005.

Lopes BMS. *A importância do treino proprioceptivo na prevenção da entorse do tornozelo em futebolistas*. Porto: 2008.

Lyle MA, Valero-Cuevas FJ, Gregor RJ, Powers CM. Control of dynamic foot-ground interactions in male and female soccer athletes: Females exhibit reduced dexterity and higher limb stiffness during landing; *Journal of Biomechanics* 47:512–517, 2014.

Marchetti PH, Ceschini FL. Validação do Tapete de Contato na Mensuração da Altura do Salto em Jogadores de Basquete de Elite. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, 2009.

Moir G, Button C, Laister G, Stone MH. Influence of Familiarization on the Reliability of Vertical Jump and Acceleration Sprinting performance in physically active men. *Journal of Strength & Conditioning Research*,18,2:276-280, 2004.

Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale, M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength & Conditioning Research*; 18,3: 551-555, 2004.

Myer GD, Ford KR, McLean SG, Hewett TE. The Effects of Plyometric Versus Dynamic Stabilization and Balance Training on Lower Extremity. *BiomechanicsThe American Journal of Sports Medicine*,34,3, 2006.

McHugh MP, Tyler TF, Mirabella MR, Mullaney MJ, Nicholas SJ. The effectiveness of a balance training intervention in reducing the incidence of noncontact ankle sprains in high school football players. *Am. J. Sports Med*. 35:1289-1294, 2007.

- McGuine TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med*; 34(7):1103–11, 2006.
- McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, Part I: Can deficits be detected with instrumented testing. *J Athl Train.*; 43(3):293-304, 2008.
- McKeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC, Saliba E, Bennett BC, Hertel J. Balance Training Improves Function and Postural Control in Those with Chronic Ankle Instability. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 40,10:1810–1819, 2008.
- McKeon PO, Mattacola CG. Interventions for the Prevention of First Time and Recurrent Ankle Sprains; *Clin Sports Med* 27:371–382, 2008.
- Mohammadi, F. Comparison of 3 preventive methods to reduce the recurrence of ankle inversion sprains in male soccer players. *Am. J. Sports. Med.* 35(6):922-926, 2007.
- Moreira TS, Sabino GS, Resende MA. Instrumentos clínicos de avaliação funcional do tornozelo: revisão sistemática. *Fisiot e Pesq*, 17,1:88-93, 2010.
- Munn J, Beard DJ, Refshauge KM. Eccentric muscle strength in functional ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*; 35:245–250, 2003.
- Narici M, Vroi GS, Landoni L, Minetti AE, Cerretelli P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *Eur. J. Appl. Physiology.* 59:310 – 319, 1989.
- Noronha M, Refshauge KM, Kilbreath SL, Figueiredo VG. Cross-cultural adaptation of Brazilian-Portuguese version of the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT). *Disabil Rehabil*;30(26):1959-65, 2008.
- Noronha M, França LC, Haupenthal A, Nunes GS. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: A prospective study. *Scand J Med Sci Sports.* 2012.
- O'Driscoll J, Kerin F, Delahunt E: Effect of a 6-week dynamic neuromuscular training programme on ankle joint function: a case report. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*, 2011.
- Osborne MD, Chou L, Laskowski ER, Smith J, Kaufman, K. R. The effect of ankle disk training on muscle reaction time in subjects with a history of ankle sprain. *American Journal of Sports Medicine*, 29: 627–632, 2001.
- Olivier N, Rogez J, Masquelier B: Benefit of isokinetic evaluation of knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction in soccer players. *Ann Readapt Med Phys*, 2007, 50: 564–569, 2007.
- Palmieri-Smith RM, Hopkins JT, Brown TN. Peroneal activation deficits in persons with functional ankle instability. *Am J Sports Med*; 37(5):982–988, 2009.

- Paterno M, Schmitt L, Ford K, Rauh M, Myer G, Huang B.. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *American Journal of Sports Medicine*, 38:1968–1978, 2010.
- Petersen J, Holmich P. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med*;39:319–323, 2005.
- Peres MM, Cechini L, Pacheco I, Pacheco AM. Efeitos do Treinamento Proprioceptivo na Estabilidade do Tornozelo em Atletas de Voleibol. *Rev Bras Med Esporte*, 2014.
- Poulis J, Chatzis S, Christopoulou K, Tsolakis C. Isokinetic strength during knee flexion and extension in elite fencers. *Perceptual and Motor Skills*, 108, 949-961, 2009.
- Poulmedis P. Isokinetic maximal torque power of greek elite soccer players. *J Orthop Sports Phys Ther*, 6(5):293-5, 1985.
- Plisky PJ, Rauh M, Kaminski T, Underwood F. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther*.;36:911-919, 2006.
- Redondo, JC, Alonso, CJ, Sedano, S, de Benito, AM. Effects of a 12-week strength training program on experimented fencers' movement time. *J Strength Cond Res* 28(12): 3375–3384, 2014
- Redondo, JC; Alonso, CJ; Sedano S; De Benito, AM. Validación de un Protocolo para la Medición del Tiempo de Reacción y Tiempo de Movimiento en Esgrima. Motricidad. *European Journal of Human Movement*; 30: 13-22, 2013
- Richie DH. Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: a comprehensive review. *J Foot Ankle Surg*; 40:240–51, 2001.
- Roi GS, Bianchedi D. The science of fencing: implications for performance and injury prevention. *Sports Medicine*, 38(6), 465-81, 2008.
- Ross SE, Guskiewicz KM, Gross MT, Yu B. Assessment tools for indentifying functional limitations associated with functional ankle instability. *J Athl Train*.; 43(1):44-50, 2008.
- Ryan L. Mechanical stability, muscle strength, and proprioception in the functionally unstable ankle. *Aust J Physiother*; 40:41–47, 1994.
- Seniam: Hermens HJ, Freriks B, Merletti R, Stegeman D, Blok J, Rau G, Disselhorst-Klug C, Hagg G. SENIAM 8: European Recommendations for Surface Electromyography: Results of the SENIAM Project. Enschede. The Netherlands: Roessingh Research and Development b.v.; 1999.
- Schaefer JL, Sandrey MA. Effects of a 4-week dynamic-balance-training program supplemented with graston instrument-assisted soft-tissue mobilization for chronic ankle instability. *J Sport Rehabil*; 21(4):313-326, 2012.

Schiftan GS, Ross LA e Hahne AJ. The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*; 18:238–244, 2015.

Sheppard JM, Young WB. (2006).Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*; 24(9): 919 – 932, 2006.

Sheth P, Yu B, Laskowski ER, An KN. Ankle disk training influences reaction times of selected muscles in a simulated ankle sprain. *Am J Sports Med*; 25: 538-43, 1997.

Sinclair J, Bottoms L, Taylor K, Greenhalgh A. Tibial shock measured during the fencing lunge: the influence of footwear. *Sports Biomech.*;9(2):65-71, 2010.

Stewart SL, Kopetka B. The kinematic determinants of speed in the fencing lunge. *Journal of Sports Sciences*. 2005.

So CH, Siu TO, Chan KM, Chin MK, Li CT. Isokinetic profile of dorsiflexors and plantar flexors of the ankle: a comparative study of elite versus untrained subjects. *Br J Sports Med*; 28: 25-30, 1994.

Sole G, Hamrén J, Milosavljevic S. Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. *Arch Phys Med Rehabil*; 88: 626–631, 2007.

Taube W, Gruber M, Gollhofer A. Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. *Acta Physiol*; 193:101–16, 2008.

Tsolakis C, Bogdanis GC, Nikolaou A, Zacharogiannis E. Influence of type of muscle contraction and gender on postactivation potentiation of upper and lower limb explosive performance in elite fencers. *J Sports Sci Med* 10: 577–583, 2011.

Tsolakis C, Kostaki E, Vagenas G. Anthropometric, flexibility, strength-power, and sport-specific Correlates in elite fencing. *Percept Mot Skills* 110:1015–1028, 2010.

Tsolakis C, Tsiganos G. The influence of training on neuromuscular fac- The influence of training on neuromuscular factors in elite and nonelite fencers. *Servian Journal of Sports Sciences*; 2:59-65, 2008.

Tsolakis C, Vagenas G. Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite and sub-elite fencers. *J Hum Kinetics* 23: 89–95, 2010.

Tropp H, Ekstrand J, Gillquist J. Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Med Sci Sports Exerc*;16:64-66, 1984.

Tropp H. Pronator muscle weakness in functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med* 7:291–294, 1986.

Turner A, Miller S, Stewart P, Cree J, Ingram R, Dimitriou L, Moody J, Kilduff L. Strength and conditioning for fencing. *Strength Cond. J*; 35: 1–9, 2013.

Vaes P, Duquet W, Van Gheluwe B: Peroneal reaction times and eversion motor response in healthy and unstable ankles. *J Athl Train*; 37:475-80, 2002.

Van Rijn RM, van Os AG, Bernsen RM, Luijsterburg PA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SM. What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *Am J Med*;121:324-31, 2008.

Verhagen EA, Bay K. Optimising ankle sprain prevention: a critical review and practical appraisal of the literature. *Br J Sports Med*; 44(15):1082–1088, 2010.

Verhagen E, Bobbert M, Inklaar M, van Kalken M, van der Beek A, Bouter L, van Mechelen. The effect of a balance training programme on centre of pressure excursion in one-leg stance. *Clin. Biomech.* 20, 1094–1100, 2005.

Verhagen E, van der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, van Mechelen W. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *Am J Sports Med*; 32(6):1385–93, 2004.

Wilkerson GB, Nitz AJ. Dynamic ankle stability: mechanical and neuromuscular interrelationships. *J Sport Rehabil*; 3: 43-5, 1994.

Wilkerson GB, Pinerola JJ, Caturano RW. Invertor vs. evertor peak torque and power deficiencies associated with lateral ankle ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther*; 26:78–86, 1997.

Wikstrom EA, Fournier KA, McKeon PO. Postural control differs between those with and without chronic ankle instability. *Gait Posture*;32(1):82-86, 2010.

Wikstrom EA, Naik S, Lodha N, Cauraugh JH. Balance capabilities after lateral ankle trauma and intervention: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*; 41:1287–95, 2009.

Williams LRT, Walmsley A. Response amendment in fencing: Differences between elite and novice subjects. *Perceptual and Motor Skills* 91(1):131-142, 2000.

Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, Vaes P, De Clercq D. Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. *J Athl Train*; 4:487—93, 2002.

Winter DA, Patla AE, Frank JS. Assessment of balance control in humans. *Med Prog Technol*;16:31-51, 1990.

Wong DLK, Wraym G, Andrews LF. Isokinetic evaluation of the ankle invertors and evertors. *J. Orthop Sports Phys Ther*; 5:246-252, 1984.

Wright CJ, Arnold BL, Ross SE, Linens SW. Recalibration and validation of the Cumberland Ankle Instability Tool cutoff score for individuals with chronic ankle instability. *Arch Phys Med Rehabil*; 95(10):1853-9, 2014.

Yildiz Y, Aydin T, Sekir U. Peak and end range eccentric evertor/concentric invertor muscle strength ratios in chronically unstable ankles: comparison with healthy individuals. *J Sports Sci Med* 2:70–76, 2003.

Yiou E, Do M. In Fencing, Does Intensive Practice Equally Improve the Speed Performance of the Touche when it is Performed Alone and in Combination with the Lunge? *Int J Sports Med*; 21(02):122,126, 2000.

Young W, McLean B, Ardagna J. Relationship between strength qualities and sprinting performance. *J Sports Med Phys Fitness*; 35(1):13-9, 1995.

Young WB, Pryor J, Wilson G. Effect of instructions on characteristics of countermovement and drop jump performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*; 9:232-236, 1995.

Zemper ED, Harmer PA. Fencing. In D.J. Caine, C.G. Caine, & K.J. Lindner (Eds.), *Epidemiology of sports injuries* (pp. 186-195). Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.

Zech A, Hubscher M, Vogt L, Banzer W, Hansel F, Pfeifer K. Neuromuscular training for rehabilitation of sports injuries: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc*; 41:1831–41, 2009.

Zouita ABM, Majdoub O, Ferchichi H, Grandy K, Dziri C, Ben Salah FZ. The effect of 8-weeks proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*; 56:634–643, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO SOBRE LESÕES

Código de identificação: _____ Data da Avaliação: _____
 Data de Nascimento: _____ Gênero: _____ Peso: _____ Estatura: _____
 Tempo de prática esportiva na esgrima: () 1 ano () 2-3 anos () 4- 5 anos () 6-7 anos () 8 anos ou mais
 Treinamento Esportivo:
 Horas por dia: () 1h () 2h () 3h () 4h () 5h ou mais
 Frequência semanal: () 2x () 3x () 4x () 5x ou mais
 Competições: () 1x/ano () 2x/ano () 3x/ano () 4x/ano ou mais
 Realiza outro tipo de treinamento: () musculação () treino físico () fisioterapia () prevenção () outros _____

Qual a frequência desse treinamento: _____

Marque com X, a região do corpo e o período de treinamento em que as lesões ocorreram no ano anterior:

	Pré Temporada	Treino de Base	Treino Específico	Competições
Ombro				
Cotovelo				
Punho				
Mão				
Quadril				
Joelho				
Tornozelo				
Pé				
Coluna				
Cabeça				

Das lesões sofridas no tornozelo, alguma foi entorse de tornozelo? () Sim () Não

Como ocorreu: () pé para dentro () pé para fora

Você já teve recidivas dessa lesão? () Sim () Não

Se sim, quantas vezes, aproximadamente? () 1-3 () 4-7 () +7

Utiliza alguma forma de prevenção durante treinos e/ou competições? () Sim () Não

Se sim, qual(is)?



() Outros:

APÊNDICE B– TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Conforme Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa)

Pesquisadora responsável: Cláudia Silveira Lima

Você está sendo convidada a participar do estudo **“Efeitos do Treinamento Proprioceptivo sobre o Controle Neurofuncional e a Incidência de Entorses de Tornozelo em Esgrimistas: ensaio clínico randomizado”**.

Esta pesquisa pretende verificar a influência de um programa de 12 semanas de treinamento proprioceptivo, que se caracterizam basicamente por exercícios de equilíbrio e posicionamento do corpo no espaço, sobre o controle neurofuncional e a incidência de entorses de tornozelo em atletas de esgrima.

A pesquisa será desenvolvida em 6 etapas: (1) familiarização, (2) pré intervenção; (3) intervenção; (4) pós intervenção, (5) *follow up* de três meses e (6) *follow up* de seis meses; que serão explicadas abaixo. Desta forma vocês precisará comparecer em 6 dias diferentes ao longo de um ano para realização das 6 avaliações. O tempo de permanência para realização dos testes será de aproximadamente 2 horas.

No primeiro dia, você realizará a familiarização com o teste de força muscular, que consistirá de cinco repetições submáximas de movimentos do tornozelo para conhecer o movimento e o equipamento, assim como realizará saltos de cima de uma superfície com diferentes alturas, semelhante a um degrau e responderá ao questionário sobre lesões. Ainda irá saber em qual grupo participará, o grupo que não fará ou fará o treinamento proprioceptivo (exercícios de equilíbrio), sendo assegurado o direito de realizar o treinamento após o término da pesquisa, caso deseje, se o seu grupo sorteado for o que não fará o treinamento.

Uma semana após, realizará os testes relativos à pré intervenção que consistirá na avaliação da força muscular, tempo de reação muscular, a instabilidade funcional, o controle neuromuscular dinâmico e o desempenho no salto.

A avaliação da força muscular será realizada em um equipamento chamado dinamômetro isocinético, onde na posição deitada realizará cinco repetições máximas de movimentos do tornozelo. Durante o teste, será solicitada força máxima e, para cada movimento realizado, serão utilizados o estímulo visual e o encorajamento verbal.

A avaliação do tempo de reação dos músculos do tornozelo será através da Eletromiografia de superfície (EMG), durante o *Lunge Test*. Para este teste a sua perna será depilada e limpa com álcool no local onde serão fixados eletrodos descartáveis, com isso a atividade de alguns de seus músculos serão registradas.

A instabilidade funcional de tornozelo será avaliada através do questionário Cumberland Ankle Instability Tools (CAIT), que contém questões sobre como se sente ao realizar diferentes atividades físicas.

O controle neuromuscular dinâmico dos tornozelos será mensurado pela Star Balance Excursion Test (SEBT), que é composta por oito linhas em direções diferentes, formando uma estrela. Você ficará no centro dessa estrela com um pé apoiado e o outro tentará atingir a maior distância possível em cada uma das oito direções.

Um questionário será aplicado para obter informações sobre lesões.

Após a realização desses testes, será iniciado o programa de treinamento proprioceptivo de 12 semanas caso tenha sido sorteado para este grupo. Ao término das doze semanas de intervenção, após 3 meses e 6 meses serão realizados os mesmos testes iniciais.

Os riscos relativos à sua participação são mínimos e poderão ser desconforto durante a realização dos testes, dor muscular nos primeiros dias após a realização dos mesmos. Durante o teste do salto, do controle neuromuscular e do treino existe a possibilidade de queda pela natureza do movimento. Para minimizar os riscos alongamentos após a realização dos testes serão executados e nos casos de risco de queda terão

pessoas adequadamente posicionadas para dar apoio ao participante caso ele se desequilibre. Como benefícios a pesquisa trará dados que ajudarão na prevenção de entorses de tornozelo em esgrimistas, visto que não há na literatura estudos com esse objetivo aplicado nessa modalidade.

Sua participação será voluntária. As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo sua identificação, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Você não receberá compensação financeira e também não terá nenhuma despesa, nem com transporte, para participar da pesquisa.

Durante a pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato com Cláudia Silveira Lima pelo telefone (51) 33085894, a pesquisadora Gabriela Souza de Vasconcelos (51) 95372276 ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS pelo telefone (51) 3308-3738 ou no endereço Av. Paulo Gama, 110 sala 317 prédio Anexo 1 da Reitoria, Campus Centro, POA/RS, CEP.: 90040-060 ou pelo email etica@propesq.ufrgs.br.

Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

Assinatura do pesquisador responsável

Eu, _____, após a leitura desse documento e ter tido a oportunidade de conversar com os pesquisadores, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar desse estudo, assinando as duas vias do termo de consentimento livre e esclarecido, sendo que uma ficará sob minha posse e a outra com o pesquisador responsável.

Assinatura do participante

APÊNDICE C– TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS RESPONSÁVEIS PELOS ATLETAS MENORES DE 18 ANOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Responsável)
(Conforme Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa)

Pesquisadora responsável: Cláudia Silveira Lima

O atleta, pelo qual você é responsável, está sendo convidado a participar do estudo **“Efeitos do Treinamento Proprioceptivo sobre o Controle Neurofuncional e a Incidência de Entorses de Tornozelo em Esgrimistas: ensaio clínico randomizado”**.

Esta pesquisa pretende verificar a influência de um programa de 12 semanas de treinamento proprioceptivo, que se caracterizam basicamente por exercícios de equilíbrio e posicionamento do corpo no espaço, sobre o controle neurofuncional e a incidência de entorses de tornozelo em atletas de esgrima.

A pesquisa será desenvolvida em 6 etapas: (1) familiarização, (2) pré intervenção; (3) intervenção; (4) pós intervenção, (5) *follow up* de três meses e (6) *follow up* de seis meses; que serão explicadas abaixo. Desta forma ele precisará comparecer em 6 dias diferentes ao longo de um ano para realização das 6 avaliações. O tempo de permanência para realização dos testes será de aproximadamente 2 horas.

No primeiro dia, ele realizará a familiarização com o teste de força muscular, que consistirá de cinco repetições submáximas de movimentos do tornozelo para conhecer o movimento e o equipamento, assim como realizará saltos de cima de uma superfície com diferentes alturas, semelhante a um degrau e, ainda, responderá ao questionário sobre lesões. Neste dia ele irá saber em qual grupo participará, o grupo que não fará ou fará o treinamento proprioceptivo (exercícios de equilíbrio), sendo assegurado o direito de realizar o treinamento após o término da pesquisa, caso ele deseje, se o grupo sorteado for o que não fará o treinamento.

Uma semana após, realizará os testes relativos à pré intervenção que consistirá na avaliação da força muscular, tempo de reação muscular, a instabilidade funcional, o controle neuromuscular dinâmico e o desempenho no salto.

A avaliação da força muscular será realizada em um equipamento chamado dinamômetro isocinético, onde na posição deitada realizará cinco repetições máximas de movimentos do tornozelo. Durante o teste, será solicitada força máxima e, para cada movimento realizado, serão utilizados o estímulo visual e o encorajamento verbal.

A avaliação do tempo de reação dos músculos do tornozelo será através da Eletromiografia de superfície (EMG), durante o *Lunge Test*. Para este teste a perna dele será depilada e limpa com álcool no local onde serão fixados eletrodos descartáveis, com isso a atividade de alguns de seus músculos serão registradas.

A instabilidade funcional de tornozelo será avaliada através do questionário Cumberland Ankle Instability Tools (CAIT), que contém questões sobre como se sente ao realizar diferentes atividades físicas.

O controle neuromuscular dinâmico dos tornozelos será mensurado pela Star Balance Excursion Test (SEBT), que é composta por oito linhas em direções diferentes, formando uma estrela. Ele ficará no centro dessa estrela com um pé apoiado e o outro tentará atingir a maior distância possível em cada uma das oito direções.

Um questionário será aplicado para obter informações sobre lesões.

Após a realização desses testes, será iniciado o programa de treinamento proprioceptivo de 12 semanas caso tenha sido sorteado para este grupo. Ao término das doze semanas de intervenção, após 3 meses e 6 meses serão realizados os mesmos testes iniciais.

Os riscos relativos à participação dele são mínimos e poderão ser desconforto durante a realização dos testes, dor muscular nos primeiros dias após a realização dos

mesmos. Durante o teste do salto, do controle neuromuscular e do treino existe a possibilidade de queda pela natureza do movimento. Para minimizar os riscos alongamentos após a realização dos testes serão executados e nos casos de risco de queda terão pessoas adequadamente posicionadas para dar apoio ao participante caso ele se desequilibre. Como benefícios a pesquisa trará dados que ajudarão na prevenção de entorses de tornozelo em esgrimistas, visto que não há na literatura estudos com esse objetivo aplicado nessa modalidade.

A participação dele será voluntária. As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação do atleta, sendo assegurado o sigilo sobre a participação dele.

Ele não receberá compensação financeira e também não terá nenhuma despesa, nem com transporte, para participar da pesquisa.

Durante a pesquisa vocês tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato com Cláudia Silveira Lima pelo telefone (51) 33085894, a pesquisadora Gabriela Souza de Vasconcelos (51) 95372276 ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS pelo telefone (51) 3308-3738, no endereço Av. Paulo Gama, 110 sala 317 prédio Anexo 1 da Reitoria, Campus Centro, POA/RS, CEP.: 90040-060 ou pelo email etica@propeq.ufrgs.br.

Você tem garantido o direito de não aceitar a participação dele ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

Assinatura do pesquisador responsável

Eu, _____, responsável pelo atleta _____, após a leitura desse documento e ter tido a oportunidade de conversar com os pesquisadores, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que a participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais o atleta sob minha responsabilidade será submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresse minha concordância de espontânea vontade na participação do atleta sob minha responsabilidade nesse estudo, assinando as duas vias do termo de consentimento livre e esclarecido, sendo que uma ficará sob minha posse e a outra com o pesquisador responsável.

Assinatura do responsável pelo atleta

APÊNDICE D – TERMO DE ASSENTIMENTO

TERMO DE ASSENTIMENTO

(Conforme Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa)

Pesquisadora responsável: Cláudia Silveira Lima

Você está sendo convidado a participar do estudo **“Efeitos do Treinamento Proprioceptivo sobre o Controle Neurofuncional e a Incidência de Entorses de Tornozelo em Esgrimistas: ensaio clínico randomizado”**.

Esta pesquisa pretende verificar os efeitos de um programa de 12 semanas de treinamento proprioceptivo, que se caracterizam basicamente por exercícios de equilíbrio e posicionamento do corpo no espaço, sobre o controle neurofuncional e a incidência de entorses de tornozelo em atletas de esgrima.

A pesquisa será desenvolvida em 6 etapas: (1) familiarização, (2) pré intervenção, (3) intervenção, (4) pós intervenção, (5) *follow up* de três meses e (6) *follow up* de seis meses, que serão explicadas abaixo. Desta forma você terá que comparecer em 6 dias diferentes ao longo de um ano para realização das 6 avaliações. O tempo de realização dos testes será de aproximadamente 2 horas.

No primeiro dia, você realizará a familiarização com o teste de força muscular, que será a realização de cinco repetições submáximas de movimentos do tornozelo para conhecer o movimento e o equipamento, assim como realizará saltos de cima de uma superfície com diferentes alturas, semelhante a um degrau e, responderá ao questionário sobre lesões. Neste dia você saberá se vai ficar no grupo que fará ou no que não fará os exercícios de equilíbrio. Caso você fique no grupo que não fará os exercícios, terá o direito de realizar o treinamento de equilíbrio após o término da pesquisa.

Uma semana após, realizará os testes da pré intervenção que será a avaliação da força muscular, tempo de reação muscular, a instabilidade funcional, o controle neuromuscular dinâmico (equilíbrio) e o desempenho no salto.

A avaliação da força muscular será realizada em um equipamento chamado dinamômetro isocinético. Você ficará na posição deitada e realizará cinco repetições máximas de movimentos do tornozelo. Durante o teste, será solicitada força máxima e, para cada movimento realizado, serão utilizados o estímulo visual e o encorajamento verbal.

A avaliação do tempo de reação dos músculos do tornozelo será através da Eletromiografia de superfície (EMG) durante o *Lunge Test*. Para este teste a sua perna será depilada e limpa com álcool para fixar os eletrodos descartáveis, que são necessários para avaliar a atividade muscular de alguns músculos do tornozelo.

A instabilidade funcional de tornozelo será avaliada através do questionário Cumberland Ankle Instability Tools (CAIT), que contém questões sobre como se sente ao realizar diferentes atividades físicas, como correr, saltar, subir e descer escadas.

O controle neuromuscular dinâmico dos tornozelos, ou equilíbrio, será mensurado pela Star Balance Excursion Test (SEBT), que é uma estrela composta por oito linhas em direções diferentes. Você ficará no centro dessa estrela com um pé apoiado e o outro tentará atingir a maior distância possível em cada uma das oito direções.

Um questionário será aplicado para verificar a incidência de lesões e o período do treinamento em que elas ocorreram, além disso, você também deverá responder quantas entorses de tornozelo já teve, como elas ocorreram e em que período do treinamento elas ocorreram.

Após a realização desses testes, será iniciado o programa de treinamento com exercícios de equilíbrio por 12 semanas. Quando as doze semanas terminarem os mesmos testes iniciais serão repetidos. Após 3 e 6 meses do término do treinamento de equilíbrio, novamente serão realizados os testes iniciais.

Os riscos relativos à sua participação são mínimos e poderão ser desconforto durante a realização dos testes, dor muscular nos primeiros dias após a realização dos mesmos. Durante o teste do salto, do controle neuromuscular e do treino existe a possibilidade de queda pelo desequilíbrio gerado pelos movimentos. Para minimizar os riscos serão realizados alongamentos após a realização dos testes e nos casos de risco de queda terão pessoas adequadamente posicionadas para dar apoio caso você se desequilibre. Como benefícios a pesquisa trará dados que ajudarão a prevenir entorses de tornozelo em esgrimistas, visto que não há na literatura estudos com esse objetivo aplicado nessa modalidade.

Sua participação será voluntária. As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo sua identificação, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Você não receberá compensação financeira e também não terá nenhuma despesa, nem com transporte, para participar da pesquisa.

Durante a pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato com Cláudia Silveira Lima pelo telefone (51) 33085894, a pesquisadora Gabriela Souza de Vasconcelos (51) 95372276 ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS pelo telefone (51) 3308-3738 ou no endereço Av. Paulo Gama, 110 sala 317 prédio Anexo 1 da Reitoria, Campus Centro, POA/RS, CEP.: 90040-060 ou pelo email etica@propesq.ufrgs.br.

Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

Assinatura do pesquisador responsável

Eu, _____, após a leitura desse documento e ter tido a oportunidade de conversar com os pesquisadores, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar desse estudo, assinando as duas vias do termo de consentimento livre e esclarecido, sendo que uma ficará sob minha posse e a outra com o pesquisador responsável.

Assinatura do participante

ANEXOS

ANEXO A – Questionário Cumberland Ankle Instability Tools - versão em português;

	ESQ	DIR	Pontuação		ESQ	DIR	Pontuação
Assinale a alternativa que descreve seus tornozelos da forma mais adequada.				5. Sinto INSTABILIDADE no tornozelo quando fico num só pé			
1. Sinto dor no tornozelo				Nunca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Nunca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	Na ponta do pé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Quando pratico esportes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	Com o pé inteiro no chão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
Quando corro em superfícies irregulares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	6. Sinto INSTABILIDADE no tornozelo quando			
Quando corro em superfícies planas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	Nunca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Quando ando em superfícies irregulares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	Pulo de um lado para o outro numa só perna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Quando ando em superfícies planas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	Quando pulo no mesmo lugar numa só perna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
2. Sinto INSTABILIDADE no tornozelo				Quando pulo com as duas pernas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
Nunca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	7. Sinto INSTABILIDADE no tornozelo quando			
Às vezes quando pratico esportes (nem sempre)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	Nunca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Freqüentemente quando pratico esportes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	Corro em superfícies irregulares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Às vezes durante atividades diárias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	Corro lentamente em superfícies irregulares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Freqüentemente durante atividades diárias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	Ando em superfícies irregulares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
3. Quando me viro BRUSCAMENTE, sinto INSTABILIDADE no tornozelo				Ando em uma superfície plana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
Nunca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	8. TÍPICAMENTE quando começo a torcer o tornozelo, consigo parar			
Às vezes quando corro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	Imediatamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Freqüentemente quando corro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	Freqüentemente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Quando ando	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	Às vezes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
4. Quando desço escadas, sinto INSTABILIDADE no tornozelo				Nunca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
Nunca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	Nunca torci o tornozelo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Se for rapidamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	9. Após um entorse TÍPICO, meu tornozelo volta ao normal			
Ocasionalmente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	Quase imediatamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Sempre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	Em menos de um dia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
				Em 1 a 2 dias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
				Em mais de 2 dias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
				Nunca torci o tornozelo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3