



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

BARBARA PASQUALINO FACHIN

**EFEITO DO TREINAMENTO SENSORIO MOTOR COM E
SEM CALÇADO ESPORTIVO NO CONTROLE POSTURAL
DINÂMICO E RECRUTAMENTO MUSCULAR DE ATLETAS
COM E SEM INSTABILIDADE CRÔNICA DE TORNOZELO**

BARBARA PASQUALINO FACHIN

EFEITO DO TREINAMENTO SENSORIO MOTOR COM E SEM CALÇADO ESPORTIVO NO CONTROLE POSTURAL DINÂMICO E RECRUTAMENTO MUSCULAR DE ATLETAS COM E SEM INSTABILIDADE CRÔNICA DE TORNOZELO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Pitágoras-UNOPAR), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Profa. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo

Londrina
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

- F139 Fachin, Barbara Pasqualino.
Efeito do treinamento sensório motor com e sem calçado esportivo no controle postural dinâmico e recrutamento muscular de atletas com e sem instabilidade crônica de tornozelo / Barbara Pasqualino Fachin. - Londrina, 2019.
74 f. : il.
- Orientador: Christiane de Souza Guerino Macedo.
Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2019.
Inclui bibliografia.
1. atletas - Tese. 2. controle postural - Tese. 3. recrutamento muscular - Tese. 4. calçado esportivo - Tese. I. Macedo, Christiane de Souza Guerino. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. III. Título.

CDU 615.8

BARBARA PASQUALINO FACHIN

**EFEITO DO TREINAMENTO SENSÓRIO MOTOR COM E SEM
CALÇADO ESPORTIVO NO CONTROLE POSTURAL DINÂMICO E
RECRUTAMENTO MUSCULAR DE ATLETAS COM E SEM
INSTABILIDADE CRÔNICA DE TORNOZELO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Pitágoras-UNOPAR), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Christiane de Souza
Guerino Macedo
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Rodrigo Antônio Carvalho Andraus
Universidade Pitágoras – UNOPAR

Prof. Dr. Márcio Rogério de Oliveira
Universidade Pitágoras – UNOPAR

Londrina, 22 de novembro de 2019.

Dedicatória

À minha família, minha base.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, meu sustento e meu socorro, aquele que ouve minhas orações e transforma minha realidade. O grande responsável por quem eu sou e pelo caminho que estou percorrendo.

Sou grata a minha orientadora, Professora Doutora Christiane de Souza Guerino Macedo, que aceitou o desafio deste trabalho. Que acreditou em mim e se fez presente em todas as fases de execução deste trabalho e pacientemente me ensinou.

Ao professor Eddy Kueger meu agradecimento pela colaboração e ensinamento sobre os processamentos dos dados e criação da rotina de análise da eletromiografia no *Software* MatLab.

Agradeço aos colaboradores deste projeto, que voluntariamente trabalharam ao meu lado e foram fundamentais para a realização deste projeto. Às minhas avaliadoras Laryssa de Oliveira, Fernanda Policarpo, Karoline Tiemy, e aos meus treinadores Luciana Lei, Mireli Bazzi, Giovanna Piai, Mariana Schuster, Leonardo Lunardelli e Igor Pinheiro, meus mais sinceros agradecimentos pela dedicação e companheirismo que tiveram e proporcionaram uma caminhada mais leve durante esta fase. Junto deles agradeço à todos do CEPPÓS pelos momentos de trocas de experiências, esclarecimento de dúvidas e colaboração, sem todos vocês esse trabalho seria muito mais difícil e penoso.

Aos atletas que participaram das nossas avaliações e treinamento, meu muito obrigada, pela disponibilidade e confiança que depositaram em nosso trabalho.

Aos meus amigos que durante esses quase dois anos de trabalho estiveram ao meu lado e de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Agradeço também a minha família e ao meu noivo, Pedro Afonso B. Hrusckha, que mesmo não fazendo parte diretamente desde trabalho estiveram ao meu lado e permitiram que mais uma vez eu pudesse abdicar de tantas outras atividades para dar continuidade aos estudos e finalizar esta etapa.

À todos, muito obrigada!

*O coração do sábio adquire o conhecimento,
e o ouvido dos sábios procura o saber (Pv. 18:15).*

FACHIN, Barbara Pasqualino. **Efeito do treinamento sensório motor com e sem calçado esportivo no controle postural dinâmico e recrutamento muscular de atletas com instabilidade crônica de tornozelo.** 2019. 73 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação - Programa associado entre UEL E UNOPAR) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

A influência do calçado esportivo no controle postural e recrutamento muscular, bem como no treinamento sensório motor (TSM) de atletas com Instabilidade Crônica do Tornozelo (ICT) não está estabelecida. Este estudo verificou a influência do calçado esportivo no controle postural e recrutamento muscular de atletas com ICT, e o efeito do TSM nestes atletas com e sem calçado esportivo. Todos os atletas realizaram três repetições do exercício de agachamento afundo, com e sem calçado esportivo de forma aleatorizada, sobre plataforma de força e com eletromiografia de superfície nos músculos glúteo médio, glúteo máximo, tibial anterior, fibular longo, gastrocnêmio lateral e medial. Na sequência foi desenvolvido um ensaio clínico aleatorizado, por meio de treinamento sensório motor, que comparou quatro grupos de diferentes atletas: com ICT + TSM descalço, com ICT + TSM com calçado esportivo, atletas sem instabilidade (GC) + TSM descalço e GC + TSM com calçado esportivo. Os resultados estão apresentados em dois artigos: O artigo um comparou os resultados do controle postural e recrutamento muscular em atletas com ICT com e sem calçado esportivo e não estabeleceu diferenças. O artigo dois avaliou o efeito do TSM com e sem calçado esportivo para atletas com e sem ICT e também não foram estabelecidas diferenças para o controle postural e recrutamento muscular após o TSM com ou sem calçado esportivo. Entretanto, observou-se melhor controle postural no sentido médio-lateral nos atletas sem ICT (grupo controle) + TSM descalços, e maior recrutamento do músculo gastrocnêmio medial nos atletas com ICT + TSM de calçado esportivo. Estas informações podem contribuir para as avaliações e intervenções realizadas na prática clínica e servirem de fomento para novas pesquisas nesta área.

Palavras-chaves: Lesões do tornozelo. Equilíbrio postural. Propriocepção. Tênis. Atletas.

FACHIN, Barbara Pasqualino. **Effect of motor sensory training with and without sports shoes on dynamic postural control and muscle recruitment of athletes with chronic ankle instability.** 2019. 73 p. Master's dissertation (Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences - Associated Program between UEL and UNOPAR) - Londrina State University, Londrina, 2019.

ABSTRACT

The influence of sports shoes on postural control and muscle recruitment, as well as on sensory motor training (SMT) of athletes with Chronic Ankle Instability (CAI) has not been established. This study verified the influence of sports shoes on postural control and muscle recruitment of athletes with CAI, and the effect of the SMT on these athletes with and without sports shoes. All athletes performed three repetitions of the split squat exercise, with and without sports shoes at random, on force platform and with surface electromyography in the gluteus medius, gluteus maximus, tibialis anterior, peroneus long, lateral and medial gastrocnemius muscles. Following this, a randomized clinical trial was conducted, using sensory motor training, which compared four groups of different athletes: CAI + SMT barefoot, CAI + SMT with sports shoes, athletes without instability (CG) + Barefoot SMT and CG + SMT with sports shoes. The results are presented in two articles: Article one compared the results of postural control and muscle recruitment in athletes with CAI with and without sports shoes and did not establish differences. Article two evaluated the effect of SMT with and without sports shoes for athletes with and without CAI and no differences were established for postural control and muscle recruitment after SMT with or without sports shoes. However, better postural control in the mid-lateral direction was observed in athletes without CAI (control group) + barefoot SMT, and greater recruitment of the medial gastrocnemius muscle in athletes with CAI + SMT sports shoes. This information can contribute to the evaluations and interventions carried out in clinical practice and to foster further research in this area.

Keywords: Ankle injuries. Balance. Proprioception. Shoes. Athletes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Dissertação:

Figura 1 – Execução do *Lunge test* no membro inferior direito25

Artigo 1:

Figura 1 – Exercício de agachamento afundo na plataforma de força (A) e
análise eletromiográfica (B).....35

Artigo 2:

Figura 1 – Fluxograma do estudo.....47

Figura 2 – Exercícios do Treinamento sensório motor50

LISTA DE TABELAS

Artigo 1:

- Tabela 1** – Dados de caracterização da amostra37
- Tabela 2** – Comparação dos parâmetros de controle postural avaliados pela Plataforma de Força entre os atletas, com tênis e descalço37
- Tabela 3** – Resultado da análise eletromiográfica dos músculos do membro inferior durante atividade dinâmica em duas condições (com tênis e descalço)39

Artigo 2:

- Tabela 1** – Caracterização dos atletas que compuseram a amostra e suas respectivas divisões quanto a realização do treinamento sensório-motor (calçado esportivo ou descalço) e presença (ICT) ou não (GC) de instabilidade crônica de tornozelo52
- Tabela 2** – Controle postural pré e após o treinamento sensório-motor com e sem calçado esportivo em atletas com e sem instabilidade crônica do tornozelo.....53
- Tabela 3** – resultados da análise do recrutamento muscular entre os grupos e nos momentos antes e após o treinamento sensório motor54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ELT	Entorse Lateral de Tornozelo
ICT	Instabilidade Crônica de Tornozelo
CP	Controle Postural
RM	Recrutamento Muscular
CAIT	Cumberland Ankle Instability Tool
EVA	Escala visual análoga (subjetiva)
ICTcal	Grupo com ICT treinado com tênis
ICTdes	Grupo com ICT treinado descalço
GCcal	Grupo sem ICT treinado com tênis
GCdes	Grupo sem ICT treinado descalço
COP	Centro de Pressão
V.A-P	Velocidade Antero-posterior
V.M-L	Velocidade Médio-lateral
Amp. A-P	Amplitude de oscilação antero-posterior
Amp. M-L	Amplitude de oscilação médio-lateral
RMS	Root mean square
TSM	Treinamento sensório-motor

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	HIPÓTESE	17
4	REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO	18
4.1	CALÇADO ESPORTIVO	18
4.2	INSTABILIDADE CRÔNICA DE TORNOZELO	20
4.3	TREINAMENTO SENSÓRIO-MOTOR	21
4.4	QUESTIONÁRIO – CUMBERLAND ANKLE INSTABILITY TOOL	24
4.5	AVALIAÇÃO DA AMPLITUDE DE MOVIMENTO DE DORSIFLEXÃO – <i>LUNGE</i> <i>TEST</i>	24
4.6	CONTROLE POSTURAL	26
4.7	ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE	28
5	ARTIGO CIENTÍFICO	31
	Artigo 1 – Influência do calçado esportivo no controle postural e recrutamento muscular de atletas com instabilidade crônica de tornozelo	31
	Artigo 2 – Efeito do treinamento sensório motor com e sem calçado esportivo em atletas com ICT: ensaio clínico aleatorizado	44
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
7	REFERÊNCIAS	62
	APÊNDICES	
	APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido	69
	APÊNDICE B – Questionário para caracterização da amostra	71

ANEXO	72
ANEXO A – <i>Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)</i>	72

Apresentação

Esta dissertação é composta por uma parte introdutória (resumo, introdução, objetivos, hipótese, revisão de literatura e dois artigos. O primeiro artigo apresenta as diferenças na avaliação do controle postural e recrutamento muscular com e sem calçado esportivo e, o segundo artigo aponta os efeitos do treinamento sensório motor com e sem calçado esportivo no controle postural e recrutamento dos músculos proximais e distais do membro inferior, ambos de atletas jovens com instabilidade crônica de tornozelo. Os artigos foram formatados nas normas das revistas *Journal of Electromyography and Kinesiology* (qualis A4 (2019)) e *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* (qualis A2 (2019)), respectivamente.

1. Introdução

O complexo “tornozelo-pé” é o ponto de suporte do corpo com relação às superfícies de deslocamento (Dingenen et al, 2015) e na maioria dos esportes, é o único ponto de apoio entre o atleta e a superfície de jogo. Este apoio necessita de um sistema proprioceptivo em perfeito funcionamento (Han et al, 2015). Para a manutenção do controle postural em diferentes tarefas, acredita-se na interação dos componentes biomecânicos e sensoriais, como os receptores cutâneos, articulares e musculares (Zech et al, 2018).

Sabe-se que na planta dos pés são encontrados 104 mecanorreceptores distribuídos nas áreas em que há maior contato com a superfície de apoio (Sun et al, 2019), que são considerados uma importante fonte de informação sensorial para manutenção da estabilidade funcional das articulações (Dingenen et al, 2015). No entanto, estes receptores plantares podem ser influenciados de maneiras diferentes pelo uso ou não de calçados esportivos (Zech et al, 2018).

Algumas alterações biomecânicas são encontradas nas populações que não usam calçado habitualmente, como a prevalência de pés mais largos, arco medial aumentado e redução dos casos de hálux valgo (Zech et al, 2018). Embora muito se discuta sobre as influências do uso do calçado no desenvolvimento motor de crianças (Zech et al, 2018), na influência do tipo de pé e calçado durante a prática de corrida (Jafarnezhadgero et al, 2019.) e suas implicações na biomecânica (Romer et al, 2019; Sun et al 2019; Firminger et al, 2019), poucas pesquisas determinam a influência do calçado na população com instabilidade crônica de tornozelo (ICT) (Dingenen et al, 2015). O uso do calçado esportivo parece antecipar as respostas de recrutamento dos músculos tibial anterior e fibular longo (Dingenen et al, 2015) de indivíduos com ICT, porém não há pesquisas quanto à relação dos calçados com o controle postural nessa população.

Embora busca-se desenvolver o melhor calçado para cada prática esportiva em específico, poucas são as pesquisas que buscam entender o efeito do calçado na segurança e prevenção de lesão no atleta (Jastifer et al, 2017). A entorse lateral de tornozelo (ELT) representa cerca de 15 a 17% de todas as lesões esportivas (Roos et al, 2017). Grindem et al (2014), estratificaram o tipo do esporte em níveis de acordo com as habilidades físicas desenvolvidas, o nível um contemplando os atletas de

handebol, futebol, basquete e *floorball*, o nível dois é composto por atletas de vôlei, artes marciais, ginásticas e tênis, entre outros. E o último nível composto por atletas de corrida, ciclismo, natação e levantamento de peso (Gridem et al, 2014).

Acredita-se que a ICT decorra da entorse lateral do tornozelo (ELT), é uma das lesões mais comuns no esporte (Thompson et al, 2018), acontece pelo movimento combinado de plantiflexão e inversão do tornozelo (Koldenhoven et al, 2018), o quadro pode se manter por mais de 12 meses após o primeiro episódio (Li et al, 2018; Koldenhoven et al, 2018; Vomacka et al, 2019) e em até 70% dos casos com consequente quadro de instabilidade crônica de tornozelo (ICT) (Thompson et al, 2018). A condição crônica de instabilidade pode causar limitações persistentes como a fraqueza muscular, déficit de controle postural, redução da amplitude de movimento, déficits neuromusculares e a ocorrência frequente de novas entorses (Macedo et al, 2013), com redução da qualidade de vida e performance esportiva (Han et al, 2015) além de ocasionar osteoartrite precoce (Gribbe et al, 2014).

Devido à essas características do controle proprioceptivo e postural o treinamento sensório-motor (TSM) é amplamente utilizado na reabilitação de atletas com ICT com o objetivo de reestabelecer as funções deficitárias (Cuevas et al, 2015; Deussen et al, 2018), mas também melhorar as funções a ponto de prevenir recidivas ou novas lesões (Zech et al, 2010). Assim, o treinamento sensório-motor, ou também conhecido como treinamento de equilíbrio, neuromuscular ou proprioceptivo, é composto por movimentos em apoio unipodal ou bipodal, sobre plataformas estáveis ou instáveis, com ou sem desestabilização externa, cujo objetivo é promover adaptações nos sistemas neuromusculares, proprioceptivos e reflexos para um melhor controle postural (Zech et al, 2010; Deussen et al, 2018; De Ridder et al, 2015; Vasconcelos et al, 2018).

Diante dessa estreita relação entre o treinamento sensório-motor, controle postural, respostas proprioceptivas e a influência do calçado esportivo em atletas com ICT; bem como pela lacuna existente na literatura, destaca-se a importância de desenvolvimento de novos estudos.

2. Objetivos

Objetivo Geral:

Esclarecer a influência do calçado esportivo na avaliação do controle postural e recrutamento muscular de atletas com ICT, bem como o efeito do TSM com e sem calçado esportivo em atletas com e sem ICT.

Objetivos Específicos:

- a) Analisar a influência do calçado esportivo na avaliação do controle postural de atletas com ICT durante o agachamento afundo, por meio da plataforma de força;
- b) Analisar a influência do calçado esportivo na avaliação do recrutamento dos músculos glúteo médio e máximo, tibial anterior, fibular longo e gastrocnêmios lateral e medial de atletas com ICT durante o agachamento afundo, por meio da eletromiografia de superfície;
- c) Comparar se há diferença no controle postural de atletas (com e sem ICT) após um treinamento sensório-motor realizado com calçado esportivo e descalço por meio da plataforma de força durante o agachamento afundo;
- d) Comparar se há diferença no recrutamento dos músculos glúteo médio e máximo, tibial anterior, fibular longo e gastrocnêmios lateral e medial de atletas (com e sem ICT) após um treinamento sensório-motor realizado com calçado esportivo e descalço por meio da eletromiografia de superfície durante o agachamento afundo;

3. Hipótese

A hipótese deste estudo é que o uso do calçado esportivo diminui o controle postural e aumenta o recrutamento muscular de atletas com ICT, e também que o treinamento sensório-motor descalço causa melhora do controle postural e resposta muscular dos atletas com e sem ICT.

4. Revisão de Literatura - Contextualização

4.1 O calçado esportivo (tênis)

Muito se questiona sobre a morfologia do pé, sua interação com as superfícies e sua relação com o desenvolvimento motor, principalmente na infância (Zech et al, 2018). Zech et al (2018) avaliaram 810 crianças em diferentes habilidades, compararam as que tinham o hábito de realizar atividades descalças com as que utilizavam calçados e concluíram que as crianças do grupo descalço apresentam melhor controle postural e habilidade para salto, quando comparadas ao grupo que tinha o hábito de desenvolver atividades com calçados. Acredita-se que o uso constante dos calçados possa influenciar negativamente os padrões de movimento e saúde dos pés, visto que em populações que mantém o hábito de andar descalço é encontrada maior prevalência de pés mais largos, arco medial aumentado e redução do hálux valgo (Zech et al, 2010).

Nos últimos anos o calçado esportivo tem sofrido constantes modificações a partir das pesquisas realizadas a fim de prevenir lesões e melhorar o desempenho dos atletas (Lam et al, 2019). No entanto, as pesquisas que envolvem calçados encontram resultados contraditórios e uma das causas é a própria conformação do calçado e seus componentes, pois eles podem variar quanto a marca, aos modelos, ao material utilizado para amortecimento, ao *design* da entressola, à geometria e largura da sola, rigidez e densidade da espuma da palmilha e o peso do calçado (Hannigan et al, 2019).

Sem dúvidas o maior número de pesquisas envolvendo calçados esportivos têm o foco em atletas corredores, mas ainda assim seus resultados são controversos. Um estudo mais recente feito por Hannigan et al (2019) mostrou que os calçados chamados minimalistas (com solado mais fino) podem diminuir a sobrecarga sobre a articulação fêmuropatelar, em contrapartida essa sobrecarga é aumentada no tendão do tríceps sural e os calçados usados para corrida com solado mais alto diminuem a sobrecarga na articulação fêmuropatelar, no entanto, aumenta o torque eversor desde o contato inicial na corrida, predispondo a lesões (Hannigan et al, 2019).

Também, em esportes como o futebol de campo o calçado é parte fundamental do uniforme do atleta e são desenvolvidas pensando nos gestos esportivos que serão executados, nos tipos de gramado e condições climáticas que podem ser encontradas em uma partida. Os calçados esportivos específicos do futebol de campo, devem evitar

escorregões e permitir as rotações e translações do atleta durante o jogo a fim de não limitar seu desempenho e sabe-se que elas podem alterar o recrutamento muscular, bem como diminuir ou aumentar os riscos de lesões (Thomson et al, 2019).

A prevalência de entorses de tornozelo no basquete é alta. O atleta competitivo pode saltar até 70 vezes por partida. Frente à essa realidade o calçado esportivo específico do basquete também sofreu alterações para que chegasse a configuração encontrada hoje (Lam et al, 2019). O objetivo do cano mais alto nesse calçado é tentar restringir e evitar a entorse lateral do tornozelo, no entanto, Lamet al (2019) não encontraram influência deste elemento, assim como a rigidez da palmilha na biomecânica e estabilidade do tornozelo, mas concluíram que o tempo de uso do calçado (desgaste) tem influência na capacidade de absorção de forças verticais, como aterrissagem, movimento frequente neste esporte (Lam et al, 2019).

Nos últimos anos, muito têm se pesquisado sobre a influência do calçado na biomecânica, principalmente da marcha, e uma hipótese para as alterações encontradas é que o calçado proporciona peso extra na extremidade do membro inferior, no entanto a discussão sobre a influência do *feedback* sensorial foi muitas vezes negligenciada. Romer et al. (2019) encontraram maior flexão do joelho em indivíduos descalços, acreditam que o calçado interrompe o *feedback* entre a planta dos pés e o chão, e que a aferência sensorial é diminuída, por isso desafia os outros sistemas sensoriais, e altera as estratégias de controle muscular e postural durante a marcha. Para Zech et al (2018) os calçados fornecem uma fixação aos pés como um espartilho, restringem a liberdade de movimento do pé e alteram o envolvimento dos segmentos corporais no movimento. O estudo desenvolvido por Alghadir et. al. (2018) buscou verificar a influência dos calçados em adultos jovens e saudáveis, e encontrou pior controle postural dos indivíduos com o uso da sandália, porém sem diferença para o uso do calçado e descalço.

Por outro lado, Alghadir et al (2018) apontam que o tipo de calçado e suas modificações, inclusive as órteses e palmilhas, podem estimular os sistemas táteis e proprioceptivos, e consideram que a estimulação dos mecanorreceptores cutâneos pode melhorar a estabilidade postural (Alghadir et al, 2018). A justificativa é de que calçado facilita a informação sensorial para o pé e para a estabilidade postural pelo sistema proprioceptivo, pois a estimulação sensorial é detectada pelos mecanorreceptores da superfície plantar e dá informações sobre a distribuição da

pressão plantar ao sistema nervoso (Alghadir et al, 2018). Estes autores também destacam que o tipo do calçado pode influenciar a qualidade do *feedback* sensorial desenvolvido pelo pé e são desenhados para dar suporte e estabilidade, o objetivo seria potencializar o efeito do equilíbrio e a função do pé, além de ser importante no desenvolvimento da postural humana. Também há evidência de que o *feedback* tátil aumentado por meio de superfícies com texturas parece melhorar a propriocepção e controle neuromuscular (Romer et al, 2019), assim como melhorar a força dos eversores a longo prazo quando associados ao treinamento sensório-motor (Deussen et al, 2018).

A relação do calçado esportivo com o controle postural e recrutamento muscular não é bem estabelecida na literatura atual, e os poucos estudos que são encontrados apresentam resultados controversos. Ainda, estes são realizados com população saudável. Portanto, necessita-se de estudos com boa qualidade metodológica que busquem avaliar a influência do uso do calçado em uma população que apresente déficit de controle postural e recrutamento muscular já confirmados na literatura, a fim de responder e esclarecer essa questão.

4.2 Instabilidade Crônica de Tornozelo

Em todo o mundo, aproximadamente 712 mil pessoas lesionam o tornozelo diariamente, desta forma a entorse é considerada uma lesão de alta incidência (Thompson et al, 2018), que ocorre com a combinação do movimento de inversão e plantiflexão na fase de contato inicial da marcha ou aterrissagem (Koldenhoven et al, 2018). Hertel (2002) apresentou pela primeira vez o termo “instabilidade crônica de tornozelo” (ICT) na tentativa de definir as alterações mecânicas e funcionais presentes nessa articulação, que são reportadas em até 70% dos pacientes (Thompson et al, 2018), com sintomas comuns de dor, sensação de instabilidade articular, episódios de “cedência” e fraqueza no tornozelo, persistentes por mais de 12 meses após a entorse primária (Li et al, 2018, Kwon, 2018; Koldenhoven et al, 2018; Vomacka et al, 2019). Essa condição crônica de instabilidade pode causar osteoartrite precoce do tornozelo, que aparece até uma década antes dos pacientes de osteoartrite primária, devido a traumas musculoesqueléticos (Gribbe et al, 2014).

Muitos estudos têm mostrado que a ICT está associada a alterações no sistema sensório-motor, ou seja, a percepção da periferia nos *inputs* aferentes ao sistema nervoso central que quando associada ao sistema visual e vestibular é responsável pelo controle postural (ou motor). Acredita-se que as alterações do feedback e feed-forward sensório motor estejam relacionadas aos danos nos ligamentos, músculos e receptores ao redor do tornozelo que ocorrem após uma lesão (Bowker et al, 2016; Ridder et al, 2015; Han, et al, 2009; Kwon, 2018).

Recentemente os estudos têm como foco determinar os fatores intrínsecos que levam ao desenvolvimento da ICT, já que alguns indivíduos após a entorse primária retornam ao estado “pré-lesão” (Kwon, 2018). Outro foco são as consequências da ICT, como alterações do sistema sensório-motor, atraso na resposta muscular e déficit no controle postural que são relacionados aos danos teciduais locais (Bowker et al, 2016; Ridder et al, 2015; Han et al, 2009; Kwon, 2018).

Doherty et al. (2015) avaliaram a tarefa de salto de atletas após seis meses de entorse de tornozelo por meio da plataforma de força e cinemática e concluíram que mesmo após seis meses de uma entorse aguda de tornozelo os indivíduos apresentam déficits funcionais e hipotetizaram que a recuperação deve ter como foco estimular novas estratégias de controle neuromuscular e coordenação por meio de exercícios de equilíbrio e tarefas dinâmicas. Já Han et al (2015) afirmam que o controle postural (*balance control*) é fundamental para a performance esportiva, já que na maioria dos esportes o complexo “tornozelo-pé” é a única parte do corpo em contato com o chão durante a prática.

Busca-se compreender os diversos fatores da ICT para então desenvolver programas de intervenção mais eficientes (Bowker et al, 2016). Para Doherty et al (2015) a recuperação após uma entorse deve ser focada na construção de novas estratégias de coordenação do controle neuromuscular, com tarefas de equilíbrio dinâmico unipodal no protocolo de reabilitação, a fim de estimular novas estratégias de controle e contenção articular.

4.3 Treinamento Sensório-motor

O treino sensório-motor, também chamado de treinamento neuromuscular ou proprioceptivo, tem se mostrado efetivo na prevenção da recorrência de entorses de

tornozelo (Burger et al, 2017), pois desafia o controle postural para que se estabeleça novas estratégias de coordenação e controle neuromuscular (Doherty et al, 2015), além de desencadear processos de aprendizado neurais mais rápidos e conseqüentemente respostas proprioceptivas mais eficazes para proteção articular e controle postural (Han et, 2015; Burger et al, 2017).

Os exercícios proprioceptivos fazem parte do treinamento sensório-motor, e sua aplicação frequente nas clínicas fisioterápicas tem como objetivo reabilitar os distúrbios dos membros inferiores (Araújo et al, 2016), tais como entorses, lesões ligamentares, pós-operatórios gerais e desequilíbrios musculares dos membros inferiores e pelve para proteger as articulações (Vasconcelos et al, 2018). São usualmente aplicados em apoio unipodal ou sobre terreno instável para desenvolver o senso de posição articular e controle postural (Vasconcelos et al, 2018). De Ridder et al (2015) verificaram o recrutamento dos músculos da perna nos diferentes recursos proprioceptivos, avaliaram indivíduos com e sem ICT e verificaram que não houve diferença no recrutamento muscular entre as populações e que o bosu® foi o recurso que apresentou maior recrutamento dos fibulares e do tibial anterior.

Em relação ao tempo necessário para os resultados do treinamento sensório-motor Heleno et al (2016) concluíram que cinco semanas de treino sensório-motor (composto por exercícios estáticos e dinâmicos) associados aos movimentos do futebol foram efetivos para melhorar a performance funcional e o controle postural de jogadores jovens de futebol. No entanto, os estudos que envolvem treinamento sensório-motor apresentam metodologias muito distintas. Uma revisão sistemática realizada por Zech et al (2010) apresentou que os estudos variaram de quatro a 12 semanas de TSM, com frequência de duas a sete sessões por semana. Entretanto, após quatro anos essa variação de protocolos se manteve presente e Schiffan et al (2014) estabeleceram que a frequência e duração dos programas de treinamento são variados, onde um estudo realizou treinamento diário de 30 minutos e outros que realizaram 20 minutos por semana, com durações entre oito e 36 semanas.

Mesmo com uma grande variação nos protocolos de tratamento, os estudos encontrados apontam que o treino sensório-motor (exercícios de equilíbrio e propriocepção e controle neuromuscular) são considerados efetivos para melhora da função auto relatada, bem como para a redução das taxas de incidência de relesão em indivíduos com instabilidade crônica de tornozelo (Doherty et al, 2015), e recomendam

este treinamento para a melhora do controle postural e controle neuromuscular, tanto para prevenção quanto para reabilitação (Zech et al, 2010), pois parece melhorar também o senso de posição articular e reduzir as oscilações posturais (Vasconcelos et al, 2018).

Essa necessidade de estabilizar a articulação do tornozelo levou os pesquisadores Lucas-Cuevas et al (2015) a analisar a hipótese de que correr descalço seria uma opção para fortalecer a musculatura ao redor do tornozelo comparando-a com o treinamento sensório-motor no bosu[®]. Para isso, recrutaram adultos jovens e sem lesões nos membros inferiores. Seus resultados apontaram que não houve diferença no recrutamento muscular entre as condições de correr descalço ou com o calçado. No entanto, realizar o agachamento sobre o bosu[®] (recurso instável) levou à um maior recrutamento muscular do tibial anterior, fibular longo e gastrocnêmio medial, e indicam que este pode ser um efetivo treinamento para todas as pessoas que necessitem de um maior recrutamento dos músculos da perna e estabilização do tornozelo.

Também, o estudo de Zech et al (2018) buscou analisar e entender se há influência do uso do calçado durante um treinamento sensório-motor. Foi realizado com adultos saudáveis divididos em três grupos: um grupo realizou o treinamento com calçado esportivo, o outro descalço e o terceiro grupo não realizou treinamento (controle). O protocolo de intervenção foi desenvolvido por sete semanas, com uma sessão de treinamento a cada sete dias e reavaliações periódicas. Os resultados para os grupos calçados e descalços apresentaram melhora no controle postural quando comparado o início e o final do TSM no mesmo grupo, no entanto, esta melhora não foi diferente entre os dois grupos após protocolo de intervenção (calçados e descalços).

Dessa forma, está estabelecido na literatura que o treino sensório-motor é imprescindível para reabilitação e prevenção de lesões no esporte, como a instabilidade crônica do tornozelo. No entanto, não há pesquisas suficientes que respondam se há influência do uso do calçado esportivo durante as sessões do treinamento sensório-motor no controle postural e recrutamento da musculatura do membro inferior, principalmente em atletas com ICT.

4.4 Questionário *Cumberland Ankle Instability Tools*

O *Cumberland Ankle Instability Tool* (CAIT) é um questionário confiável e válido para caracterizar e medir a gravidade da instabilidade funcional do tornozelo (Hiller et al, 2006) e foi validado para a língua portuguesa por Noronha et al (2008). Consiste em nove itens auto relatados que indicam a severidade da instabilidade do tornozelo com base em experiências durante atividades esportivas e do dia a dia. Nesses nove itens, o indivíduo deve assinalar o que mais se assemelha com sua condição atual, cada condição tem um valor, e a pontuação do questionário varia de zero a 30 (ANEXO 1).

O Consenso Internacional de Tornozelo (Gribble et al, 2014) destaca que o CAIT é uma ferramenta funcional válida para seleção de indivíduos com instabilidade crônica de tornozelo, que são caracterizados por uma pontuação inferior ou igual a 24 pontos. Vale destacar que Weight et al (2017) estabeleceram que a variação de três pontos no questionário CAIT é a mínima mudança detectável, ou seja, mudança necessária para afirmar que a alteração da pontuação do questionário não está associada a um erro de medida, como também é ponto de corte ideal para distinguir uma melhora ou piora real no quadro dos indivíduos com ICT.

Assim, o Consenso Internacional de Tornozelo recomenda o uso dos questionários funcionais específicos validados para ICT nas pesquisas como determinante no critério de inclusão a fim de proporcionar uma amostra mais homogênea (Gribble et al, 2014), e desde então, o CAIT é um dos questionários usados como ferramentas para inclusão dos indivíduos com ICT em pesquisas de melhor qualidade (Vomacka et al, 2019; Nanbancha et al, 2019; McCann et al, 2017; Koshino et al, 2016).

4.5 *Lunge Test*

Acredita-se que uma adequada amplitude de movimento na articulação do tornozelo é necessária para o desenvolvimento normal das mais variadas atividades como andar, correr, escalar, levantar de uma cadeira ou agachar (Bennell et al, 1998). Estudos prévios sugerem que o déficit de dorsiflexão do tornozelo está associado ao aumento do risco de lesões do tornozelo e pé (Cejudo et al, 2014) e demais articulações dos membros inferiores durante a prática de atividade física (Powden et al, 2015).

Destaca-se que a redução do movimento de dorsiflexão é reportada em pelo menos 40% dos indivíduos que apresentam ICT (Vomacka et al, 2019). Portanto, a avaliação da articulação do tornozelo tem chamado a atenção dos profissionais responsáveis pela prevenção e reabilitação, principalmente de atletas (Kosik et al, 2019).

Um levantamento bibliográfico mostrou que a maioria dos estudos utilizavam o método da goniometria convencional para quantificar a redução da dorsiflexão, mas que outras técnicas também eram utilizadas, como o *lunge test*, o inclinômetro posicionado na tíbia em cadeia cinética fechada, eletrogoniômetro e outros instrumentos confeccionados para este fim (Gatt e Chockalingam, 2011).

Dentre as mais variadas formas de medir a dorsiflexão, as técnicas que envolvem o suporte de peso ganharam destaque por representarem a função do membro inferior durante a atividade física (Powden et al, 2015), em especial, o *Lunge test* que é amplamente utilizado em pesquisas que envolvem indivíduos com ICT (Kosik et al 2019; Hoch et al, 2012) devido às repercussões clínicas desta limitação articular.

O *Lunge test* é um teste de mobilidade amplamente utilizado devido ao seu baixo custo, fácil aplicação e apresentar excelente confiabilidade entre avaliadores (Cejudo, 2014; O'Shea et al, 2013). Ele consiste em posicionar o pé sobre uma fita métrica fixada no chão e levar o "joelho até a parede", sem rodar a pelve ou deixar que o calcanhar se levante do solo (Figura 1). O Seu resultado é determinado pela distância máxima, em centímetros, entre o dedo e a parede (Bennell, 1998.).



Figura 1. Execução do *Lunge test* no membro inferior direito.

Kosik K. B. et al (2019) utilizaram o *Lunge test* e encontraram menor mobilidade do tornozelo e pior equilíbrio dinâmico (avaliado pelo *Star Excursion Balance Test*) nos indivíduos com ICT, no entanto, Vomacka et al (2019) compararam a mobilidade de tornozelo de indivíduos com ICT, indivíduos que apresentaram um episódio de entorse sem desenvolver instabilidade e indivíduos sem lesões no tornozelo por meio do *Lunge test* e não estabeleceram diferenças entre os grupos.

Assim, frente a facilidade de aplicação do *Lunge test* e a necessidade de avaliar a amplitude de dorsiflexão do tornozelo, o teste é amplamente indicado para a prática clínica e em pesquisas científicas.

4.6 Controle Postural

O controle postural é fundamental para a performance esportiva, e na maioria dos esportes o único contato do atleta com o chão é por meio do complexo “tornozelo-pé” (Han et al, 2015). Observa-se uma resposta proprioceptiva mais refinada em atletas de alto nível, assim como melhor controle postural em apoio unipodal e coordenação motora, com conseqüentemente melhor performance (Riva et al, 2016).

Para a realização de uma tarefa mantendo-se em equilíbrio, necessita-se de integração das informações sensoriais (sistema visual, auditivo, vestibular e somatossensorial) no Sistema Nervoso Central. Juntas essas informações permitem uma resposta mais acurada e segura dos ajustes posturais necessários para a realização da tarefa com menor oscilação e melhor desempenho (Helena et al, 2016). Este complexo sistema pode ser chamado de controle postural (CP) e compreende um conjunto de reações reflexas e adaptação do sistema motor, que se baseiam na interação entre os estímulos aferentes e as respostas eferentes (proveniente de receptores táteis e de pressão, presentes nas articulações, tendões, músculos e pele) (Macedo et al, 2015) que resultam em estratégias antecipatórias (*feedforward*) ou de compensação (*feedback*), cujo objetivo é manter centro de gravidade dentro da base de sustentação (Andreatta et al, 2015; Mandelbaun et al, 2005). O *feedback* é desencadeado a partir de perturbações do equilíbrio decorrentes de forças externas inesperadas, assim o sistema sensorial fornece informações quanto à natureza do distúrbio a fim de desencadear uma resposta motora apropriada. Já o *feedforward* é

desencadeado quando a perturbação é causada pelos movimentos do corpo do próprio indivíduo e resulta em ajustes que precedem os efeitos mecânicos da perturbação, para manter a estabilidade (Godoi e Barela, 2002).

Devido à importância do controle postural nota-se um crescente interesse dos profissionais de diversas áreas em pesquisar instrumentos que analisem o equilíbrio humano nas mais variadas condições (Duarte, 2010). Para a análise do controle postural, a plataforma de força é considerada o instrumento padrão ouro por ser sensível às mais discretas perturbações. Ela é formada, em geral, por uma superfície rígida sobre quatro células de carga, que são sensores de força, posicionadas para medir os três componentes de força F_x (direção antero-posterior), F_y (direção médio lateral) e F_z (direção vertical). Para a medição adequada, esse instrumento deve ser calibrado e para aquisição e processamentos dos sinais são necessários *softwares* que transformem a informação recebida em algoritmos (Duarte, 2010).

A estabilidade postural é comumente quantificada pela monitorização do centro de pressão (COP) e suas trajetórias (Albertsen et al, 2017). Quando utilizadas tarefas que envolvam perturbações da postura, não se torna necessário longo tempo de duração da avaliação, poucos segundos antes e após as perturbações são suficientes para verificar alterações e estabilidade (Duarte, 2010). Outras condições que induzem a uma maior e mais rápida oscilação postural é a redução da base de sustentação e a privação sensorial (visual) (Albertesen et al, 2017).

A fim de identificar alterações no controle postural geradas por uma influência externa, Alghadir et al (2018) avaliaram a posição unipodal de indivíduos saudáveis com diferentes tipos de calçados e concluíram que não há diferenças significativas entre permanecer em apoio unipodal descalço e com calçado, no entanto as sandálias mostraram ser os calçados mais instáveis, ou seja, que aumentaram a área do COP e a oscilação postural, com pior controle postural.

Estudos que envolvem indivíduos com ICT frequentemente utilizam a plataforma de força, por essa ser uma disfunção que tem como características os déficits sensório-motores e alteração do controle postural tanto estático quanto dinâmico (Simpson et al, 2018). As formas de avaliação não seguem padrões e podem utilizar saltos, marcha, transferência de peso e apoio unipodal (Nanbanha et al, 2019; Deussen et al, 2018; Koldenhoven et al, 2018; Dingenen et al, 2015). Porém, durante a marcha encontra-se um maior deslocamento lateral do COP nos indivíduos com ICT quando comparado à

indivíduos sem a condição, o que sugere que indivíduos com ICT possam ser mais susceptíveis a recidivas de entorses (Koldenhoven et al, 2018).

Um adequado controle postural, estático ou dinâmico, é indispensável para reduzir riscos de lesão nas atividades esportivas (Alghadir et al, 2018), no entanto, a literatura é escassa no que diz respeito à influência do calçado esportivo no controle postural de atletas e muito mais escassa em atletas com ICT. A maioria dos esportes utiliza-se de calçados para sua prática, o que reforça a importância de investigar a relação de influência do calçado no controle postural destes atletas com ICT.

4.7 Eletromiografia de superfície

Entre os métodos objetivos disponíveis de análise do recrutamento muscular, a Eletromiografia (EMG) de superfície tem se tornado cada vez mais usada para avaliação de indivíduos saudáveis ou com disfunções, pois se trata de um método confiável, válido, conveniente e não invasivo (Mohammad et al, 2012). Possibilita o registro dos sinais elétricos gerados pelas células musculares, e permite a análise da atividade muscular durante um movimento. A avaliação se dá por meio do processo de detecção dos sinais e um correto processo de análise (Moraes et al, 2012).

Os estudos que avaliaram o recrutamento muscular dos indivíduos com ICT em diferentes tarefas, apontaram que há diferença no controle neuromuscular quando são comparados à indivíduos sem instabilidade. No entanto, os resultados sugerem que após a lesão adquire-se uma atividade muscular compensatória de todo o membro inferior, inclusive de músculos proximais do quadril (Kautzky et al, 2015; Koldenhoven et al, 2018).

Muitos são os estudos que analisam a resposta muscular do tornozelo por meio de eletromiografia em indivíduos com e sem ICT, a fim de compreender a coordenação intermuscular que ocorre durante atividades funcionais, principalmente durante atividades esportivas, como saltos e aterrissagens, para identificar os déficits e indicar uma melhor forma de reabilitação clínica para essa população (Suda et al, 2009) e até analisar se a reabilitação clínica utilizada tem tido eficiência nos déficits motores (De Ridder et al, 2015).

Neste sentido, Kautzky et al. (2015) avaliaram os músculos do membro inferior de indivíduos com ICT durante a caminhada, e encontraram um aumento da variabilidade

da amplitude eletromiográfica do glúteo médio e um aumento no tempo do recrutamento do bíceps femoral em comparação a um grupo saudável. E sugerem que estas diferenças podem estar relacionadas a uma resposta mecânica alterada do tornozelo e são considerados fatores que contribuem para entorses subsequentes.

Outro estudo que avaliou a marcha de indivíduos com ICT foi o de Koldenhoven et al (2018) que encontraram maior e mais precoce recrutamento do fibular longo com maior deslocamento lateral do COP durante a marcha de indivíduos com ICT quando comparados a indivíduos sem instabilidade. Porém, mesmo com o recrutamento dos músculos eversores, considerada uma proteção da articulação em entorses laterais (De Ridder, et al 2015) essa população apresentou lesões recidivas. Para esses autores, estas alterações indicam um sistema sensório-motor restrito, que contribui para a incapacidade de se adaptar às mudanças nas demandas ambientais e consequentemente aumentam o risco de relesão (Koldenhoven et al (2018).

Diante dessa necessidade de compreender melhor o motivo de lesões recorrentes em indivíduos com ICT, Donnelly et al (2017) utilizaram a eletromiografia de superfície e dinamômetro para avaliar os músculos fibular longo e fibular curto, e a relação destes com o pico de força e ângulo de movimento entre indivíduos com e sem ICT. Como resultados encontraram déficits importantes de força nos músculos fibular longo e curto, ambos responsáveis pelo movimento de eversão do tornozelo, no grupo ICT nas diferentes posições do tornozelo avaliadas.

Durante a avaliação do recrutamento muscular em fase pré-aterissagem, Li et al (2018) e Suda et al (2009) encontraram redução da atividade muscular do fibular longo e maior recrutamento do tibial anterior na aterissagem, e sugeriram que a reabilitação deveria estimular o recrutamento precoce do fibular longo, já que ele é o responsável por impedir a inversão excessiva do tornozelo. A visão de tratamento apresentada por Thain et al (2015) complementa esses estudos, de que a contração coordenada dos músculos tibial anterior e fibular longo seria a chave da prevenção das entorses em inversão.

O estudo de Koshino et al (2015) desenvolveu a avaliação cinemática e de eletromiografia de superfície em atletas de vôlei com e sem ICT, e encontrou maior atividade do músculo gastrocnêmio medial nos atletas com ICT durante atividades de caminhada e salto, que foi justificada como uma tentativa reflexa de estabilização articular do tornozelo e redução da sobrecarga durante a aterissagem. Outros estudos,

como o de Kwon (2018) sugeriu que os indivíduos com ICT apresentam uma atividade muscular compensatória e uma estratégia diferente de controle postural quando comparados à indivíduos considerados saudáveis. Rios et al (2015) reportaram um maior recrutamento de músculos proximais (quadril) do que distais (tornozelo) dos indivíduos com ICT em apoio unipodal, quando comparado aos controles; assim como Kautzky et al (2015) que encontraram maior variabilidade do recrutamento do glúteo médio em indivíduos com ICT quando comparados aos saudáveis.

Enquanto estes estudos buscaram verificar o recrutamento muscular e características dos indivíduos com ICT, Digenen et al 2015 pesquisaram se o calçado poderia influenciar na resposta muscular durante a marcha, e encontraram um recrutamento mais rápido dos músculos tibial anterior e fibular longo durante a marcha com calçado dos indivíduos com ICT. Porém, ainda pouco se pesquisa sobre a atividade muscular e sua interação com o uso do calçado, que deve ser considerado pois a prática esportiva acontece na grande maioria dos esportes com calçado esportivo, o que torna importante a avaliação da relação e influência do calçado sobre a atividade muscular dos atletas com ICT.

Artigo 1 - Formatado nas normas da revista Journal of Electromyography and Kinesiology – Qualys A4, Fator de Impacto: 1.753

Sports shoes do not alter the assessment of postural control and muscle recruitment of athletes with chronic ankle instability.

(O calçado esportivo não altera a avaliação do controle postural e recrutamento muscular de atletas com instabilidade crônica de tornozelo.)

Authors: Bárbara Pasqualino Fachin¹, Fernanda Nair Nicolau Policarpo², Laryssa Oliveira Silva², Márcio Rogério de Oliveira³, Eddy Krueger⁴, Christiane de Souza Guerino Macedo⁵.

¹Fisioterapeuta, Mestre em Ciências da Reabilitação UEL-UNOPAR, Residência em Fisioterapia Traumatológica Funcional Universidade Estadual de Londrina – UEL, Laboratório de ensino, pesquisa e extensão em fisioterapia Esportiva (LAFESP- UEL).

²Fisioterapeuta, Residência em Fisioterapia Traumatológica Funcional Universidade Estadual de Londrina – UEL, LAFESP- UEL.

³ Fisioterapeuta, Doutor em Ciências da Reabilitação (UEL/ Pitágoras UNOPAR), Docente na Universidade Pitágoras-UNOPAR.

⁴ Fisioterapeuta, Doutor em Engenharia Biomédica (UTFPR-Curitiba). Docente na Universidade Estadual de Londrina (UEL).

⁵Fisioterapeuta, Doutora em Reabilitação e Desempenho Funcional FMRP/USP, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação Universidade Estadual de Londrina – UEL/Universidade Norte do Paraná – Unopar, LAFESP-UEL.

Autor correspondente: Christiane de S. Guerino Macedo. Avenida Robert Kock, nº 60 – Vila Operária; Código Postal: 86039-440; Londrina, Paraná, Brasil.
Email: chmacedouel@yahoo.com.br

RESUMO

É importante estabelecer a influência do calçado esportivo na avaliação do controle postural dinâmico e recrutamento muscular de atletas com instabilidade crônica do tornozelo (ICT). Foram avaliados 20 atletas com ICT (15 homens e 5 mulheres), com idade média de 21 ± 3 anos e índice de massa corporal médio de 23,5 kilogramas, submetidos ao exercício de agachamento afundo sobre plataforma de força e com eletrodos de eletromiografia de superfície nos músculos tibial anterior, gastrocnêmio lateral e medial, fibular longo, glúteo médio e glúteo máximo, segundo SENIAM. Foram realizadas três repetições, aleatorizadas, com e sem calçado esportivo. Os resultados com e sem calçado esportivo não estabeleceram diferenças na análise do controle postural: área do centro de pressão ($p=0,81$), amplitude ântero-posterior ($p=0,38$) e amplitude médio-lateral ($p=0,39$). O recrutamento muscular também não apontou diferenças entre os músculos tibial anterior ($p=0,92$), gastrocnêmio lateral ($p=0,95$) e medial ($p=0,40$), fibular longo ($p=0,58$), glúteo médio ($p=0,71$) e glúteo máximo ($p=0,71$). Conclui-se que o calçado esportivo não alterou o controle postural e o recrutamento muscular do membro inferior de atletas com ICT. Assim, a avaliação do controle postural e recrutamento muscular de atletas com ICT, com ou sem calçado esportivo, fica a critério do avaliador.

Aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (UEL) (parecer nº 2.771.026).

Palavras-chave: instabilidade articular, tornozelo, controle postural, eletromiografia.

INTRODUÇÃO

O complexo tornozelo e pé, na maioria dos esportes, é o único ponto de apoio do atleta com relação a superfície de jogo (Dingenen, 2015). Nele a estimulação tátil é detectada pelos mecanorreceptores cutâneos da superfície plantar, que envia informações de distribuição de pressão plantar para o sistema nervoso central, e pode interferir no controle de estabilidade postural, por meio do sistema proprioceptivo

(Hijmans, 2007). Para cada esporte um tipo de calçado é estudado e desenvolvido a fim de promover estabilidade, absorver impacto, impedir ou facilitar movimentos (Lam, 2019; Thomson, 2019) . Dessa forma, o uso do calçado esportivo poderia interferir no desempenho esportivo e na avaliação do controle postural, avaliado pela plataforma de força, um instrumento sensível à discretas oscilações corporais.

Há evidências na literatura de que o calçado facilita a informação sensorial para o pé, e a estabilidade postural pelo toque proprioceptivo (Hijmans, 2007; Perry, 2007). Entretanto, Alghadir, Zafar e Anwer (2018), concluíram que o uso do calçado em comparação com os pés descalços aumentou significativamente a oscilação postural em homens adultos jovens e saudáveis. Já Scott, Murley e Wickham (2012) demonstraram que estilos diferentes de calçados alteram a resposta eletromiográfica dos músculos da perna em comparação com a marcha descalça. Neste sentido, a utilização ou não do calçado na avaliação e tratamento fisioterapêuticos ou em atividades funcionais poderia interferir nas respostas neuromusculares, porém não existem evidências suficientes e conclusivas, principalmente para indivíduos com acometimento musculoesquelético crônico, como a instabilidade crônica do tornozelo (ICT).

A ICT está diretamente relacionada a entorse lateral do tornozelo, lesão mais relatada em atletas universitários com frequência de aproximadamente de 15% a 17% de todas as lesões esportivas (Scott, 2012). Estima-se que na população fisicamente ativa ou atletas, ocorrem de 35 e 58 entorses a cada 1.000 pessoas por ano (Waterman, 2010), com correlação positiva entre a prevalência de entorse de tornozelo e o nível de atividade física (Waterman, 2010; Doherty, 2014). Ainda, até 15,8% das entorses podem causar afastamento de mais que 21 dias da prática esportiva (Mauntel, 2017) e aproximadamente 32% a 74% dos pacientes desenvolvem instabilidade crônica do tornozelo (ICT) (Anandacoomarasamy, 2005; Konradsen, 2002).

A ICT está relacionada com a persistência dos sintomas por mais de 12 meses, e se caracteriza por instabilidade articular, fraqueza muscular e déficit sensório-motor, com consequentes limitações funcionais (Gribble, 2014). Em adição, prejuízos do sistema de controle sensório-motor, tais como déficit de propriocepção e controle postural, bem como redução da força muscular e da atividade reflexa têm sido sugeridos como fatores que podem contribuir para a etiologia da ICT (Steib, 2015).

Devido à falta de evidência científica sobre o efeito do calçado esportivo no controle postural e recrutamento muscular de atletas com ICT, são necessárias pesquisas com metodologias controladas que possam preencher esta lacuna. Assim, este estudo objetiva apontar a influência do calçado esportivo na avaliação do controle postural dinâmico e recrutamento eletromiográfico do membro inferior de atletas com ICT, o que poderá contribuir para a melhor escolha dos procedimentos de avaliação. A hipótese inicial é de que o controle postural seja melhor quando descalço assim como o recrutamento muscular menor nessa condição.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Instituição (parecer nº 2.771.026).

A amostra, foi calculada pelo programa *Power and Sample Size*, ao considerar alfa de 0,05, poder de 0,8 e os valores de média e desvio padrão de indivíduos com calçado $2,62 \pm 0,8$ e descalço $2,46 \pm 0,92$ durante o apoio unipodal do artigo de Alghadir et al (2018) "*Effect of footwear on standing balance in healthy young adult males*" e resultou em uma amostra de sete voluntários. Neste estudo foi estabelecida uma amostra de 20 atletas (15 homens e cinco mulheres), que treinavam a modalidade esportiva por pelo menos três horas semanais (Gridem et al, 2014) e participavam de campeonatos locais e regionais. Foram coletados atletas de ambos os sexos, idade entre 18 e 30 anos, história de entorse de tornozelo nos últimos 12 meses, sensação de instabilidade ou "cedência" do tornozelo e pontuação menor do que 24 pontos determinada pelo questionário de instabilidade de tornozelo *Cumberland Ankle Instability Tool* (CAIT) (Gribble, 2014), ainda, que não tinham realizado treino sensório-motor ou fisioterapia convencional nos últimos seis meses. Foram excluídos aqueles com presença de queixa algica no momento da avaliação, recidiva de entorse com sinais inflamatórios agudos, cirurgia no membro inferior com ICT, doenças neurológicas, cardiovasculares, reumatológicas, diabetes ou entorse em eversão.

Inicialmente os participantes preencheram um formulário para aquisição de informações antropométricas e histórico de lesões nos membros inferiores. Em seguida, o questionário CAIT foi aplicado. Foi realizada a aleatorização da sequência de avaliação, por meio de envelopes selados e opacos, para determinar se o atleta

começaria a avaliação na plataforma de força ou eletromiografia e se iniciaria com o calçado esportivo ou descalço. As análises do controle postural e recrutamento muscular foram realizadas de forma independente devido a influência da plataforma de força sobre o sinal eletromiográfico, foi determinado intervalo de cinco minutos entre cada um deles.

O controle postural dinâmico foi avaliado sobre a plataforma de força (BIOMECH400, EMG System do Brasil®, SP Ltda.), com frequência de aquisição de 100 Hz. O atleta posicionou o pé de maneira padronizada sobre a plataforma e o membro inferior contralateral atrás, e realizou o exercício de agachamento afundo, um exercício complexo utilizado para melhora do desempenho do salto em atletas (Bishop et al, 2019), por 30 segundos (figura 1) controlado por estímulo sonoro oferecido por meio de um metrônomo (23 bpm), foi realizada a familiarização e treinamento do movimento do atleta juntamente com o metrônomo. Foram realizadas três repetições com calçado de uso habitual na prática esportiva e três repetições descalço, de forma previamente aleatorizadas. Foi estabelecido intervalo de um minuto de descanso entre cada série. Para as análises foram considerados os parâmetros do controle postural: área de elipse do COP (A-COP em cm^2) e amplitude de oscilação nas direções anteroposterior (AMP-AP em cm) e médio-lateral (AMP-ML em cm). Para a análise dos dados foi considerada a média das três tentativas e excluídos os 10 segundos iniciais de aceleração e os 10 segundos de desaceleração do movimento.

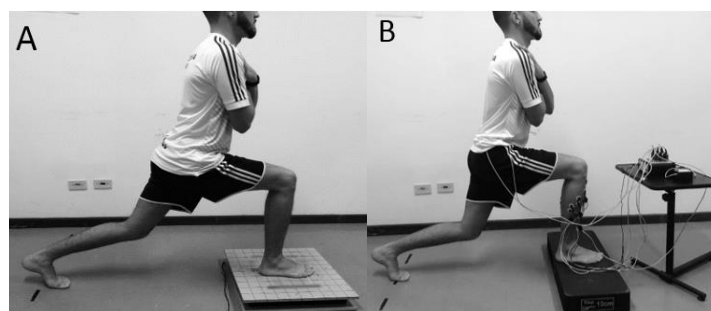


Figura 1: Exercício de agachamento afundo na plataforma de força (A) e análise eletromiográfica (B).

O recrutamento muscular foi analisado, durante o exercício de agachamento afundo com o mesmo protocolo já descrito para a plataforma de força (Figura 1), por eletromiografia de superfície (EMG System do Brasil®), com eletrodos posicionados sobre os músculos tibial anterior (TA), gastrocnêmio lateral (GL), gastrocnêmio medial (GM), fibular longo (FL), glúteo médio (GMed) e glúteo máximo (GMax), segundo *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles*¹⁷. O eletrodo de referência foi fixado sobre a tuberosidade anterior da tíbia homolateral. Foi realizada a tricotomia nos pontos de colocação dos eletrodos e limpeza da área com álcool 70%. Para a coleta do sinal foi considerada frequência de aquisição de 2000 Hz, e filtros *high pass* de 20 Hz e *low pass* 450 Hz. Para análise dos dados eletromiográficos foi utilizado o software *MATLAB 2013 – The Language of Technical Computing*, eliminou-se os 10 segundos iniciais e finais da coleta. O *Root Mean Square* (RMS) foi computado e a normalização foi estabelecida pelo pico do sinal do RMS. Como resultado foi considerado a média das três tentativas.

Para a análise estatística foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, T de Student pareado e Wilcoxon, por meio do programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 20.0, com significância estabelecida em 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Foram avaliados 20 atletas, 15 homens (75%) e 5 mulheres (25%), que treinavam em média 6,50 horas/semana e apresentavam histórico de instabilidade crônica de tornozelo (CAIT= $16,1 \pm 4,8$ pontos). Foi realizada a análise estratificada pelo sexo, onde foi encontrada diferença entre os subgrupos nas variáveis antropométrica de altura e peso, com menores valores para as mulheres e também na quantidade de horas de treinamento esportivo semanal, onde as mulheres apresentaram uma frequência significativamente inferior quando comparadas aos homens (Tabela 1).

Tabela 1. Dados de caracterização da amostra

	Total (n=20)	Homem (n=15)	Mulher (n=5)	p
Sexo (M/F)	15/5	-	-	-
Idade (anos)	21,3 ± 2,9	21,1 ± 2,7	21,8 ± 3,5	0,66
Altura (cm)	177 ± 10,2	181 ± 0,1	167 ± 0,1	0,01
Peso (kg)	82,7 ± 22,2	87,7 ± 22,9	67,4 ± 10,5	0,07
IMC (kg/m²)	23,5 (22,3 – 29,8)	26,5 ± 6,2	23,9 ± 3,3	0,38
Treino (hrs/semana)	6,5 ± 2,4	7,1 ± 2,3	4,6 ± 1,3	0,03
CAIT	16,2 ± 4,8	16,9 ± 4,5	13,8 ± 5,4	0,22

M: Masculino; F: Feminino; IMC: Índice de Massa Corpórea; cm: centímetro; kg: quilogramas; Treino esportivo específico na modalidade.

Os resultados do controle postural dinâmico, por meio da plataforma de força, não mostraram diferenças entre os grupos, com calçado esportivo e descalço, para as variáveis A-COP, AMP-AP e AMP-ML (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação dos parâmetros de controle postural avaliados pela Plataforma de Força entre os atletas, com tênis e descalço.

	Com calçado esportivo	Descalço	Valor p	Tamanho do Efeito
A-COP (cm²)	33,5 ± 14,8	35,0 ± 15,9	0,50	0,09
AMP-AP	11,7 ± 3,2	12,2 ± 2,9	0,16	0,17
AMP-ML	4,9 ± 0,9	4,7 ± 1,0	0,32	0,26

A-COP: área de elipse do centro de pressão; AMP-AP: amplitude ântero-posterior; AMP-ML: amplitude médio-lateral.

A análise eletromiográfica não encontrou diferenças do recrutamento muscular com e sem o calçado esportivo, e também o tamanho do efeito foi fraco para todas as análises (Tabela 3).

Tabela 3. Resultado da análise eletromiográfica dos músculos do membro inferior durante atividade dinâmica em duas condições (com tênis e descalço).

	Com calçado esportivo	Descalço	Valor p	Tamanho do efeito
Tibial Anterior	9,8 ± 2,1	9,8 ± 2,4	0,92	0,017
Gastrocnêmio Lateral	10,4 ± 2,7	10,5 ± 3,2	0,95	0,01
Gastrocnêmio Medial	10,5 ± 2,3	10 ± 3,3	0,40	0,17
Fibular Longo	10,3 ± 2,5	10 ± 2,6	0,58	0,11
Glúteo médio	13,9 [9,3-20,4]	11,6 [8,7-21,5]	0,71	0,01
Glúteo máximo	16,5 [13,2-20,1]	15,7 [13,3-17,4]	0,71	0,02

Valores apresentados em RMS (Root mean square) normalizados pelo pico.

DISCUSSÃO

Este estudo avaliou a influência do calçado esportivo na avaliação do controle postural dinâmico e recrutamento muscular de atletas com instabilidade crônica de tornozelo (ICT) e não estabeleceu qualquer diferença entre as avaliações com e sem calçado esportivo, resultados que contradizem a hipótese inicial do estudo e os relatos da literatura de que o calçado facilita a informação sensorial para o pé e melhora a estabilidade postural por meio do toque proprioceptivo (Hijmans, 2007; Perry, 2007).

Pode-se observar que até o presente momento a literatura apresenta resultados contraditórios sobre os efeitos do calçado esportivo na estabilidade postural. Alghadir, Zafar e Anwer (2018) avaliaram adultos jovens e os resultados encontrados não estabeleceram diferenças no controle postural entre estar de tênis ou descalço e Bowser et al. (2017) avaliaram corredores adultos sem lesões e encontraram maior

estabilidade dinâmica em aterrissagens unipodais descalço do que com os calçados de corrida. Por outro lado, Notarnicola et al. (2015) estabeleceram que os três modelos de calçados avaliados levaram a maior estabilidade do que quando os jogadores de futebol avaliados realizavam a mesma tarefa descalço e Zech, Argubi-wollesen e Rahlf (2014) compararam o controle postural de corredores sem ICT durante a aterrissagem unipodal realizada com três diferentes tipos de tênis e descalço, e encontraram que as velocidades de oscilação postural médio-lateral e antero-posterior foram maiores em indivíduos descalços.

Neste sentido, Smith *et al.* (2015) e Zech, Argubi-wollesen e Rahlf (2014) justificam que realizar a atividade com o calçado, proporciona maior contato entre o calçado e a planta do pé, e maior estímulo proprioceptivo, com consequentemente estabilidade. E destacam que a falta de estabilidade enquanto descalço poderia ser devido a menor área de superfície quando comparada aos calçados, que produzem um filtro sensorial e modificam a postura com melhora da estabilidade. Entretanto, nosso resultado contradiz estas hipóteses porque não foram evidenciadas diferenças para a avaliação do controle postural com e sem calçado esportivo em atletas com instabilidade crônica do tornozelo. A hipótese para este resultado encontrado é de que os atletas avaliados mantinham a rotina de treinamento e competição normais, portanto, apresentam um sistema de *feedback* bem adaptados para manutenção do controle postural e adequado recrutamento muscular independente da influência do calçado.

Também, há uma escassez na literatura quanto a estudos que investiguem diferenças no recrutamento eletromiográfico do membro inferior ao se utilizar ou não o calçado esportivo. Os resultados do presente estudo apontaram que não existem diferenças para o recrutamento dos músculos tibial anterior, gastrocnêmio lateral, gastrocnêmio medial, fibular longo, glúteo médio e glúteo máximo dos atletas com ICT quando avaliados com e sem calçado esportivo. Acredita-se que isto pode ser justificado em função da amostra ser composta por atletas, acostumados a treinamentos e atividades musculares intensas, e que a instabilidade crônica do tornozelo não influenciou no recrutamento muscular durante o exercício de agachamento afundo, com o pé estável. Em contrapartida, Roos *et al.* (2017) encontraram que os músculos tríceps sural e tibial anterior apresentaram reduções significativas do pico do recrutamento eletromiográfico em diferentes tipos de calçados esportivos em relação à condição de descalço na marcha e a corrida. Landry, Nigg e

Tecante (2010) evidenciaram que o uso de calçados instáveis (sandálias) aumenta a atividade eletromiográfica dos músculos flexor longo dos dedos e fibulares. Ainda, dispositivos de desestabilização acoplados ao calçado também mostraram aumento do recrutamento muscular do fibular longo em indivíduos com instabilidade crônica do tornozelo (Donovan, 2015) e além disso, o fibular longo foi ativado mais precocemente nas condições de apenas calçados, calçados com órtese padrão e calçados com órteses customizadas do que na condição descalço (Dingenen, 2015), diferente dos nossos resultados, no qual não houve diferença do recrutamento muscular ao realizar atividade com ou sem o calçado esportivo.

A proposta deste estudo foi incluir atletas de diferentes modalidades em rotina de treinamento e competição, que estes participassem da avaliação com o calçado específico de sua modalidade esportiva, portanto não houve padronização quanto à marca e o tipo de calçado utilizado, bem como o tempo de uso. O desgaste do calçado têm influência sobre o amortecimento vertical (Lam, 2019) e não teria influência sobre o movimento escolhido para avaliação neste estudo, o agachamento afundo, que é um movimento utilizado para melhorar o desempenho de atletas no salto (Bishop, 2017) e foi escolhido por recrutar todos os músculos do membro inferior, no entanto esta atividade não foi utilizada em outros estudos, o que dificultou a comparação dos resultados. Também a literatura é escassa de estudos que apresentem a influência dos calçados esportivos, e mais restrita ainda quando envolve uma população e patologia específica: atletas com instabilidade crônica de tornozelo. Portanto, sugere-se que futuros estudos incluam um grupo controle e avaliem o controle postural e recrutamento muscular em movimentos comuns da prática esportiva, como saltos e giros.

Por fim, nossos resultados contribuem para a prática clínica ao afirmarem que as avaliações do controle postural e recrutamento muscular pode ser realizadas, sem prejuízo, com ou sem o calçado esportivo específico de cada modalidade em atletas com instabilidade crônica de tornozelo, contribuindo com a praticidade das avaliações que podem acontecer dentro do próprio local de treinamento.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o uso do calçado esportivo não alterou o controle postural e recrutamento muscular de atletas universitários com instabilidade crônica de tornozelo ao realizarem o exercício de agachamento afundo, o que destaca que as avaliações de

controle postural e recrutamento muscular de atletas com ICT podem ser realizadas com e sem calçado esportivo, e que o avaliador pode escolher a maneira de avaliação sem prejuízos ao resultado.

Financiamento:

Este estudo foi financiado pelo Ministério da Educação - Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – CGC: 00.889.834/0001-08, Brasília – DF.

REFERÊNCIAS

1. Alghadir HA, Zafar H, Anwer S. Effect of quadriceps and calf muscles fatigue on standing balance in healthy young adult males. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2018;18(2):248–54.
2. Anandacoomarasamy A, Barnsley L. Long term outcomes of inversion ankle injuries. *Br J Sports Med.* 2005;39(3):1–4.
3. Bishop, C. J. Tarrant, J. Jarvis, P.T. Turner A. N. Using the split squat to potentiate bilateral and unilateral jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 31, n. N 8, p. 2216–2222, 2017.
4. Bowser BJ, Rose WC, McGrath R, Salerno J, Wallace J, Davis IS. Effect of Footwear on Dynamic Stability during Single-leg Jump Landings. *Int J Sports Med.* 2017;38(6):481–6.
5. Dingenen B, Peeraer L, Deschamps K, Fieuws S, Janssens L, Staes F. Muscle-activation onset times with shoes and foot orthoses in participants with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2015;50(7):688–96.
6. Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, Hertel J, Ryan J, Bleakley C. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: A systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sport Med.* 2014;44(1):123–40
7. Donovan L, Hart ATCJM, Hertel JAY. Effects of 2 Ankle Destabilization Devices on Electromyography Measures During Functional Exercises in Individuals With Chronic Ankle Instability. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2015;45(15877):220–32.
8. Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, Caulfield B, Docherty C, Fourchet F, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: A position statement of the International Ankle Consortium. *Br J Sports Med.* 2014;48(13):1014–8.

9. Grindem, H. Eitzen, I. Engebretsen, L. Snyder-Mackler, L. Riber, M.A. Nonsurgical or Surgical Treatment of ACL Injuries. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, Classificação de esportes em nível, v. 96, n. 15, p. 1233–1241, 2014.
10. Hijmans JM, Geertzen JHB, Dijkstra PU, Postema K. A systematic review of the effects of shoes and other ankle or foot appliances on balance in older people and people with peripheral nervous system disorders. *Gait Posture*. 2007;25(2):316–23.
11. Konradsen L, Bech L, Ehrenbjerg M, Nickelsen T. Seven years follow-up after ankle inversion trauma. *Scand J Med Sci Sport*. 2002;12(3):129–35.
12. Lam WK, Liu H, Wu GQ, Liu ZL, Sun W. Effect of shoe wearing time and midsole hardness on ground reaction forces, ankle stability and perceived comfort in basketball landing. *J Sports Sci [Internet]*. 2019;00(00):1–9.
13. Landry SC, Nigg BM, Tecante KE. Gait & Posture Standing in an unstable shoe increases postural sway and muscle activity of selected smaller extrinsic foot muscles. *Gait Posture [Internet]*. 2010;32(2):215–9.
14. Mauntel TC, Wikstrom EA, Roos KG, Djoko A, Dompier TP, Kerr ZY. The Epidemiology of High Ankle Sprains in National Collegiate Athletic Association Sports. *Am J Sports Med*. 2017;45(9):2156–63.
15. Notarnicola A, Maccagnano G, Pesce V, Tafuri S, Mercadante M, Fiore A, et al. Effect of different types of shoes on balance among soccer players Corresponding author : Muscles Ligaments Tendons J. 2015;5(3):208–13.
16. Perry SD, Radtke A, Goodwin CR. Influence of footwear midsole material hardness on dynamic balance control during unexpected gait termination. *Gait Posture*. 2007;25(1):94–8.
17. Roos KG, Kerr ZY, Mauntel TC, Djoko A, Dompier TP, Wikstrom EA. The Epidemiology of Lateral Ligament Complex Ankle Sprains in National Collegiate Athletic Association Sports. *Am J Sports Med*. 2017;45(1):201–9.
18. Scott LA, Murley GS, Wickham JB. The influence of footwear on the electromyographic activity of selected lower limb muscles during walking. *J Electromyogr Kinesiol [Internet]*. 2012;22(6):1010–6.
19. Smith BS, Burton B, Johnson D, Kendrick S, Meyer E. Effects of wearing athletic shoes , five-toed performance in young adults. *IJSPT*. 2015;10(1):69–74.
20. Steib S, Pfeifer K. Beeinträchtigungen der sensomotorischen Kontrolle bei

- funktioneller Sprunggelenkinstabilität. *Z Orthop Unfall*. 2015;153(3):253–8.
21. Thomson A, Whiteley R, Wilson M, Bleakley C. Six different football shoes, one playing surface and the weather; Assessing variation in shoe-surface traction over one season of elite football. *PLoS One*. 2019;14(6):1–13.
 22. Waterman BR, Owens BD, Davey S, Zacchilli MA, Jr PJB. The Epidemiology of Ankle Sprains in the United States. *J BONE Jt Surg*. 2010;92(13):2279–84.
 23. Zech A, Argubi-wollesen A, Rahlf A. Minimalist , standard and no footwear on static and dynamic postural stability following jump landing. *Eur J Sport Sci*. 2014;(July):37–41.

Artigo 2

Este manuscrito parafoil preparado em função das normas da revista The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy (ISSN: 0190-6011). Qualis A2 e fator de impacto: 3.058

**INFLUÊNCIA DO CALÇADO ESPORTIVO NO TREINAMENTO
SENSÓRIO MOTOR DE ATLETAS COM E SEM INSTABILIDADE
CRONICA DO TORNOZELO: ANALISE DO CONTROLE POSTURAL E
RECRUTAMENTO MUSCULAR**

Bárbara Pasqualino Fachin¹, Fernanda Nair Nicolau Policarpo², Karoline Tiemy Ogasawara², Laryssa Oliveira Silva², Christiane de Souza Guerino Macedo³.

¹Fisioterapeuta, Mestranda no programa Ciências da Reabilitação UEL-UNOPAR, Residência em Fisioterapia Traumatologia-Ortopédica Funcional Universidade Estadual de Londrina – UEL, Laboratório de ensino, pesquisa e extensão em fisioterapia Esportiva (LAFESP- UEL).

²Fisioterapeuta, Residência em Fisioterapia Traumatologia-Ortopédica Funcional Universidade Estadual de Londrina – UEL, LAFESP- UEL.

³Fisioterapeuta, Doutora em Reabilitação e Desempenho Funcional FMRP/USP, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação Universidade Estadual de Londrina – UEL/Universidade Norte do Paraná – Unopar, LAFESP-UEL.

Autor correspondente: Christiane de S. Guerino Macedo. Avenida Robert Kock, nº 60 – Vila Operária; Código Postal: 86039-440; Londrina, Paraná, Brasil. Email:chmacedouel@yahoo.com.br

Aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (UEL) (parecer nº 2.771.026).

Órgão financiador: Ministério da Educação - Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – CGC: 00.889.834/0001-08 Brasília – DF

Resumo

Desenho do Estudo: Ensaio clínico aleatorizado e cego. **Introdução:** A influência do calçado esportivo apresenta resultados controversos na literatura, principalmente em atletas com instabilidade crônica de tornozelo (ICT). **Métodos:** Foram avaliados 15 atletas com ICT e 14 atletas sem ICT, divididos em quatro grupos: 1) atletas com ICT submetidos ao treinamento sensório-motor (TSM) com o calçado esportivo (ICTcal, n=7), 2) atletas com ICT e TSM descalço (ICTdes, n=8), 3) atletas sem ICT e TSM com calçado esportivo (GCcal, n=7) e 4) atletas sem ICT e TSM descalço (GCdes, n=7). Os atletas responderam ao *Cumberland Chronic Instability Tool (CAIT)*, a escala de dor e realizaram o *Lunge Test*. O controle postural foi avaliado por plataforma de força e o recrutamento muscular por eletromiografia de superfície, com exercício agachamento afundo guiado por metrônomo (23 bpm), e os atletas foram aleatorizados nos grupos de intervenção por cinco semanas de TSM. **Resultados:** Os grupos com ICT apresentaram menor pontuação no CAIT (ICTcal: 15,71 e ICTdes: 14,87), maior dor (ICTcal: 4,85 e ICTdes: 3) e o grupo ICTcal apontou menor dorsiflexão ($5,57 \pm 3,4$ centímetros). O TSM, com ou sem calçado esportivo, não estabeleceu mudança significativa para o controle postural ou recrutamento muscular para atletas com ou sem ICT. **Conclusão:** Conclui-se que o TSM com ou sem calçado esportivo não alterou o controle postural ou recrutamento muscular de atletas com ou sem ICT.

Palavras-chaves: Lesão de tornozelo, Atletas, Propriocepção, Equilíbrio, Treinamento.

Introdução

A maioria das atividades diárias e esportivas são desenvolvidas com calçados, entretanto, acredita-se que o uso constante do calçado pode influenciar negativamente o desenvolvimento de padrões de movimento e saúde dos pés (Zech et al, 2018). Observa-se que em populações com hábito de andar descalças são encontrados pés mais largos, aumento do arco medial plantar e redução do hálux valgo (Zech, et al 2018). Porém, poucas são as pesquisas que investigaram a influência do calçado no controle postural e recrutamento muscular (Dingenen et al, 2015; Zech et al, 2018), a maioria tem se dedicado a análise cinemática da marcha e da corrida com e sem

calçado, ou quanto ao tipo do calçado utilizado (Sun et al, 2019; Jafarnejhadgero et al, 2019; Romer et al, 2019; Firmiger et al, 2019).

A discussão sobre o *feedback* tátil que o calçado poderia dificultar ou facilitar acaba por ser negligenciada na maioria dos estudos (Romer et al, 2019) e quando analisadas, as informações são controversas (Deussen et al, 2018; Zech et al, 2018, Alghadir et al, 2018), e apontam que o calçado pode influenciar de maneira diferente o padrão de recrutamento muscular e controle postural (Sun et al, 2019). Logo, são necessárias mais pesquisas voltadas à influência do calçado nas atividades diárias e no esporte.

Na maioria dos esportes observa-se o uso de calçados, e embora as evidências nessa área sejam limitadas, é consenso de que o calçado não é apenas uma extensão do uniforme, mas é estudado para ser confortável, estável e reduzir as lesões (Jastifer et al, 2017) e que o seu desgaste com o tempo de uso tem influência no amortecimento do impacto vertical (Lam et al, 2019). Uma das lesões mais frequentes em atletas é a entorse lateral do tornozelo (Mauntel et al, 2017; Thompson et al, 2018), e em esportes que envolvam saltos e aterrissagens, como o basquete, a incidência é alta, portanto, os calçados esportivos desenvolvidos para o basquete em específico apresentam um prolongamento acima do tornozelo, no entanto pesquisas recentes mostram que esse suporte não previne as entorses de tornozelo e recidivas (Lam et al, 2019).

Sabe-se que a entorse de tornozelo pode evoluir para instabilidade crônica de tornozelo (ICT) em até 70% dos indivíduos (Koldenhoven et al, 2018; Vomacka et al, 2019), e ser reabilitada ou prevenida com o treinamento sensório-motor (TSM) (Zech et al, 2010; Deussen et al, 2018), que tem efeito benéfico sobre o controle postural e controle neuromuscular, além de desenvolver a noção de posicionamento articular (Vasconcelos et al, 2018). Embora sem padronização quanto ao tempo e frequência de treinamento (Schiftan et al, 2014), sabe-se que ele é composto por exercícios que desafiem o controle postural em posturas bipodais e unipodais com o uso de recursos instáveis (DeRidder et al, 2015). Neste sentido, Zech et al (2018) buscaram encontrar respostas sobre a influência do calçado no controle postural de adultos jovens e saudáveis, no aprendizado de tarefa de equilíbrio com e sem calçado e concluíram que não há diferença no controle postural entre os grupos (calçado e descalço) ao final do treinamento.

Diante da limitação de evidências sobre o efeito dos calçados esportivos no TSM, esse estudo teve como objetivo analisar a influência do calçado esportivo no

treinamento sensório-motor de atletas com e sem ICT. A hipótese foi que o grupo que realizaria o TSM descalço apresentaria melhor controle postural e recrutamento muscular ao final do treinamento.

Materiais e Métodos

Trata-se de um Ensaio Clínico Aleatorizado, com avaliadores cegos, aprovado por comitê de ética da instituição (parecer N 2.771.026) e cadastrado como Ensaio clínico (*clinical trials*: NCT 03768583). Todas as fases do estudo estão apresentadas na figura 1.

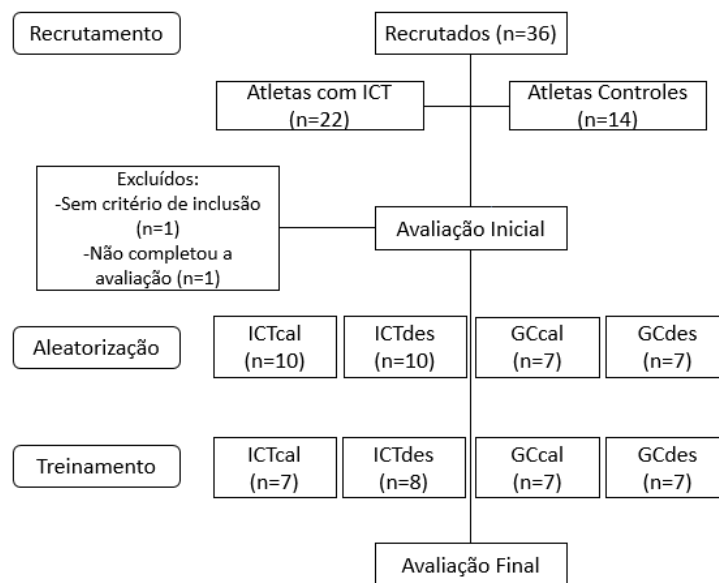


Figura 1: Fluxograma do estudo.

O tamanho e o poder da amostra foram estabelecidos pelo cálculo amostral, com o programa *Power and Sample Size* e intervalo de confiança de 95%, alfa de 5% e poder do teste de 80%, ao considerar média e desvio-padrão dos dados de recrutamento do músculo fibular longo do grupo com instabilidade crônica de tornozelo ($26,2 \pm 8,4$) e do grupo controle (43 ± 22) do artigo *Influence of ankle functional instability on the ankle electromyography during landing after volleyball blocking*. Suda, E.Y., César Ferreira Amorim, C.F., Sacco, I.C.N. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 19 (2009) e84–e93. Assim, o tamanho da amostra do presente estudo foi estabelecido em 5 participantes para cada grupo, com um total de 20 atletas.

Foram incluídos atletas com idade entre 18 e 28 anos, de ambos os sexos, com pelo menos três horas semanais de treino (Gridem et al, 2014) direcionado à

modalidade esportiva e participação em campeonatos locais e regionais. Os atletas com instabilidade crônica de tornozelo apresentaram a primeira história de entorse de tornozelo há pelo menos 12 meses, sensação de instabilidade ou “cedência” do tornozelo e pontuação determinada pelo questionário *Cumberland Ankle Instability Tool* (CAIT) < 24 (Gribbe et al, 2014), e não ter realizado treinamento sensório-motor ou fisioterapia convencional nos últimos seis meses. Os critérios de exclusão observaram presença de queixa álgica no momento da avaliação, recidiva de entorse com sinais inflamatórios agudos, queixas álgicas nos membros inferiores, cirurgia ou fratura no membro inferior com ICT, doenças neurológicas, cardiovasculares, reumatológicas, diabetes, entorse em eversão e três faltas consecutivas durante o TSM.

Inicialmente, considerando possíveis perdas, foram recrutados 36 atletas (22 com ICT e 14 sem ICT), no momento da avaliação um atleta foi excluído por apresentar entorse em eversão e um atleta não concluiu a avaliação por dor na realização do teste. Os participantes com instabilidade crônica de tornozelo e controles foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos de tratamento, por meio do programa www.random.com: 1) Grupo ICT+TSM com calçado esportivo (ICTcal; n=10), 2) ICT+TSM descalço (ICTdes; n=10), 3) Grupo controle +TSM com calçado esportivo (GCcal; n=7) e 4) Grupo controle +TSM descalço (GCdes; n=7).

Após aleatorização para os grupos de treinamento sensório motor, três atletas do grupo ICTcal e dois do grupo ICTdes desistiram durante o TSM por motivos pessoais e incompatibilidade com os horários de treinamento. Ao final, 29 atletas concluíram as cinco semanas de TSM e retornaram para a avaliação final (ICTcal N=7; ICTdes N=8; GCcal N=7; GCdes N=7).

Procedimentos

Inicialmente foram coletados os dados demográficos (idade, peso, altura, IMC, tempo de prática esportiva e horas de treino por semana) em forma de entrevista. Para classificar a amostra, todos os atletas responderam ao questionário *Cumberland Chronic Instability Tool*, de instabilidade crônica de tornozelo (CAIT-p) (Noronha et al, 2008) e escala subjetiva de dor (Sousa e Silva, 2005). Foram explicadas todas as etapas da avaliação inicial, do TSM e reavaliação. Em seguida, foi realizado o teste de *Lunge* no membro inferior com ICT e no grupo controle com o membro inferior de preferência do atleta, com resultado estabelecido por meio da distância entre o segundo

dedo e a parede, em centímetros apontados na fita métrica (Jeon et al, 2015; Cejudo et al, 2014). Na sequência, foi realizada a aleatorização da ordem dos testes para análise do controle postural e recrutamento muscular.

Para a análise do controle postural foi utilizada a plataforma de força BIOMECH400 (*EMG System do Brasil*®, LTDA., SP), com frequência de aquisição de 100Hz, e tempo de permanência no exercício de 30 segundos. O atleta foi posicionado com o membro inferior a ser testado sobre a plataforma de maneira padronizada, membros superiores repousando sobre o peito, e o olhar em direção horizontal. Foi realizada a familiarização com o movimento de agachamento afundo, com descida e subida guiada por um metrônomo no ritmo de 23 batidas por minuto (bpm), durante os 30 segundos da avaliação. Foram realizadas três tentativas com um minuto de descanso entre elas, onde o participante permanecia sentado com o objetivo de prevenir fadiga muscular.

Para a coleta dos dados de recrutamento muscular, foi utilizado o eletromiógrafo de superfície da *EMG System do Brasil*®, com frequência de aquisição de 2.000 Hertz, com filtros: *high pass* de 20 Hz e *low pass* 450 Hz. Inicialmente foi realizada a tricotomia e limpeza da pele com álcool 70%, e foram acoplados eletrodos aos músculos glúteo médio, glúteo máximo, tibial anterior, fibular longo, gastrocnêmio lateral e gastrocnêmio medial, segundo os parâmetros do *Surface ElectroMyography for the Non-Invasive Assesment Muscles*, e eletrodo de referência foi posicionado na tuberosidade da tíbia homolateral. Foi utilizado o mesmo protocolo do agachamento afundo já descrito, porém o membro inferior a ser testado foi posicionado sobre um *step* com 10 centímetros de altura, para que o movimento fosse igual ao realizado na avaliação sobre a plataforma de força.

Após a avaliação inicial os participantes foram submetidos ao TSM desenvolvido por meio do mesmo protocolo de exercícios para todos os quatro grupos de atletas. O TSM foi desenvolvido por cinco semanas, duas sessões por semana (Heleno et al, 2016), duração de 30 minutos em sessão, por meio de circuito (figura 2) com a sequência de exercícios definida. Cada grupo de treinamento foi supervisionado e orientado por dois fisioterapeutas previamente treinados.

- 1- Aquecimento (trote anterior, lateral e posterior, por quatro voltas em uma quadra poliesportiva)
- 2- Marcha sobre espuma com joelhos altos
- 3- Apoio unipodal no solo, toque no pé
- 4- Salto para cama elástica
- 5- Apoio unipodal no balancin®
- 6- Apoio bipodal no disco
- 7- Apoio unipodal em espuma passando bola embaixo do mi contralateral
- 8- Alcance de alvos com membro superior no solo em apoio unipodal
- 9- Salto sobre cama elástica
- 10- Agachamento bipodal no bosu®
- 11- Agachamento unipodal (ou unipodal olho fechado) no balancin®
- 12- Salto sobre espuma
- 13- Alcance com pé em apoio unipodal no solo
- 14- Plantiflexão e dorsiflexão sobre cama elástica
- 15- Unipodal no disco
- 16- Unipodal sobre bosu®
- 17- Saltos médio-laterais na espuma
- 18- Agachamento bipodal na cama elástica

Figura 2: Exercícios do Treinamento sensório motor.

Cada exercício foi mantido por um minuto. Para os exercícios unipodais todos os atletas foram orientados que ao final de 30 segundos deveriam repetir com o outro membro inferior. Entre cada exercício foi estipulado o tempo de 10 segundos de descanso e troca de exercício.

Ao término da quinta semana foi agendada a reavaliação por meio dos testes realizados inicialmente.

Análise dos dados:

Para a análise do controle postural foram consideradas a área do centro de pressão (CoP) que foi normalizada pela altura dos participantes, foi dividida a variação do centro de pressão pela altura do atleta (Duarte et al, 2010), e apresentada em centímetros quadrados, velocidade de oscilação ântero-posterior (V.A-P) e médio-lateral (V.M-L) que foram apresentadas em centímetros por segundos, amplitude de deslocamento ântero-posterior (Amp. A-P) e médio-lateral (Amp. M-L) apresentadas em centímetros.

Para análise do recrutamento muscular, os dados foram trabalhados em rotina no software *MATLAB* 2013 – *The Language of Technical Computing*. Utilizou-se filtros: *high pass* de 20 Hz e *low pass* 450 Hz, e eliminou-se os 10 segundos iniciais e finais da coleta. O *Root Mean Square* (RMS) foi computado e a normalização foi estabelecida pelo pico do sinal do RMS. Como resultado foi considerado a média das três tentativas de cada músculo avaliado.

Os dados foram tabulados e submetidos a análise pelo software estatístico SPSS versão 20 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). A distribuição de normalidade dos dados foi analisada pelo teste *Shapiro-Wilk*. O ANOVA *One-way* e Pós-teste Bonferroni foram aplicados para estabelecer as diferenças entre os grupos ICTcal, ICTdes, GCcal e GCdes. O ANOVA *Two-way* foi aplicado para comparação, entre os grupos e tempos pré e pós treinamento sensório motor, para os dados do controle postural e recrutamento muscular. O intervalo de confiança foi estabelecido em 95% e valor de $P < 0,05$ foi considerado para diferença estatisticamente significativa.

Resultados

A amostra foi composta por 29 atletas (ICTcal n=7; ICTdes n=8; GCcal n=7; GCdes n=7) que concluíram as cinco semanas de TSM, de ambos os sexos (21 homens e 8 mulheres) de diferentes modalidades esportivas (vôlei, rugby, basquete, futebol, handebol, atletismo, kung fu, tênis de mesa, tênis de campo, futsal). Os grupos foram homogêneos para idade, peso, altura, IMC, horas de treinamentos. O CAIT confirmou menores valores para os atletas com instabilidade crônica do tornozelo ($p < 0,01$), assim como maior intensidade da dor ($p < 0,01$). O grupo ICTcal apresentou menor mobilidade tornozelo ($p < 0,01$) (tabela 1).

Tabela 1. Caracterização dos atletas que compuseram a amostra e suas respectivas divisões quanto a realização do treinamento sensório-motor (calçado esportivo ou descalço) e presença (ICT) ou não (GC) de instabilidade crônica de tornozelo.

	ICTcal	ICTdes	GCcal	GCdes	p
	N=7	N=8	N=7	N=7	
Idade (anos)	22,1 ± 3,6	20,6 ± 2,7	23,1 ± 3,4	21,7 ± 3,1	0,51
Sexo (Masculino/ Feminino)	7/0	4/4	5/2	5/2	-
Altura (metros - m)	1,79 ± 0,1	1,77 ± 0,1	1,72 ± 0,1	1,76 ± 0,1	0,52
Peso (quilogramas - kg)	93,4 ± 19,4	81,5 ± 26,2	73,9 ± 18,3	74 ± 20	0,30
IMC (kg/m²)	29,1 ± 6,7	23,6 [22,4 – 27,3]	24,7 ± 4,6	20,8 [20,5 – 22,7]	0,33
Horas de Treino (por semana)	6,6 ± 2,4	6,3 ± 2,4	6,1 ± 3	4,9 ± 1,2	0,53
Tempo de lesão	12 [12 – 69]	22,8 ± 14,9	-	-	0,43
CAIT	15,7 ± 5,7*	14,9 ± 5*	30 [28,5 – 30]	28,3 ± 1,7	-
Lunge Test (cm)	5,6 ± 3,4*	12,1 ± 3,4	12,1 ± 3,9	11,1 ± 3,9	<0,01
Dor (EVA)	4,9 ± 2,5*	3 [3 – 5,5]*	-	-	-

cm: centímetros; Tempo de lesão: em meses; CAIT – Cumberland Ankle Instability Tool; EVA: Escala visual análoga para dor.

Os resultados do controle postural analisados por meio da plataforma de força entre os grupos e tempos de avaliação pré e pós intervenção com TSM com e sem calçado esportivo estão descritos na tabela 2. Pode-se observar que não houve diferenças nos resultados entre os momentos pré e pós TSM (análise entre os tempos de coletas), mas que ao final do TSM o grupo de atletas sem lesão no tornozelo que desenvolveu o TSM descalço apresentou menor amplitude de oscilação na direção médio-lateral quando comparado aos outros grupos analisados.

Tabela 2: Controle postural pré e após o treinamento sensório-motor com e sem calçado esportivo em atletas com e sem instabilidade crônica do tornozelo.

Variáveis		Grupos				P Anova		
		ICTcal (n=7)	ICTdes (n=8)	GCcal (n=7)	GCdes (n=7)	Grupo	Tempo	Interação
Área do COP (cm ²)	PRÉ	18,9 ± 7,1	20,6 ± 8,6	15,9 ± 4,5	15,7 ± 7,4	0,10	0,45	0,96
	PÓS	18,7 ± 6	18,8 ± 6,6	15,2 ± 6,5	13,2 ± 4,1			
V. A-P (cm/s)	PRÉ	11,4 ± 3,3	12,5 ± 2,9	10,4 ± 2,1	10 ± 1,7	0,13	0,18	0,81
	PÓS	11,1 ± 3,2	10,5 ± 2,5	9,4 ± 2,2	9,1 ± 2,1			
V. M-L (cm/s)	PRÉ	5,4 ± 1,2	5,1 ± 1	4,9 ± 0,2	4,8 ± 0,5	0,73	0,09	0,62
	PÓS	4,6 ± 0,6	4,8 ± 0,8	4,9 ± 0,5	4,5 ± 0,5			
Amp. A-P (cm)	PRÉ	12 ± 2,5	12,8 ± 2,3	11,5 ± 1,6	11,7 ± 2	0,22	0,60	0,89
	PÓS	12,4 ± 2,3	12,3 ± 1,5	11,3 ± 0,8	10,9 ± 1,7			
Amp. M-L (cm)	PRÉ	5,1 ± 0,5	4,5 ± 1,3	4,1 ± 0,6	4,1 ± 0,7	0,02*	0,72	0,85
	PÓS	4,8 ± 0,4	4,5 ± 0,7	4,3 ± 1,1	3,9 ± 0,3*			

Valores expressos em média e desvio padrão estabelecidos pelo two-way ANOVA. *diferença estabelecida por meio do post test de Bonferroni. ICTcal – instabilidade crônica de tornozelo treinados com calçado esportivo. ICTdes – Instabilidade crônica de tornozelo treinado descalço. GCcal – Grupo controle treinado com calçado esportivo. GCdes – Grupo controle treinado descalço. Área COP – Oscilação do centro de pressão. V. – velocidade. Amp – Amplitude. A-P ântero-posterior. M-L – mediolateral. cm – centímetros. s - Segundos.

Os resultados da análise do recrutamento muscular estão apresentados na tabela 3. Não foi estabelecida diferença entre os momentos antes e após TSM com ou sem calçado esportivo para os músculos avaliados. Porém, na avaliação final os atletas do grupo ICTcal apresentaram maior recrutamento do gastrocnêmio medial quando comparados aos outros grupos.

Tabela 3: resultados da análise do recrutamento muscular entre os grupos e nos momentos antes e após o treinamento sensório motor.

Variáveis		Grupos				P anova two way		
		ICTcal (n=7)	ICTdes (n=8)	GCcal (n=7)	GCdes (n=7)	Grupo	Tempo	Interação
Glúteo Médio (RMS)	PRÉ	17 ± 6,9	14,6 ± 8,2	16,7 ± 4,2	13,6 ± 2,8	0,69	0,66	0,14
	PÓS	15,4 ± 6,7	16,2 ± 4	10,8 ± 4,8	16,9 ± 3,9			
Glúteo Máximo (RMS)	PRÉ	18,5 ± 10,5	14,6 ± 3,1	15,1 ± 6,3	13,4 ± 7	0,46	0,68	0,50
	PÓS	15,8 ± 7,2	19,1 ± 6,6	15,5 ± 3,7	14 ± 3,1			
Tibial Anterior (RMS)	PRÉ	10,9 ± 1,3	8,9 ± 2,7	10 ± 2,2	8,2 ± 1,9	0,15	0,92	0,79
	PÓS	10,3 ± 2,4	9,4 ± 3,2	9,5 ± 2,8	9 ± 1,3			
Fibulares (RMS)	PRÉ	11,4 ± 2,7	8,6 ± 1,6	10,5 ± 3,5	10,8 ± 2,1	0,48	0,98	0,48
	PÓS	10,4 ± 3,3	10,5 ± 2,9	9,7 ± 3,6	10,8 ± 1,1			
Gastrocnêmio lateral (RMS)	PRÉ	11,9 ± 3,4	8,9 ± 2,1	8,7 ± 2,3	9,1 ± 2,8	0,19	0,79	0,58
	PÓS	9,9 ± 3,3	9,4 ± 2,5	8,7 ± 2,3	9,8 ± 3,6			
Gastrocnêmio Medial (RMS)	PRÉ	11,6 ± 2,3	9,9 ± 3,4	10 ± 1,6	9,7 ± 3,2	0,006*	0,05	0,49
	PÓS	12,1 ± 3,1*	8,1 ± 1,5	7,7 ± 1,5	7,8 ± 3			

Valores apresentados em média e desvio padrão estabelecidos pelo teste *two-way ANOVA*. *diferença estabelecida entre os grupos. Variáveis de recrutamento muscular apresentadas em *root mean square* (RMS). ICTcal – grupo com instabilidade crônica de tornozelo que realizou o treinamento com calçado esportivo. ICTdes – grupo com instabilidade crônica que realizou o treinamento descalço. GCcal – grupo controle que realizou o treinamento com calçado esportivo. GCdes – grupo controle que realizou o treinamento descalço.

Discussão

Os resultados do presente estudo demonstram que o TSM com ou sem calçado esportivo não foi capaz de alterar o controle postural e recrutamento muscular de atletas com e sem instabilidade de tornozelo. Entretanto, a comparação entre os grupos após o TSM, com ou sem calçado esportivo, mostrou que houve melhora significativa da amplitude de oscilação médio-lateral dos atletas sem ICT (grupo controle) que realizaram o TSM descalços. E para o recrutamento muscular o gastrocnêmio medial apontou maior ativação nos atletas com ICT submetidos ao TSM com calçado quando comparados aos outros grupos, considerado pior desempenho, essa variação corrobora com Koshino et al (2015) que classificaram o músculo gastrocnêmio medial como um músculo sensível às necessidades de estabilização da articulação do tornozelo para manutenção do controle postural, e neste trabalho apresentou maior recrutamento em atletas com ICT quando fazem uso do calçado esportivo.

Os resultados deste estudo também confirmam que atletas com ICT tem menor pontuação no questionário CAIT, assim como foi estabelecido por Gribble et al (2014)

por este ser um questionário específico e sensível à indivíduos que apresentem instabilidade com repercussão funcional no tornozelo. Também foi observado uma menor amplitude de dorsiflexão no *Lunge test* no grupo ICTcal, assim como Hopkin et al (2019) que encontrou essa disfunção em 50% da amostra dos indivíduos que apresentavam ICT. A presença de queixa álgica nos grupos com ICT também corroboram com os achados da revisão sistemática de Adal et al (2019) que encontraram queixa álgica em até 79% dos indivíduos com ICT e reportaram que esse sintoma é intermitente e surge durante atividade física.

O controle postural é analisado em vários estudos com atletas e ICT, entretanto este é o primeiro estudo a utilizar o exercício agachamento afundo para esta análise. Acredita-se que o exercício agachamento afundo solicite amplamente o controle motor do membro inferior (Stastny et al, 2015; Miller et al, 2019) já que o atleta deve controlar o tronco, quadril, joelho e tornozelo apoiado na plataforma de força ou *step*, além de ser um exercício utilizado no treinamento de atletas para melhorar o desempenho do salto (Bishop et al, 2019). Nossos resultados não encontraram alteração do controle postural após TSM e contrariam nossa hipótese inicial, já que era esperado melhor desempenho após o TSM, como apontado por Zech et al (2018) que encontraram melhora do controle postural após TSM com e sem calçado esportivo. Entretanto, nossos resultados concordam com os de Deusen et al (2018) e de Ridder et al. (2015) que não demonstram melhora no controle postural. Nanbancha et al (2019) também não encontraram diferença no controle postural de atletas com ICT, e justificam que rotinas intensas de treinos e competições podem influenciar a neuroplasticidade e readaptação do controle postural desta população.

Por outro lado, nossos resultados estabeleceram que o grupo de atletas sem lesão do tornozelo que desenvolveu TSM descalço (GCdes), quando comparado aos demais grupos após o TSM, apresentou melhora do deslocamento do COP no sentido médio-lateral. Acredita-se que um bom controle motor necessite de um sistema proprioceptivo em perfeito funcionamento (Han et al, 2015), com interação dos componentes biomecânicos e sensoriais, como os receptores cutâneos, articulares e musculares (Zech et al, 2018). Sabe-se que na planta dos pés são encontrados muitos mecanorreceptores distribuídos nas áreas em que há maior contato com a superfície de apoio (Sun et al, 2019), que são considerados uma importante fonte de informação

sensorial para manutenção da estabilidade funcional das articulações (Dingenen et al, 2015), o que valoriza o apoio direto do pé no chão.

Cabe destacar que as menores oscilações no sentido médio-lateral no grupo sem instabilidade do tornozelo que realizou o TSM descalço indicam melhor controle postural nestes sentidos, que são diretamente relacionadas com o movimento de entorse em inversão do tornozelo. Ainda, estes resultados para atletas sem lesões ou disfunções podem ser aproveitados para indicar o TSM como prevenção, que deverá ser realizado descalço. A análise do recrutamento muscular também não foi alterada pelo TSM com ou sem calçado esportivo e em atletas com ou sem ICT; entretanto após o TSM o grupo ICTcal apresentou maior atividade muscular do gastrocnêmio medial quando comparado aos outros grupos. Este resultado pode ser justificado pelo estudo de Romer et al (2019) ao afirmarem que o calçado interrompe o *feedback* entre a planta dos pés e o chão, e que a aferência sensorial diminuída, desafia os outros sistemas sensoriais, e altera as estratégias de controle muscular e postural. Em complemento, Kwon (2018) e Koshino et al (2015) afirmam que pode ser uma resposta reflexa positiva e incremental, já que esse músculo apresenta maior torque quando comparado ao tibial anterior e tem grande eficiência para estabilizar o tornozelo em movimento de deslocamento anterior. Ainda pode-se considerar que o calçado esportivo parece aumentar a atividade do músculo gastrocnêmio medial nos indivíduos com ICT a fim de melhorar a estabilidade, o que parece não ser necessário para os indivíduos sem lesões.

Como limitações deste estudo cabe apresentar que não foi possível padronizar o mesmo calçado esportivo para todos os atletas, entretanto foi solicitado que os mesmos calçados esportivos fossem utilizados para avaliação, treinamento e reavaliações. O desgaste do calçado não teve influência em nossos resultados, já que a relação do tempo de uso se faz com o sistema de amortecimento dos calçados (Lam et al, 2019) e a atividade escolhida para avaliação não envolve salto e aterrissagem.

Vale ressaltar que este estudo mostrou que o uso do calçado esportivo durante o treinamento sensório-motor não tem influência nas respostas de controle postural e recrutamento muscular de atletas.

Conclusão

Atletas com instabilidade crônica de tornozelo apresentam pior funcionalidade pelo questionário CAIT, maior dor e podem apresentar limitação na dorsiflexão analisado pelo *Lunge test*. Em relação ao TSM com ou sem calçado esportivo não foi estabelecida qualquer alteração no controle postural ou recrutamento muscular de atletas com ou sem ICT. Entretanto, os resultados foram encontrados em poucas variáveis do controle postural ou recrutamento muscular, o que aponta a necessidade de novos estudos.

Referências:

1. Zech, A. Meining, S. Hötting, Leiebl, D. Mattes, K. Hollander, K. Effects of barefoot and footwear conditions on learning of a dynamic balance task: a randomized controlled study. *European Journal of Applied Physiology*. 2018.
2. Dingenen, B. Peeraer, L. Deschamps, K. Fieuids, S. Janssens, L. Staes, F. Muscle-activation onset times with shoes and foot orthoses in participants with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training* 2015;50(7):688–696
3. Sun, D. Fekete, G. Baker, J.S. Gu, Y. Foot Motion Character During Forward and Backward Walking With Shoes and Barefoot. *Journal of Motor Behavior*, 2019
4. Jafarnezhadgero, A. A. Sorkhe, E. Oliveira, A. S. Motion-control shoes help maintaining low loading rate levels during fatiguing running in pronated female runners. *Gait & Posture*, v. 73, n. January, p. 65–70, 2019.
5. Romer, B. H. Weimar, W. FOX, J. Footwear Alters Lower Extremity Coordination Variability. *Perceptual and Motor Skills*, n. Drawer 23, 2019.
6. Firminger, C. R. Olivia, L. B. Wannop, J. W. Stefanyshyn, D. J. Edwards, W. B. Effect of Shoe and Surface Stiffness on Lower Limb Tendon Strain in Jumping. 2019
7. Deussen, S. Alfuth, M. the Influence of Sensorimotor Training Modalities on Balance, Strength, Joint Function, and Plantar Foot Sensitivity in Recreational Athletes With a History of Ankle Sprain: a Randomized Controlled Pilot Study. *International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 13, n. 6, p. 993–1007, 2018.

8. Alghadir, A. H. Zafar, H. Anwer, S. Effect of footwear on standing balancing in healthy Young adult males. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2018; 18(1):71-75
9. Jastifer, J. Kent, R. Crandall, J. Sherwood, C. Lessley, D. McCullough, K. A. Coughlin, M. J. Anderson, R. B. The Athletic Shoe in Football: Apparel or Protective Equipment. *Orthopaedic Surgery*. 2017.
10. Lam, W. K. Liu, H. Wu, G. Liu, Z. Sun, W. Effect of shoe wearing time and midsole hardness on ground reaction forces, ankle stability and perceived comfort in basketball landing. *Journal of Sports Sciences*, p. 1–9, 2019.
11. Mauntel, T. C. Wikstrom, E. A. Roos, K. G. Djoko, A. Dompier, T. P. Krr, Z. Y. The Epidemiology of High Ankle Sprains in National Collegiate Athletic Association Sports. *American Journal of Sports Medicine*, v. 45, n. 9, p. 2156–2163, 2017.
12. Thompson, C. Schabrun, S. Romero, R. Bialocerkowski, A. Dieen, J. V. Marshall, P. Factors Contributing to Chronic Ankle Instability: A Systematic Review and Meta-Analysis of Systematic Reviews. *Sports Medicine*, v. 48, n. 1, p. 189–205, 2018.
13. Koldenhoven, R. M. Ferger, M. A. Fraser, J. J. Hertel, J. Variability in center of pressure position and muscle activation during walking with chronic ankle instability. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 38, n. November 2017, p. 155–161, 2018.
14. Vomacka, M. M. Calhoun, M. R. Lininger, M. R. Ko, J. Dorsiflexion Range of Motion in Copers and Those with Chronic Ankle Instability. n. 1, *Int J Exerc Sci* 12(1): 614-622, 2019.
15. Zech, A. Hübscher, M. Vogt, L. Banzer, W. Hänsel, F. Pfeifer, K. Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Systematic Review. v. 45, n. 4, p. 392–403, 2010.
16. De Vasconcelos, G. S. Cini, A. Sbruzzi, G. Lima, C.S. Effects of proprioceptive training on the incidence of ankle sprain in athletes: systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. *Clinical Rehabilitation* (1 – 10). 2018
17. Schiffan, G. S. Ross, L. A. Hahne, A. J. 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*, 2014

18. De Ridder, R. Willems, J. Vanrenterghem, J. Rossen, P. Influence of balance surface on ankle stabilizing muscle activity in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Rehabilitation Medicine*, v. 47, n. 7, p. 632–638, 2015.
19. De Noronha, M. Refshauge, K. M. Kilbreath, S. L. Figueiredo, V. G. Cross-cultural adaptation of the Brazilian-Portuguese version of the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT). *Disability and Rehabilitation*, v. 30, n. 26, p. 1959–1965, 2008.
20. Sousa, F. F. Silva, J. A. A métrica da dor (dormetria): problemas teóricos e metodológicos the metric of pain : theoretical and methodological issues. *Revista Dor*, v. 6 (1), n. January 2005, p. 469–513, 2005.
21. Jeon, I. Kwon, O. Yi, C. Cynn, H. Hwang, U. Ankle-Dorsiflexion Range of Motion After Ankle Self- Stretching Using a Strap. v. 50, n. 12, p. 1226–1232, 2015.
22. Cejudo, A. Baranda, P. S. Ayala, F. Santonja, F. A simplified version of the weight-bearing ankle lunge test: Description and test-retest reliability. *Manual Therapy* (2014).
23. Duarte, M. e Freitas, S. M S. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. Voluma 14. N.3. páginas 183-192. 2010.
24. Hopkins, J. T. Son, J. Kim, H. Page, G. Seeley, M. K. Characterization of Multiple Movement Strategies in Participants With Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*, v. 54, n. 6, p. 698–707, 2019.
25. AL Adal, S. Pourkazemi, F. Mackey, M. Hiller, C.E. The Prevalence of Pain in People With Chronic Ankle Instability: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, v. 54, n. 6, p. 662–670, 2019.
26. Stastny, P. Lehnert, M. Zaatar, A. M. Svoboda, Z. Xaverova, Z. Does the Dumbbell-Carrying Position Change the Muscle Activity in Split Squats and Walking Lunges?. *J Strength Cond Res*. 2015 Nov;29(11):3177-87.
27. Miller, W. M. Barnes, J. T. Sofo, S. S. Wagganer, J. D. Comparison of Myoelectric Activity During a Suspension-Based and Traditional Split Squat. *J Strength Cond Res*. 2019 Aug 23.

28. Bishop, C. J. Tarrant, J. Jarvis, P.T. Turner A. N. Using the split squat to potentiate bilateral and unilateral jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 31, n. N 8, p. 2216–2222, 2017.
29. Nanbancha, A. Tretriluxana, J. Limroongreungrat, W. Sinsurin, K. Decreased supraspinal control and neuromuscular function controlling the ankle joint in athletes with chronic ankle instability. *European Journal of Applied Physiology*, 2019.
30. Chang, H. Chang, Y. Cheng, S. Wang, C. The effectiveness of rearfoot medial wedge intervention on balance for athletes with chronic ankle instability. *Medicine*, v. 98, n. 26, p. e16217, 2019.
31. Kwon, Yong Ung. Static postural stability in chronic ankle instability, an ankle sprain and healthy ankles. *International Journal Sports Medical*. 2018.
32. Koshino, Y. Ishida, T. Yamanaka, M. Ezawa, Y. Okunuki, T. Kobayashi, T. Samukawa, M. Saito, H. Tohyama, H. Kinematics and muscle activities of the lower limb during a side-cutting task in subjects with chronic ankle instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, v. 24, n. 4, p. 1071–1080, 2016.
33. Grindem, H. Eitzen, I. Engebretsen, L. Snyder-Mackler, L. Riber, M.A. Nonsurgical or Surgical Treatment of ACL Injuries. *The Journal of Bone and Joint Surgery, Classificação de esportes em nível*, v. 96, n. 15, p. 1233–1241, 2014.

Considerações Finais:

O presente estudo acrescenta à literatura achados científicos relacionados ao controle postural e recrutamento muscular de atletas com e sem instabilidade crônica de tornozelo.

No primeiro artigo foi possível concluir que o calçado esportivo não altera a avaliação do controle postural e o recrutamento muscular dos atletas com instabilidade crônica de tornozelo durante o exercício agachamento afundo, assim, o uso do calçado ou não durante uma avaliação fica a critério do avaliador.

O segundo artigo mostrou que o treinamento sensório motor, com ou sem calçado esportivo, não foi capaz de alterar o controle postural e o recrutamento muscular de atletas com e sem instabilidade crônica do tornozelo. Com relação ao recrutamento muscular, o músculo gastrocêmio medial se mostrou um músculo sensível para manutenção do controle postural, pois aumentou sua atividade no grupo com instabilidade crônica de tornozelo que realizou o treinamento com o calçado esportivo.

Assim, sugere-se que novas pesquisas sejam incentivadas a partir desses resultados, para melhor compreensão da influência do calçado esportivo no controle postural e recrutamento muscular de atletas com instabilidade crônica de tornozelo.

Referências:

1. Dingenen, B. Peeraer, L. Deschamps, K. Fieuws, S. Janssens, L. Staes, F. Muscle-activation onset times with shoes and foot orthoses in participants with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training* 2015;50(7):688–696
2. Han, J. Anson, J. Waddington, G. Adams, R. Liu, Y. The role of ankle proprioception for balance control in relation to sports performance and injury. Hindawi Publishing Corporation *BioMed Research International* Volume 2015, Article ID 842804, 8 pages.
3. Zech, A. Meining, S. Hötting, Leiebl, D. Mattes, K. Hollander, K. Effects of barefoot and footwear conditions on learning of a dynamic balance task: a randomized controlled study. *European Journal of Applied Physiology*. 2018.
4. Sun, D. Fekete, G. Baker, J.S. Gu, Y. Foot Motion Character During Forward and Backward Walking With Shoes and Barefoot. *Journal of Motor Behavior*, 2019
5. Jafarnezhadgero, A. A. Sorkhe, E. Oliveira, A. S. Motion-control shoes help maintaining low loading rate levels during fatiguing running in pronated female runners. *Gait & Posture*, v. 73, n. January, p. 65–70, 2019.
6. Romer, B. H. Weimar, W. FOX, J. Footwear Alters Lower Extremity Coordination Variability. *Perceptual and Motor Skills*, n. Drawer 23, 2019.
7. Firminger, C. R. Olivia, L. B. Wannop, J. W. Stefanyshyn, D. J. Edwards, W. B. Effect of Shoe and Surface Stiffness on Lower Limb Tendon Strain in Jumping. 2019
8. Jastifer, J. Kent, R. Crandall, J. Sherwood, C. Lesley, D. McKullough, K.A. Coughlin, M. Anderson, R.B. The Athletic Shoe in Football : Apparel or Protective Equipment ? *Journal Sports Health*, v. vol 9, n. number 2, p. 126–131, 2017.
9. Roos, K.G. Kerr, Z. Y. Mauntel, T. C. Djoko, A. Dompier, T. P. Wikstrom, E. A. The epidemiology of lateral ligament complex ankle sprains in National Collegiate Athletic Association Sports. *Am J Sports Med*. 2017; 45 (1): 201-209
10. Grindem, H. Eitzen, I. Engebretsen, L. Snyder-Mckler, L. Risberg, M. A. Nonsurgical or Surgical Treatment of ACL Injuries. *The Journal of Bone and Joint Surgery, Classificação de esportes em nível*, v. 96, n. 15, p. 1233–1241, 2014.

11. Thompson, C. Schabrun, S. Romero, R. Bialocerkowski, A. Dieen, J. V. Marshall, P. Factors Contributing to Chronic Ankle Instability: A Systematic Review and Meta-Analysis of Systematic Reviews. *Sports Medicine*, v. 48, n. 1, p. 189–205, 2018.
12. Koldenhoven, R. M. Ferger, M. A. Fraser, J. J. Hertel, J. Variability in center of pressure position and muscle activation during walking with chronic ankle instability. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 38, n. November 2017, p. 155–161, 2018.
13. Li, Y. Ko, J. Walker, M. A. Brown, C. N. Schimidt, J. D. Kim, S. Simpson, K. J. Does chronic ankle instability influence lower extremity muscle activation of females during landing? *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 38, n. September 2017, p. 81–87, 2018.
14. Vomacka, M. M. Calhoun, M. R. Lininger, M. R. Ko, J. Dorsiflexion Range of Motion in Copers and Those with Chronic Ankle Instability. n. 1, *Int J Exerc Sci* 12(1): 614-622, 2019.
15. Macedo, C. S. G. Alonso, C. S. Liporaci, R. F. Cold water immersion of the ankle decreases neuromuscular response of lower limb after inversion movement. *Brazilian Journal Physical Therapy* 2013.
16. Gribble, P. A. Delahunt, E. Bleakley, C. M. Caulfield, B. Docherty, C. L. Fong, D. T. Fourchet, F. Hertel, J. Hiller, C. E. Refshauge, K. M. Wees, P. Vicenzino, Wikstrom, E. A. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: A position statement of the international ankle consortium. *Journal of Athletic Training*, v. 49, n. 1, p. 121–127, 2014.
17. Lucas-Cuevas, A. G. Baltich, J. Enders, H. Nigg, S. Nigg, B. Ankle muscle strength influence on muscle activation during dynamic and static ankle training modalities Ankle muscle strength influence on muscle activation during dynamic and static. *Journal of Sports Sciences*. .2015.
18. Deussen, S. Alfuth, M. the Influence of Sensorimotor Training Modalities on Balance, Strength, Joint Function, and Plantar Foot Sensitivity in Recreational Athletes With a History of Ankle Sprain: a Randomized Controlled Pilot Study. *International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 13, n. 6, p. 993–1007, 2018.

19. Zech, A. Hübscher, M. Vogt, L. Banzer, W. Hänsel, F. Pfeifer, K. Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Systematic Review. *v. 45, n. 4, p. 392–403, 2010.*
20. De Ridder, R. Willems, J. Vanrenterghem, J. Rossen, P. Influence of balance surface on ankle stabilizing muscle activity in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Rehabilitation Medicine, v. 47, n. 7, p. 632–638, 2015.*
21. Lam, W. K. Liu, H. Wu, G. Q. Liu, Z. L. Sun, W. Effect of shoe wearing time and midsole hardness on ground reaction forces, ankle stability and perceived comfort in basketball landing. *Journal of Sports Sciences, v. 00, n. 00, p. 1–9, 2019.*
22. Hannigan, J. J. Pollard, C. D. Differences in running biomechanics between a maximal, traditional, and minimal running shoe. *J Sci Med Sport (2019).*
23. Thomson, A. Whiteley, R. Wilson, M. Bleakley, C. Erratum: Correction: Six different football shoes, one playing surface and the weather; Assessing variation in shoe-surface traction over one season of elite football. *PloS one, v. 14, n. 6, p. e0218865, 2019.*
24. De Vasconcelos, G. S. Cini, A. Sbruzzi, G. Lima, C.S. Effects of proprioceptive training on the incidence of ankle sprain in athletes: systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation. Clinical Rehabilitation (1 – 10). 2018*
25. Alghadir, A. H. Zafar, H. Anwer, S. Effect os footwear on standind balancing in healthy Young adult males. *J Musculoskelet Neuronal Interact 2018; 18(1):71-75*
26. Hertel, Jay. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology os lateral ankle instability. *Journal of Athletic Training 2002;37(4):364–375*
27. Kwon, Yong Ung. Static Postural Stability in Chronic Ankle Instability , An Ankle Sprain and Healthy Ankles. *International Journal Sports Medical. 2018.*
28. Bowker, S. Terada, M. Thomas, A. C. Pietrosimone, B. G. Hiller, C. E. Gribble, P. A. Neural excitability and joint laxity in chronic ankle instability, coper, and control groups. *Journal of Athletic Training, v. 51, n. 4, p. 336–343, 2016.*
29. Han, K. Ricard, M. D. Fellingham, G. W. Effects of a 4-Week Exercise Program on Balance Using Elastic Tubing as a Perturbation Force for Individuals With a History of Ankle Sprains. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, v. 39, n. 4, p. 246–255, 2009*

30. Doherty, C. Bleakley, C. Hertel, J. Caulfield, B. Ryan, J. Delahaunt, E. Single-leg drop landing movement strategies 6 months following first-time acute lateral ankle sprain injury. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v. 25, n. 6, 2015.
31. Burger, M. Dreyer, D. Fisher, D. Foot, D. H. O'Connor, Galante, M. Zalgonaonkir, S. The effectiveness of proprioceptive and neuromuscular training compared to bracing in reducing the recurrence rate of ankle sprains in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, v. 1, p. 1–9, 2017.
32. Araújo, C. G. A. Macedo, C. S. G. Ferreira, D. Shigaki, L. Silva, R. A. McConnell's patellar taping does not alter knee and hip muscle activation differences during proprioceptive exercises: A randomized placebo-controlled trial in women with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 31, p. 72–80, 2016.
33. Heleno, L. R. Silva, R. A. Shigaki, L. Araújo, C. G. Macedo, C. S. G. Frisseri, A. Five-week sensory motor training program improves functional performance and postural control in young male soccer players – A blind randomized clinical trial. *Physical Therapy in Sport*, v. 22, p. 74–80, 2016.
34. Schiffan, G. S. Ross, L. A. Hahne, A. J. 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*, 2014.
35. Hiller, C. E. Refshauge, K. M. Bundy, A. C. Herbert, R. D. Kilbreath, S. L. The Cumberland Ankle Instability Tool: A Report of Validity and Reliability Testing. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 87, n. 9, p. 1235–1241, 2006.
36. De Noronha, M. Refshauge, K. M. Kilbreath, S. L. Figueiredo, V. G. Cross-cultural adaptation of the Brazilian-Portuguese version of the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT). *Disability and Rehabilitation*, v. 30, n. 26, p. 1959–1965, 2008.
37. Wright, C. J. Linens, S. W. Cain, M. S. Establishing the Minimal Clinical Important Difference and Minimal Detectable Change for the Cumberland Ankle Instability Tool. *ARCHIVES OF PHYSICAL MEDICINE AND REHABILITATION*, 2017.

38. Nanbancha, A. Tretriluxana, J. Limroongreungrat, W. Sinsurin, K. Decreased supraspinal control and neuromuscular function controlling the ankle joint in athletes with chronic ankle instability. *European Journal of Applied Physiology*, 2019.
39. Mccann, R. S. Crossett, I. D. Terada, M. Kosik, K. B. Bolding, B. A. Gribble, P. A. Hip strength and star excursion balance test deficits of patients with chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 20, n. 11, p. 992–996, 2017.
40. Koshino, Y. Ishida, T. Yamanaka, M. Ezawa, Y. Okunuki, T. Kobayashi, T. Samukawa, M. Saito, H. Tohyama, H. Kinematics and muscle activities of the lower limb during a side-cutting task in subjects with chronic ankle instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, v. 24, n. 4, p. 1071–1080, 2016.
41. Bennell K, Talbot R, Wajswelner H, Techovanich W, Kelly D. Intra-rater and inter-rater reliability of a weight bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Australian Journal of Physiotherapy* 1988;44:175e80.
42. Cejudo, A. Baranda, P. S. Ayala, F. Santonja, F. A simplified version of the weight-bearing ankle lunge test: Description and test-retest reliability. *Manual Therapy* (2014)
43. Powden, C. J. Hoch, J. M. e Hoch, M. C. Reliability and minimal detectable change of the weight-bearing lunge test: A systematic review. *Manual Therapy*, v. 20, n. 4, p. 524–532, 2015.
44. Kosik, K. B. Johnson, N. F. Terada, M. Thomas, A. C. Mattacola, C. G. Gribble, P. A. Decreased dynamic balance and dorsiflexion range of motion in young and middle-aged adults with chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2019.
45. Gatt, A. Chockalingam, N. Clinical Assessment of Ankle Joint Dorsiflexion A Review of Measurement Techniques. v. 101, n. 1, p. 59–69, 2011.
46. Hoch, M. C. Staton, G. S. McKeon, J. M. M. Mattacola, C. G. McKeon, P. O. Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 15, n. 6, p. 574–579, 2012.

47. O'Shea, S. Grafton, K. The intra and inter-rater reliability of a modified weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Manual Therapy*, v. 18, n. 3, p. 264–268, 2013.
48. Riva, D. Bianchi, R. Rocca, F. Mamo, C. Proprioceptive training and injury prevention in a professional men's basketball team: a six-year prospective study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 2, p. 461–475, 2016.
49. Macedo, C. S. G. Silva, R. A. Araújo, C. G. A. Zamboti, C. L. Ferreira, D. Ferreira, V. A. K. Caracterização da funcionalidade e do equilíbrio musculoesquelético em mulheres com Síndrome da Dor Femuropatelar. *Equilíbrio Humano e seus distúrbios: do estilo de vida à reabilitação*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 89–100.
50. Andreatta, L. B. Sammarco, G. N. Doi, M. Y. Trelha, C. S. Fujisawa, D. S. Marchiori, L. L. M. Influência da mochila escolar no equilíbrio corporal: Revisão de literatura. *Equilíbrio Humano e seus distúrbios: do estilo de vida à reabilitação*, p. 13–21, 2015.
51. Mandelbaum, B. R. Silvers, H. J. Watanabe, D. S. Knarr, J. F. Thomas, S. D. Griffin, L. Y. Kirkendall, D. T. Garrett, W. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-Year follow-up. *American Journal of Sports Medicine*, v. 33, n. 7, p. 1003–1010, 2005.
52. Godoi, D. Barela, J. A. Mecanismos de ajustes posturais feedback e feedforward em idosos. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 23, n. 3, p. 9–22, 2002.
53. Duarte, M. e Freitas, S. M. S. F. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 14, n. 3, p. 183–192, 2010.
54. Simpson, J. D. Stewart, E. M. Turner, A. J. Macias, D. M. Wilson, S. J. Chander, H. Knight, A. C. Human Movement Science Neuromuscular control in individuals with chronic ankle instability: A comparison of unexpected and expected ankle inversion perturbations during a single leg drop-landing. v. 64, n. December 2018, p. 133–141, 2019.

55. Mohammad, A. Mohseni, B. Nahid, R. Basir, M. Iraj, A. Shabnam, S. Ashfaq, A. Reliability Of Surface Electromyography In The Assessment Of Paraspinal Muscle Fatigue: An Updated Systematic Review. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, v. 37, n. 7, p. 510–521, 2012.
56. Moraes, G. F. S. Antunes, A. P. Rezende, E. S. Avaliação da atividade eletromiográfica com ou sem o uso de diversos tipos de calçado, em diferentes planos de locomoção. *Fisioterapia em Movimento*, v. 25, n. 3, p. 507–516, 2012.
57. Kautzky, K., Feger, M., Hart, J., Hertel, J., 2015. Surface electromyography variability measures during walking: effects of chronic ankle instability and prophylactic bracing. *Athl. Train Sports Health Care* 7 (1), 14–22.
58. Suda, E. Y. Amorim, C. F. Camargo, N. S. I. Influence of ankle functional instability on the ankle electromyography during landing after volleyball blocking. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 19, n. 2, p. 84–93, 2009.
59. Thain, P. K. Hughes, G. T. G. Mitchell, A. C. S. The effect of repetitive ankle perturbations on muscle reaction time and muscle activity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 30, p. 184–190, 2016.
60. Rios, J. L. Gorges, A. L. Dos Santos, M. J. Individuals with chronic ankle instability compensate for their ankle deficits using proximal musculature to maintain reduced postural sway while kicking a ball. *Human Movement Science*, v. 43, p. 33–44, 2015.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário do estudo intitulado como “**Efeito do treinamento sensório motor com e sem calçado esportivo no equilíbrio dinâmico de atletas com instabilidade crônica de tornozelo**”, desenvolvido pela professora Christiane de Souza Guerino Macedo, da Universidade Estadual de Londrina, em conjunto com a aluna de Mestrado Barbara Pasqualino Fachin. O objetivo principal do estudo é verificar a resposta do controle postural e recrutamento muscular após um treinamento sensório motor realizado com tênis e descalço.

Após o aceite em participar do estudo será agendado um horário e data em comum acordo entre você e os pesquisadores para o início das atividades. Você deverá comparecer ao Centro de Pesquisa e Pós-graduação do CCS/UEL, para preenchimento dos dados pessoais e antropométricos, histórico de lesões nos membros inferiores, além do questionário funcional de Instabilidade Crônica de Tornozelo (CAIT) traduzido e validado para a língua portuguesa.

Será avaliado seu desempenho funcional em uma plataforma de força e o recrutamento muscular pela eletromiografia. Será necessário o uso de shorts ou bermuda largos.

- Para eletromiografia, no local onde serão colocados os eletrodos (com fita dupla-face e esparadrapo) será realizada a raspagem dos pelos com lâmina para não interferir no sinal eletromiográfico. Os eletrodos não darão choque e serão colocados para captar o sinal de contração dos músculos analisados (Tibial anterior, fibular longo, gastrocnêmios, glúteo médio e glúteo máximo).
- Para verificar a mobilidade de tornozelo será realizado o Teste de Lunge, que consiste em levar o joelho o mais próximo possível da parede sem que o calcanhar se afaste do chão. Você sentirá um leve alongamento da musculatura posterior da perna.



Teste de Lunge



Plataforma de Força

- Para a análise dinâmica na plataforma de força e eletromiografia, você permanecerá com o membro inferior a ser testado sobre a plataforma e realizará agachamentos em posição “afundo” por 30 segundos. Terá 1 minuto de descanso entre cada teste. O teste será realizado 3 vezes com tênis e 3 vezes descalço.
- . Você terá um tempo para se adaptar ao equipamento.

No final de todas as execuções dos testes será agendado o programa de treinamento sensório-motor, que será oferecido gratuitamente, com duração de cinco semanas, será realizado duas vezes na semana com sessões de 30 minutos, e você poderá usar tênis ou desenvolver o treinamento descalço, dependendo da aleatorização.

Seguem abaixo algumas informações gerais:

- Você será submetido (a) a riscos mínimos durante a fase de realização dos testes, pois desenvolverá os mesmos dentro do seu limite funcional. Poderá ocorrer leve dor muscular após as sessões de treinamento sensório-motor devido ao esforço. Caso isso ocorra, informe os pesquisadores.
- Em caso de desconforto ou lesão associada ao programa de treinamento sensório-motor, o participante será encaminhado ao projeto de extensão Fisioterapia Esportiva: Da teoria à Prática, coordenado pela Professora Christiane S.G. Macedo, orientadora da presente pesquisa.
- Você não terá qualquer gasto financeiro para participar do projeto. Os materiais para a realização dos testes e questionários serão todos custeados pelos pesquisadores.
- Você tem garantia que receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento quanto aos procedimentos, riscos ou benefícios da pesquisa;
- Em qualquer fase do estudo, você poderá retirar o termo de consentimento e deixar de fazer parte do estudo, sem que isto leve a qualquer penalidade;
- Os procedimentos desta pesquisa estão de acordo com as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução nº 466/2012 e 510/2016, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde – Brasília/DF;
- Os pesquisadores asseguram a sua privacidade quanto a sua identidade e aos dados envolvidos com o estudo, os quais serão utilizados exclusivamente para fins de ensino, pesquisa e divulgação científica;
- Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode nos contatar (Professora Christiane de S. Guerino Macedo, Avenida Robert Kock, nº 60, Departamento de Fisioterapia, telefone: 43-33712288, E-mail: chmacedouel@yahoo.com.br), ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escolar, no Campus Universitário com o CEP: 86.057-970, telefone: 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br.

Após as assinaturas, você receberá uma cópia desse termo de consentimento: Eu, _____, RG nº _____, abaixo assinado, li e entendi todas as informações contidas neste documento e concordo em participar do estudo. Dou pleno direito da utilização desses dados e informações para uso no ensino, pesquisa e divulgação científica.

Londrina, _____ de _____ de 2018.

Apêndice B - Avaliação Inicial

Nome: _____ RG: _____

Data de Nascimento: ____/____/____

Altura: _____ Peso: _____

Escolaridade: _____

Modalidade: _____

Tempo de Treinamento: _____

Frequência de Treinamento: ____x/semana; ____hrs/dia

Antecedentes Pessoais:

-Patologias e Comorbidades: _____

-Uso de medicamentos contínuos: _____

-Lesões Prévias nos mmii: _____

-Cirurgias Prévias _____

-Período Menstrual (para avaliação e testes): _____

-Realizou tratamento fisioterápico recentemente (6 meses): _____

- Pontuação no CAIT: _____

Roteiro de Avaliação

Membro a ser testado: Direito () - Esquerdo ()

Alocação no grupo: TSMD () - TSMT ()

Lunge Inicial:

Lunge Final:

Anexo I

Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) – Português -

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

Quase imediatamente		
Em menos de um dia		
Em 1 a 2 dias		
Em mais de 2 dias		
Nunca torci o tornozelo		