

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

ADAPTAÇÕES NEUROMECÂNICAS AGUDAS NOS MEMBROS
INFERIORES EM RESPOSTA À CORRIDA DESCALÇA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Camila Ceolin da Silva

Santa Maria, RS, Brasil

2018

**ADAPTAÇÕES NEUROMECÂNICAS AGUDAS NOS MEMBROS
INFERIORES EM RESPOSTA À CORRIDA DESCALÇA**

Camila Ceolin da Silva

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Área de Concentração em Aspectos Biológicos e Comportamentais da Educação Física e da Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação Física.**

Orientador: Prof. Dr. Felipe Pivetta Carpes

Santa Maria, RS, Brasil

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

A comissão examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

ADAPTAÇÕES NEUROMECÂNICAS AGUDAS NOS MEMBROS
INFERIORES EM RESPOSTA À CORRIDA DESCALÇA

Elaborada por

Camila Ceolin da Silva

como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Educação Física

COMISSÃO EXAMINADORA:

Felipe Pivetta Carpes, Dr.
(Presidente/Orientador)

Carlos Bolli Mota, Dr. (UFSM)

Fernando Diefenthaler, Dr. (UFSC)

Santa Maria, 3 de Agosto de 2018.

© 2018

Todos os direitos autorais reservados a Camila Ceolin da Silva. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Laboratório de Neuromecânica, Sala 511. Universidade Federal do Pampa. BR 472 - Km 592 - Caixa Postal 118 - Uruguaiiana - RS - CEP: 97508-000; E-mail: camilaceolin.s@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a minha família, especialmente aos meus pais pelo incentivo e apoio de sempre, em nunca deixar de estudar;

Ao meu namorado Rafael pela compreensão, carinho e paciência, sempre presente em todos os momentos;

Ao Professor e Orientador Felipe P. Carpes, pela confiança que sempre depositou em mim, ótima orientação e compreensão nos momentos de dificuldade;

Aos professores Carlos Bolli Mota e Fernando Diefenthaler pela honra de terem aceitado o convite para compor a banca e ótimas contribuições em seus pareceres nas bancas de qualificação e da defesa da dissertação;

A Clínica Neuroreabilitar pelo incentivo para a conclusão deste estudo;

Aos professores da pós-graduação, a direção do Centro de Educação Física e Desportos, a coordenação e secretaria do PPGEF/UFSM;

À Universidade Federal do Pampa pelo laboratório e equipamentos disponibilizados para esta pesquisa;

Ao Grupo de Pesquisa em Neuromecânica Aplicada – GNAP, especialmente pelas contribuições no estudo e por estarem sempre dispostos a contribuir da melhor forma possível;

“A persistência é o caminho do êxito.”

Charles Chaplin

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Universidade Federal de Santa Maria

ADAPTAÇÕES NEUROMECÂNICAS AGUDAS NOS MEMBROS INFERIORES EM RESPOSTA À CORRIDA DESCALÇA

AUTORA: CAMILA CEOLIN DA SILVA

ORIENTADOR: FELIPE PIVETTA CARPES

Data e Local da defesa: Santa Maria, 03 de Agosto de 2018.

Correr descalço começa a ganhar popularidade entre praticantes de atividade física, mas ainda se sabe pouco sobre o processo de adaptação neuromecânica dos membros inferiores a esta técnica de corrida. Em resposta às primeiras sessões de corrida descalço, adaptações biomecânicas e sensoriais agudas podem envolver dor muscular tardia, mas também afetar o funcionamento de órgãos proprioceptores e a própria função neuromuscular pela fadiga e execução de movimentos diferentes dos padrões até então realizados. Por isso, para corredores que assumem essa técnica, as maiores dificuldades se dão na fase aguda. Compreender parte destas adaptações agudas pode ajudar a definir melhor como essa técnica de corrida deve ser inserida nas rotinas de corredores que desejam incorporar um estilo de corrida descalça. Neste estudo determinamos as adaptações agudas nos membros

inferiores em resposta à corrida descalça. Ângulos articulares, pressão plantar, sensibilidade plantar, percepção de esforço e dor muscular tardia foram comparadas entre condições de corrida com e sem calçado em 13 participantes. Em conclusão há um efeito agudo da corrida descalça no padrão de pisada de retropé para antepé, um aumento na pressão plantar estática no retropé após os 5 quilômetros de corrida descalça. Esses fatores corroboram um aumento acentuado no recrutamento muscular de músculos da panturrilha (gastrocnêmios e sóleo) resultando em maior dor muscular tardia nessa região após a corrida descalça. Também, observa-se um aumento da sensibilidade plantar na região do mediopé apenas após a corrida descalça, o que pode resultar de um maior envolvimento dessa região do pé com a absorção do impacto nessa condição de corrida. Por fim, a frequência de passada aumenta na corrida descalço, o que sugere uma tentativa de reduzir o impacto nas articulações e alterando ângulos articulares no momento do contato inicial com o solo. Dessa forma, a corrida descalço requer atenção na fase aguda de adaptação, pois alterações importantes são observadas. Além disso, resta determinar quantas sessões podem ser necessárias para que essas respostas agudas sejam modificadas.

Palavras-chave: cinemática, pressão plantar, pé, tornozelo, locomoção, exercício físico, dor muscular tardia, tênis, sapato, biomecânica.

ABSTRACT

Master's Thesis

Graduate Program in Physical Education

Federal University of Santa Maria

ACUTE NEUROMECHANICAL ADAPTATIONS IN THE LOWER LIMBS IN RESPONSE TO BAREFOOT RACE

AUTHOR: CAMILA CEOLIN DA SILVA

SUPERVISOR: FELIPE PIVETTA CARPES

Date and place of presentation: Santa Maria, 3rd August, 2018.

Barefoot running has gained popularity among physical activity practitioners, but there is a lack of knowledge regarding the neuromechanical adaptations in the lower limbs in response to this running technique. The first sessions of barefoot running may result in biomechanics and sensorial acute adaptations including muscle soreness. However, such adaptations also can affect proprioception organs and the neuromuscular function due to fatigue of muscles recruited in a different manner of the usually patterns observed in shod running. As a result, runners assuming a barefoot technique will have more difficulties at the acute phase. The understanding about these adaptations can help to define the best way to insert barefoot running in the routine of runners willing to start barefoot running. Here we determine the acute adaptations in the lower extremity. Joint angles, plantar pressure, foot sensitivity, perceived effort and delayed onset

muscle soreness were compared between condition of shod and barefoot running in 13 participants. In conclusion, there is an acute effect of barefoot running on the strike patterns changing from rearfoot strike to forefoot strike and increase in static plantar pressure on the rearfoot after barefoot running. These factors contributed to the increase in neuromuscular recruitment of calf muscles (i. e. gastrocnemius and soleus) resulting in larger delayed onset muscle soreness after the barefoot running compared to shod running. Barefoot running also acutely increase foot sensitivity in the midfoot, which can be explained by the higher enrollment of this foot region with the impact absorption in the barefoot running. Finally, stride frequency increases in the barefoot condition, which suggest it as an alternative to reduce impact on joints and changing joint angles at the moment of foot strike. Barefoot running deserves attention in the acute phase of adaptation due to the important changes observed. Furthermore, there still the need to determine how many sessions can be necessary to see the acute changes incorporated into a chronic effect of this running technique.

Keywords: kinematics, plantar pressure, foot, ankle, locomotion, physical exercise, muscle soreness, footwear, shoe, biomechanics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Desenho experimental.....	26
Figura 2. Definição dos ângulos articulares para avaliação cinemática no plano sagital.....	31
Figura 3. Regiões do pé determinadas para antepé (em preto), médio pé (cinza) e retropé (em branco).....	32
Figura 4. Amplitude de movimento para as articulações do quadril, joelho e tornozelo nos quilômetros 1, 3 e 5 de corrida calçada e descalça.....	37
Figura 5. Ângulos articulares no contato inicial para as articulações do quadril, joelho e tornozelo nos quilômetros 1, 3 e 5 de corrida nas condições descalça e calçada.....	38
Figura 6. Frequência de passada nos quilômetros 1, 3 e 5 km durante a corrida descalça e calçada.....	39
Figura 7. Pressão plantar média nas regiões do antepé (AP), médio pé (MP) e retropé (RP) pré e pós corrida descalça e calçada.....	40
Figura 8. Área de contato determinada para o pé inteiro antes pré e pós corrida calçada e descalço.....	41
Figura 9. Sensibilidade plantar nas regiões do antepé (AP), mediopé (MP) e retropé (RP) pré e pós corrida descalça e calçada.....	42
Figura 10. Percepção de esforço nos quilômetros 1, 3 e 5 durante a corrida calçada e descalça.....	43
Figura 11. Dor muscular tardia medida pela escala visual analógica (EVA) depois da corrida calçada e descalça.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Detalhamento dos critérios de inclusão e exclusão para os participantes do estudo.....	27
--	----

LISTA DE ANEXOS

Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).....	65
Carta de Aprovação do CEP.....	71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	166
1.1 Fundamentação teórica	216
1.2 Delimitação do tema	21
2 OBJETIVOS	Erro! Indicador não definido.
2.1 Objetivo Geral	2Erro! Indicador não definido.
2.2 Objetivos Específicos.....	Erro! Indicador não definido.4
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1 Tipo de estudo	25
3.2 Participantes e desenho experimental	25
3.3 Critérios de inclusão e exclusão.....	26
3.4 Instrumentos de coleta de dados	28
3.5 Protocolo para a coleta de dados.....	28
3.5.1 Protocolo de Corrida	29
3.5.2 Avaliação Cinemática	30
3.5.3 Pressão Plantar	31
3.5.4 Sensibilidade Plantar	32
3.5.5 Percepção Subjetiva de Esforço	33
3.5.4 Dor Muscular Tardia	33
3.6 Análise Estatística dos Dados.....	334
3.7 Aspectos éticos.....	334
4 RESULTADOS	36
4.1 Cinemática	36
4.2 Pressão Plantar	39

4.3 Sensibilidade Plantar	41
4.4 Percepção Subjetiva de Esforço	43
4.5 Dor Muscular Tardia	44
5 DISCUSSÃO	45
6 CONCLUSÃO.....	52
6.1 Conclusões do Estudo	52
6.2 Aplicações práticas	52
REFERÊNCIAS.....	54
ANEXOS	Erro! Indicador não definido. 4

1 INTRODUÇÃO

1.1 Fundamentação teórica

A corrida é um dos esportes mais populares no mundo (Murphy *et al.*, 2013), e os gestos motores da corrida são parte dos movimentos de muitos outros esportes. Além disso, a corrida permite realizar estímulos de treinamento com diferentes características, desde a produção de força e potência, até a promoção do condicionamento aeróbico. Além disso, a sobrecarga articular, o dispêndio energético e as diferentes ações musculares realizadas podem influenciar o desenvolvimento biomecânico da corrida (Taunton *et al.*, 2001).

No meio recreacional a corrida também é um dos esportes que mais cresce em número de praticantes, especialmente pelo fato de não requerer um espaço específico para a prática, ter um custo relativamente baixo, e permitir a prática tanto em ambiente fechado quanto aberto (Jenkins e Cauthon 2011). Muitos cientistas se debruçam sobre as mais diferentes características da corrida, especialmente fatores fisiológicos (Lieberman *et al.*, 2010) e biomecânicos associados com o desempenho (Tam *et al.*, 2016). Além dos parâmetros de desempenho, as lesões em corredores chamam a atenção. Estudos prévios buscaram traçar perfis das lesões mais comuns, bem como as taxas de incidência e regiões corporais mais afetadas (Daoud *et al.*, 2012; Hryvniak *et al.*, Altman e Davis 2016) em geral concordam que as lesões na corrida, tem como principal causa a exposição repetida aos gestos da corrida e

acometem principalmente os membros inferiores, especialmente joelho e tornozelo.

Entre outros fatores que influenciam o desempenho e o risco de lesões em corredores, considera-se a influência dos equipamentos esportivos (Strauts *et al.*, 2015). Além disso, o tipo de terreno, por exemplo, é discutido como um fator que pode alterar tanto o gasto energético (Thompson *et al.*, 2015), quanto os padrões de movimentos e recrutamento neuromuscular em corredores (Strauts *et al.*, 2015). Nessa interação entre terreno e atleta, o calçado esportivo, seja talvez o ponto de maior debate na literatura, sendo discutido até como um provável determinante para a quebra de recordes (Moore e Dixon 2014).

Embora muitas pesquisas se atenham ao papel do calçado esportivo na corrida (Fuller *et al.*, 2015), há um grande interesse em melhor compreender o que acontece com corredores que optam por não usar calçados, assumindo uma técnica de corrida descalça. Essa adoção da corrida descalça tem sido sugerida como uma estratégia para até mesmo minimizar riscos de lesão (Perl *et al.*, 2012; MCCARTHY *et al.*, 2015), mas ainda existem poucas evidências suportando essa afirmação. Ao mudar o modo de correr utilizando calçado para correr descalço, indivíduos experimentam uma redução no comprimento da passada, mudam a posição da flexão plantar no contato com o solo e percebem uma redução do impacto e magnitude dos picos de força de reação de solo, quando comparado a um grupo correndo calçado em esteira (Thompson *et al.*, 2015). Essas mudanças de forma conjunta poderiam refletir em um menor impacto durante a corrida descalço.

Com esse apelo, a corrida descalça ganha adeptos e destaque na mídia. Ao longo dos últimos anos há um debate muito grande sobre o desempenho de corredores que não utilizam calçado ou que usam calçados minimalistas (Ryan *et al.*, 2014). Considerando a comparação entre condições de corrida com e sem calçado é possível observar que a corrida descalça pode alterar padrões de pisada, mudando o local de contato do pé com o solo, do retropé para o antepé (Thompson *et al.*, 2015). Essa mudança acaba alterando também a pressão plantar sobre essas regiões dos pés, já que na corrida descalça temos o aumento da pressão na região do antepé (Bergstra *et al.*, 2015; Warne *et al.*, 2014), enquanto que na corrida calçado o pico de pressão ocorre na região do retropé (Murphy *et al.*, 2013). Esse padrão de mudança nos picos de pressão para a região do antepé é observada em corredores calçados durante competições prolongadas como maratonas (Rocha *et al.*, 2014). Por outro lado, considerando as relações entre pressão plantar e sensibilidade plantar, essa maior pressão na região do antepé, onde o tecido plantar é mais mole, poderia refletir em lesões cutâneas (Machado *et al.*, 2016), ou até mesmo gerar uma adaptação na sensibilidade plantar do antepé como ocorre com o envelhecimento (Machado *et al.*, 2016).

A corrida descalça pode reduzir o gasto energético (Fuller *et al.*, 2015) e melhorar o desempenho esportivo (Perl *et al.*, 2012). A redução do gasto energético estaria relacionada com o menor impacto sobre algumas articulações, influenciando a melhora no desempenho proporcionando maior resistência durante a corrida (Lieberman *et al.*, 2010). Contudo, esses são efeitos crônicos da técnica de corrida descalça. O efeito agudo de quem começa a correr descalço poderia repercutir em mudanças nos padrões de

pisada, aumentando a sobrecarga sobre a musculatura do tríceps sural, por exemplo, devido a uma maior participação de componentes excêntricos para absorção do impacto e em resposta a uma pisada com o antepé (Almonroeder *et al.*, 2013).

Os efeitos agudos da corrida descalço possuem importante implicação para corredores. Essas mudanças agudas na técnica de corrida e desempenho podem estar associadas também com adaptações neuromusculares. Nesse sentido, na corrida descalça o músculo tibial anterior apresenta menor ativação, ao passo que gastrocnêmio apresenta aumento na sua demanda de produção de força, possivelmente por atuar de maneira excêntrica reduzindo o impacto no calcanhar, observado por meio da mudança para um padrão de toque do antepé (Almonroeder *et al.*, 2013). Essa alteração pode exigir da musculatura envolvida no movimento uma produção de força à qual não está adaptada, contribuindo para maiores taxas de fadiga, o que é associado com alterações no alinhamento do membro inferior e que pode repercutir em maior sobrecarga mecânica no joelho e tornozelo (Cowley e Marsden 2013; McClay e Cavanagh 1994).

Ao correr descalço, o tempo de apoio, o comprimento da passada e o tempo de voo são mais curtos, e a frequência do passo é maior do que nas condições com calçado (Tam *et al.*, 2016). Esse aumento da frequência de passada diminui a pressão plantar no mediopé e retropé na corrida descalça (Gerrard e Bonanno 2017) o que pode afetar a estimulação mecânica aos proprioceptores da região anterior do pé. Uma das vantagens que se pode obter na corrida descalça são as adaptações biomecânicas e neuromusculares, quando comparada a utilização de calçados, atribuído a um aumento na

economia da corrida, em virtude dos componentes musculares elásticos contribuírem para o movimento da pisada, que poderia ser utilizado durante a contração muscular poupando então energia, o que influencia diretamente a fadiga muscular (Strauts *et al.*, 2015). Larson (2011) observou o padrão de pisada entre as marcas de 10 e 32 km de uma maratona e encontrou um aumento progressivo no padrão de pisada feita com o calcanhar indicando uma influência da fadiga no processo de coordenação da corrida.

Diferenças no impacto experimentado bem como na ativação neuromuscular em função do calçado podem influenciar mecanismos proprioceptivos, como o senso de posição e a sensibilidade plantar (Murphy *et al.*, 2013). Em condições de aumento da sobrecarga sobre os membros inferiores, o senso de posição atua de forma integrada com o sistema neuromuscular, contribuindo para a contração muscular reflexa, providenciando estabilidade à articulação (Hewett *et al.*, 2002). Além disso, atua fornecendo informações sobre a superfície e obstáculos no caminho, afetando a atividade muscular tanto na extremidade inferior quanto na extremidade superior (Bent, 2013). Adicionalmente, a sensibilidade plantar apresenta papel importante na ativação muscular e mecânica da corrida, podendo a sua redução alterar reflexos cutâneos imprescindíveis à marcha (Nakajima *et al.*, 2009). Nesse sentido, ocorre um déficit de sensibilidade no mediopé e é associado com maior sensibilidade no calcanhar após a corrida descalça (Stolwijk *et al.*, 2010). Claro que essas alterações fazem parte de processos adaptativos e pode ser que cronicamente não reflitam sobre o desempenho do corredor. No entanto, é na fase de adaptação aguda que essas alterações, mesmo que transientes, podem aumentar o risco de lesão e afetar negativamente o desempenho e

também a realização de outras tarefas da vida diária. Contudo, todos esses parâmetros mencionados não parecem ser abordados em estudos prévios com o objetivo de acompanhar adaptações agudas nos pés em resposta à corrida descalça.

1.2 Delimitação do tema

Considerando os possíveis efeitos agudos de uma mudança na técnica de corrida calçada para descalça, sugere-se que a corrida descalça seja inserida em rotinas de treinamento de maneira gradual ao longo de até 6 semanas (Khowailed *et al.*, 2017). Uma intervenção de 6 semanas de treinamento controlado para corrida descalça foi suficiente para induzir mudanças significativas na cinética dos membros inferiores, reduzindo as cargas impostas aos membros inferiores, (Ryan *et al.*, 2014). Quando inserida no treinamento de maneira gradual, a corrida descalça provoca mudanças significativas na cinemática dos membros inferiores. Isto sugere que corredores que habitualmente usam o calçado e migram para uma condição sem o uso de calçado não empregam a força de reação de solo com um padrão consistente, e mesmo após um período de transição demonstram incapacidade de reduzir as taxas de forças verticais e de absorção do impacto (Haridas *et al.*, 2005). Estes resultados indicam que a realização de uma transição para corrida descalça sem instrução pode ser prejudicial.

Nesse sentido, podem ser as adaptações agudas que causem maior desconforto nos corredores e requeiram uma maior atenção do profissional de

educação física e do fisioterapeuta. A mudança na forma de pisar e o tempo necessário para melhor se adaptar ao fato de correr sem calçado pode causar dor muscular tardia em músculos que atuam na absorção do impacto e não estão acostumados a produzir força em posições específicas do pé, como por exemplo, o contato inicial pelo antepé e não pelo retropé, gerando uma ação excêntrica dos músculos gastrocnêmio e sóleo (Rothschild 2012).

A cinemática dos movimentos dos membros inferiores da corrida em adultos vem sendo estudada de maneira extensiva na literatura. Apesar da ampla divulgação pela mídia, treinadores e, claro, pelos próprios fabricantes de calçados, da ideia de que correr sem um calçado provido de amortecimento e/ou controle de movimentos possa representar um grande risco à integridade dos membros inferiores e pés, os estudos não são conclusivos para comprovarem essa afirmação (Richards *et al.*, 2008). Analisando a estrutura anatômica do corpo humano, Lieberman (2012) observou que temos plenas condições de correr descalços, já que sempre o fizemos para garantir nossa sobrevivência.

Em um estudo com corredores profissionais utilizando tênis minimalistas, realizado com o objetivo de relacionar padrões cinemáticos à economia de corrida (corredores mais econômicos tendem a ser mais rápidos já que consomem menos oxigênio), os padrões cinemáticos nos corredores mais econômicos foram similares aos padrões encontrados por outros autores, que realizaram estudos semelhantes com corredores descalços (Squadrone e Gallozzi 2009).

Considerando que a adoção de uma técnica de corrida descalço vai envolver várias sessões de treinamento (Warne *et al.*, 2015; Warne e

Warrington, 2012; Lieberman *et al.*, 2010; McCarthy, Fleming, Donne e Blasnkdbby, 2014) é importante entender quais são as primeiras adaptações que ocorrem no atleta, já que elas podem ser determinantes não somente do rendimento dele nas próximas sessões, mas também em um eventual risco de lesão pela realização de um gesto que ele não está adaptado. Algumas variáveis neuromecânicas são importantes nesse contexto, como a cinemática da corrida, funções proprioceptivas e a percepção do esforço. Baseado nisto, neste estudo determinamos os efeitos agudos da corrida descalça sobre características neuromecânicas dos membros inferiores em atletas recreacionais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Determinar as adaptações neuromecânicas agudas nos membros inferiores após a realização de corrida descalça.

2.2 Objetivos específicos

Determinar a pressão plantar estática pré e pós corrida calçado e descalço;

Determinar a sensibilidade plantar pré e pós corrida calçado e descalço;

Quantificar a percepção subjetiva de esforço durante a corrida calçado e descalço;

Avaliar a dor muscular tardia após a corrida calçado e descalço;

Determinar a cinemática dos membros inferiores durante a corrida calçado e descalço.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Tipo de estudo

Este estudo é uma pesquisa de associação com interferência (VOLPATO, 2015). Neste tipo de pesquisa pode existir uma ou mais variáveis interferindo em outras.

3.2 Participantes e desenho experimental

O grupo de estudo foi formado por 13 jovens do sexo masculino com idade entre 20 e 35 anos. Todos foram selecionados por conveniência. A participação no estudo foi realizada de forma voluntária, sendo possível a ocorrência de desistência a qualquer momento. Todos os participantes que aceitaram participar assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Universidade Federal do Pampa (CAAE: 76274117.4.0000.5323, ANEXO 1).

O desenho experimental envolveu 2 visitas ao laboratório com o mínimo de 48 horas de intervalo entre elas. Para cada dia de visita havia um *follow up* de 48 horas para avaliação da dor muscular tardia. As visitas envolveram avaliações e protocolos de corrida. Os participantes realizaram um protocolo de 5 km de corrida em esteira motorizada, na condição calçado e descalço.

Durante a corrida, nos quilômetros 1, 3 e 5, era questionada a percepção de esforço e eram feitas medidas cinemáticas da extremidade inferior. Antes e após os protocolos de corrida foram mensuradas a pressão plantar estática e sensibilidade plantar. Nos dias de *follow up* os participantes foram questionados quanto a presença de dor muscular tardia, mas não realizaram exercícios. O desenho experimental está ilustrado na Figura 1.

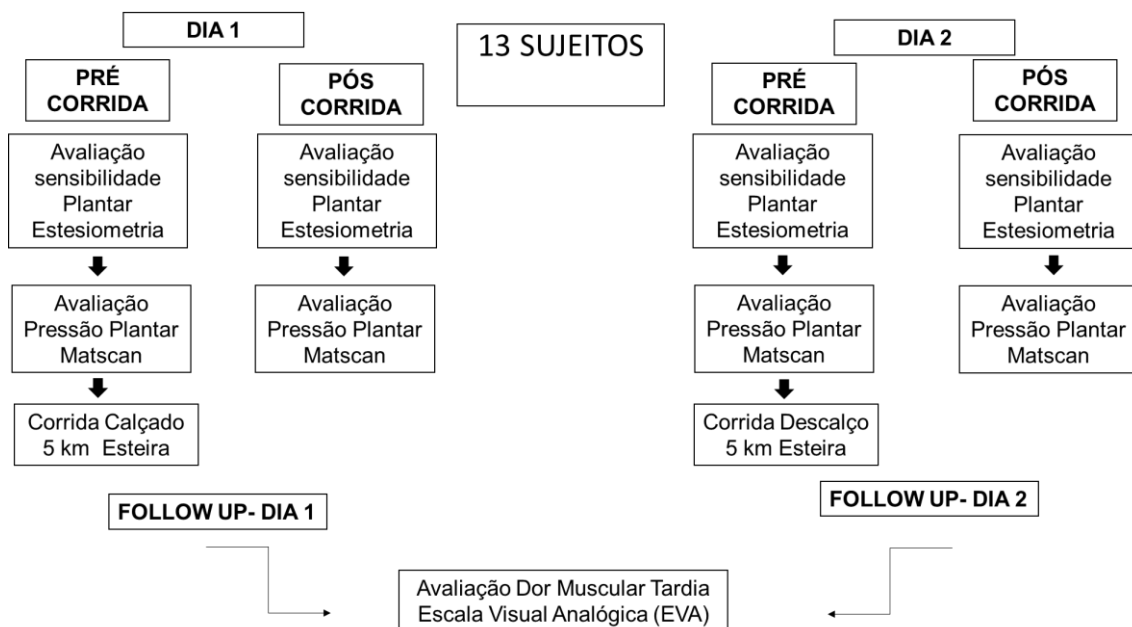


Figura 1. Desenho experimental.

3.3 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão e exclusão foram elaborados de forma a tornar o grupo de participantes o mais homogêneo possível, minimizando possíveis

influências sobre as avaliações que realizadas. Os critérios de inclusão e exclusão considerados no estudo estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Detalhamento dos critérios de inclusão e exclusão para os participantes do estudo.

Critério	Detalhamento
<p>I N C L U S Ã O</p>	<p>Para serem incluídos no estudo, os participantes deveriam estar dentro da faixa etária definida, possuir experiência de corrida em esteira rolante, não ter experiência com corrida descalço, ter liberação médica para exercícios físicos mediante a apresentação de atestado médico datado do último mês no dia dos experimentos, não fazer uso regular de medicamentos controlados que possam interferir no desempenho durante o experimento, e não sofrer de patologia cardiovascular, cognitiva ou neuromuscular clinicamente diagnosticada.</p>
<p>E X C L U S Ã O</p>	<p>Foram condições para exclusão não atender os critérios de inclusão, o não comparecimento no dia das avaliações, o relato de alguma dor nos membros inferiores antes do início das avaliações, lesões agudas e incapacidade de completar o protocolo de avaliação ou relato de qualquer desconforto durante a realização dos experimentos.</p>

3.4 Instrumentos de coleta de dados

No desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Balança profissional mecânica, com estadiômetro, para medidas de massa corporal, com resolução de 0,1 kg, e da estatura corporal, com resolução de 1 cm (Welmy, Santa Barbara do Oeste, São Paulo);
- Câmera digital de vídeo (Panasonic, modelo HDC – HS80, Osaka, Japão);
- Esteira motorizada (Gait trainer 3, Biodex Medical Systems, Inc., EUA).
- Marcadores reflexivos de 14 mm;
- Monofilamentos de nylon (SORRI Bauru, Semmes-Weinstein Monofilaments) para avaliação da sensibilidade plantar;
- Software Kinovea (versão 0.8.15; Joan Charmant & Contrib; França) para avaliação cinemática;
- Sistema de baropodometria (Matscan, Tekscan Inc., Boston, EUA) para determinação da pressão plantar.

3.5 Procedimentos para a coleta de dados

Após a explanação dos procedimentos, riscos de participação no estudo e receber a informação de que a participação no estudo pode ser finalizada em qualquer momento, cada participante fez a leitura e assinou o termo de consentimento livre e esclarecido. Então, foi aplicado o questionário de

anamnese, e na sequência, foram realizadas as avaliações de sensibilidade plantar e da pressão plantar estática na postura em pé. Logo após, foi realizado o protocolo de corrida e simultaneamente foram coletados os dados de cinemática e percepção subjetiva de esforço nos quilômetros 1, 3 e 5. Depois de 48 horas de cada protocolo de corrida, os participantes eram questionados sobre a presença de dor muscular tardia. Em uma visita era realizada a corrida calçada e em outra a descalça, os demais procedimentos permaneceram iguais. Todas as medidas foram realizadas no membro inferior esquerdo dos participantes.

3.5.1 Protocolo de corrida

O protocolo de corrida calçada e descalça foi realizado em uma esteira motorizada (Gait trainer 3, Biodex Medical Systems, Inc., EUA). Em cada um dos dias o participante correu 5 km em velocidade preferida com base em seu ritmo de competição. A velocidade preferida foi determinada antes de iniciar os testes nas condições calçado ou descalço. Para determinar a velocidade preferida os participantes tiveram 8 min para se habituar à esteira e encontrar a sua velocidade preferida. O período de 8 min foi escolhido porque estudos anteriores sobre locomoção humana têm mostrado que a adaptação a uma nova condição de velocidade ocorre dentro deste período (Lavcanska *et al.*, 2005; Schieb 1986). Durante o protocolo de corrida os sujeitos utilizaram seus calçados habituais de corrida, como também nenhuma informação foi fornecida a respeito de padrão de corrida, pisada, ou cadência. As condições foram as

mesmas em todas as situações, realizadas em ambiente com iluminação artificial controlada e uma temperatura entre 18 e 25° C.

3.5.2 Avaliação cinemática

Para avaliação cinemática bidimensional, imagens foram adquiridas no plano sagital, e marcadores reflexivos foram usados para determinação dos ângulos articulares de quadril, joelho e tornozelo, no plano sagital, no momento do contato inicial, e a amplitude de movimento, das articulações do quadril, joelho e tornozelo durante a passada. Os marcadores reflexivos foram colocados logo após a análise de pressão plantar e sensibilidade plantar, com o participante em pé, distribuídos em 7 pontos do lado esquerdo do corpo, sendo eles, cabeça do úmero, trocânter maior do fêmur, cabeça da tíbia, tendão de Aquiles, maléolo lateral, hálux e cabeça do quinto metatarso. Os marcadores foram colocados com fita dupla face e esparadrapo para evitar que descolassem durante o protocolo de corrida. As imagens foram gravadas com frequência de 60 Hz. As variáveis de tempo de apoio e tempo de balanço foram normalizadas pelo ciclo de passada. A frequência da passada e tempo das fases de apoio e de balanço também foram determinados a partir da análise dos vídeos.

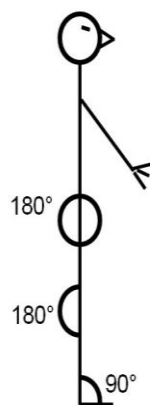


Figura 2. Definição dos ângulos articulares para avaliação cinemática no plano sagital.

3.5.3 Pressão plantar

Um sistema de baropodometria (Matscan, Tekscan Inc., EUA) com 2.288 sensores resistivos (1,4 sensores/cm²) operando a 400 Hz foi posicionado sobre uma superfície plana no solo. A pressão plantar foi registrada na condição estática, a qual recentemente mostrou ser mais sensível a mudanças na pressão e distribuição da pressão após corrida de curta distância (Warne *et al.*, 2014). Esta avaliação exigiu que o participante ficasse em pé durante 30 s olhando para um ponto fixo na altura do nível dos olhos em uma parede distante 2,5 m a frente. Três medidas pré e pós cada protocolo de corrida foram realizadas. Para a análise da pressão plantar, a superfície plantar foi dividida em regiões de antepé, médiopé e retropé, como demonstrado na figura 3, considerando as dimensões de 50%, 19% e 31% do comprimento do pé, respectivamente, segundo BURNS *et al.* (2005). Dados de pressão média e área de contato de cada região do pé foram então normalizados pela massa

corporal e também convertidos em porcentagem de carga total de pressão plantar (Rocha *et al.*, 2014).

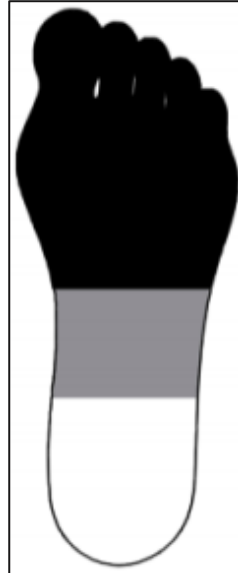


Figura 3. Regiões do pé determinadas para antepé (em preto), médio pé (cinza) e retropé (em branco).

3.5.4 Sensibilidade Plantar

A sensibilidade plantar foi avaliada por estesiometria, utilizando monofilamentos de nylon, de igual comprimento, com diferentes espessuras, produzindo uma pressão padronizada sobre a pele (SORRI Bauru, Semmes-Weinstein Monofilaments). A sensibilidade foi avaliada com os participantes vendados e deitados em uma maca, em posição de decúbito dorsal. A análise foi realizada de acordo com a classificação dos monofilamentos e suas cores: verde e azul: sensibilidade normal; violeta: dificuldade de discriminação de forma e temperatura; vermelho: discreta perda da sensação protetora,

vulnerável a lesões; laranja: leve perda da sensação protetora; rosa: perda da sensação protetora e nenhuma resposta, perda da sensibilidade total. Para permitir a comparação entre as situações, um escore numérico foi estipulado para cada cor (verde = 1, azul = 2, violeta = 3, vermelho = 4, laranja = 5 e rosa = 6). Para a comparação estatística, os escores de sensibilidade foram convertidos para uma escala logarítmica de base 10 (Rocha *et al.*, 2014).

3.5.5 Percepção de esforço

A percepção de esforço foi avaliada através da escala de Borg considerando 10 pontos, onde 0 significava repouso e 10 um o esforço máximo (Borg, 1982). O participante era questionado quanto a percepção de esforço durante a execução do protocolo de corrida, no primeiro, terceiro e quinto quilômetro de corrida.

3.5.6 Dor muscular tardia

A dor muscular tardia (DMT) foi definida de acordo com os critérios propostos pelo *American College of Sports Medicine* (Braun e Sforzo, 2011). A DMT foi considerada moderada quando a percepção reportada foi maior ou igual a 4 de acordo com uma escala visual analógica (EVA) de 0 a 10 (Williams 2001). Se caso algum participante relatasse DMT maior ou igual a 4 na EVA, o mesmo seria conduzido a uma avaliação de fisioterapia padrão para verificar a

causa e a gravidade. Cerca de 48 horas após cada protocolo de corrida os participantes foram contatados a relatar a respeito de dor muscular tardia na região dos gastrocnêmios e sóleo, sendo considerada dor moderada um escore maior ou igual a 4, de acordo com a EVA.

3.6 Análise estatística dos dados

Para análise estatística foi utilizado o software Graphpad Prism. A distribuição paramétrica dos dados foi verificada com o teste de Shapiro Wilk. As variáveis de interesse foram comparadas com teste t pareado entre pré e pós protocolo de corrida, e entre as condições calçado e descalço. Para comparar as medidas entre os diferentes quilômetros de cada condição de corrida e também entre as diferentes regiões do pé, a análise de variância para medidas repetidas com post hoc de Tukey foi realizada. O nível de significância para todas as análises foi de 0,05.

3.7 Aspectos éticos

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Universidade Federal do Pampa (CAAE: 76274117.4.0000.5323), instituição onde todos os experimentos foram desenvolvidos. Para tal, os princípios éticos foram respeitados de acordo com o estabelecido pela legislação do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde que aprova

as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos e que assegura aos indivíduos quatro preceitos básicos: a autonomia, a não maleficência, a beneficência, e a justiça. Os resultados obtidos no estudo serão divulgados em publicações científicas, sendo que os dados pessoais de cada participante, bem como imagens, não serão mencionados e serão mantidos em sigilo.

4 RESULTADOS

Os 5 quilômetros de corrida com calçado e descalço foram realizados na velocidade preferida de cada participante. A velocidade preferida, em média (desvio padrão) foi de 10 (0,7) km/h e os dois protocolos de corrida foram realizados na mesma velocidade para cada participante. Os participantes foram todos homens adultos, com idade média de 29 (2,7) anos, massa corporal de 76 (4) kg, estatura de 1.77 (0,02) m, índice de massa corporal de 24 (1,1) kg/m² e experiência de 3 (1) anos com a prática de corrida.

4.1 Cinemática

As variáveis cinemáticas foram comparadas entre as condições de corrida calçada e descalça. Não houve diferença significativa entre as condições de corrida calçada e descalça em relação a amplitude de movimento de quadril, joelho e tornozelo nos quilômetros 1, 3 e no 5 de corrida (Figura 4).

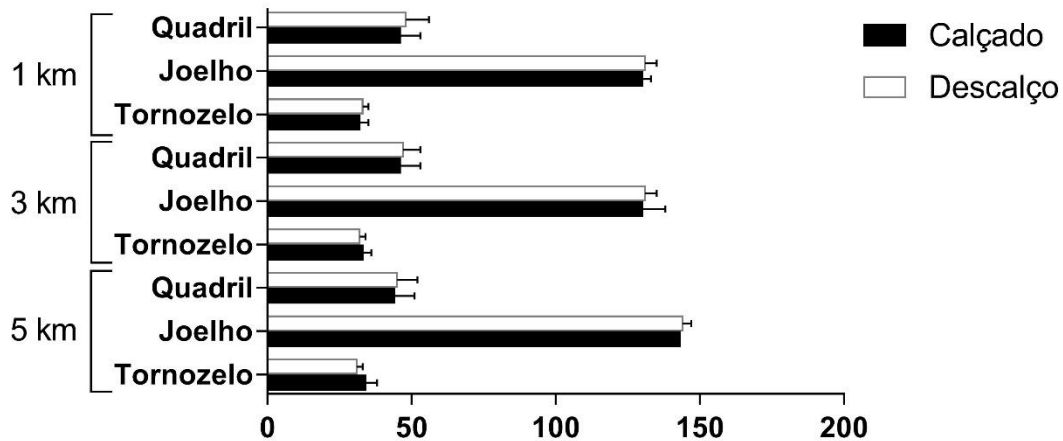


Figura 4. Amplitude de movimento para as articulações do quadril, joelho e tornozelo nos quilômetros 1, 3 e 5 de corrida calçada e descalça.

Os ângulos articulares no momento do contato inicial também foram investigados. Ao longo dos 5 quilômetros de corrida, os ângulos articulares no contato inicial aumentaram para todas as articulações (figura 5). No quilômetro 1 o ângulo no contato inicial foi maior na condição descalça para quadril ($P = 0,008$) e joelho ($P = 0,021$), sem diferenças para o tornozelo ($P = 0,098$). No quilômetro 3 os ângulos foram maiores na condição descalça para joelho ($P < 0,001$) e tornozelo ($P < 0,001$), enquanto que no quadril o ângulo foi menor na condição descalça ($P = 0,022$). Já no quilômetro 5, quadril ($P = 0,003$), joelho ($P < 0,001$) e tornozelo ($P = 0,001$) apresentaram maior ângulo para a condição descalça.

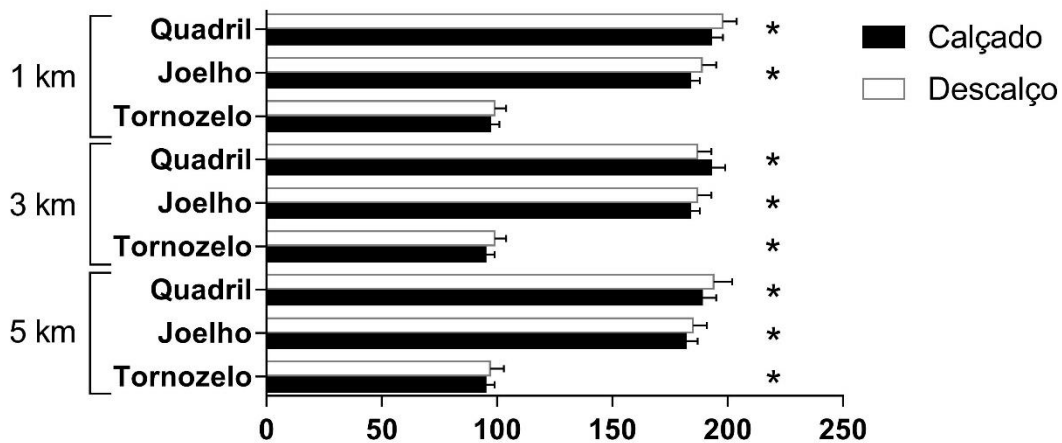


Figura 5. Ângulos articulares no contato inicial para as articulações do quadril, joelho e tornozelo nos quilômetros 1, 3 e 5 de corrida nas condições descalça e calçada. * indica diferença estatisticamente significativa entre as condições calçada e descalça.

A frequência de passada foi maior na condição descalça quando comparadas as duas condições de corrida no quilômetro 1 ($P = 0,001$), 3 ($P = 0,002$) e 5 ($P < 0,001$), conforme mostra a figura 6. O tempo da fase de apoio e de balanço não diferiu entre as condições de calçado na corrida.

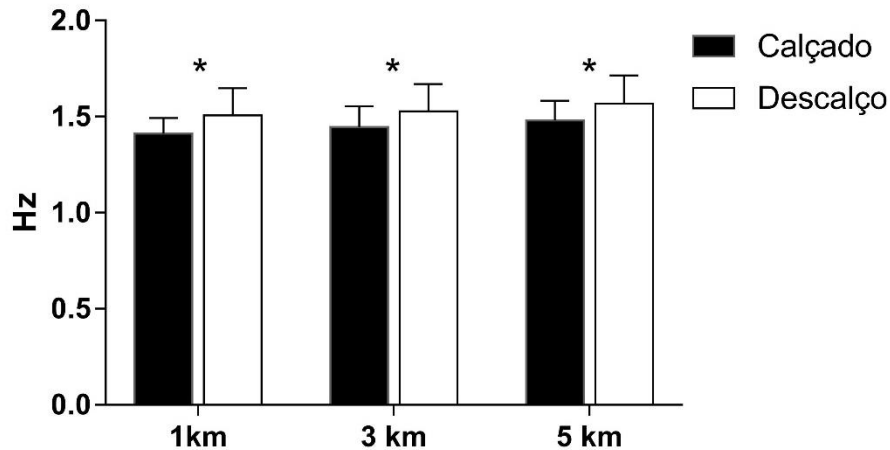


Figura 6. Frequência de passada nos quilômetros 1, 3 e 5 km durante a corrida descalça e calçada. * indica diferença estatisticamente significativa entre as condições calçada e descalça.

4.2 Pressão plantar

A pressão plantar média medida durante a manutenção da postura em pé foi comparada antes e depois da corrida calçada e descalça (Figura 7). A pressão média no antepé foi maior após a corrida tanto na condição calçada ($P = 0,008$) quanto descalça ($P < 0,001$). A pressão média no antepé não diferiu entre a corrida calçada e descalça nas avaliações pré ($P = 0,349$) e pós corrida ($P = 0,193$).

No médiopé, a pressão média foi maior após a corrida tanto na condição calçada ($P = 0,035$) quanto descalça ($P = 0,044$). Na comparação entre as condições calçada e descalça, a pressão no médiopé não diferiu entre as condições de corrida calçada e descalça antes ($P = 0,584$) e depois da corrida ($P = 0,895$).

Na região do retopé, a pressão média não diferiu entre pré e pós corrida na condição calçada ($P = 0,625$), mas aumentou na condição pós corrida descalça ($P = 0,008$). Na comparação entre as condições de calçado, a pressão não diferiu entre calçado e descalço antes ($P = 0,489$) e depois da corrida ($P = 0,124$).

Quando comparamos a pressão média entre as diferentes regiões do pé antes e depois da corrida calçada e descalça, observamos que antes e depois da corrida, tanto calçada ($F = 152$; $P < 0,001$) quanto descalço ($F = 105,60$; $P < 0,001$), a pressão média não diferiu entre as regiões. A distribuição de pressão na avaliação estática não foi alterada pela condição de corrida calçada ou descalça.

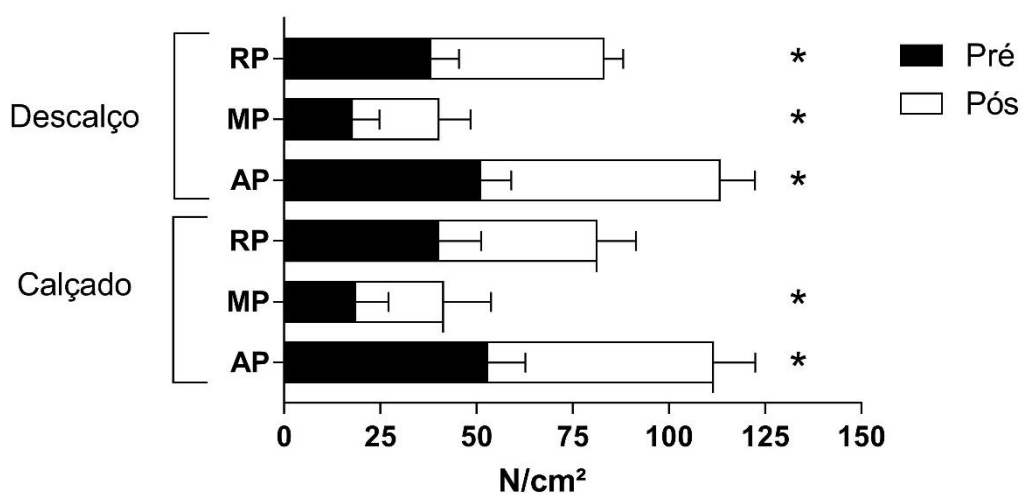


Figura 7. Pressão plantar média nas regiões do antepé (AP), médio pé (MP) e retopé (RP) pré e pós corrida descalça e calçada. * indica diferença estatisticamente significativa entre as condições calçada e descalça.

A área de contato, determinada para o pé inteiro, foi determinada antes e depois de cada condição de corrida (Figura 8). Na comparação entre os momentos pré e pós corrida calçada ($P = 0,005$) e pré e pós corrida descalça ($P < 0,001$) a maior área de contato foi observada após a corrida em ambas as condições. Na comparação entre as condições calçada e descalça antes ($P = 0,082$) e depois da corrida ($P = 0,198$) a área de contato não diferiu.

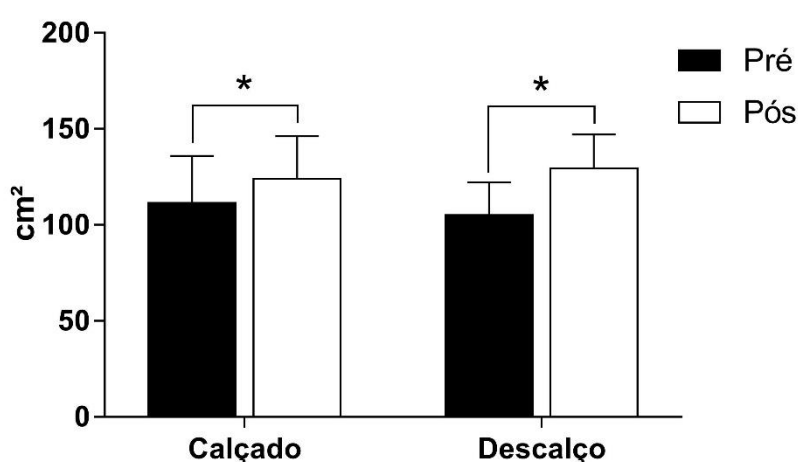


Figura 8. Área de contato determinada para o pé inteiro antes pré e pós corrida calçada e descalço. * indica diferença estatisticamente significativa entre pré e pós.

4.3 Sensibilidade plantar

A sensibilidade plantar nas regiões do antepé, médiopé e retropé foi comparada entre as duas condições de corrida descalça e calçada, antes e depois dos 5 quilômetros de corrida (figura 9). A sensibilidade da região do antepé aumentou após a corrida, na condição calçada ($P = 0.006$) e na

condição descalça ($P = 0.006$), mas não diferiu entre as condições calçada e descalça para as medidas feitas antes ($P = 0.923$) e para as mesmas condições medidas depois dos 5 quilômetros de corrida ($P = 0.657$).

A sensibilidade da região do mediopé não diferiu pré e pós corrida na condição calçada ($P = 0.137$), mas aumentou após a corrida descalça ($P = 0.018$). Na comparação entre as condições de corrida calçada e descalça pré corrida, a sensibilidade no mediopé não diferiu entre as condições calçada e descalça ($P = 0.999$) apenas depois da corrida ($P = 0.327$).

A sensibilidade da região do retropé não diferiu após a corrida na condição calçada ($P = 0.137$) e descalça ($P = 0.069$), e também não diferiu entre as condições calçada e descalça para as medidas feitas antes ($P = 0.520$) e depois da corrida ($P = 0.257$).

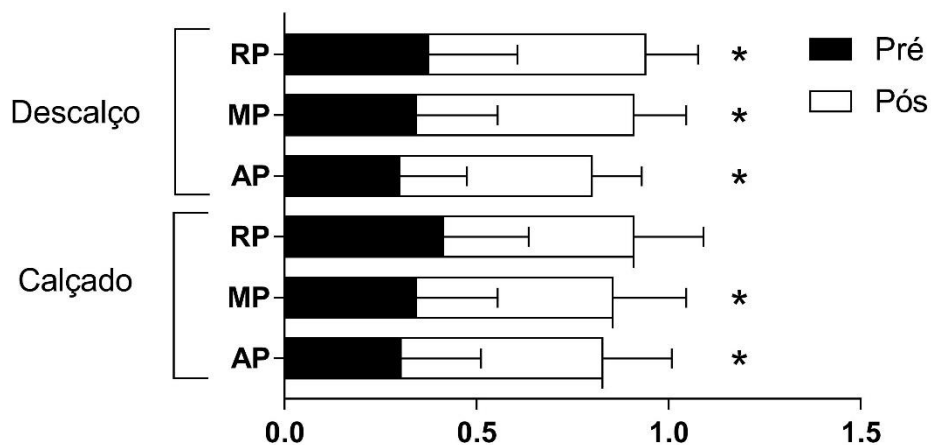


Figura 9. Sensibilidade plantar nas regiões do antepé (AP), mediopé (MP) e retropé (RP) pré e pós corrida descalça e calçada. * indica diferença estatisticamente significativa entre sensibilidade plantar para cada região do pé- antepé (AP), médio pé (MP) e retropé (RP) pré e pós os 5 quilômetros de corrida descalça e calçada.

4.4 Percepção subjetiva de esforço

A percepção de esforço foi questionada através do Borg, no 1, 3 e 5º quilômetro de corrida em ambas as condições de corrida descalça e calçada (Figura 10). A Percepção de esforço não diferiu no 1 quilometro ($P = 0,06$), mas diferiu no 3 quilometro ($P = 0,004$) e no 5 quilometro ($P = 0,04$), demonstrando esforço percebido maior na corrida descalça quando comparada a corrida calçada.

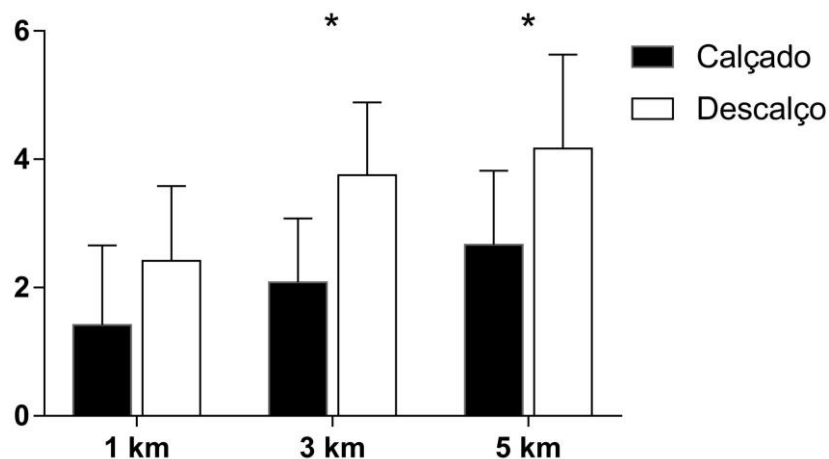


Figura 10. Percepção de esforço nos quilômetros 1, 3 e 5 durante a corrida calçada e descalça. * indica diferença estatisticamente significativa entre a percepção subjetiva de esforço nos quilômetros 3 e 5 entre a corrida descalça e calçada.

4.5 Dor muscular tardia

A dor muscular tardia (Figura 11) foi maior após a corrida descalço ($P < 0.001$).

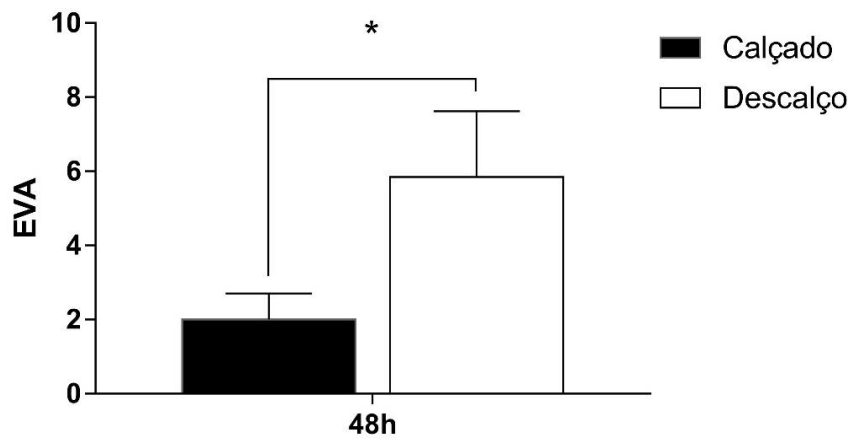


Figura 11. Dor muscular tardia medida pela escala visual analógica (EVA) depois da corrida calçada e descalça. * indica diferença estatisticamente significativa entre a condição calçada e descalça.

5 DISCUSSÃO

Neste estudo tivemos como objetivo determinar as adaptações neuromecânicas agudas nos membros inferiores em resposta à corrida descalça em pessoas fisicamente ativas. Para esta investigação, analisamos variáveis neuromecânicas relacionadas com adaptações agudas na corrida descalça, sendo elas, cinemática (amplitude de movimento, ângulos articulares, cadência e frequência da passadas), pressão plantar (área de contato do pé com o solo e pressão plantar média por região), sensibilidade plantar percepção subjetiva de esforço (através da escala de Borg), dor muscular tardia (através da escala visual analógica). Alguns importantes resultados denotam que a corrida descalça pode repercutir de maneira aguda sobre o desempenho dos membros inferiores, o que pode requerer a atenção de treinadores e fisioterapeutas.

Nossos principais achados sugerem que a corrida descalça tem como adaptação aguda a tendência a mudança de pisada do retropé para antepé. Essa mudança pode repercutir em um maior recrutamento da musculatura de gastrocnêmio e soleo no momento do contato do pé com o solo (picos de impacto) e também na fase de propulsão (fase ativa). Isso pode ter diferentes repercussões. Uma delas diz respeito a maior dor muscular tardia que observamos após a corrida descalça em todos os participantes em nosso estudo. Também, o contato com antepé recebendo maior força devido a abordagem ao solo pode ter determinado mudanças nos ângulos articulares no momento do contato inicial com o solo. Além disso, observamos maior

frequência de passada na condição descalça, o que pode ser entendido como uma estratégia para redução do impacto nas articulações durante a busca da manutenção da velocidade, que era constante e provida pela esteira (Hobara et al., 2012).

Durante a corrida descalço, observamos que alguns ângulos articulares sofreram ajustes durante a corrida quando considerado o contato inicial da fase de apoio. O principal achado foi uma maior extensão de quadril e tornozelo e uma maior flexão do joelho. Amplitudes de movimento durante a passada não diferiram entre as condições de calçado. Já é discutido na literatura que o uso de calçados com amortecimento contribui para a manutenção da estabilidade da coluna lombar e na diminuição do efeito do impacto resultante da força de reação do solo (Ogon et al., 2001). Por outro lado, o corpo tem a capacidade de fazer adaptações funcionais durante os movimentos de corrida. Foi constatado que estas adaptações são mais acentuadas em condição de pés descalços do que calçados, principalmente quando se trata da fase de adaptações agudas (Zekhry et al., 2007; Fleming et al., 2015; Bonacci et al., 2014).

A sensibilidade plantar na região do antepé aumentou após ambas as condições de corrida, calçada e descalça, e também foi maior na região do mediopé após a realização da corrida descalça. Esse aumento na sensibilidade plantar após a corrida, especialmente no mediopé que apresentou resultados particulares à corrida descalça, de certa forma corrobora os achados de Lieberman (2012), que afirma que a utilização de calçados limita a propriocepção, que envolve a resposta sensorial também da superfície plantar do pé, que evoluiu como uma adaptação para detectar e avaliar características

do solo, como irregularidades e tipo de terreno. A sensibilidade plantar tem importante papel para ativar reflexos e ajudar o sistema nervoso central a tomar decisões que ajudam a aumentar a estabilidade e evitar contusões (Nigg et al., 2006). A pressão plantar estática, determinada na postura em pé após a corrida, também apresentou modificações relacionadas com a corrida descalça. Para a região do antepé (AP) e médiopé (MP), a pressão plantar aumentou após a corrida nas duas condições calçada e descalça, mas no retropé (RP) a pressão plantar aumentou apenas após a corrida descalça. A área de contato pé inteiro, determinada na postura em pé, foi maior após a corrida em ambas as condições descalça e calçada. A maior pressão plantar no retropé na manutenção da postura em pé após a corrida descalça pode ter diferentes explicações. Uma possibilidade é que a mudança do padrão de pisada para um contato inicial mais com médio e antepé pode ter contribuído para uma maior fadiga das musculaturas nessas regiões (Rothschild 2012), resultando em uma maior descarga de peso no retropé.

A flexão da articulação do joelho no contato inicial aumentou ao longo do percurso de corrida descalça quando comparada com a corrida calçada. O ângulo de flexão do joelho no contato inicial aumenta a medida que a velocidade da corrida aumenta (Bonacci et al., 2013), mas como em nosso protocolo a velocidade era constante, essa mudança no padrão angular pode resultar da mudança na condição de calçado. Segundo Zekhry et al. (2007), as estratégias de adaptação às demandas mecânicas geradas pelo meio são desencadeadas pela percepção das cargas externas, e a corrida descalça, que era uma novidade para os participantes, pode ter levado a padrões de corrida que talvez buscassem minimizar a percepção de impacto, mudança ângulos

articulares e alterando a condição proprioceptiva e de aceite de carga no mediopé.

Em corredores habituados com calçados de corrida convencionais o impacto inicial no solo é geralmente realizado com o retropé, enquanto que na corrida descalça espera-se que o contato inicial ocorra com o antepé (Lieberman et al., 2010; Lieberman, 2012; Nigg et al., 2012, Squadrone e Gallozzi 2009).

A questão de absorção de impacto na corrida descalça é um dos principais argumentos em favor dessa técnica. O estudo de Utz-Meagher *et al.* (2011) mostraram resultados significativos em relação a redução da força de pico total e dos ângulos articulares no contato inicial do pé apenas 2 semanas de treinamento descalço. Lieberman, um dos principais autores que defende a corrida descalço como uma estratégia de minimizar impactos, e por conseguinte, redução de riscos de lesão, em diferentes estudos discutiu o papel da propriocepção nesse mecanismo. Um estilo de corrida descalço minimiza os picos de impacto, ângulos no contato inicial e aumenta a propriocepção e a força dos pés ajudando a evitar lesões (Tam *et al.*, 2014; Lieberman 2012). Segundo outro estudo de Lieberman *et al* (2010), isto ocorre presumivelmente porque o corredor que assume uma técnica descalça não ajusta seus pés e continuam a aterrissar no calcanhar, expondo-os a taxas de carregamento sete vezes maiores do que quando em sapatos. Contudo, aqui observamos que na primeira sessão já se observa uma mudança espontânea no ângulo articular no contato inicial indicando uma pisada mais com antepé que retropé.

Considerando os nossos resultados, podemos arguir que a corrida descalça não é por si só suficiente para produzir essa suposta redução no risco de lesão sem que seja feita uma transição adequada, que é a implicação clínica lógica do conselho dado aos corredores, podendo aumentar o risco de lesão, e de dor muscular tardia, ainda que de forma transitória (Lieberman *et al.*, 2010). Um dos nossos principais achados é a mudança na dor muscular tardia em resposta a corrida descalça e as alterações que observamos para o mediopé. A atividade do grupo muscular flexor plantar é maior na condição com os pés descalços (Divert *et al.*, 2005), e isso pode ser um fator de risco para tendinopatia de Aquiles se um controle adequado das cargas não for conduzido. Alternativamente, o aumento da atividade muscular pode ser benéfico, pois pode repercutir em maior produção de força e assim ajudar no controlar das forças aplicadas às articulações, já que uma carga excêntrica pode ser também um modo de tratamento/prevenção para a tendinopatia de Aquiles (Jonsson *et al.*, 2008). Divert *et al.* (2005) relataram que a atividade muscular na panturrilha durante a corrida descalça foi significativamente maior do que na corrida calçada.

Lieberman (2010) constatou que, quando corredores calçados habitualmente correm descalços, 83% continuam com o toque de calcanhar, pelo menos durante o período de testes laboratoriais. Em nosso estudo 92% dos sujeitos, continuaram com o toque do calcanhar. Nesta condição (com os pés descalços e o choque do calcanhar), a força de impacto foi 8,6% maior que a calçada, enquanto a taxa de carga foi aproximadamente 700% maior. Assim, a resposta aguda da maioria dos corredores à corrida descalça os expõe a

forças de impacto e taxas de carga significativamente maiores do que quando calçados (Robbins e Hanna, 1987).

As alterações agudas nos membros inferiores durante a transição do uso do calçado para os pés descalços podem refletir a demanda de um esforço adicional dos músculos da panturrilha a fim de se adaptar a uma condição de corrida com menos amortecimento. A maior dor muscular tardia nesses músculos após a corrida descalça suporta essa nossa afirmação e indica uma condição que requer atenção (Jenkins e Cauthon, 2011). Hatala *et al.* (2013) afirmam que um padrão de contato inicial com o retropé pode ser mais dependente de fatores como a velocidade de corrida ou até mesmo a distância, assim como do nível de treinamento e frequência de corrida, do que necessariamente depender apenas do uso de calçados esportivos.

Observamos aumento na frequência de passadas na corrida descalça, assim como foi observado por Lieberman (2012). Esse aumento na frequência de passada contribui para minimizar picos de impacto (Hobara *et al.*, 2012), e existem evidências de que também contribua para minimizar cargas na região do quadril e joelho (Bonacci *et al.*, 2013).

Um dado relevante, mas pouco investigado, para corridas descalças é a percepção de esforço, que influencia os níveis de fadiga. A corrida consiste em contrações musculares repetitivas que inevitavelmente submetem o corpo a um grande esforço e vários níveis de fadiga muscular (incapacidade de manter um determinado nível de produção de força) (Christina *et al.*, 2001; Millet e Lepers 2004). A ação muscular é essencial para dissipar grandes cargas dinâmicas experimentadas na extremidade inferior durante o movimento (Radin 1986). Entretanto, à medida que a fadiga se desenvolve durante a duração do

exercício, o mecanismo neuromuscular de proteção do músculo diminui (Nigg 2001). O exercício em estado de constante esforço e fadiga aumenta o estresse, a tensão e as forças de impacto, particularmente na extremidade inferior. Por exemplo, em outro estudo (Mizrahi *et al.*, 2000) demonstrou que a fadiga influencia a mecânica dos membros inferiores durante a corrida, com contração muscular alterada (aumento do gastrocnêmio e diminuição da atividade tibial anterior), causando desequilíbrios musculares, transferência de energia mecânica entre contrações musculares excêntricas e concêntricas e menor tempo de reação muscular. Além disso, após o constante esforço levando a uma fadiga muscular localizada na musculatura da panturrilha, há padrões significativos alterados de forças de reação do solo e redução da dorsiflexão da articulação do tornozelo durante a corrida (Christina *et al.*, 2001). Todos esses fatores afetam a resiliência do sistema neuromuscular para atenuar consistentemente essas grandes forças. Assim, à medida que a fadiga devida ao esforço se desenvolve, a capacidade de manter os deslocamentos angulares desejados durante a fase de apoio pode ser comprometida e os riscos de lesão podem aumentar. A corrida descalça introduz estresse potencialmente não familiar nos músculos da panturrilha e nas articulações e a fadiga pode exacerbar o risco potencial associado a esses estresses (Dierks *et al.*, 2010), e em nossos participantes a percepção de esforço foi maior em resposta a corrida descalça.

6 CONCLUSÃO

6.1 Conclusões do estudo

Quando corredores recreacionais mudam sua prática habitual de corrida calçada para descalça, ocorrem adaptações neuromecânicas agudas na primeira sessão de corrida descalça. Primeiramente ocorre a mudança na forma de pisada, evidenciada pela tendência a adaptação do padrão de pisada de retopé para antepé, mudando assim a carga e o recrutamento muscular da musculatura da panturrilha (gastrocnêmio e sóleo). Isso causa um aumento considerável de dor tardia nessa região após a corrida descalça. Os ângulos articulares do membro inferior, no contato inicial, muda. Isso parece exigir mais do mediopé, resultando em maior pressão plantar estática no mediopé e maior sensibilidade no mediopé em relação a corrida calçada. A corrida descalça também resulta em maior percepção de esforço, o que pode sugerir um maior grau de fadiga. São necessários mais estudos para descobrir por quanto tempo essas adaptações agudas persistem no treinamento com os pés descalços. Conseqüentemente, a corrida descalça pode não ser imediatamente eficaz, mas pode ser aprendida como uma habilidade.

6.2 Aplicações práticas

Visando um melhor condicionamento e a prevenção de lesões a atletas amadores de corrida de rua e possíveis adeptos da corrida descalça é necessário conhecer as mudanças que ocorrem logo após o início da prática,

para uma possível melhora no seu gesto técnico e fortalecimento muscular. Esse cuidado deve ser feito visando proporcionar melhor adequação a mudança do padrão de pisada de retropé para antepé e para grupos musculares continuamente recrutados e exigidos em um primeiro momento, como a região da panturrilha (gastrocnêmio e sóleo). É possível que esse grupo muscular, em especial, necessite de um plano de treinamento específico, já que está muito envolvido com a atividade da corrida e sofreu um impacto considerável em um primeiro momento.

REFERÊNCIAS

ALMONROEDER T, WILLSON JD, KERNOZEK TW. The effect of foot strike pattern on Achilles tendo load during running. **Annals of Biomedical Engineering** 41(8):1758-1766, 2013.

ALTMAN AR, DAVIS IS Prospective comparison of running injuries between shod and barefoot runners. **Br J Sports Med.** 2016 Apr;50(8):476-80. . Epub 2015 Jun 30.

BENT, L. R.; LOWREY, C. R. Single low-threshold afferents innervating the skin of the human foot modulate ongoing muscle activity in the upper limbs. **J Neurophysiol**, v. 109, n. 6, p. 1614-25, Mar 2013

BERGSTRA S.A., KLUITENBERG B., DEKKER R., BREDEWEG S.W., POSTEMA K., VAN DEN HEUVEL E.R. et al., Running with a minimalist shoe increases plantar pressure in the forefoot region of healthy female runners. **J Sci Med Sport**, 2015, 18 (4), 463–468.2014.06.007.

BONACCI J, SAUNDERS PU, HICKS A, RANTALAINEN T, VICENZINO BG, SPRATFORD W. Running in a minimalist and lightweight shoe is not the same as running barefoot: a biomechanical study. **Br J Sports Med.** 2013;47(6):387-92.

BRAUN W, SFORZO G. Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). Indianapolis: **American College of Sports Medicine** 2011; p. 28-29.

BURNS, J. et al. The effect of cavus on foot pain and plantar pressure. **Clinical Biomechanics**, v. 20, n. 9, p. 877-882, 2005.

CHRISTINA KA, WHITE SC, GILCHRIST LA Effect of localized muscle fatigue on vertical ground reaction forces and ankle joint motion during running. **Hum Mov Sci** 2001;**20**:257–76.

UTZ-MEAGHER, J. NULTY, L. Holt Comparative analysis of barefoot and shod running **Sport Sci Rev**, 20 (2011), pp. 113-130

COWLEY E., MARSDEN J., The effects of prolonged running on foot posture: a repeated measures study of half marathon runners using the foot posture index and navicular height **Journal of Foot and Ankle Research**. 2013 36:20

Daoud A.I., Geissler G.J., Wang F., Saretsky J., Daoud Y.A., Lieberman D.E., Foot strike and injury rates in endurance runners: a retrospective study. **Med Sci Sports Exerc**, 2012,44 (7), 1325–1334.

DIERKS TA, MANAL KT, HAMILL J, et al. Lower extremity kinematics in runners with patellofemoral pain during a prolonged run. **Med Sci Sports Exerc** 2010;

DIVERT C, MORNIEUX G, BAUR H, *et al.* Mechanical comparison of barefoot and shod running. **Int J Sports Med** 2005;**26**:593–8.

E.S. DA ROCHA, Á.S. MACHADO, M.R. KUNZLER, F.P. CARPES Influence of running distance on plantar Pressure **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum** 2014, 16(5):563-569

FLEMING N, WALTERS J, GROUNDS J, FIFE L, FINCH A Acute response to barefoot running in habitually shod males. **Hum Mov Sci.** 2015 Aug;**42**:27-37. Epub 2015 May 15.

GERRARD JM, BONANNO DR. Increasing preferred step rate during running reduces plantar pressure. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.** In press 2017.

GOTTSCHALL JS, Ground reaction forces during run-downs and ascents. **Journal of Biomechanics.** 2005; 38 (3): 445-452.

HATALA KG, DINGWALL HL, WUNDERLICH RE, *et al.* Variation in foot strike patterns during running among habitually barefoot populations. **PLoS ONE** 2013;**8**:e52548.

HARIDAS C, ZEHR EP, MISIASZEK JE: Postural uncertainty leads to dynamic control of cutaneous reflexes from the foot during human walking. **Brain Res** 2005, 1062(1–2):48–62.

HEWETT, T. E.; PATERNO, M. V.; MYER, G. D. Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. **Clin Orthop Relat Res**, n. 402, p. 76-94, Sep 2002.

HOBARA H, SATO T., SAKAGUCHI M, NAKAZAWA K. Step frequency and lower extremity loading during running. **Int J Sports Med** [Internet]. April 2012; 33 (4): 310-3.

JENKINS D.W., CAUTHON D.J., Barefoot Running Claims and Controversies. **J Am Podiatr Med Assoc**, 2011, 101 (3),231–246,

STRAUTS J., VANICEK N.; HALAKI M. Acute changes in kinematic and muscle activity patterns in habitually shod rearfoot strikers while running barefoot. **J Sports Sci** Pages 75-87 | Accepted 22 Mar 2015, Published online: 24 Apr 2015

JOEL T. FULLER, CINTIA R. BELLENGER, DOMINIC THEWLIS, MARGARITA D.TSIOROS, JONATHAN D. BUCKLEY The effect of footwear on running performance and running economy in distance runners **Sports Medicine** March 2015, volume 45, Issue 3, pp 411-412

JONSSON P, ALFREDSON H, SUNDING K, *et al.* New regimen for eccentric calf-muscle training in patients with chronic insertional Achilles tendinopathy: results of a pilot study. **Br J Sports Med** 2008;**42**:746–9

LARSON P, HIGGINS E, KAMINSKI J, et al. Foot strike patterns of recreational and sub-elite runners in a long-distance road race. **J Sports Sci** 2011;29:1665–73.

LAVCANSKA V., NF TAYLOR, AG SCHACHE Familiarization to treadmill running in young unimpaired adults **Hum Mov Sci**, 24 (2005), pp. 544-557.

LIEBERMAN DE. What we can learn about running from barefoot running: an evolutionary medical perspective. **Exerc Sport Sci Rev.** 2012;40(2):63-72.

LIEBERMAN D.E., VENKADESAN M., WERBEL W.A., DAOUD A.I., D'ANDREA S., DAVIS I.S. et al., Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. **Nature**, 2010, 463 (7280), 531–5.

MACHADO, A. S.; BOMBACH, G. D. ; DUYSSENS, J. ; CARPES, FP . Differences in foot sensitivity and plantar pressure between healthy young and elderly. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 63, p. 67-71, 2016.

MCCARTHY, COLM; FLEMING, NEIL; DONNE, BERNARD; BLANKSBY, BRIAN Barefoot Running and Hip Kinematics: Good News for the Knee? **Medicine & Science in Sports & Exercise**: May 2015 - Volume 47 - Issue 5 - p 1009–1016

MCCARTHY C, FLEMING N, DONNE B, BLANKSBY B. 12 weeks of simulated barefoot running changes foot-strike patterns in female runners. **Int J Sports Med.** 2014;35(5):443-50.

MCCLAY, I., CAVANGH, K, Coupling parameters in runners with normal and excessive pronation. **J Appl Biomech**, v. 13, p. 109-124, 1994.

MOORE S.I, DIXON J.S Changes in Sagittal Plane Kinematics with Treadmill Familiarization to Barefoot Running. **Journal of Applied Biomechanics An Official Journal of the International Society of Biomechanics** Volume 30 Número 5, outubro de 2014

MURPHY, K., CURRY, EJ E MATZKIN, Does it Prevent Injuries? **EG Sports Med** (2013) 43:1131

NAKAJIMA T, SAKAMOTO M, TAZOE T, ENDOH T, KOMIYAMA T: Location-specific modulations of plantar cutaneous reflexes in human (peroneus longus muscle) are dependent on co-activation of ankle muscles. **Exp Brain Res** 2009, 195(3):403–412.

NIGG BM, WAKELING JM. Impact forces and muscle tuning: a new paradigm. **Exerc Desporto Sci Rev.** 2006; 29 (1): 37-41.

NIGG BM, The role of impact forces and foot pronation: a new paradigm. **Clin J Sport Med** 2012;11:2–9.

OGON, M. ALEKIEV, A.R SPRATT, K.F.POPE, M.H. SALTZAN, C.L (2001). Footwear affects the behavior of low back muscles when jogging. **International Journal Sports Medicine**. 22(6)414-23.

PERL DP, DAOUD AI, LIEBERMAN DE. Effects of footwear and strike type on running economy. **Med Sci Sports Exerc** 2012;**44**:1335–43.

RADIN EL. Role of muscles in protecting athletes from injury. **Acta Med Scand Suppl**, 1986.

RYAN, M.B; CLEMENT, D.B; MCKENZIE, D.C; LLOYD-SMITH, D.R; ZUMBO, B.D. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. **Br J Sports Med**, v. 36, p. 95-101, 2014.

RICHARDS CE, MAGIN PJ, CALLISTER R. Is your prescription of distance running shoes evidence-based? **Br J Sports Med** 2008;**43**:159–62.

ROBBINS SE, HANNA AM Running-related injury prevention through barefoot adaptations. **Med Sci Sports Exerc** 1987;**19**:148–56.

ROCHA, E. S. D. et al. Obese children experience higher plantar pressure and lower foot sensitivity than non-obese. **Clinical Biomechanics** v. 29, n. 7, p. 822-827, 2014.

ROCHA, E. S. ; MACHADO, A. S. ; KUNZLER, M. R. ; CARPES, FP . Influence of running distance on plantar pressure. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano** (Online), v. 16, p. 563-569, 2014.

ROSSIGNOL S, DUBUC R, GOSSARD JP: Dynamic sensorimotor interactions in locomotion. **Physiol Rev** 2006, 86(1):89–154.

ROTHSCHILD CE. Primitive running: a survey analysis of runners' interest, participation, and implementation. **J Strength Cond Res.** 2012;26(8):2021-6

SCHIEB D.A Kinematic accommodation of novice treadmill runners **Res Q Exerc Desporto**, 57 (1986),pp. 1-7

STRAUTS J, VANICEK N E HALAKI M, Acute changes in kinematic and muscle activity patterns in habitually shod rearfoot strikers while running barefoot **J Sports Sci** Pages 75-87 22 Mar 2015, 24 Apr 2015

SHERRINGTON CS (1910) Flexion-reflex of the limb, crossed extension re-flex, reflex stepping, and standing. **J Physiol** (Lond) 40:28–121.

SQUADRONE R, GALLOZZI C., Biomechanical and physiological comparison of barefoot and two shod conditions in experienced barefoot runners. **J Sports Med Phys Fitness**, 2009, 49 (1), 6–13.

STOLWIJK, N. M., DUYSSENS, J., LOUWERENS, J. W., & KEIJSERS, N. L. (2010). Plantar pressure 307 changes after long-distance walking. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 42308 (12), 2264–2272.

TAM N, ASTEPHEN WILSON JL. Individual Responses to a Barefoot Running Program: Insight Into Risk of Injury. **Am J Sports Med**. 2016 Mar;44(3):777-84. 2016 Jan 7.

TAM N., J.L. ASTEPHEN WILSON, T.D. NOAKES, R. TUCKER Barefoot running: an evaluation of current hypothesis, future research and clinical applications. **Br J Sports Med**, 48 (2014), pp. 349-355.

TAUNTON JE, *et al*. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. **Br J Sports Med** 2002;**36**:95–101.

THOMPSON, C. BELANGER, M. FUNG, J. Effects of plantar cutaneo-muscular and tendon vibration on posture and balance during quiet and perturbed stance. **Hum Mov Sci**, v. 30, n. 2, p. 153-71, Apr 2011.

THOMPSON M.A S.S. LEE J. SEEGMILLER C.P. MCGOWAN Kinematic and kinetic comparison of barefoot and shod running in mid/forefoot and rearfoot strike runners may 2015 volume 41, Issue4, Pages 957-959 **Gait e Posture**.

UTZ-MEAGHER, J. NULTY, L. Holt Comparative analysis of barefoot and shod running **Sport Sci Rev**, 20 (2011), pp. 113-130

VOLPATO, G. L. **Guia prático para Redação Científica.** 2015. 268 ISBN 978-85-64201-07-1.

ZEKHRY, D. BRADINA, K. ACQUESTA, F. SERRÃO, J.C. AMADIO, A.C. (2007). Adaptação à corrida com pés descalços: um estudo preliminar. Laboratório de Biomecânica, Universidad de São Paulo – USP.

WARNE J.P., KILDUFF S.M., GREGAN B.C., NEVILL A.M., MORAN K.A., WARRINGTON G.D., A 4-week instructed minimalista running transition and gait-retraining changes plantar pressure and force. ***Scand J Med Sci Sports***, 2014,24 (6), 964–973.

ANEXOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do projeto:

Adaptações neuromecânicas agudas nos membros inferiores em resposta à corrida descalça

Pesquisador responsável:

Prof. Dr. Felipe Pivetta Carpes

Pesquisadores participantes:

Camila Ceolin da Silva

Instituição: Universidade Federal do Pampa – Unipampa

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Telefone celular do pesquisador para contato (inclusive a cobrar):

(55) 99661 2010

Endereço do pesquisador: Laboratório de Neuromecânica – Campus Unipampa Uruguaiana (sala 511)

Horários de atendimento: segunda à sexta, das 08:00h às 18:00h

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa “**ADAPTAÇÕES NEUROMECÂNICAS AGUDAS NOS MEMBROS INFERIORES EM RESPOSTA À CORRIDA DESCALÇA**”, parte de um projeto de dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação

Física da Universidade Federal de Santa Maria com a colaboração da Universidade Federal do Pampa.

Este projeto tem por objetivo verificar as adaptações neuromecânicas agudas nos membros inferiores, já que para corredores que assumem essa técnica, as maiores dificuldades se dão na fase aguda e em resposta às primeiras sessões de corrida descalço, adaptações biomecânicas e sensoriais agudas podem envolver dor muscular tardia, mas também afetar o funcionamento de órgãos proprioceptores e a própria função neuromuscular pela fadiga e execução de movimentos diferente do padrão até então realizado. Ele se justifica por buscar compreender como essas adaptações agudas podem ajudar a definir melhor como essa técnica de corrida deve ser inserida nas rotinas de corredores que desejam incorporar um estilo de corrida descalço.

Por meio deste documento e a qualquer tempo você poderá solicitar esclarecimentos adicionais sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar. Também poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento, sem sofrer qualquer tipo de penalidade ou prejuízo.

Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, você e o pesquisador rubricarão todas as páginas e assinarão ao final do documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra será arquivada pelo pesquisador responsável. O projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, órgão vinculado à

universidade que tem por finalidade garantir a segurança do participante e a ética de todo o procedimento.

Em nosso projeto o participante realizará os dois protocolos um de corrida calçado e outro de corrida descalço. No protocolo de corrida calçado, o participante correrá calçado durante 5 KM na esteira em ambiente controlado, antes e após o protocolo realizará avaliações de sensibilidade plantar, pressão plantar, durante o protocolo será questionado o seu nível de esforço para executá-lo e após a realização do protocolo será contatado para um follow-up a respeito de dor muscular tardia. No protocolo de corrida descalço, o participante correrá descalço durante 5 KM na esteira em ambiente controlado, antes e após o protocolo realizará avaliações de sensibilidade plantar, pressão plantar, durante o protocolo será questionado o seu nível de esforço para executá-lo e após a realização do protocolo será contatado para um follow-up a respeito de dor muscular tardia. Dessa forma, aceitando participar do projeto você fará visitas regulares, em dias e horários agendados com mais de 15 dias de antecedência, ao laboratório de neuromecânica da Universidade Federal do Pampa para a realização do protocolo de pesquisa.

O protocolo completo vai durar 4 dias. No 1º dia você conhecerá o laboratório e realizará avaliações pré protocolo de corrida calçado, a respeito de pressão plantar dinâmica e estática e sensibilidade plantar, durante os protocolos de corrida serão mensurados a cinemática e a percepção subjetiva de esforço através da escala de Borg. Logo após em um 2º dia serão contatados para um *Follow up* a respeito de dor muscular tardia. No 3º dia realizará avaliações pré

protocolo de corrida descalço, a respeito de pressão plantar dinâmica e estática e sensibilidade plantar, durante o protocolo de corrida descalço, serão mensurados a cinemática e a percepção subjetiva de esforço através da escala de Borg. Logo após em um 4º dia serão contatados para um *Follow up* a respeito de dor muscular tardia.

Durante a realização das atividades da pesquisa você poderá sentir dor ou desconforto muscular após a realização dos protocolos de corrida calçada e descalça, as quais poderão perdurar por até 48 horas. Dentre os benefícios da sua participação nesta pesquisa podemos destacar a contribuição para o conhecimento científico na área e mais especificamente, o recebimento, por sua parte, de relatórios de avaliação do desempenho incluindo informações sobre áreas de maior pressão plantar em seus pés, ângulos articulares durante a corrida, intensidade de exercício, resistência à fadiga, que poderão ser utilizados por você para melhor compreender e, se for caso, aprimorar seu desempenho durante a corrida e junto com seu treinador.

Durante todo o período de realização do projeto, bem como por igual período após o término da sua participação, o pesquisador responsável e os demais pesquisadores participantes prestarão todo o auxílio possível no sentido de lhe orientar como minimizar ou evitar os riscos mencionados neste termo, podendo interromper o protocolo a qualquer momento. Em caso de dor muscular, terão a seu dispor intervenções massoterapêuticas pelo período que for necessário. Estarão os pesquisadores disponíveis para prestar qualquer informação que você julgar necessária. Caso necessário, será garantido o

direito de assistência integral e gratuita, devido a danos decorrentes da participação na pesquisa e pelo tempo que for necessário ao participante. Em caso de você sentir-se lesado de qualquer forma em decorrência de sua participação, ressaltamos que é seu direito buscar indenização.

Para participar deste estudo você não receberá qualquer vantagem financeira, e os custos para sua participação serão ressarcidos. Os gastos necessários para a realização de todos os procedimentos de coleta e análise de dados serão responsabilidade dos pesquisadores.

Seu nome e identidade serão mantidos em sigilo, e os dados da pesquisa serão armazenados pelo pesquisador Felipe Pivetta Carpes. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, entretanto, ele mostrará apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição a qual pertence ou qualquer informação que esteja relacionada com sua privacidade. O material coletado será destruído imediatamente após o fim das análises.

O retorno de sua participação será formalizado por meio da entrega de um portfólio completo da sua participação, com os principais resultados compilados e explicados que você pode arquivar em seus documentos pessoais.

Nome do Participante da Pesquisa / ou responsável:

Assinatura do Participante da Pesquisa:

Nome do Pesquisador Responsável:

Assinatura do Pesquisador Responsável:

Local e data

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/Unipampa – Campus Uruguaiana – BR 472, Km 592, Prédio Administrativo – Sala 23, CEP: 97500-970, Uruguaiana – RS. Telefones: (55) 3911 0200 – Ramal: 2289, (55) 3911 0202. Telefone para ligações a cobrar: (55) 8454 1112. E-mail: cep@unipampa.edu.br

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: BIOMECANICA DA CORRIDA COM CALÇADO E DESCALÇO

Pesquisador: Felipe Pivetta Carpes

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 76274117.4.0000.5323

Instituição Proponente: Fundação Universidade Federal do Pampa UNIPAMPA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.412.274

Apresentação do Projeto:

Correr descalço começa a ganhar popularidade, mas ainda se sabe pouco sobre o processo de adaptação neuromecânica dos membros inferiores a esta técnica de corrida. Para corredores que assumem essa técnica, as maiores dificuldades se dão na fase aguda. Em resposta às primeiras sessões de corrida descalço, adaptações biomecânicas e sensoriais agudas podem envolver dor muscular tardia, mas também afetar o funcionamento de órgãos proprioceptores e a própria função neuromuscular pela fadiga, causando alterações na forma de execução de movimentos diferentes do padrão até então realizado. Compreender parte destas adaptações agudas pode ajudar a definir melhor como essa técnica de corrida deve ser inserida nas rotinas de corredores que desejam incorporar um estilo de corrida descalço. Neste estudo buscamos determinar as adaptações agudas nos membros inferiores em resposta à corrida descalça. A sensibilidade plantar, senso de posição articular, pressão plantar e ativação muscular serão comparadas entre condições de corrida com e sem calçado. Este projeto está registrado no SIPPEE UNIPAMPA sob número 20170605172038.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Determinar as adaptações neuromecânicas agudas nos membros inferiores após a realização de

Endereço: Campus Uruguaiana BR 472, Km 592
Bairro: Prédio Administrativo - Sala 23 - Caixa CEP: 97.500-970
UF: RS **Município:** URUGUAIANA
Telefone: (55)3911-0202 **E-mail:** cep@unipampa.edu.br

corrida descalça.

Objetivo Secundário:

Determinar parâmetros cinemáticos e compará-los entre condições de corrida calçado e descalço. Determinar parâmetros de ativação neuromuscular e compará-los entre condições de corrida calçado e descalço.

Determinar o senso de posição e amplitude de movimento articular e compará-lo entre condições de corrida calçado e descalço. Avaliar a pressão plantar e compará-la após as condições de corrida calçado e descalço. Avaliar a dor muscular tardia e compará-la após as condições de corrida calçado e descalço.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O sujeito poderá sentir dor ou desconforto durante a corrida na esteira tanto com calçado como descalço e também poderá sentir dor muscular tardia ou desconforto nos membros inferiores após corrida. Nesse caso, a fisioterapeuta pesquisadora da equipe realizará manobras de analgesia e dará orientações para a plena recuperação. Reitera-se que esses são desconfortos que podem ser sentidos, e são similares ao experimentado após a realização de qualquer sessão de exercício de corrida. Os demais procedimentos de avaliação envolvem apenas manutenção da postura em pé e por isso não envolvem riscos, como na avaliação de pressão plantar, onde o sujeito permanecerá em ortostatismo por 30 segundos em cima de um tapete. Na avaliação da sensibilidade plantar, o participante pode sentir cócegas nos pés. Durante a colocação dos marcadores reflexivos, permanecendo em posição ortostática, a pele sobre local será previamente higienizada com álcool nos locais onde os marcadores serão colocados. Os sujeitos deverão interromper imediatamente seu treinamento em casos de dor ou desconforto, recebendo atendimento fisioterapêutico caso necessário, como massoterapia, alongamentos entre outras técnicas. No caso de acidentes será acionado o serviço de emergência do sistema único de saúde e será garantida a assistência pelos pesquisadores pelo tempo que for necessário.

Benefícios:

Os participantes receberão relatórios de seus resultados que envolvem avaliações de diversos

Endereço: Campus Uruguaiana BR 472, Km 592	
Bairro: Prédio Administrativo - Sala 23 - Caixa	CEP: 97.500-970
UF: RS	Município: URUGUAIANA
Telefone: (55)3911-0202	E-mail: cep@unipampa.edu.br

parâmetros do desempenho de corrida que poderão servir tanto para conhecer seu desempenho, como para embasar escolhas de treinamentos e prevenção de lesões. Também, durante a realização das avaliações, dúvidas e curiosidades que os participantes tenham serão sanadas dentro das possibilidades.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE - OKe

Termo de confidencialidade - ok

Termo instituição coparticipante - dispensado

Recomendações:

Todas as alterações indicadas no parecer 2.391.187 de 21-11-2017 foram atendidas

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há inadequações e ou pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

A entrega de relatórios e responsabilidade do pesquisador.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_938463.pdf	22/11/2017 08:34:31		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_R2.pdf	22/11/2017 08:34:14	Felipe Pivetta Carpes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_R2.pdf	21/11/2017 23:20:37	Camila Ceolin da Silva	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TCF_CAMILA.pdf	18/08/2017 09:20:02	Felipe Pivetta Carpes	Aceito
Projeto Detalhado	PROJETO_REGISTRO_barefoorunning	18/08/2017	Felipe Pivetta	Aceito

Endereço: Campus Uruguaiana BR 472, Km 582

Bairro: Prédio Administrativo - Sala 23 - Caixa CEP: 97.500-970

UF: RS Município: URUGUAIANA

Telefone: (55)3911-0202

E-mail: cep@unipampa.edu.br

Continuação do Parecer: 2.412.274

/ Brochura Investigador	.pdf	09:19:12	Carpes	Aceito
Folha de Rosto	Folha_CEP_Camila.pdf	18/08/2017 09:17:48	Felipe Pivetta Carpes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

URUGUAIANA, 04 de Dezembro de 2017

Assinado por:
JUSSARA MENDES LIPINSKI
(Coordenador)