

Murilo Pires Neves



Efeito das palmilhas biomecânicas na  
força dos membros inferiores e no  
padrão de pisada em corredores  
recreacionais: estudo piloto

Salvador  
2021

**MURILO PIRES NEVES**

**EFEITO DAS PALMILHAS BIOMECÂNICAS NA FORÇA DOS  
MEMBROS INFERIORES E NO PADRÃO DE PISADA EM  
CORREDORES RECREACIONAIS: ESTUDO PILOTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas.

**Orientador: Prof. Dr. Mansueto Gomes Neto**

**Coorientador: Prof. Dr. Cristiano Sena da Conceição**

Salvador

2021

Ficha catalográfica: Keite Birne de Lira CRB-5/1953

Neves, Murilo Pires

Efeito das palmilhas biomecânicas na força dos membros inferiores e no padrão de pisada em corredores recreacionais: estudo piloto./ [Manuscrito]. Murilo Neves Pinto. Salvador, 2021.  
135f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Mansueto Gomes Neto.

Coorientador: Prof. Dr. Cristiano Sena da Conceição.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Salvador, 2021.

1. Corredores. 2. Palmilhas. 3. Padrão de Pisada. 4. IFP-6. 5. Força Muscular. 6. Dinamometria Isocinética. I. Gomes Neto, Mansueto. II. Conceição, Cristiano Sena da. III. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciência da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas. IV. Título

CDD – 612.76 21. ed.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
Instituto de Ciências da Saúde



---

**TERMO DE APROVAÇÃO DA DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO**

**MURILO PIRES NEVES**

**EFEITO DAS PALMILHAS BIOMECÂNICAS NA FORÇA DOS  
MEMBROS INFERIORES E NO PADRÃO DE PISADA EM  
CORREDORES RECREACIONAIS: ESTUDO PILOTO.**

**Salvador, Bahia. 07 de maio de 2021.**

COMISSÃO EXAMINADORA:

DocuSigned by:  
*Mansueto Gomes Neto*

7CD90E8048C54E8

---

PROF DR MANSUETO GOMES NETO (Examinador Interno)

DocuSigned by:  
*Cristiano Sena da Conceição*

9DEFDF65580404

---

PROF DR CRISTIANO SENA DA CONCEIÇÃO (Examinador Interno)

DocuSigned by:  
*Paulo Roberto Garcia Lucareli*

E745A1E4EG0241C

---

PROF DR PAULO ROBERTO GARCIA LUCARELI (Examinador Externo)



Dedico este trabalho à minha esposa Nara, às minhas filhas Maria Júlia e Marina, aos meus pais Alvy e Gleide, e a todos meus familiares, amigos, colegas, voluntários da pesquisa e pacientes que contribuíram com minha jornada, proporcionando-me crescimento pessoal e profissional.

## AGRADECIMENTOS

Chegar à conclusão do curso de mestrado após 18 anos de formação profissional e 13 anos de trajetória acadêmica foi uma jornada desafiadora e enriquecedora que só se tornou possível com a ajuda e o suporte de pessoas fundamentais durante todo esse processo. Agradeço imensamente por todos os exemplos que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal, especialmente:

- Ao professor Mansueto Gomes Neto, orientador desta jornada, pela oportunidade e confiança depositada. Seus ensinamentos foram muito importantes para a consolidação deste trabalho, pelo compromisso e seriedade comigo;
- Ao professor Cristiano Sena, coorientador e grande incentivador, pelo apoio irrestrito e pela competência em todas as contribuições, sempre mantendo a serenidade que torna tudo muito mais leve e transparente;
- À minha esposa Nara, minha parceira e porto seguro, pelas inúmeras oportunidades de crescimento compartilhado, por toda paciência e torcida, pelas expectativas e conquistas da nossa vida e por todo amor que nos une;
- Às minhas filhas Maria Júlia e Marina, razões diárias da minha evolução, pelo aprendizado, pela alegria da presença e pela saudade da ausência (gostaria de me dedicar a vocês todas as horas do meu dia). Estar com vocês enche meu coração e alimenta minha alma de força e esperança;
- Aos meus pais Alvy e Gleide e ao meu irmão Tiago, pelos exemplos, por me proporcionarem os valores mais importantes da minha jornada e pelo apoio incondicional em minha vida;
- Ao meu grande amigo João Paulo, colega de profissão que me acompanhou e me ajudou neste processo, apoiando-me sempre que precisei. Jamais me esquecerei da sua contribuição essencial com as análises dos dados deste trabalho;
- A toda equipe de coleta dos dados do Grupo de Pesquisas em Fisioterapia da UFBA, vocês foram sensacionais e terão minha eterna gratidão. Foi um prazer imensurável tê-los ao meu lado durante este processo;

- Aos voluntários da pesquisa, pela confiança e paciência ao doar seu tempo durante as avaliações que foram fundamentais para a conclusão deste estudo;
- Aos colegas do mestrado, companheiros de jornada, pela parceria. Foi muito gratificante conviver com vocês em cada disciplina e atividade desenvolvida nestes dois anos;
- Aos profissionais Carlos, Célia, Tarcísio e Alyson do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas, que tanto se empenham em ajudar em tudo o que é possível durante esta caminhada;
- A toda equipe de professores do programa de Pós-graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas liderados pelos coordenadores, a professora Ana Caline e o professor Roberto Paulo;
- Aos integrantes da banca examinadora, por dedicarem seu tempo em ler e analisar meu trabalho e contribuir com seus conhecimentos evidenciados em suas importantes sugestões e correções.

A ciência não passa de uma tentativa para dar explicações provisórias para aquilo que a natureza nos coloca de forma sutil.

*Fritjof Capra*

NEVES, Murilo Pires. Efeito das palmilhas biomecânicas na força dos membros inferiores e no padrão de pisada em corredores recreacionais: estudo piloto. 2021. Orientador: Mansueto Gomes Neto. 135f. il. (Dissertação) - Mestrado em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas – Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

## RESUMO

**Introdução:** A prática de esportes, especialmente a corrida recreacional, tem aumentado consideravelmente devido à adesão por um estilo de vida mais saudável. Na corrida, as lesões musculoesqueléticas de membros inferiores são desfechos frequentes, e os pés, por serem a primeira estrutura a receber e a se adaptar às forças de reação ao solo, têm sido alvo de estudos que buscam compreender os mecanismos de lesão e as intervenções focadas na prevenção. Nesse sentido uma abordagem terapêutica é o emprego de palmilhas, entretanto os estudos têm demonstrado resultados controversos, e sua ação nas variáveis biomecânicas não é bem compreendida. **Objetivo:** Verificar o efeito do uso das palmilhas na força muscular dos membros inferiores e no padrão de pisada de corredores recreacionais. **Métodos:** Foram incluídos 134 indivíduos com idade entre 18 e 65 anos, de ambos os sexos, praticantes de corrida há, pelo menos, 4 meses contínuos, sem histórico de lesão nos últimos 3 meses. Desta amostra inicialmente randomizada, apenas 31 corredores concluíram o estudo. Ficaram então configurados o grupo experimento (GE), com 20 participantes que receberam as palmilhas-teste personalizadas, compostas por elementos de ajuste da pisada para substituir a palmilha original do seu tênis usual, e o grupo controle (GC), no qual 11 participantes receberam um par de palmilhas tipo *sham*, planas e fabricadas em EVA com 5mm de espessura e sem qualquer tipo de ajuste. Os participantes foram entrevistados e encaminhados para a coleta do tipo de pisada mediante o Índice de Postura do Pé de 6 itens (FPI-6) e da força muscular isocinética, utilizando um dinamômetro da marca *Biodex System Pro 4*. As variáveis de interesse estudadas foram: tipo de pisada, força muscular de abdutores e adutores de quadril, força muscular de extensores e flexores de joelho e força muscular de inversores e eversores de tornozelo. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal da Bahia, sob o parecer de nº 2.621.166. **Resultados:** Não houve associação significativa relacionada à modificação do tipo de pisada após a introdução das palmilhas. Foram encontradas diferenças significativas nos movimentos da articulação do quadril, com aumento da força muscular entre a avaliação inicial e a final para a abdução direita e a adução direita (GE e GC) e na abdução esquerda (apenas no GE). **Conclusão:** Os resultados sugerem que, apesar do uso das palmilhas não produzirem mudança significativa no tipo de pisada, é notada tendência para neutralização da pisada. Também não houve mudança na capacidade de produzir força muscular do tornozelo e do joelho, porém, foi encontrado incremento de força na região do quadril, em especial do grupo abdutor. Esses resultados devem ser interpretados com cuidado, pois se trata de um estudo piloto com uma amostra reduzida.

**Palavras-chave:** Corredores. Palmilhas. Padrão de pisada. IFP-6. Força muscular. Dinamometria isocinética.

NEVES, Murilo Pires. *Biomechanical insoles effect on lower limb strength and foot posture in recreational runners: pilot study*. 2021. Thesis Advisor: Mansueto Gomes Neto. 135s. ill. (Dissertation) - Master's degree in Interactive Processes of Systems and Organs – Health Science Institute, Federal University of Bahia, Salvador, Brazil, 2021.

## ABSTRACT

**Introduction:** The practice of sports, especially recreational running, has increased considerably due to adherence to a healthier lifestyle. In running, musculoskeletal injuries of the lower limbs are frequent outcomes, and the feet, being the first structure to receive and adapt to the forces of reaction to the ground, have been the subject of studies that seek to understand the mechanisms of injury and interventions focused on prevention. In this sense, a therapeutic approach is the use of insoles, however studies have shown controversial results, and their action on biomechanical variables is not well understood. **Objective:** To verify the effect of using insoles on the strength of the lower limbs and the foot posture of recreational runners. **Methods:** 134 individuals were included, aged between 18 and 65 years, of both sexes, who have been running for at least 4 continuous months, with no history of injury in the last 3 months. Of this initially randomized sample, only 31 runners completed the study. The experiment group (GE) was then configured with 20 participants, who received the personal test insoles made up of foot adjustment elements to replace the original insole of their usual tennis shoes, and the control group (GC), in which 11 participants received a pair of type insoles sham that are flat and made of EVA with 5mm thickness and without any type of adjustment. Participants were interviewed and referred for the collection of the type of step using the 6-item Foot Posture Index (FPI-6) and isokinetic muscle strength using a Biodex System Pro 4. The variables of interest studied were: type of step, muscle strength of abductors and hip adductors, muscle strength of knee extensors and flexors and muscle strength of ankle inverters and eversors. The research was approved by the Research Ethics Committee of the Institute of Health Sciences of the Federal University of Bahia, under opinion No. 2,621,166. **Results:** There was no significant association related to the modification of the type of step after the insertion of the insoles. Significant differences were found in the movements of the hip joint, with increased muscle strength between the initial and final assessment for the right abduction and right adduction (EG and CG) and in the left abduction (only in the EG). **Conclusion:** The results suggest that, although the use of insoles does not produce a significant change in the type of step, there is a tendency to neutralize the step. There was also no change in the muscular strength profile of the ankle and knee, but an increase in strength was found in the hip region, especially in the abductor group. These results should be interpreted with caution as this is a pilot study with a small sample.

**Keywords:** Runners. Insoles. Foot posture. FPI-6. Muscle strength. Isokinetic dynamometry.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

CONSORT – *Consolidated Standards of Reporting Trials*

DP – Desvio Padrão

EVA – Etil Vinil Acetato

FPI – *Foot Posture Index*

FPI-6 – *6-item Foot Posture Index*

GC – Grupo Controle

GE – Grupo Experimento

IC – Intervalo de Confiança

ICS-UFBA – Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia

IDM – Índice de Deficiência Muscular

IMC – Índice de Massa Corporal

IPP – Índice de Postura do Pé

IPP-6 – Índice de Postura do Pé na versão com 6 itens

PAC – Pavilhão de Aulas do Canela

ReBEC – Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UTN – *Universal Trial Number*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Comparação entre as fases dos ciclos de marcha e de corrida	19
<b>Figura 2</b>	Estruturas do retopé, mediopé e antepé ilustradas em vistas superior, lateral e posterior	21
<b>Figura 3</b>	Ligamentos do complexo tornozelo-pé em vistas medial, lateral, posterior, coronal esquerda, superior lateral e superior medial	22
<b>Figura 4</b>	Pronação e supinação provocadas pelas rotações medial e lateral da tíbia	23
<b>Figura 5</b>	Movimentos de pronação e supinação em cadeia cinética aberta e fechada	23
<b>Figura 6</b>	O conceito do ângulo Q	25
<b>Figura 7</b>	As principais forças que atuam sobre a patela	25
<b>Figura 8</b>	Os músculos do quadril	26
<b>Figura 9</b>	Lesões mais frequentes em corredores	27
<b>Figura 10</b>	Palmilhas dos grupos experimento (GE) e controle (GC)	41
<b>Figura 11</b>	Gráficos de acompanhamento da força muscular isocinética dos movimentos de abdução e adução do quadril nas avaliações inicial e final	47
<b>Figura 12</b>	Gráficos de acompanhamento da força muscular isocinética dos movimentos de extensão e flexão do joelho nas avaliações inicial e final	47
<b>Figura 13</b>	Gráficos de acompanhamento da força muscular isocinética dos movimentos de eversão e inversão do tornozelo nas avaliações inicial e final	48



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Características sociodemográficas, antropométricas e relacionadas ao treino dos corredores recreativos	44
<b>Tabela 2</b>	Variáveis qualitativas descritivas do tipo de pisada dos corredores recreativos nas avaliações inicial e final conforme FPI-6	45
<b>Tabela 3</b>	Modificação das variáveis qualitativas descritivas do tipo de pisada dos corredores recreativos nas avaliações inicial e final conforme FPI-6	45
<b>Tabela 4</b>	Mudanças da força muscular isocinética nas avaliações isocinéticas inicial e final dos grupos controle e experimento	46

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	16
1.2	OBJETIVOS	17
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>18</b>
2.1	BIOMECÂNICA DO CICLO DE CORRIDA	18
<b>2.1.1</b>	<b>Biomecânica do pé</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Biomecânica do tornozelo</b>	<b>22</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Biomecânica do joelho</b>	<b>24</b>
<b>2.1.4</b>	<b>Biomecânica do quadril</b>	<b>25</b>
2.2	RISCO DE LESÃO EM CORREDORES	26
2.3	IMPORTÂNCIA DO PADRÃO DE PISADA E DAS PALMILHAS EM CORREDORES	29
2.4	PAPEL DOS MÚSCULOS DO MEMBRO INFERIOR DURANTE A CORRIDA	31
<b>2.4.1</b>	<b>Influência dos músculos que atuam sobre o quadril durante a corrida</b>	<b>31</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Influência dos músculos que atuam sobre o joelho durante a corrida</b>	<b>31</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Influência dos músculos que atuam sobre o tornozelo e o pé durante a corrida</b>	<b>32</b>
2.5	AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE PISADA	33
2.6	AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR DOS MEMBROS INFERIORES	34
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>37</b>
3.1	ASPECTOS ÉTICOS	37
3.2	DESENHO DO ESTUDO E LOCAL	37
3.3	POPULAÇÃO E AMOSTRA	37
<b>3.3.1</b>	<b>Critérios de inclusão, não-inclusão e exclusão</b>	<b>38</b>
3.4	PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS PARA A COLETA DE DADOS	38
<b>3.4.1</b>	<b>Coleta de dados demográficos e índice de morbidade referida</b>	<b>38</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Coleta da postura do pé</b>	<b>38</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Coleta de força muscular isocinética</b>	<b>39</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Etapas de avaliação e reavaliação do estudo</b>	<b>40</b>

3.5	ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	42
4	<b>RESULTADOS</b>	44
5	<b>DISCUSSÃO</b>	49
6	<b>LIMITAÇÕES DO ESTUDO</b>	52
7	<b>CONCLUSÃO</b>	53
	<b>REFERÊNCIAS</b>	54
	<b>APÊNDICES</b>	62
	<b>APÊNDICE A</b> – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	63
	<b>APÊNDICE B</b> – Cartaz de convite para participar do estudo	68
	<b>APÊNDICE C</b> – Dados demográficos	69
	<b>APÊNDICE D</b> – Ficha de Pontuação do FPI-6	70
	<b>APÊNDICE E</b> – Material suplementar 1 com a “Descrição dos corredores recreativos que concluíram todas as etapas da pesquisa com a devida identificação e suas características sociodemográficas, antropométricas e relacionadas ao treino.”	71
	<b>APÊNDICE F</b> – Artigo elaborado em coautoria, tratando do objeto desta pesquisa, intitulado “A dominância de membros interfere no equilíbrio de força muscular do joelho de corredores recreacionais?”	72
	<b>APÊNDICE G</b> – Artigo elaborado em coautoria, tratando do objeto desta pesquisa, intitulado “ <i>Effects of foot orthoses on pain and for the prevention of lower limb injuries in runners: systematic review.</i> ”	77
	<b>APÊNDICE H</b> – Artigo elaborado em coautoria, tratando do objeto desta pesquisa, intitulado “Efeito das palmilhas biomecânicas na força dos membros inferiores e no padrão de pisada em corredores recreacionais: estudo piloto.”	102
	<b>ANEXOS</b>	124
	<b>ANEXO A</b> – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa para Seres Humanos do ICS-UFBA	125
	<b>ANEXO B</b> – Índice de Morbidade Referida	131
	<b>ANEXO C</b> – Índice de Postura do Pé (FPI-6)	132

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a prática de esportes no Brasil tem aumentado consideravelmente devido à adesão por um estilo mais saudável que busca a melhora na qualidade de vida, na saúde e no bem-estar físico e mental. Soma-se a esse fato a indicação, por parte de grandes organizações de saúde, de atividades físicas de longa duração e moderada intensidade como recurso para prevenir doenças crônicas<sup>1</sup>.

Nesse cenário, o estudo da marcha e da corrida vem sendo alvo constante dos diferentes centros de pesquisas esportivas com o objetivo de investigar as repercussões biomecânicas do membro inferior em corredores<sup>2-4</sup>. Diante dessa perspectiva, o complexo tornozelo-pé é uma das estruturas mais sobrecarregadas, já que entra em contato com o solo e transfere a energia do impacto para estruturas ascendentes<sup>3,4</sup>.

Aparentemente, o tipo de pisada associada aos estudos indica que o aumento da pronação e supinação do pé altera a mecânica dos membros inferiores, que, associada aos movimentos de repetição da caminhada e corrida, contribui com o aumento da incidência de lesão em corredores<sup>5,6</sup>. Esse quadro é a base conceitual que orienta intervenções terapêuticas por intermédio da recomendação de palmilhas, tênis e exercícios terapêuticos<sup>7-9</sup>.

Dentre as recomendações clínicas mais comumente utilizadas, estão as palmilhas personalizadas, as palmilhas pré-fabricadas e as palmilhas simulação ou *sham*. A avaliação mais minuciosa para a prescrição de palmilhas surge para atender às demandas morfológicas da superfície plantar de cada indivíduo, oferecendo uma customização de acordo com o tamanho e os contornos adequados dos elementos do pé. Isso torna esse tipo de palmilha com relações biomecânicas específicas mais indicada para queixas e lesões<sup>10-12</sup>. Essas palmilhas biomecânicas focam no controle do movimento da articulação subtalar<sup>13,14</sup> e são reconhecidas como eficaz método de prevenção de lesão ligada ao esporte<sup>15,16</sup>. Existem ainda as palmilhas posturais, também conhecidas como proprioceptivas, que contam com elementos bem finos e que, na maioria dos casos, não trabalham com elementos no antepé.

Os tênis de corrida são classificados com base em suas características de estabilidade e amortecimento. O tênis com controle de movimento - ou *motion control* - visa a reduzir a pronação e aumentar a estabilidade e eficiência propulsiva do pé. Já o tênis de corrida com amortecimento - ou *cushioned* - visa a reduzir o impacto e aumentar o movimento do pé. E o tênis neutro fornece alguma estabilidade adicional em comparação com o tênis *cushioned*<sup>17</sup>. Em relação ao efeito dos tênis, em um ensaio clínico prospectivo publicado em 2016, foi

encontrada menor taxa de lesão em um prazo de 6 meses, em corredores que usaram tênis de controle do movimento para pisada pronada<sup>18</sup>.

Desenvolvido em 2006<sup>19</sup>, o *Foot Posture Index* (FPI) surgiu devido a uma necessidade clínica para avaliar as variações de postura do pé de forma rápida e confiável. Esse instrumento apresenta um sistema de pontuação aplicável às três regiões do pé (retropé, mediopé e antepé) que, ao ser somado, indica o tipo de pisada: neutra, pronada ou supinada<sup>19-21</sup>. Inicialmente elaborado com oito critérios predefinidos, o FPI passou a adotar seis critérios (versão FPI-6) após seu processo de validação, tornando-se um instrumento muito utilizado para a indicação de palmilhas por proporcionar um resultado simples e mensurável<sup>20,21</sup>.

Outro aspecto associado às lesões em corredores, geralmente como evento predisponente, é o desequilíbrio de força dos músculos do membro inferior<sup>22-23</sup>. As relações de equilíbrio muscular estão associadas aos picos de torque para proporcionar estabilidade estática e dinâmica das articulações. A relação de equilíbrio muscular reflete um menor gasto energético durante a corrida e, conseqüentemente, aumento de rendimento com menor risco de lesão<sup>22,23</sup>. Justamente por essa característica, nos últimos anos, os protocolos para o treinamento de equilíbrio muscular dos membros inferiores têm sido utilizados para prevenir lesões em corredores fisicamente ativos e saudáveis<sup>23,24</sup>.

Nesse contexto, a avaliação da força muscular é um aspecto que deve ser abordado em estudos que busquem apontar o real efeito de intervenções, como o uso da palmilha e a repercussão no padrão de pisada. Para esse fim, o método padrão-ouro é a dinamometria isocinética, na qual o indivíduo faz um esforço muscular máximo ou submáximo que se acomoda à resistência do aparelho<sup>25-27</sup>.

Diante do exposto, percebe-se a necessidade de estudar mais profundamente os efeitos das palmilhas nas variáveis cinético-funcionais, como força muscular e padrão de pisada em praticantes de corrida.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A compreensão sobre os mecanismos associados à parâmetros cinético-funcionais em corredores é uma das partes mais importantes da abordagem terapêutica, pois permite que haja a correta implementação de recursos tanto para prevenção quanto para a reabilitação de desportistas. Diversos fatores podem contribuir para que lesões ocorram, desde alterações musculoesqueléticas e biomecânicas até o uso de materiais inadequados para a respectiva prática desportiva. Identificar quais fatores são os reais causadores dessas lesões é um dos

grandes desafios, por isso que se torna extremamente relevante avaliar e associar os tipos de pisadas, as características articulares e musculares dos membros inferiores e a sintomatologia dos atletas, e como esses aspectos influenciam tanto o gestual esportivo quanto a qualidade de vida desses indivíduos.

## 1.2 OBJETIVOS

### **Objetivo geral**

– Verificar o efeito do uso das palmilhas na força dos músculos dos membros inferiores e no padrão de pisada de corredores recreacionais.

### **Objetivos específicos**

– Realizar uma revisão sistemática sobre os efeitos de palmilhas no controle de movimento e na melhora da dor em corredores recreacionais;

– Definir o perfil clínico e sociodemográfico em uma amostra de corredores recreacionais da cidade de Salvador-Bahia;

– Descrever o tipo de pisada e a força muscular isocinética dos membros inferiores em corredores recreacionais;

– Verificar se existe associação entre o tipo de pisada e a força muscular isocinética em corredores recreacionais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse referencial teórico, serão abordados os principais tópicos relacionados à biomecânica da corrida, os riscos de lesão em corredores, a influência do padrão de pisada e do uso das palmilhas nos corredores, o papel dos músculos do membro inferior durante a corrida, a avaliação do padrão de pisada e a avaliação da força muscular dos membros inferiores. Para isso, foram consultadas as seguintes bases de dados: Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Scholar, Pubmed e Mendeley, abrangendo o período de 1987 a 2020, com predominância das pesquisas publicadas nos últimos 5 anos, utilizando-se como descritores: corredores, palmilha, dinamometria isocinética, força muscular de membros inferiores, FPI-6, padrão de pisada, e seus correspondentes em inglês e espanhol.

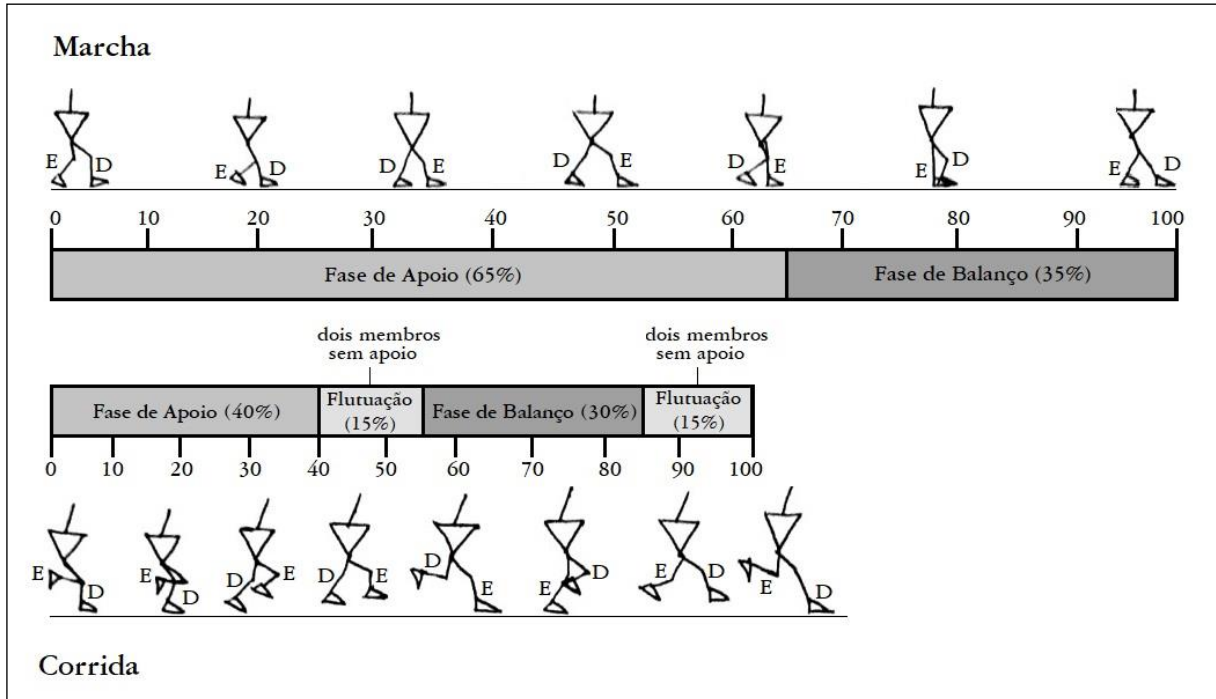
### 2.1 BIOMECÂNICA DO CICLO DE CORRIDA

O estudo da biomecânica da corrida exige a compreensão das estruturas e funções das extremidades inferiores. Ainda que as qualidades anatômicas e funcionais não sejam idênticas entre os indivíduos, existem muitas semelhanças compreendidas no ciclo de corrida e na capacidade de correr<sup>3</sup>. A adequada biomecânica de corrida envolve movimentos sincronizados de todos os componentes da cadeia cinética. O pé serve como elo entre a superfície de apoio e o restante dessa cadeia, facilitando as outras estruturas do membro inferior ou sendo afetado de forma compensatória. Portanto, é essencial entender a biomecânica ao longo de toda a cadeia cinética e que, além do pé, o tornozelo, o joelho e o quadril compõem as estruturas anatômicas que exercem grande influência na biomecânica de corrida<sup>4,28</sup>.

Importante também mencionar que o ciclo de corrida é diferente do ciclo de marcha. No ciclo de marcha, temos duas fases principais: a fase de apoio, com o membro inferior em contato com o solo, e a fase de balanço, em que o membro inferior se desloca sem apoiar-se no solo. Durante a corrida, surge uma fase adicional de flutuação, que ocorre duas vezes entre a fase de apoio e a fase de balanço. Essa fase se caracteriza pelo momento do ciclo em que as duas extremidades inferiores não estabelecem contato com o solo. Na caminhada, a fase de apoio ocupa aproximadamente 65%, e a fase de balanço, em torno de 35% do ciclo. Já durante a corrida, as fases de balanço entre as extremidades inferiores sobrepõem-se, mantendo

oscilação em um ou dois membros durante aproximadamente 60% do ciclo e gerando a fase de flutuação, que corresponde a dois instantes de 15% do ciclo de corrida (Figura 1)<sup>3,28-30</sup>.

**Figura 1-** Comparação entre as fases dos ciclos de marcha e de corrida.



Fonte: Autoria própria.

Conforme a velocidade de corrida se eleva, há uma porcentagem ainda menor do ciclo na fase de apoio. A base de suporte corporal diminui, induzindo rotações no quadril, e as forças de reação do solo aumentam aproximadamente duas vezes o peso corporal, trazendo maior risco de lesões para os membros inferiores. Além disso, a corrida requer uma maior amplitude de movimento das articulações dos membros inferiores e exige uma quantidade maior de contração muscular por causa das forças de impacto mais elevadas. Tal aspecto faz com que essa prática exija maior desempenho e equilíbrio entre os grupos musculares, visando minimizar a fadiga e o risco de lesões<sup>3,30-32</sup>.

Nesse contexto, destaca-se a existência de diferenças no padrão de corrida relacionadas com a idade. Corredores com idade mais avançada reduzem sua velocidade de corrida, seu comprimento do passo e, conseqüentemente, aumentam a cadência (número de passos por minuto). Esses parâmetros estão associados com uma menor flexão de joelho e de quadril, provocando menor excursão do membro inferior, e costumam apresentar-se reduzidos em 13% entre 20 e 60 anos e em 20% aos 80 anos. Essa redução de parâmetros afeta muito mais a biomecânica de tornozelo e pé quando comparado ao quadril e joelho<sup>33-35</sup>.



Com relação ao gênero, corredores femininos exibem uma biomecânica de quadril e joelho diferente em comparação com corredores masculinos. Na fase de apoio, as corredoras tendem a rodar externamente o joelho e flexionar um pouco mais, aduzir e rodar internamente o quadril para melhor absorver impactos. Com a pelve anatomicamente mais alargada, as corredoras tendem a aumentar a base de suporte e diminuir a velocidade, gerando um aumento em torno de 10% na cadência<sup>36,37</sup>.

Outro fator importante, observado em corredores, revela que a biomecânica corporal não sofre interferência da dominância dos membros. A falta de interação entre as características musculares, mais notadamente a força e a taxa de fadiga, indica que os membros dominantes e os não dominantes possuem comportamento simétrico<sup>38-40</sup>.

Finalmente, considerando a possibilidade de transferência de energia observada no ato de correr, também é possível entender que as manifestações biomecânicas não se restringem apenas aos membros inferiores. A pelve se conecta com o tronco e com os membros superiores a fim de impulsionar o corpo para frente<sup>4,28,37,41,42</sup>.

### **2.1.1 Biomecânica do pé**

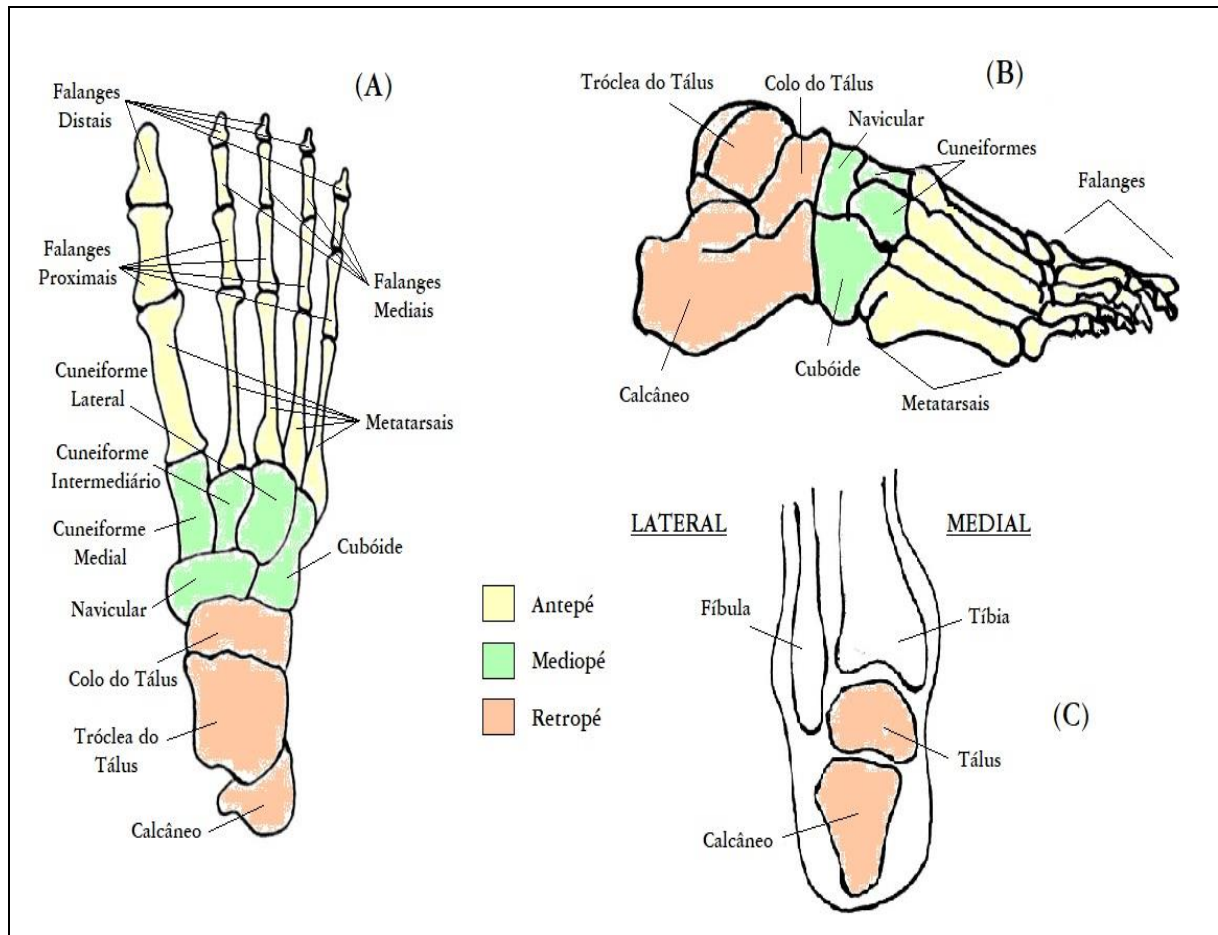
Durante a corrida, o pé exerce um mecanismo adaptativo complexo, amortecendo o corpo, adaptando-o às superfícies irregulares e alavancando-o para propulsão. Esse mecanismo envolve a consciência de posicionamento das articulações e o equilíbrio corporal para gerar movimentos cíclicos precisos. Por ser a estrutura anatômica diretamente envolvida com a base de suporte, torna-se importante uma ampla compreensão do seu papel anatômico<sup>43</sup>.

O pé é essencialmente uma estrutura óssea, tendinosa e ligamentar que, diferentemente de outras estruturas funcionais do membro inferior, não possui controle muscular intrínseco. Portanto, os músculos que compõem os pés têm pouco efeito sobre sua biomecânica, já que esta é controlada funcionalmente pelos tendões de músculos originários da porção distal das coxas e das pernas<sup>44</sup>.

Funcionalmente, o pé pode ser dividido em retropé, mediopé e antepé, sendo composto de 26 ossos e 55 articulações, que são interconectadas por ligamentos e músculos. Entre todas essas articulações, a subtalar tem a maior superfície deslizante, situando-se entre o tálus superiormente e o calcâneo inferiormente. Durante o movimento normal do pé, o deslocamento rotacional é muito importante e controlará tanto a supinação quanto a pronação, sendo que uma grande parte desses movimentos ocorre na articulação subtalar<sup>43,44</sup>.

O retropé é composto pelos ossos calcâneo e tálus (Figura 2). O calcâneo é o maior osso do pé e suporta o peso de três superfícies superiormente, onde encontra-se a articulação subtalar. A porção superior do tálus, estreita posteriormente, articula-se com a tíbia, tornando essa articulação relativamente instável. Em qualquer margem do tálus, há uma superfície articular lisa para os maléolos<sup>28,44,45</sup>.

**Figura 2-** Estruturas do retropé, mediopé e antepé ilustradas em vistas superior (A), lateral (B) e posterior (C).



Fonte: Autoria própria.

O mediopé é composto por cinco ossos (Figura 2), formando uma massa compacta e arqueada, que define o arco transversal do pé. Inclui o navicular medialmente, os três ossos cuneiformes medial, intermediário e lateral, e o cuboide lateralmente<sup>44</sup>.

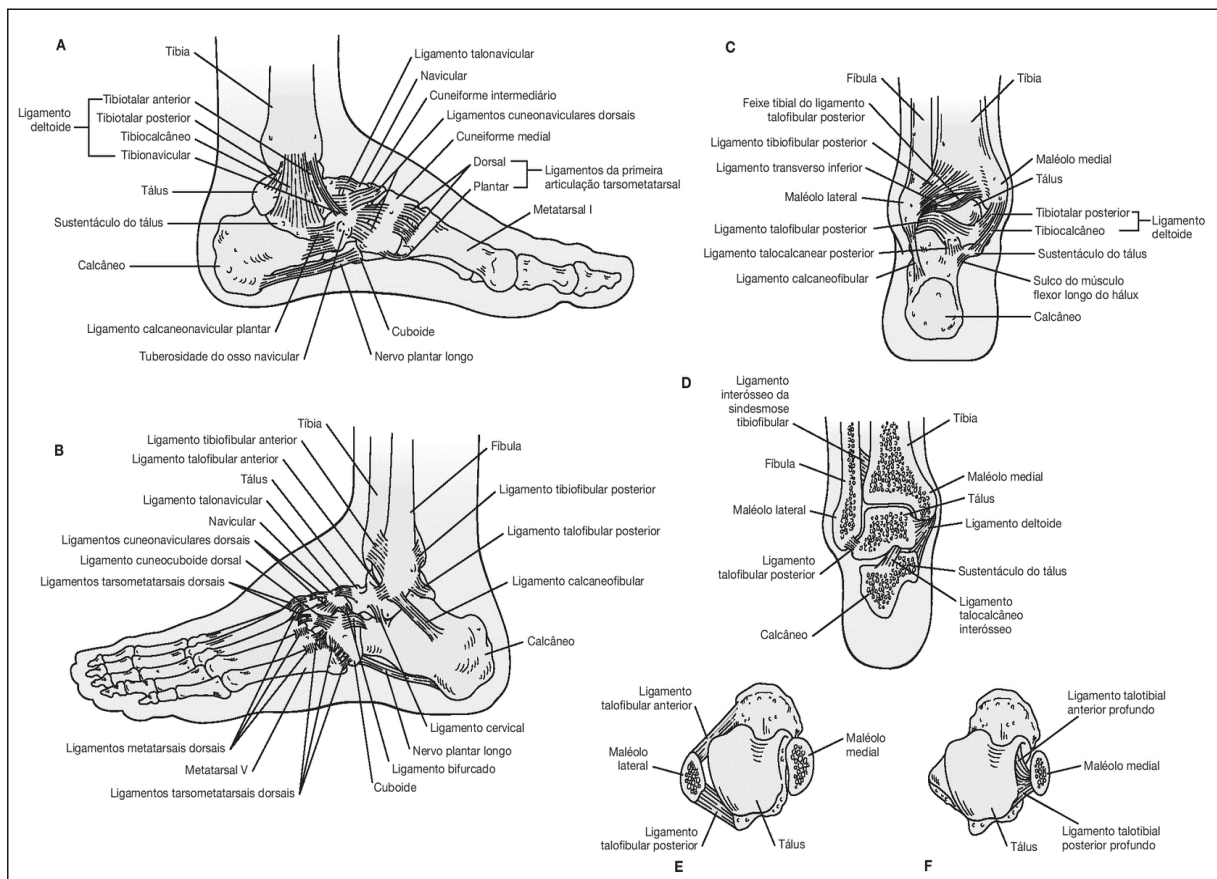
Os ossos do antepé são compostos pelos metatarsos e pelas falanges (Figura 2). Há uma relativa imobilidade do segundo metatarso em sua extremidade proximal, favorecendo a maior movimentação do hálux e dos dedos mais laterais<sup>44,45</sup>.

### 2.1.2 Biomecânica do tornozelo

A biomecânica da corrida é orientada pelas articulações das extremidades inferiores e, particularmente, determinada pela ação do complexo tornozelo-pé. Essa ação basicamente não se modifica na corrida em linha reta ou em aclives e declives rasos<sup>28,46</sup>.

As articulações do tornozelo, da perna e do pé, embora analisadas individualmente, agem como grupos funcionais da porção terminal da cadeia cinética. Os ligamentos que formam esse complexo tornozelo-pé (Figura 3) possuem a capacidade de distribuir e dissipar as diferentes forças que atuam no corpo através do contato com o solo<sup>4,29</sup>.

**Figura 3-** Ligamentos do complexo tornozelo-pé em vistas (A) medial, (B) lateral, (C) posterior, (D) coronal esquerda, (E) superior lateral e (F) superior medial.



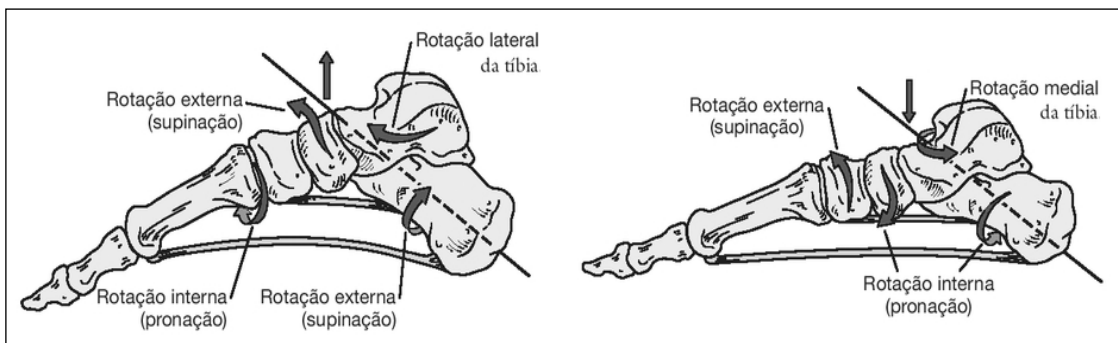
Fonte: Magee<sup>29</sup>.

A maioria dos praticantes de corrida faz o contato inicial com o solo através do retropé com o tornozelo dorsiflexionado em aproximadamente 5°. Logo após esse contato com a superfície, ocorrem alguns graus de plantiflexão, seguidos por 15 a 20° de dorsiflexão. Completando a fase de apoio, o tornozelo volta a realizar uma plantiflexão até 35° antes de sua saída da superfície, perfazendo uma amplitude média de movimento de aproximadamente

45°. Nesse período, a ação muscular sobre o tornozelo para suporte do peso traz implicações práticas no design do tênis de corrida, visando maior controle dos movimentos de pronação e supinação<sup>4,28,45</sup>.

A pronação e supinação do pé e do tornozelo são movimentos triplanares que causam movimentação obrigatória em toda cadeia cinética do membro inferior. A tíbia, ao realizar rotação medial, associa-se à pronação e, ao rodar lateralmente, está vinculada à supinação (Figura 4)<sup>29,42</sup>.

**Figura 4-** Pronação e supinação provocadas pelas rotações medial e lateral da tíbia.

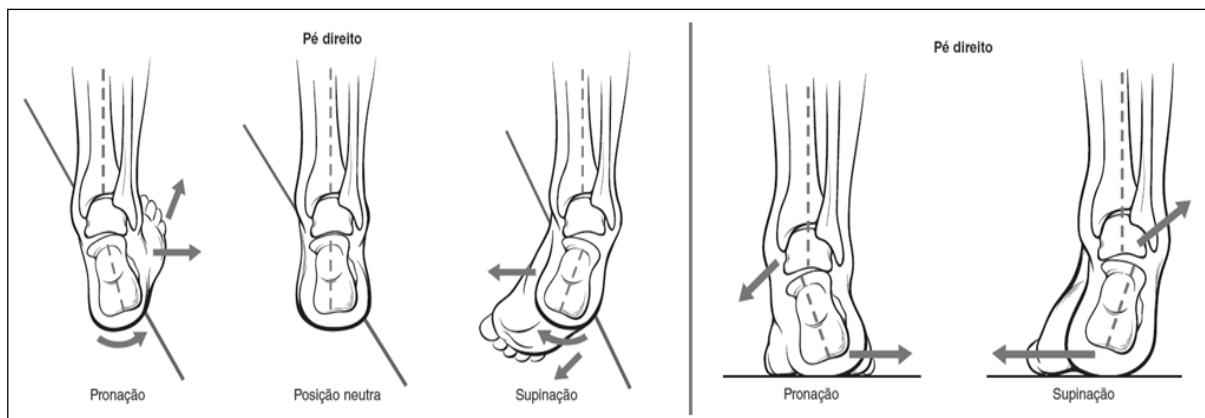


Fonte: Magee<sup>29</sup>.

A pronação também envolve a dorsiflexão do tornozelo, eversão subtalar e abdução de antepé. E a supinação é ainda composta dos movimentos de plantiflexão do tornozelo, inversão subtalar e adução de antepé<sup>4</sup>.

Esses movimentos triplanares (Figura 5) são facilmente notados em cadeia cinética aberta quando o complexo tornozelo-pé se encontra fora do contato com o solo, e a tíbia tende a rodar. Já com o apoio do pé, cadeia cinética fechada, a pronação e a supinação ocorrem através do peso do corpo com a tíbia rodando e agindo sobre o tálus<sup>4,45</sup>.

**Figura 5-** Movimentos de pronação e supinação em cadeia cinética aberta (à esquerda) e fechada (à direita).



Fonte: Hamill, Knutzen, Derrick<sup>45</sup>.

A articulação subtalar possui três faces articulares, e à medida que seu eixo articular se horizontaliza, os movimentos de eversão e inversão ficam mais pronunciados, permitindo uma movimentação mais complexa, apesar de previsível<sup>4</sup>. Dessa forma, a subtalar controla o suporte de peso, transmitindo os vetores de força para o mediopé e o antepé, o que determina um pé mais flexível ou mais rígido durante a fase de apoio. À medida que o pé avança pela fase de apoio desde o contato inicial até o apoio terminal, passa de uma eversão subtalar (pronação), que requer um pé mais flexível, capaz de absorver o choque, para uma inversão subtalar (supinação) com configuração rígida, necessária para a propulsão<sup>4,45</sup>.

### 2.1.3 Biomecânica do joelho

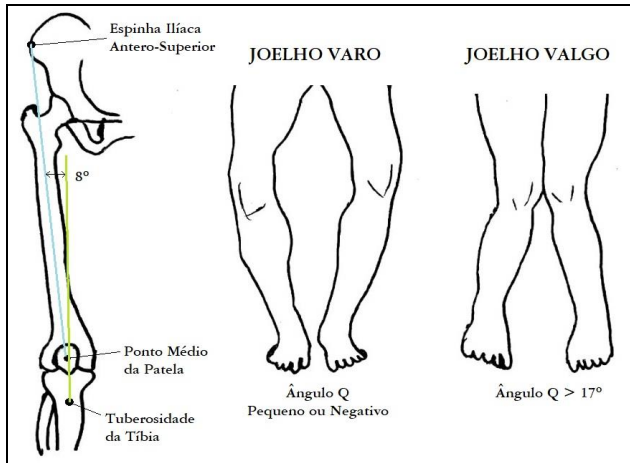
A biomecânica do joelho permite realizar flexão e extensão com pequenos movimentos de rotação e deslizamento que geralmente ocorrem por congruência das superfícies ósseas. Durante o início da fase de apoio do ciclo de corrida, o joelho não está totalmente estendido, e sim flexionado em torno de 10°. Esse é um mecanismo natural de proteção contra impactos. Com o início do suporte do peso, outros 20 a 30° de flexão ocorrem à medida que a força de impacto no solo é amortecida. Embora essas forças de impacto no solo se acentuem com o aumento da velocidade de corrida, ainda não foi estabelecida uma relação clara entre a flexão do joelho e a velocidade. Já na segunda metade da fase de apoio, começa a ocorrer extensão não apenas do joelho, mas também do quadril. O joelho não fica em completa extensão na parte final do apoio, mantendo-se flexionado entre 15 e 20°<sup>28,43</sup>.

O pico de flexão do joelho, durante a fase de apoio da corrida, pode ocorrer em momentos ligeiramente distintos para diferentes corredores, estando próximo de 45° normalmente. Em um corredor que demonstre um pico de flexão consideravelmente menor que 45°, isso pode sugerir uma rigidez do joelho com baixa absorção de choque, tornando-o mais vulnerável a lesões. Da mesma forma, situações que gerem aumento de flexão do joelho durante a fase de apoio podem estar relacionadas com fraturas por estresse tibial<sup>42</sup>.

Outro ponto importante a ser destacado sobre a anatomia funcional do joelho é o conceito de ângulo Q (Figura 6), que determina a eficiência de funcionamento do quadríceps. Esse é o ângulo entre os eixos longos do fêmur e da tíbia, que varia de 10° a 14° para homens e de 15° a 17° para mulheres por causa da pelve mais larga. Já que esse ângulo representa a tensão atuante sobre a articulação, qualquer valor acima de 17° é considerado excessivo e

pode ser chamado de joelho valgo (*genu valgum*). Um ângulo muito pequeno ou negativo desenvolve um arqueamento e é reconhecido como joelho varo (*genu varum*)<sup>44,45</sup>.

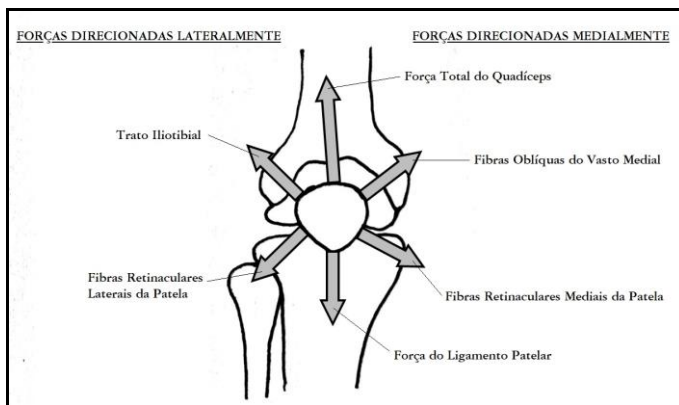
**Figura 6-** O conceito do ângulo Q.



Fonte: Autoria própria.

Embora o aumento do ângulo Q não seja suficiente para causar lesões em corrida, pode refletir uma biomecânica anormal do membro inferior, sobrecarregando a região patelofemoral e causando uma alteração na dinâmica patelar (Figura 7)<sup>29,45</sup>.

**Figura 7-** As principais forças que atuam sobre a patela.



Fonte: Autoria própria.

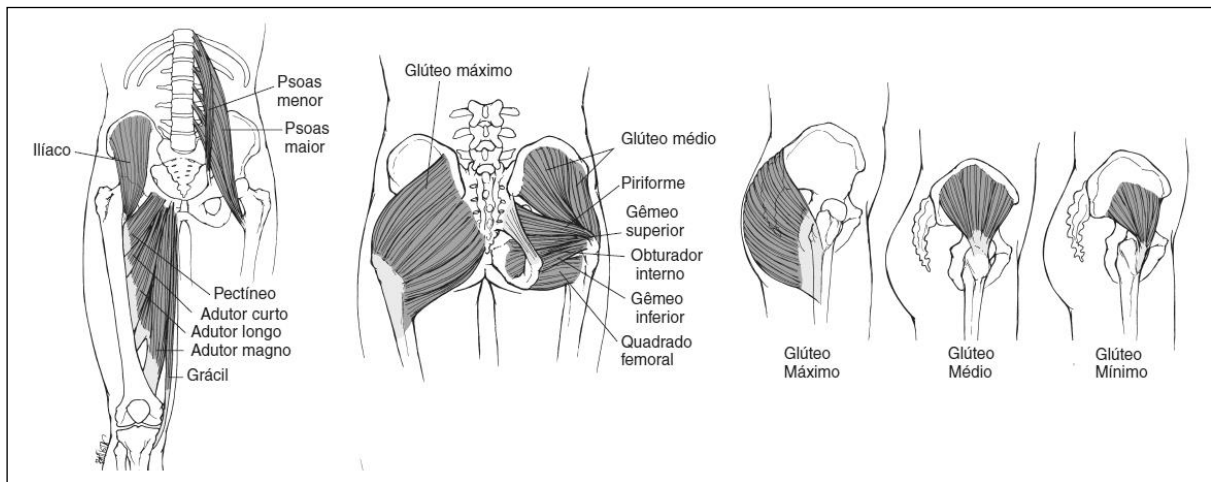
### 2.1.4 Biomecânica do quadril

A articulação do quadril possui movimentação livre para flexão, extensão, abdução, adução, rotação interna, rotação externa e circundação. Na corrida, no início da fase de apoio, o quadril encontra-se flexionado entre 25 e 30°, e pouco modificará no instante imediatamente após o contato inicial. No meio da fase de apoio, o quadril, juntamente com o joelho, começa

a se estender, e essa extensão continuará até a propulsão, quando atingirá 20°. À medida que a velocidade de corrida aumenta, haverá maior força propulsiva, e essa extensão do quadril pode aumentar em mais 5°<sup>28,43</sup>.

No corredor recreativo, é muito comum a existência de uma redução na extensão do quadril, que normalmente está associada com encurtamento do músculo iliopsoas, formado por íliaco, psoas maior e psoas menor (Figura 8). Ainda assim, é possível que uma menor extensão esteja associada com outras características da forma individual de correr. Corredores lentos apresentam menor extensão de quadril quando comparados com corredores rápidos, que possuem a passada mais longa. Essa menor extensão está comumente associada ao aumento da cadência e à redução da flutuação<sup>28,42</sup>.

**Figura 8-** Os músculos do quadril.



Fonte: Hamill, Knutzen, Derrick<sup>45</sup>.

A biomecânica alterada que envolve a adução e a abdução do quadril também é alvo de atenção devido à forte associação encontrada entre o surgimento de lesões e os desequilíbrios de força vinculados a esses movimentos. Existem evidências que indicam o aumento da adução do quadril provocado pela fraqueza da musculatura abdução durante a fase de apoio da corrida. Esse fato está diretamente relacionado com o aumento do ângulo Q em valgo e vem sendo considerado um significativo fator de risco para o desenvolvimento de dor patelofemoral e de fratura por estresse tibial em corredores<sup>38,47,48</sup>.

## 2.2 RISCO DE LESÃO EM CORREDORES

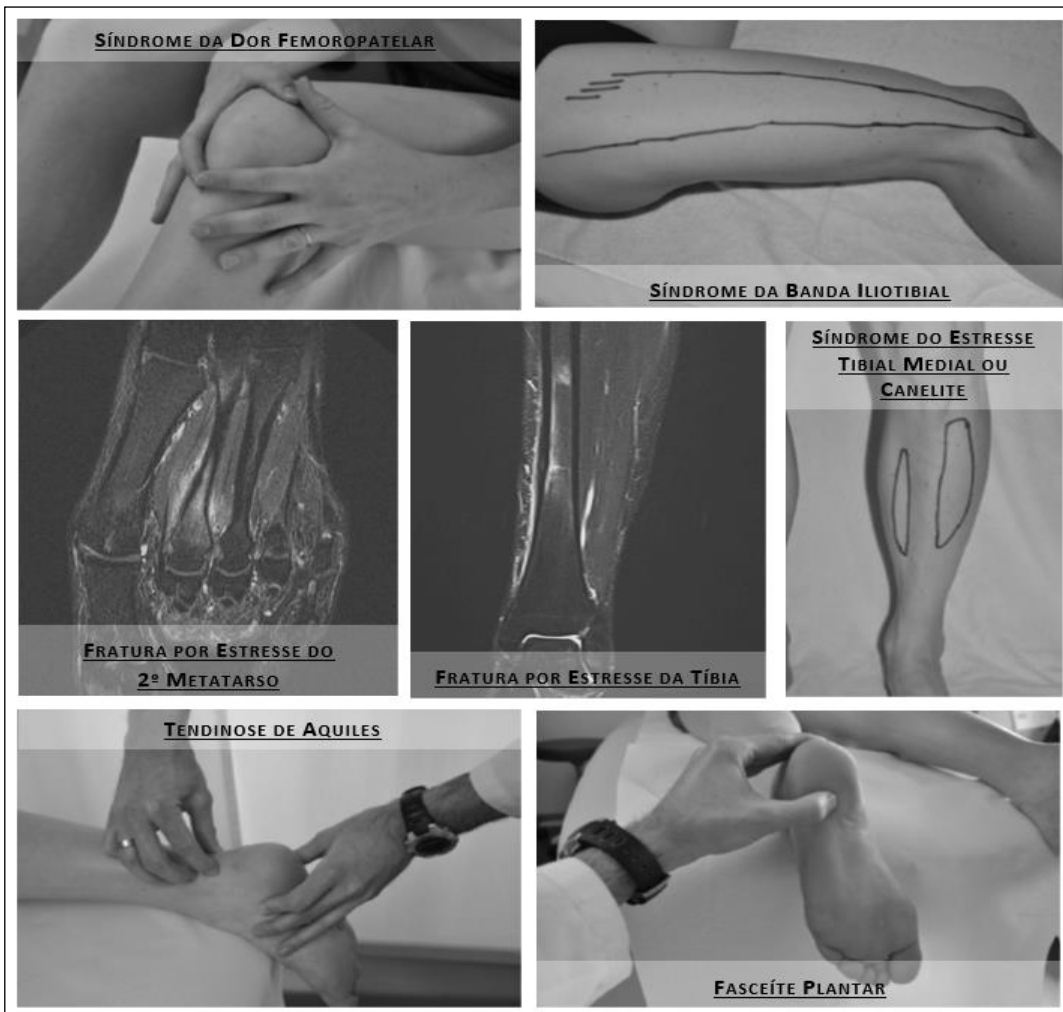
A corrida é uma prática esportiva bastante comum nas mais diversas camadas populacionais e traz efeitos positivos para a saúde física e mental das pessoas. Ainda que o ato

de correr seja uma maneira eficaz de melhorar a saúde, também é uma atividade associada a um alto risco de lesões. Essas lesões ocasionadas pela prática excessiva de corrida tornaram-se mais prevalentes, especialmente para corredores recreativos<sup>49-52</sup>. Diversos estudos apontam que entre 50% e 70% dos corredores regulares relatam ter mais de uma lesão por ano, a maioria causada pela prática esportiva excessiva<sup>49,53,54</sup>.

Uma compreensão do padrão de corrida permite à equipe multidisciplinar reconhecer diferentes mecanismos de lesão e orienta a abordagem adequada e a prevenção das lesões que comumente afetam os corredores<sup>4,52</sup>. O excesso de peso corporal, o elevado volume de treino semanal e o uso de calçados inadequados também contribuem para um alto risco de lesões<sup>49,55</sup>.

Dentre as lesões mais frequentes em corredores (Figura 9), destacam-se as fraturas por estresse, a dor femoropatelar, a dor na banda iliotibial, a síndrome do estresse tibial medial também conhecida como canelite, a tendinopatia de Aquiles e a fascíte plantar<sup>16,49,52,55-57</sup>.

**Figura 9-** Lesões mais frequentes em corredores.



Fonte: Imagens Adaptadas de Tschopp, Brunner<sup>49</sup>.



Lesões no quadril são menos comuns, porém sabe-se que os músculos abdutores do quadril permanecem ativos durante todo o ciclo de corrida e ajudam a estabilizar a articulação para potencializar a ação dos músculos que agem sobre o joelho<sup>55,58</sup>.

O joelho é a articulação mais comumente lesionada em corredores devido às falhas na capacidade de absorção de choque, independentemente da distância percorrida. A força muscular, o bom equilíbrio entre músculos agonistas e antagonistas que agem sobre o joelho, e a ausência de desequilíbrios entre os membros são frequentemente citados como um aspecto de proteção contra lesões. A síndrome da dor femoropatelar é apontada como a principal e a mais frequente causa de dor na região frontal do joelho. As lesões da musculatura posterior da coxa, também frequentes, são tipicamente agudas e caracterizadas por uma dor repentina. Outra manifestação lesiva bastante frequente é a síndrome da banda iliotibial, que provoca dor na porção lateral próxima ao joelho<sup>49,50,54,55,58</sup>. Dores na região da canela, também chamadas de síndrome do estresse tibial medial ou canelite, podem ocorrer com a prática de corrida e são associadas a quadros de periostite e fraqueza muscular do tibial posterior, sóleo e flexor longo dos dedos. A atividade repetitiva em superfícies rígidas com uso vigoroso da musculatura que impulsiona o pé surge como a principal causa para esse tipo de lesão. Geralmente, são aliviadas com o descanso e podem estar vinculadas à mudança repentina da superfície ou da quilometragem de corrida. Essa condição lesiva deve ser investigada e diferenciada de outras lesões mais graves, como as fraturas por estresse da tibia<sup>49,55,56</sup>.

O treinamento para corrida, principalmente de longa distância, aumenta o risco de desenvolver fraturas por estresse. Essas fraturas normalmente acontecem na tibia (mais comum), no osso navicular, nos metatarsos (geralmente o segundo ou terceiro) e no sacro (mais raras). Ocorrem como resultado de um treinamento mal planejado em intensidade e em quilometragem associado à prática em superfícies irregulares, com calçados inadequados e com pouca flexibilidade corporal. A introdução de órteses em calçados de corredores, ainda que seja capaz de reduzir o risco dessas lesões, deve ser conduzida com cautela devido à súbita modificação biomecânica<sup>55,57</sup>.

As lesões ocorridas nos pés e tornozelos são as mais comumente relatadas por corredores de longa distância e maratona<sup>49,54-56</sup>. A tendinite de Aquiles ocorre devido à má mecânica do retopé, levando ao aumento da torção dolorosa do tendão. A dor é frequentemente observada com aumento da velocidade de corrida e, por essa razão, é uma lesão comum em muitas modalidades esportivas, mas é particularmente prevalente em corredores. Quando associada a um espessamento do tendão, pode sugerir uma ruptura parcial

ou uma predisposição à ruptura total. O combate à pronação excessiva e a utilização de palmilhas flexíveis com elevadores de calcanhar ajudam a aliviar o quadro algico<sup>24,49,55,59</sup>.

A fascíte plantar, dor na região plantar do pé, tem sido descrita como um processo inflamatório e degenerativo associado à sustentação de peso. Geralmente, para corredores, surge com maior intensidade no início da corrida e está associado à prática esportiva ou recreativa repetitiva em superfícies irregulares e com grande quilometragem. Uma estratégia eficiente para a atenuação do quadro considera a inclusão de suporte no arco plantar, visando minimizar o achatamento da fásia na fase de apoio. A pronação excessiva também é uma condição predisponente para esse quadro e deve ser controlada com a indicação de palmilhas flexíveis, sempre que possível<sup>49,55</sup>.

### 2.3 IMPORTÂNCIA DO PADRÃO DE PISADA E DAS PALMILHAS EM CORREDORES

As articulações dos membros inferiores trabalham em completa sinergia biomecânica. Qualquer alteração desse funcionamento articular modifica as forças impostas aos tecidos e pode contribuir para o surgimento de lesões, principalmente se estiverem combinadas ao acúmulo de cargas e movimentos de repetição próprios da prática de corrida. Portanto, essa interdependência articular faz com que alterações presentes em uma articulação possam levar à ocorrência de doenças na mesma ou em outras articulações que frequentemente estão relacionadas ao movimento ou choque excessivos. Por essa razão, muitas lesões em corredores estão diretamente relacionadas com o tipo de pisada e a escolha apropriada de calçados<sup>55,60,61</sup>.

Um estudo recente apontou que cerca 89% dos corredores que usam calçados aterrissam em seus calcanhars. No contato realizado pelo retropé, o impacto inicial gera uma força de reação vertical, que normalmente não está presente quando o contato inicial ocorre pelo antepé, tornando a carga imposta aos tecidos mais elevada a cada pisada<sup>62</sup>. Essa carga vertical aumentada está associada às lesões mais comumente encontradas em corredores<sup>63</sup>. Além disso, existem evidências indicando que corredores que apresentam contato no retropé têm duas vezes mais lesões por esforço repetitivo comparados aos que realizam contato com antepé<sup>62</sup>. Outros estudos<sup>64-66</sup> apontaram a pronação excessiva do pé como um preditor de cinética articular alterada e de lesões relacionadas à corrida. A queda do arco plantar é um consistente achado após uma corrida de longa distância, sugerindo a mudança na pronação do pé como um indicador precoce de aumento da carga articular dos membros inferiores.

Devido à interdependência articular dos membros inferiores nas atividades em cadeia cinética fechada, essa pronação excessiva associa-se aos movimentos exagerados de rotação interna da tíbia, lateralização da patela, rotação interna do fêmur e do quadril e anteversão da pelve. Dessa forma, é possível estabelecer que esse padrão cinemático incorreto esteja vinculado aos mecanismos de lesão frequentemente encontrados em corredores<sup>64</sup>.

Embora a atenção primária esteja relacionada com o contato inicial do pé durante a corrida, muito do estresse biomecânico é gerado por forças envolvidas nas etapas subsequentes. O excessivo amortecimento do calcanhar pode aumentar a força resultante no mediopé, criando um movimento anormal de corrida. Nessa situação, muito comum em indivíduos com pronação excessiva do pé, calçados com controle de pronação podem ser a melhor indicação<sup>18,55,67</sup>. Portanto, as recomendações são complexas e devem ser individualizadas conforme o tipo de pisada e baseadas nas opções de calçados existentes<sup>55</sup>.

A adaptação do calçado passa a ser ainda mais importante em corredores que apresentem o arco plantar alto associado à pisada supinada ou arco plantar baixo associado à pisada pronada, visto que esses indivíduos têm maior incidência de lesões quando comparados aos corredores com a estrutura do arco plantar média. Corredores com pisada pronada estão mais propensos a sofrer lesões em tecidos moles, ao passo que os que apresentam pisada supinada estão mais susceptíveis a lesões ósseas e cartilaginosas<sup>61-63</sup>. Essa diferença está associada ao aumento da excursão de eversão observado nas pisadas pronadas e à elevada carga vertical, vista nas pisadas supinadas. Em ambas situações, são indicadas palmilhas para reduzir o risco de lesões por uso excessivo<sup>61,64</sup>.

O uso de palmilhas tem o objetivo de corrigir as alterações de alinhamento anatômico do pé e, conseqüentemente, devido à interdependência articular, influenciar a biomecânica das demais articulações dos membros inferiores. São, portanto, órteses cuja configuração objetiva reduzir ou aumentar os torques de pronação ou de supinação na articulação subtalar. Diante disso, as palmilhas apresentam efeitos positivos e mostram-se como um recurso complementar, útil para acomodar alterações de alinhamento ósseo de retropé e antepé. O controle das angulações excessivas na articulação subtalar contribui para reduzir a dor, evitar a progressão ou o desenvolvimento de morbidades e melhorar a capacidade funcional dos corredores<sup>64,68-70</sup>.

## 2.4 PAPEL DOS MÚSCULOS DO MEMBRO INFERIOR DURANTE A CORRIDA

Existem diferenças na atividade muscular entre corredores conforme o padrão de pisada no retropé ou no antepé. Corredores que apresentam padrão de contato inicial pelo antepé desenvolvem, inicialmente, maior atividade muscular em gastrocnêmios e menor ativação de tibial anterior. Já os praticantes de corrida com golpe de retropé iniciam a ativação muscular pelo tibial anterior com menor ativação de gastrocnêmios. Isso reflete a existência de mecanismos de controle motor distintos com sinergias musculares variadas durante a realização dos movimentos<sup>71-73</sup>.

### 2.4.1 Influência dos músculos que atuam sobre o quadril durante a corrida

O padrão de atividade muscular da articulação do quadril está intimamente associado ao seu bom alinhamento e à sua estabilização. Há evidências que mostram que, quanto maior a razão de equilíbrio muscular, principalmente entre abdução/adução e flexão/extensão, menor é o gasto de energia durante a corrida<sup>22,48,74</sup>.

A fraqueza dos abdutores e extensores de quadril, respectivamente, dos glúteos médio e máximo, é apontada como um potencial mecanismo lesivo causador da síndrome da banda iliotibial. Nesse recente estudo, corredores passaram por um programa de treinamento durante 6 semanas, e alterações de força nesses músculos eliminaram a dor em 22 dos 24 atletas, tornando-os aptos a retornar a prática esportiva<sup>75</sup>. Porém, ainda não existe correlação significativa para se afirmar que a força abduutora de quadril seja um fator predisponente para lesões de membros inferiores em corredores de longa distância<sup>48,74</sup>.

Estudos<sup>48,74,75</sup> também indicam que a falta de força no quadril contribui para uma biomecânica anormal de corrida e o fortalecimento da musculatura abduutora melhora a cinemática articular do joelho. Tal fato reduz o valgo e alinha a patela, contribuindo para melhora da dor anterior do joelho, que é um dos sintomas comumente relatados em corredores.

### 2.4.2 Influência dos músculos que atuam sobre o joelho durante a corrida

Como já citado anteriormente, o tipo de pisada é capaz de impor exigências musculares diferentes nos membros inferiores, e o joelho é apontado como a articulação mais

frequentemente impactada em corredores. Um estudo publicado em 2013 apontou que corredores com padrão de pisada no retropé apresentaram maior estresse patelofemoral, aumentando o risco de lesões articulares no joelho<sup>76</sup>. Tal fato está associado à maior exigência do quadríceps, grupamento muscular extensor do joelho.

Mais uma vez, as assimetrias musculares entre os dois lados, direito e esquerdo, e entre grupos musculares opostos, agonistas e antagonistas, podem provocar desequilíbrios que afetam negativamente o desempenho dos corredores<sup>77</sup>.

Além disso, a fraqueza muscular de quadríceps e isquiotibiais pode prejudicar o controle da articulação do joelho durante o impacto do pé, aumentando o risco de lesão. Isso torna-se ainda mais perigoso para corredores recreativos que aumentam sua velocidade e intensidade de treinamento abruptamente. Nesse grupo de atletas, geralmente, as assimetrias são mais frequentes em isquiotibiais<sup>78</sup>.

Outro fato que chama a atenção e foi apresentado em estudo recente diz respeito à ocorrência de lombalgia crônica em corredores. Essa manifestação patológica está associada à alteração na força extensora do joelho, evidenciando uma diminuição de, aproximadamente, 12% em comparação com corredores saudáveis<sup>79</sup>.

#### **2.4.3 Influência dos músculos que atuam sobre o tornozelo e o pé durante a corrida**

Os desequilíbrios biomecânicos que envolvem o pé e o tornozelo, como os movimentos exacerbados de pronação e supinação, podem ser resultado de deficiências musculares tanto na produção de força quanto no sequenciamento de ativação dos inversores e eversores<sup>64</sup>.

Os resultados de um recente estudo<sup>80</sup> sugerem que o grau de inversão ou eversão permanece inalterado durante a cinemática da corrida, porém com uma alta porcentagem de corredores que apresentam inversão durante a atividade. Com o aumento da velocidade, há uma influência significativa na cinemática ascendente dos membros inferiores associada a uma maior prevalência de rotação externa da tíbia.

Nesse contexto, a estabilidade do complexo tornozelo/pé é apontada como essencial para corredores de longa distância recreativos ou competitivos. Qualquer desequilíbrio de estabilidade nesse complexo, geralmente provocado por fraqueza muscular, diminuirá a eficiência do movimento, gerando padrões compensatórios com sobrecarga tecidual e elevado risco de lesões por uso excessivo. Dessa forma, as alterações distais da cadeia cinemática da corrida podem afetar as articulações superiores<sup>80,81</sup>.

Corredores que apresentam pisada com pronação excessiva transferem carga em rotação interna da tíbia, gerando sobrecarga no joelho, quadril e tronco. Já os corredores que tendem à pisada supinada, desenvolvem menor mobilidade do pé, também gerando compensações nas articulações proximais do membro inferior<sup>81</sup>.

A literatura também indica uma relação compensatória entre o tipo de pisada e a ativação dos músculos posteriores da coxa. A pisada supinada roda a tíbia externamente e ativa seletivamente o bíceps femoral. Já a pisada pronada, roda internamente a tíbia, gerando maior ativação dos músculos semitendíneo e semimembranáceo. Esse aspecto, quando não corrigido, torna os isquiotibiais um grupo muscular muito susceptível a desenvolver fraqueza<sup>78,81,82</sup>. A interferência do tipo de pisada na ativação muscular ascendente também foi observada nos seguintes músculos: vasto lateral, vasto medial, tibial posterior, tibial anterior, fibular longo e fibular curto<sup>78,81</sup>.

Dessa forma, existe uma nítida influência do complexo tornozelo/pé na estabilidade e no equilíbrio muscular corporal durante a corrida<sup>80-82</sup>.

## 2.5 AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE PISADA

A avaliação do padrão de pisada ou da postura do pé passou a ter grande influência no raciocínio clínico por produzir alterações na marcha e na corrida associadas ao risco de desenvolvimento de lesões nos membros inferiores<sup>83</sup>. Por essa razão, a busca por um método confiável, rápido e simples, capaz de identificar quantitativamente a complexa postura do pé, tornou-se imperativa para o direcionamento das abordagens terapêuticas<sup>19,84</sup>.

Diante desse contexto, foi desenvolvida uma ferramenta contendo oito medidas ou critérios anatômicos capazes de quantificar a postura do pé como neutro, pronado ou supinado, proporcionando uma classificação global final: o *Foot Posture Index* (FPI) ou Índice de Postura do Pé (IPP)<sup>19</sup>.

Posteriormente, essa ferramenta foi simplificada em seis critérios, passando a ser conhecida como FPI-6 ou IPP-6, traduzida e validada em uma versão brasileira<sup>20,21</sup>. Seu grande diferencial inclui a avaliação multidimensional do pé, obtendo informações que não são restritas ao mediopé, proporcionando uma classificação quantitativa que leva em consideração também o retropé e o antepé<sup>19-21,84,85</sup>.

Com o paciente em posição relaxada e em base de apoio bipodal, deve-se pontuar os seis critérios anatômicos combinando as medidas numéricas entre o retropé, mediopé e

antepé. Deve-se: palpar a cabeça do tálus, observar as curvas acima e abaixo do maléolo lateral, analisar a inversão e eversão do calcâneo, palpar a protuberância na região da articulação talonavicular, analisar a congruência do arco longitudinal medial, e observar a abdução e adução do antepé em relação ao retropé. Sua completa avaliação dura aproximadamente 5 minutos para ser concluída e não requer equipamento especial<sup>20,21,86</sup>.

O método de pontuação do FPI-6 leva em consideração a observação e a experiência do profissional avaliador para classificar o pé. Cada um dos seis itens será graduado entre 0 (neutro), +1 ou +2 (pronado) e -1 ou -2 (supinado). O escore final é o somatório dos itens, e um valor alto (+6 a +9) indica pé pronado, e +10 hiperpronado. Um resultado negativo indica pé supinado entre -1 a -4, e altamente supinado entre -5 a -12. Já o pé neutro, será aquele que receber pontuação próxima a zero (entre zero a +5)<sup>19-21,84-87</sup>.

Desde então, recentes estudos passaram a utilizar o FPI-6 para classificar o tipo de pisada e associá-la com características ligadas ao sexo e à idade, bem como o risco de lesão em esportes,<sup>88-91</sup> e também verificar as diferenças entre os pés direito e esquerdo<sup>89</sup>.

Além disso, outro recente estudo indicou que o FPI-6 pode ser usado para quantificar mudanças nas articulações do joelho e do tornozelo em corredores. Um aumento na pontuação evidenciado pela pronação leva a uma maior flexão do joelho, plantiflexão do tornozelo e inversão subtalar<sup>65</sup>.

Diante do exposto, percebe-se que o FPI-6 traz resultados confiáveis e semelhantes à outras ferramentas de avaliação clínica da postura do pé, tais como o Índice de Altura do Arco e a Altura Navicular Truncada Normalizada<sup>92-95</sup>. Seu fácil manuseio, sua validação, seu baixo custo e, principalmente, sua possibilidade de quantificação numérica para classificação da postura do pé tornam-se um diferencial para a pesquisa científica e para a prática clínica.

## 2.6 AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR DOS MEMBROS INFERIORES

Entre as possibilidades para quantificação de força muscular, o teste isocinético é reconhecido em diversos estudos científicos como padrão-ouro pelo seu alto grau de confiabilidade e validade em diagnósticos musculares. Com o auxílio de um aparelho chamado dinamômetro isocinético, os grupos musculares são avaliados produzindo força máxima durante toda amplitude de movimento, o que não ocorre em testes musculares envolvendo uma carga ou peso constante<sup>25-27,96-100</sup>.

O dinamômetro isocinético proporciona uma velocidade angular constante com resistência que se acomoda ao longo do movimento. Essa resistência oferecida varia de forma a estar sempre muito próxima à força exercida pelo indivíduo, ocorrendo por um mecanismo servo-controlado elétrico ou hidráulico em uma velocidade previamente definida pelo avaliador. As medidas obtidas após o teste incluem o pico de torque ou força máxima, o trabalho total ou força média, a potência e a resistência que são interpretadas para representar a função muscular dinâmica conforme o objetivo a ser diagnosticado<sup>25,27,97-99</sup>.

O pico de torque, descrito em newton-metros, indica a capacidade muscular para gerar força em um ângulo específico da amplitude de movimento. O trabalho total, retratado em joules, aponta a força média exercida ao longo de toda amplitude de movimento. A potência, expressa em watts, diz respeito à velocidade para gerar o trabalho total. E a resistência, representada em percentual, é observada pela diminuição do trabalho ou índice de fadiga, que geralmente ocorre ao comparar as primeiras e últimas repetições de contração muscular. O aparelho isocinético também torna possível a análise das curvas de torque de acordo com a posição angular durante o movimento. Alterações nessas curvas possibilitam identificar déficits em ângulos específicos que podem indicar sobrecarga ou lesão de algum componente articular<sup>25,27,97</sup>.

Os parâmetros acima mencionados permitem comparações intra e inter-indivíduos com análises das curvas de torque e com o auxílio de dados normativos determinados para populações específicas que incluem faixa etária, nível de atividade física e sexo<sup>25,97</sup>. Além disso, alguns estudos ressaltam a necessidade de se utilizar índices relativos, que consistem na normalização dos valores de torque e trabalho pelo peso corporal para permitir comparações mais precisas entre indivíduos<sup>97,101,102</sup>. O uso dessa tecnologia de avaliação, além da normalização dos valores pelo peso corporal, também permite a correção da influência gravitacional. Essa metodologia deve ser sempre introduzida para garantir a reprodutibilidade dos procedimentos e evitar manipulações de resultados<sup>25,97</sup>. As assimetrias e os desequilíbrios musculares são estudados conforme os valores de força, potência e resistência entre os membros, e também levando em consideração a contração entre musculaturas antagonistas de um mesmo membro, denominada razão agonista/antagonista<sup>25,97,103,104</sup>.

Nesse contexto comparativo, visando identificar desequilíbrios musculares, um estudo publicado em 1996 propôs a utilização do Índice de Deficiência Muscular (IDM). Conforme preconizado, o IDM é calculado através da fórmula:  $IDM = PkT + Trab + Pot / 3$ , em que PkT indica o pico de torque, Trab indica o trabalho total, e Pot indica a potência média. Comparações são realizadas entre o membro dominante e o não dominante com definição de



predomínio através de porcentagem, em que o referencial de satisfatório equilíbrio muscular deve indicar valores de até 10% de diferença entre os IDMs<sup>105</sup>. Os protocolos de avaliação dos membros inferiores preconizam posicionamentos específicos conforme referenciais anatômicos para cada grupo muscular, seguindo o manual fornecido pelo fabricante do dinamômetro isocinético. Os indivíduos avaliados devem ser incentivados verbalmente, além de serem orientados visualmente pelos gráficos demonstrados no monitor do computador durante o teste para encorajamento e melhor performance a cada repetição. Os protocolos também mencionam velocidades angulares específicas conforme cada parâmetro no padrão de movimento articular pretendido, utilizando séries com número de repetições distintas e intervalos de descanso, que variam de 15 segundos a 1 minuto<sup>25-27,102</sup>.

Diversos estudos científicos com propostas similares têm demonstrado associação entre a função muscular envolvendo articulações dos membros inferiores e o desempenho funcional em corredores<sup>24,40,74,77,78,81,102,106,107</sup>. Apesar da existência de muitas adaptações nos protocolos encontrados para as articulações de quadril, joelho e tornozelo, a utilização de velocidades angulares crescentes para coletar respectivamente os valores de força, potência e resistência é um aspecto comum aos estudos. Os procedimentos para avaliação isocinética dos movimentos de flexão/extensão e abdução/adução de quadril, flexão/extensão de joelho, e plantiflexão/dorsiflexão e inversão/eversão de tornozelo são bem detalhados na literatura científica<sup>108-123</sup>.

Por fim, a tecnologia da dinamometria isocinética possibilita a coleta de medidas objetivas extremamente confiáveis relacionadas aos parâmetros de função muscular, trazendo informações muito relevantes para avaliação e adaptação do treinamento de corredores. A escolha de protocolos deve estar respaldada em critérios encontrados na literatura, tornando a pesquisa científica adequada, confiável e reprodutível<sup>26,97,105</sup>.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ASPECTOS ÉTICOS

Todos os participantes foram informados previamente e detalhadamente sobre a avaliação a qual seriam submetidos. Receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE e, ao concordar, assinaram dando seu consentimento e autorizando a sua inclusão na pesquisa (APÊNDICE A). Este trabalho encontra-se aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa para Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, sob protocolo 2.621.166 (ANEXO A).

#### 3.2 DESENHO DO ESTUDO E LOCAL

Tratou-se de um ensaio clínico randomizado incluído no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) com *Universal Trial Number* (UTN) U1111-1214-1985 que seguiu as recomendações do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT) para adequada realização de ensaios clínicos. Foi conduzido no laboratório de sala 101 no Departamento do Curso de Fisioterapia, do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia (ICS-UFBA), situada no Pavilhão de Aulas do Canela (PAC), na cidade de Salvador, Bahia, Brasil.

#### 3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A amostra inicial foi composta de 134 corredores com idades entre 18 e 65 anos, faixa etária que tende a participar de corridas de rua<sup>18</sup>, de ambos os sexos, recrutados através de e-mails e cartazes (APÊNDICE B) em assessorias esportivas ou clubes de corrida da cidade de Salvador, Bahia. Dessa amostra, 31 corredores cumpriram todas as etapas do estudo, envolvendo a avaliação inicial, o acompanhamento trimestral e a avaliação final, com duração total de 6 meses. Os pesquisadores, pessoalmente, fizeram os convites aos professores e aos alunos nas assessorias esportivas dos clubes de corrida. Ressalta-se que, a critério do profissional responsável pelo clube de corrida, foram realizadas reuniões com os praticantes para demonstrar objetivos, métodos, riscos e resultados esperados da pesquisa.

### **3.3.1 Critérios de inclusão, não inclusão e exclusão**

Foram incluídos os sujeitos com idades entre 18 e 65 anos que praticavam corrida há, pelo menos, 4 meses sem interrupção por, pelo menos, 1 (uma) vez por semana, que possuíam atestado médico emitido, no máximo, há um ano, tênis próprio para corrida, sem histórico de lesão nos últimos 3 meses. A entrega do TCLE (APÊNDICE A) assinado foi a confirmação documental pertinente à concordância na participação na pesquisa e à compreensão dos aspectos éticos regidos pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Não foram incluídos aqueles sujeitos que apresentaram histórico de cirurgias na extremidade inferior, que estavam fazendo uso prévio de palmilhas ou que eram praticantes de corrida descalça.

Foram excluídos aqueles que se recusaram a assinar o TCLE. Entretanto, como o ensaio é por intenção de tratar, os participantes que faltaram alguma avaliação ou deixaram de usar a palmilha permaneceram em seus grupos, sem penalização ou exclusão da pesquisa.

## **3.4 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS PARA A COLETA DE DADOS**

### **3.4.1 Coleta de dados demográficos e índice de morbidade referida**

No primeiro momento, logo após a confirmação do aceite e atendidos os critérios de inclusão e levando em consideração os de não inclusão, os participantes foram entrevistados para a coleta de dados referentes às informações antropométricas, tempo de prática de corrida, duração de treinamento na semana, lesão ou dor prévia ou atual através da coleta de Dados Demográficos (APÊNDICE C) e Índice de Morbidade Referida (ANEXO B).

### **3.4.2 Coleta da postura do pé**

Na sequência, os participantes foram conduzidos para a avaliação física para definir a configuração do antepé (varo, neutro ou valgo) e retropé (varo, neutro ou valgo). Para este exame físico, um examinador treinado no método posicionou o participante em decúbito ventral em uma maca de madeira da marca Arthros, com os pés para fora da maca. O examinador posicionou a articulação subtalar no neutro (momento em que ele palpa o tálus simultaneamente com o indicador e polegar enquanto realizada a inversão e eversão do pé).

Com a subtalar no neutro, uma régua simples foi usada como um plano horizontal para permitir verificar se a borda medial do antepé estava afastada da régua (antepé varo), ou a borda lateral do antepé era a que se afastava (antepé valgo) ou se não havia afastamento e todas as cabeças metatarsianas tocavam na régua (antepé neutro). Ao mesmo momento, foi aferido o retropé, e, quando perpendicular ao plano, foi classificado como retropé neutro, quando o calcanhar se apresentou invertido, foi denominado de retropé varo e, quando se apresentou evertido, foi classificado como retropé valgo. Em seguida, foram coletadas informações sobre o tipo de pé e pisada. Para tal, foi usado o IPP ou FPI que é o método de investigação mais frequentemente usado para avaliar a postura do pé. Este instrumento desenvolvido por Redmond, Crosbie, Ouvrier<sup>19</sup>, proporciona uma avaliação multidimensional, levando em conta os 3 planos e as 3 regiões do pé (ante, médio e retropé). O FPI, na sua versão com 6 itens denominado FPI-6 (ANEXO C)<sup>19-21,124-126</sup>, já foi validado, testada sua confiabilidade intra e inter-examinador, bem como sua consistência interna. A coleta dos dados do FPI-6 requer que o participante permaneça em ortostase com olhar para o horizonte e com membros superiores ao longo do tronco sobre uma base rígida de madeira das seguintes dimensões: 19cm x 37cm x 44cm, onde será traçada uma linha a 10cm da borda posterior para a delimitação do posicionamento do calcanhar e outra linha que dividirá o bloco em duas metades que se cruzará com uma linha no ângulo de 45° para a padronização do posicionamento do antepé. Para padronizar o posicionamento, foi colocado um bloco de Etil Vinil Acetado (EVA) de 7,5cm x 20cm entre os pés. Os participantes foram instruídos a permanecerem na postura em ortostase por cerca de dois minutos enquanto o examinador movimentou-se ao redor do participante para avaliar todas as regiões do pé. Cada um dos seis itens foi graduado entre 0 (neutro), +1 ou +2 (pronado) e -1 ou -2 (supinado). O escore final foi o somatório dos itens, e um valor alto entre +6 a +9 indicou pé pronado e +10 indicou pé hiperpronado. Um resultado alto e negativo entre -1 a -4 indicou pé supinado e entre -5 a -12, pé altamente supinado. Já o pé neutro foi aquele que recebeu pontuação entre zero a +5<sup>19-21</sup>. Esses escores finais dos pés direito e esquerdo foram registrados na Ficha de Pontuação do FPI-6 (APÊNDICE D).

### **3.4.3 Coleta de força muscular isocinética**

Finalizando as etapas de avaliação, os participantes foram encaminhados para a coleta da força muscular isocinética dos grupos abdutor e adutor do quadril, extensor e flexor do

joelho e inversor e eversor do pé. O protocolo de avaliação da dinamometria isocinética seguiu as recomendações propostas por Dvir<sup>25</sup>. Os indivíduos realizaram dois minutos de alongamento ativo dos músculos a serem testados e três minutos de aquecimento na esteira ergométrica em velocidade não superior a 4 km/h. Após o alongamento e aquecimento, os sujeitos foram posicionados em conformidade com os movimentos articulares de quadril, joelho e tornozelo testados. Os participantes do estudo foram avaliados em série de modo que houve um período de descanso entre cada articulação testada, garantindo assim uma performance muscular livre de efeitos fatigantes causados por testes articulares sucessivos.

O instrumento utilizado foi o dinamômetro isocinético *Biodex System 4 PRO* com protocolo para avaliação das seguintes articulações e movimentos: quadril – abdução/adução; joelho – flexão/extensão; e tornozelo – inversão/eversão; conforme estabelecido em estudo similar proposto por Danneskiold-Samsøe, Bartels, Bülow, Lund<sup>26</sup>. Três repetições submáximas foram realizadas para a adaptação à velocidade angular do teste, e após essas repetições, os indivíduos foram orientados à série solicitada, com intervalos de 30 segundos para descanso entre a realização do movimento em cada velocidade angular. Tanto a correção da força da gravidade, quanto a calibração do dinamômetro, seguiram a rotina proposta pelo *software* que gerencia o aparelho. Os sujeitos foram incentivados verbalmente antes e durante o teste, visando encorajamento para realiza-lo da melhor forma a cada repetição. As variáveis analisadas foram: torque máximo, trabalho total e potência. Comparações entre membro dominante e não dominante foram realizadas.

#### **3.4.4 Etapas de avaliação e reavaliação do estudo**

O tempo necessário para cada etapa de avaliação e reavaliação ocorreu da seguinte forma: 10 minutos para a entrevista, 5 minutos para o FPI-6, 5 minutos para o alongamento e aquecimento, e 40 minutos para o Isocinético, o que resultou num tempo total de 60 minutos.

Ao fim da coleta, um pesquisador dedicado (cego) foi responsável pela randomização a partir de uma lista randômica. Os participantes receberam um envelope opaco e selado contendo o grupo em que o participante deveria ser alocado. Os pesquisadores que realizaram a coleta e que analisaram os dados ao fim do estudo não tiveram conhecimento sobre essa alocação. Um pesquisador isolado ficou responsável pela randomização e alocação em grupos que definiram o recebimento de palmilhas com ajustes ou sem qualquer tipo de alteração (Figura 10). Foram configurados 2 grupos: o grupo experimento (GE), com 20 participantes que receberam as palmilhas-teste com ajustes para substituir a palmilha original do seu tênis

de corrida usual, e o grupo controle (GC), no qual 11 participantes receberam um par de palmilhas planas, sem qualquer tipo de ajuste, chamado de palmilha simulação ou *sham*. Assim como no GE, os participantes do GC foram orientados a substituir a palmilha original do seu tênis usual pelas fornecidas, visando não gerar um efeito confundidor e uma melhor adaptação e conforto ao minimizar o conflito de espaço do pé dentro do tênis. Entendeu-se por tênis usual, aquele que o corredor já usava com uma prévia adaptação em seus treinos e suas corridas. Os examinadores, nesse momento, coletaram a marca e o modelo do tênis para que pudessem conduzir subanálises sobre a influência dos modelos dos tênis. A marca e o modelo do tênis não foram determinantes para a definição da palmilha, já que houve a substituição das palmilhas em ambos os grupos (GE e GC).

**Figura 10** – Palmilhas dos grupos experimento (GE) e controle (GC).



Fonte: Autoria própria.

As palmilhas do GE foram produzidas pelos pesquisadores com base nos dados do FPI-6, na numeração do tênis e nas informações da presença do antepé varo/valgo, retropé varo/valgo obtidas previamente. Elas foram produzidas com base em poliuretano da marca Arkipélago® e borrachas de EVA de várias densidades para ajuste da pisada. Para os pés pronados, as palmilhas tiveram uma compensação em antepé varo variando de 3 a 6mm de altura, finalizando em zero até o meio do antepé, arco medial e borda medial do retropé mais elevada em 6mm. Para os pés subpronados (supinados), as palmilhas com compensação em

antepé valgo variando de 3 a 6mm de altura, finalizando em zero até o meio do antepé e arco medial com borda lateral do retropé mais alta que a medial em 3mm. As palmilhas para pés neutros não tiveram elemento de ajuste. Todas as palmilhas tiveram ainda apoio ao arco transversal do pé (metatarsiano) e amortecedor no calcanhar. As palmilhas do GC foram produzidas em borrachas de EVA com 5mm de espessura, não tiveram elementos no antepé/retropé, sem arco e sem piloto metatarsiano ou amortecedor no calcanhar. Todos os participantes tiveram que retornar após uma semana para receber o par de palmilhas e receber as orientações de como usar (um mínimo de 4 horas por dia e em seus treinos de corrida) e como cuidar da preservação da palmilha.

Independente do grupo ao qual o participante foi alocado, esse foi solicitado a não mudar a intensidade e o volume de treino, porém as características da corrida requerem, em alguns casos, a evolução do treino. Nessa situação, foi solicitado que essas mudanças fossem feitas com base na orientação da planilha de treinos ofertadas pelo clube de corrida e informadas à pesquisa, assim como também foi solicitada a não alteração da marca e do modelo dos tênis durante 6 meses.

Durante o período do estudo, o participante foi convidado a retornar após 6 meses, quando foram repetidos os mesmos procedimentos: posicionamento e movimento das articulações do pé, FPI-6 e a força muscular isocinética no mesmo dinamômetro isocinético. A descrição desses dados envolvendo os corredores recreativos que concluíram todas as etapas da pesquisa com a devida identificação e suas características sociodemográficas, antropométricas e relacionadas ao treino foi registrada no Material suplementar 1 (APÊNDICE E).

### 3.5 ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados foram organizados em planilhas do *Microsoft Excel*, com posterior análise no software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) para Windows® (versão 21.0)

Foi realizada uma análise descritiva com cálculo das medidas de tendência central, de dispersão e da posição das variáveis quantitativas e cálculo das frequências absoluta e relativa das variáveis categóricas. Os resultados estão expressos em gráficos e tabelas.

Para a investigação das associações entre as variáveis categóricas, foram plotadas as tabelas de referência cruzada e aplicados o Teste Qui-Quadrado de *Pearson* ou Exato de *Fisher* (segundo a disposição dos dados).

De todas as variáveis quantitativas foram investigados a normalidade (teste de *Shapiro-Wilk*) e a homogeneidade das variâncias (*Levene*). Para as comparações entre os grupos, foi aplicado o teste *t de Student* ou o teste *Mann-Whitney* para dados independentes, a depender da normalidade dos dados.

Para a variável força muscular, as diferenças entre os grupos, mudanças no tempo (inicial e final) dentro de cada grupo (efeito do tempo) e qualquer interação (tendências diferentes ao longo do tempo entre os grupos) foram avaliados por meio da ANOVA mista de medidas repetidas e *post hoc Sidak*. O nível de significância foi estabelecido em 5%.



## 4 RESULTADOS

Três artigos científicos foram elaborados em coautoria tratando do objeto de estudo desta pesquisa. O primeiro artigo foi publicado com o título: “A dominância de membros interfere no equilíbrio de força muscular do joelho de corredores recreacionais?” (APÊNDICE F). Já submetido para publicação, o segundo artigo foi intitulado de: “*Effects of foot orthoses on pain and for the prevention of lower limb injuries in runners: systematic review*” (APÊNDICE G). E a presente dissertação de mestrado, com o título “Efeito das palmilhas na força muscular dos membros inferiores e padrão da pisada em corredores recreacionais: estudo piloto”, foi transformada no terceiro artigo científico (APÊNDICE H).

A amostra final foi composta por 31 indivíduos, 11 no GC e 20 no GE. A tabela 1 mostra as características da amostra. Importante destacar que não houve mudanças no treino dos corredores durante o período da pesquisa. Não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis sociodemográficas, antropométricas e relacionadas ao treino entre os grupos ( $p>0,05$ ).

**Tabela 1** – Características sociodemográficas, antropométricas e relacionadas ao treino dos corredores recreativos.

Característica	GC (n=11)				GE (n=20)				p-valor
	N (%)	Média	DP	Mediana	N (%)	Média	DP	Mediana	
<b>Sexo</b>									
Masculino	7 (63,0%)	–	–	–	13 (65,0%)	–	–	–	0,62 <sup>a</sup>
Feminino	4 (36,4%)	–	–	–	7 (35,0%)	–	–	–	
<b>Tempo de prática de corrida (meses)</b>	–	79,1	111,4	48,0	–	62,7	75,1	32,5	0,28 <sup>b</sup>
<b>Volume de treino semanal (km)</b>	–	31,2	13,4	35,0	–	22,0	13,9	18,0	0,12 <sup>b</sup>
<b>Frequência de treino (dias/semana)</b>	–	3,8	0,8	4,0	–	3,3	1,1	3,0	0,07 <sup>b</sup>
<b>Idade (anos)</b>	–	41,3	10,0	43,0	–	45,0	13,0	44,5	0,42 <sup>c</sup>
<b>Peso (kg)</b>	–	71,0	9,6	69,0	–	71,8	10,8	72,5	0,85 <sup>c</sup>
<b>Altura (m)</b>	–	1,7	0,1	1,7	–	1,7	0,1	1,7	0,61 <sup>c</sup>
<b>IMC</b>	–	24,6	1,8	24,1	–	24,4	2,8	24,6	0,88 <sup>c</sup>

a: Teste Exato de Fisher. b: Teste de *Mann-Whitney*. c: Teste *t de Student*.

Fonte: Autoria própria.

A tabela 2 mostra o tipo de pisada dos corredores, em ambos os grupos, nas avaliações inicial e final com o FPI-6. A maioria dos indivíduos apresenta pisada neutra, seguida de pronada e supinada. Percebe-se também que ocorreram mudanças nesses percentuais entre o momento inicial e final. De maneira geral, ocorreu diminuição dos números de pisada pronada ou supinada e aumento na pisada neutra, com exceção do pé esquerdo no GE: ocorreu

diminuição no número de indivíduos com pisada neutra 10 (50%) para 9 (45%) e aumento na pisada pronada 6 (30%) para 8 (40%). Essas mudanças, entretanto, não foram significativas, como será visto a seguir.

**Tabela 2** – Variáveis qualitativas descritivas do tipo de pisada dos corredores recreativos nas avaliações inicial e final conforme FPI-6.

Avaliação	Tipo de pisada	GC (n=11)		GE (n=20)		Total (n=31)	
		N	%	N	%	N	%
Pé direito (Inicial)	Neutra	8	72,7	8	40	16	51,6
	Pronada	2	18,2	8	40	10	32,3
	Supinada	1	9,1	4	20	5	16,1
Pé direito (Final)	Neutra	9	81,8	11	55	20	64,5
	Pronada	1	9,1	6	30	7	22,6
	Supinada	1	9,1	3	15	4	12,9
Pé esquerdo (Inicial)	Neutra	6	54,5	10	50	16	51,6
	Pronada	3	27,3	6	30	9	29
	Supinada	2	18,2	4	20	6	19,4
Pé esquerdo (Final)	Neutra	9	81,8	9	45	18	58,1
	Pronada	1	9,1	8	40	9	29
	Supinada	1	9,1	3	15	4	12,9

Fonte: Autoria própria.

Para investigar se ocorreram diferenças significativas nas mudanças dos tipos de pisada entre os momentos inicial e final em cada pé, os indivíduos foram categorizados utilizando o seguinte critério: se houve modificação ou não do tipo de pisada. Em seguida, foi investigada a associação por meio do teste exato de *Fisher*, não sendo encontrado resultado significativo. Os resultados estão expressos na tabela 3.

**Tabela 3** – Modificação das variáveis qualitativas descritivas do tipo de pisada dos corredores recreativos nas avaliações inicial e final conforme FPI-6.

Avaliação	Modificou tipo de pisada	GC (n=11)		GE (n=20)		Total (n=31)		p - valor*
		N	%	N	%	N	%	
Pé direito	Não	9	81,8	13	65	22	71,0	0,429
	Sim	2	18,2	7	35	9	29,0	
Pé esquerdo	Não	7	63,6	13	65	20	64,5	0,619
	Sim	4	36,4	7	35	11	35,5	

\*Teste Exato de *Fisher*.

Fonte: Autoria própria.

A tabela 4 mostra as mudanças nos valores de força muscular isocinética dos movimentos avaliados nas três articulações entre a avaliação inicial e a final, dentro de cada grupo, bem como as diferenças médias e o p-valor em todas as articulações.

**Tabela 4** – Mudanças da força muscular isocinética nas avaliações isocinéticas inicial e final dos grupos controle e experimento.

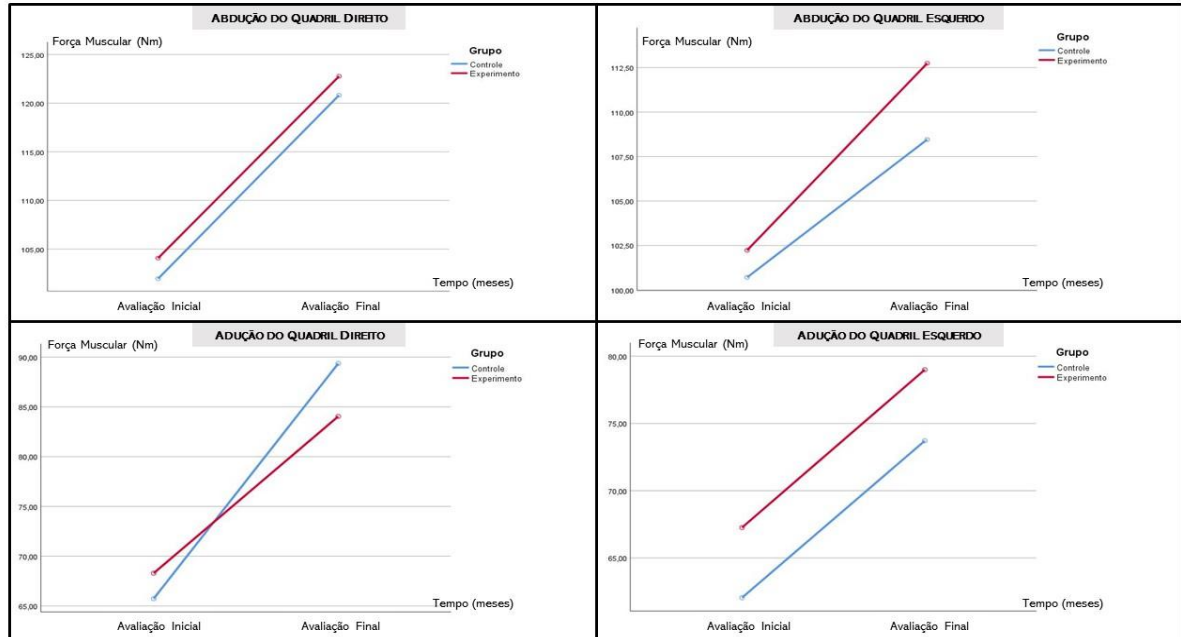
Força muscular (Nm)	GC (n=11)					GE (n=20)				
	Inicial ± DP	Final ± DP	Diferença média ± DP	p-valor*	IC (95%)	Inicial ± DP	Final ± DP	Diferença média ± DP	p-valor*	IC (95%)
<b>Quadril</b>										
<b>Abdução dir.</b>	101,95 ± 25,29	120,82 ± 31,71	18,86 ± 6,87	,010	4,82 a 32,91	104,07 ± 31,17	122,76 ± 35,54	18,70 ± 5,09	,001	8,28 a 29,11
<b>Abdução dsq.</b>	100,71 ± 24,66	108,45 ± 25,51	7,75 ± 5,94	,202	-4,40 a 19,89	102,23 ± 29,05	112,74 ± 26,88	10,51 ± 4,40	,024	1,50 a 19,52
<b>Adução dir.</b>	65,73 ± 28,00	89,35 ± 37,77	23,62 ± 10,17	,027	2,82 a 44,41	68,29 ± 33,00	84,04 ± 29,01	15,75 ± 7,54	,046	,33 a 31,17
<b>Adução esq.</b>	62,05 ± 26,39	73,71 ± 42,13	11,66 ± 8,17	,164	-5,05 a 28,38	67,26 ± 28,17	79,00 ± 31,83	11,74 ± 6,06	,063	-,66 a 24,13
<b>Joelho</b>										
<b>Extensão dir.</b>	174,09 ± 36,54	181,06 ± 41,74	6,97 ± 5,73	,234	-4,76 a 18,70	177,15 ± 45,99	171,21 ± 42,56	-5,95 ± 4,25	,173	-14,64 a 2,75
<b>Extensão esq.</b>	179,42 ± 42,13	185,85 ± 45,07	6,44 ± 6,26	,313	-6,38 a 19,25	171,17 ± 45,22	173,34 ± 36,15	2,17 ± 4,65	,644	-7,33 a 11,67
<b>Flexão dir.</b>	78,88 ± 27,86	84,98 ± 31,23	6,10 ± 5,22	,252	-4,58 a 16,78	83,95 ± 20,38	83,43 ± 22,85	-5,15 ± 3,87	,895	-8,44 a 7,41
<b>Flexão esq.</b>	75,89 ± 19,93	80,40 ± 23,88	4,51 ± 3,75	,239	-3,17 a 12,19	82,04 ± 26,16	80,51 ± 21,38	-1,53 ± 2,78	,587	-7,23 a 4,17
<b>Tornozelo</b>										
<b>Eversão dir.</b>	19,44 ± 5,20	19,35 ± 6,03	-,091 ± 5,96	,988	-12,28 a 12,09	17,53 ± 5,61	23,86 ± 25,41	6,33 ± 4,42	,163	-2,71 a 15,36
<b>Eversão esq.</b>	17,47 ± 6,27	18,75 ± 6,34	1,27 ± 6,08	,836	-11,17 a 13,71	15,73 ± 5,45	21,71 ± 25,75	5,98 ± 4,51	,195	-3,24 a 15,20
<b>Inversão dir.</b>	18,47 ± 8,12	18,07 ± 6,46	-,40 ± 4,43	,929	-9,46 a 8,66	17,61 ± 6,04	22,04 ± 18,32	4,43 ± 3,28	,188	-2,29 a 11,15
<b>Inversão esq.</b>	21,89 ± 7,60	19,39 ± 5,76	-2,50 ± 3,14	,432	-8,92 a 3,92	19,15 ± 6,64	21,45 ± 11,15	2,30 ± 2,33	,331	-2,46 a 7,06

\*p-valor da ANOVA mista de medidas repetidas dentro de cada grupo.

Fonte: Autoria própria.

Foram encontradas diferenças significativas dentro de cada grupo em alguns movimentos da articulação do quadril, com aumento da força muscular entre a avaliação inicial e final para a abdução direita e adução direita (GE e GC) e na abdução esquerda (apenas no GE). Não foram encontradas diferenças entre os grupos. Esses resultados estão expressos também na figura 11.

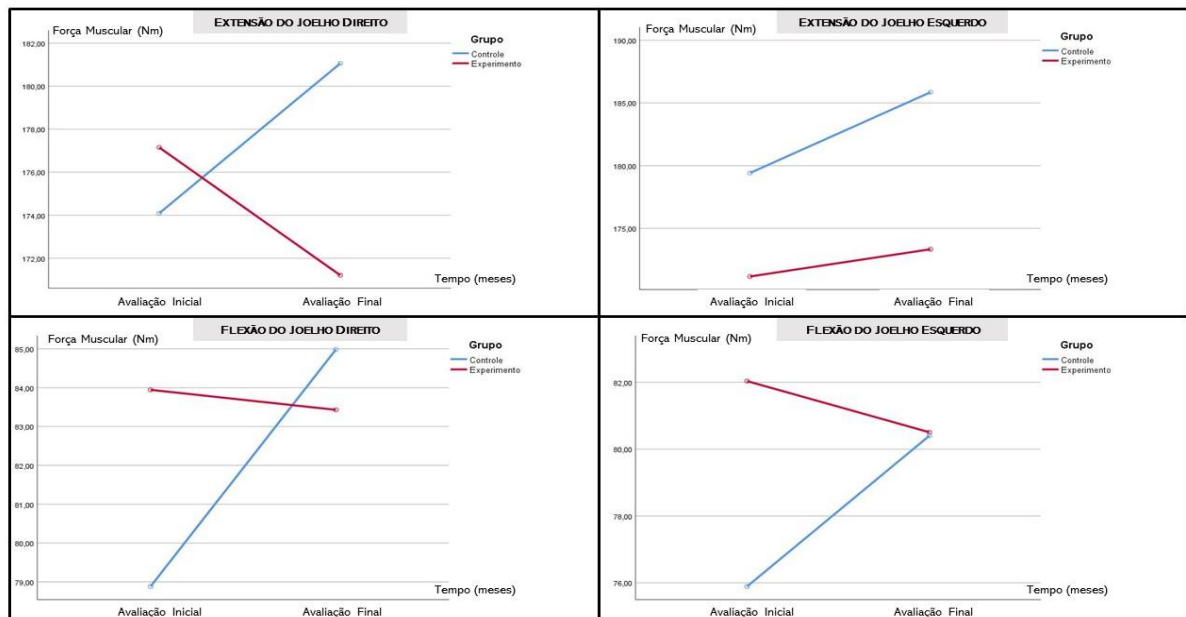
**Figura 11** – Gráficos de acompanhamento da força muscular isocinética dos movimentos de abdução e adução do quadril nas avaliações inicial e final.



Fonte: Autoria própria.

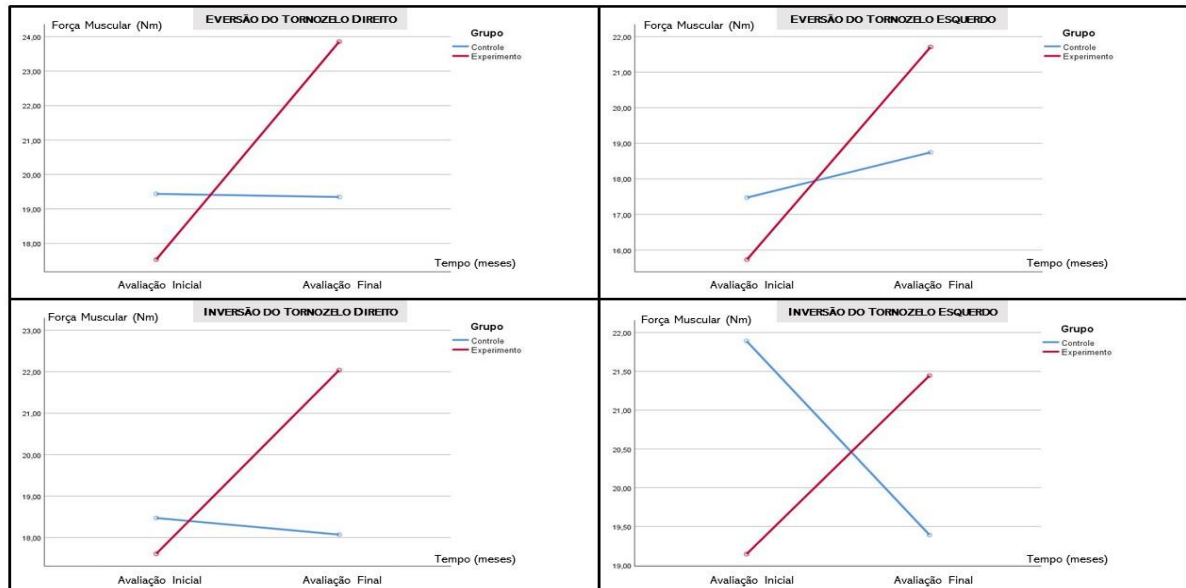
Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas dentro dos grupos e entre os grupos nos movimentos de adução do quadril esquerdo (figura 11), flexão e extensão do joelho direito e esquerdo (figura 12) e eversão e inversão do tornozelo direito e esquerdo (figura 13). Os resultados da ANOVA mostram que não ocorreram efeitos da interação grupo-tempo em nenhum dos casos.

**Figura 12** – Gráficos de acompanhamento da força muscular isocinética dos movimentos de extensão e flexão do joelho nas avaliações inicial e final.



Fonte: Autoria própria.

**Figura 13** – Gráficos de acompanhamento da força muscular isocinética dos movimentos de eversão e inversão do tornozelo nas avaliações inicial e final.



Fonte: Autoria própria.

## 5 DISCUSSÃO

A avaliação de corredores, quer sejam profissionais ou amadores, é um fenômeno complexo que envolve amplo conhecimento da biomecânica para a prática esportiva e das variáveis capazes de modificá-la. Um padrão de movimento alterado desenvolvido pelos praticantes de corrida pode provocar lesões ou queda do desempenho.

Para Hollander et al.<sup>30</sup>, Geiringer<sup>44</sup>, as forças impostas aos membros inferiores durante a corrida estão diretamente relacionadas aos movimentos do complexo tornozelo-pé, já que seu papel é fundamental na distribuição e na dissipação das forças de compressão e de cisalhamento. Tschopp, Brunner<sup>49</sup> complementam essa ideia ao afirmar que a distribuição inadequada dessas forças gera um estresse tecidual anormal, desencadeando, a longo prazo, através de microtraumas repetitivos e acumulativos, lesões crônicas e traumáticas por *overuse*.

Os tipos de pisada indicam a postura e o padrão de movimento das articulações dos pés durante a fase de apoio e influenciam diretamente no padrão de corrida. Reconhecer a postura do pé e introduzir as adaptações necessárias para o bom alinhamento biomecânico torna-se crucial na prevenção de lesões agudas ou crônicas. Identificar o apoio excessivo em um determinado ponto do pé, a exemplo das pisadas pronadas e supinadas, poderá determinar a mais adequada intervenção.

Nesse contexto, faz-se necessário escolher instrumentos clínicos confiáveis, rápidos e de simples acesso, capazes de identificar, preferencialmente, de forma quantitativa, a complexa postura do pé. E o índice de postura do pé na versão 6 – FPI-6 é citado nos trabalhos de Teyhen et al.<sup>93</sup>, Lee et al.<sup>124</sup>, Carvalho<sup>126</sup> e Sánchez-Rodríguez, Martínez-Nova, Escamilla-Martínez, Pedrera-Zamorano<sup>127</sup> como um dos principais recursos atualmente disponíveis para o diagnóstico do tipo de pisada. Nesse caso, os termos “postura de pé” e “tipo de pisada” não devem ser confundidos com o tipo de contato ocorrido no retropé, mediopé ou antepé. Complementando esse pensamento, Altman, Davis<sup>62</sup> e Zhang<sup>67</sup> afirmam que a correta identificação da postura do pé poderá evitar futuras lesões nas articulações do tornozelo, dos joelhos, dos quadris e até mesmo na coluna vertebral.

Quando corredores atingem o pé no solo, uma elevada força resultante, proporcional ao peso corporal, deverá ser absorvida pelas estruturas articulares. Por isso, o avanço tecnológico nas adaptações de calçados busca proporcionar a melhor absorção do impacto para minimizar o risco de lesões aos praticantes de corrida.

Na literatura, há grande quantidade de estudos a exemplo de Souza<sup>60</sup>, Guimarães<sup>64</sup> e Lewinson, Stefanyshyn<sup>69</sup>, que comprovam os efeitos positivos produzidos pelas palmilhas

biomecânicas. Conforme trabalho de Balbinotti et al.<sup>128</sup>, a reação de cada corredor a esse tipo de intervenção é influenciada por diversos fatores, incluindo mecânicos, neurofisiológicos, anatômicos e até mesmo psicológicos, o que torna a previsão de resposta à intervenção ainda mais variável.

Ainda que boa parte desse padrão de movimento alterado tenha como origem a postura do pé, diversos mecanismos estão envolvidos. Correr é uma atividade que demanda muita participação do sistema nervoso, que utilizará todo potencial disponível para sua execução, mesmo que as demais estruturas corporais não estejam preparadas, e essa é uma das possibilidades de ocorrência de lesão ou baixo desempenho. Por isso, torna-se muito importante ampliar o diagnóstico, analisando o controle neuromuscular<sup>71,73</sup>, o desenvolvimento de força e potência<sup>102</sup>, o equilíbrio muscular<sup>74,78,100,102</sup>, as assimetrias entre membros inferiores<sup>78,100,103</sup>, e o adequado recrutamento dos grupos musculares<sup>97,98</sup>.

Diante dessa necessidade, a avaliação isocinética de corredores recreativos<sup>107</sup> surge como uma excelente opção para quantificar parâmetros musculares em processos preventivos, competitivos ou terapêuticos de forma extremamente objetiva e confiável. A possibilidade de direcionar o treinamento para superar deficiências, trazendo equilíbrio entre os grupos musculares e estabelecendo metas para melhora de a performance no esporte é apontada como uma vantagem por diversos autores, a exemplo de Aquino<sup>97</sup>, Luna et al.<sup>106</sup> e Lategan<sup>119</sup>.

Apesar da evidente necessidade de estudos mais abrangentes com o objetivo de verificar o real impacto da função muscular na performance de corredores, a literatura já traz alguns resultados animadores.

Lauersen, Andersen, Andersen<sup>129</sup> mencionaram que o aumento de 10% no volume do treinamento de força é capaz de reduzir o risco de lesões em mais de quatro pontos percentuais.

Muñoz-Jimenez, Hermoso, Pinillos, Román<sup>80</sup> afirmaram que o desequilíbrio no complexo tornozelo/pé de corredores, geralmente provocado por fraqueza muscular, diminui a eficiência do movimento e eleva o risco de lesões. Sulowska, Mika, Oleksy, Stolarczyk<sup>81</sup> complementaram essa afirmação acrescentando que as alterações distais da cadeia cinemática da corrida podem também afetar as articulações superiores. Já Baltich, Emery, Sthefanyshyn, Nigg<sup>24</sup> apontaram os efeitos positivos do treinamento muscular sobre o tornozelo, melhorando o controle postural e prevenindo lesões.

Para Saragiotto, Yamato, Cosialls, Lopes<sup>23</sup> existe uma forte tendência de corredores desenvolverem desequilíbrios musculares tanto na musculatura flexora quanto em extensores do joelho.

De forma semelhante, isso foi evidenciado nos trabalhos de Dellagrana<sup>78</sup> e Lynn, Costigan<sup>82</sup>, que indicaram uma relação compensatória entre o tipo de pisada e a ativação dos isquiotibiais, tornando esse grupo muscular muito susceptível a desenvolver fraqueza. Isso ocorre porque, na pisada supinada, a tíbia roda externamente e ativa seletivamente o bíceps femoral, e da mesma forma, na pisada pronada, há rotação interna da tíbia, gerando maior ativação dos músculos semitendíneo e semimembranáceo.

Já Mucha et al.<sup>48</sup> e Taylor-Haas<sup>74</sup> citaram a manifestação de fraqueza abduutora de quadril como precursora de lesões em corredores.

As perspectivas futuras do tema em questão apontam para uma abordagem quantitativa das variáveis que podem interferir no padrão de corrida, contando com o auxílio cada vez mais relevante dos avanços tecnológicos. Associando os testes que visam identificar o tipo de pisada com uma avaliação mais abrangente da função muscular, é possível chegar a um diagnóstico mais preciso para que os corredores possam desenvolver programas específicos de treinamento, corrigindo falhas e buscando o melhor desempenho possível sem que haja sobrecarga excessiva nas articulações.



## **6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Neste estudo, destaca-se, como limitação, o reduzido tamanho amostral, especialmente dos corredores que cumpriram todas as etapas da pesquisa, em virtude da interrupção nas coletas imposta pela pandemia de COVID-19. Tal aspecto certamente impactou no poder do estudo de tal maneira que minimiza a magnitude dos efeitos e a extrapolação dos resultados para uma população maior.

Importante ressaltar que não fez parte do escopo deste estudo a avaliação psicológica dos participantes, mesmo sabendo que um evento psicológico, principalmente aqueles ligados ao aspecto emocional, pode interferir nos resultados ao longo dos 6 meses de duração da pesquisa.

Para estudos posteriores, sugere-se a busca por uma amostra maior e mais homogênea, capaz de proporcionar análises mais precisas e conclusões melhor fundamentadas dentro dessa linha de pesquisa.

## 7 CONCLUSÃO

Diante do exposto, concluímos que, apesar de o uso das palmilhas não produzirem mudança significativa no tipo de pisada, é notada tendência para a neutralização da pisada. Este quadro pode mudar à medida que o tamanho amostral for incrementado com a continuação da pesquisa.

O uso das palmilhas não produziu mudança no perfil de força muscular do tornozelo e joelho, porém foi encontrado significativo incremento de força na região do quadril, em especial do grupo abductor. Esses resultados requerem uma interpretação cautelosa, já que era de se imaginar que, em caso de alterações na força muscular, essas provavelmente seriam mais proximais ao local da palmilha. Por outro lado, chama a atenção para o possível benefício na região do quadril, em especial, na musculatura abductora, tão importante na estabilização lombopélvica durante a fase de apoio presente na marcha e na corrida.

Portanto, a introdução de palmilhas nos programas de treinamento de corredores deve considerar benefícios, riscos, vantagens e desvantagens. Na prática clínica, a partir desse resultado, podemos sugerir abordagens específicas para treinamento da função muscular e do gestual esportivo atendendo à demanda individual de desempenho para corrida.

Do ponto de vista científico, mais estudos serão necessários para melhor analisar os reais efeitos e as possíveis vantagens da indicação de palmilhas na modificação da força dos membros inferiores e do padrão de pisada de corredores. Com a continuidade do presente estudo, essa indicação certamente se consolidará como uma importante ferramenta para as abordagens cinético-funcionais, visando à prevenção e à reabilitação de lesões em corredores profissionais ou recreativos.

## REFERÊNCIAS

1. Campos AC, Prata MS, Aguiar SS, Castro HO, Leite RD, Pires FO. Prevalência de lesões em corredores de rua amadores. *Rev Bras Pesqui Ciências Saúde*. 2016 jul;40-5.
2. Oliveira VC, Detoni GC, Ferreira C, Portela BS, Queiroga MR, Tartaruga MP. Influência do gradiente de inclinação na pronação subtalar em corrida submáxima. *Acta Ortop Bras*. 2013;21(3):163-6.
3. Nicola TL, Jewison DJ. The anatomy and biomechanics of running. *Clin Sports Med*. 2012;31(2):187-201.
4. Dugan SA, Bhat KP. Biomechanics and analysis of running gait. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2015;16(3):603-21.
5. Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Smith MMF, et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2014;7:55.
6. Hino AAF, Reis RS, Rodriguez-Añez CS, Fermino RC. Prevalência de lesões em corredores de rua e fatores associados. *Rev Bras Med Esporte*. 2009 jan-fev;15(1).
7. Souza TR, Pinto RZA, Trede RG, Araújo PA, Fonseca HL, Fonseca ST. Pronação excessiva e varismos de pé e perna: relação com o desenvolvimento de patologias músculo-esqueléticas: revisão de literatura. *Fisioter Pesqui*. 2011 jan-mar;18(1):92-8.
8. Richards CE, Magin PG, Callister R. Is your prescription of distance running shoes evidence-based? *Br J Sports Med*. 2009;43:159-62.
9. Tartaruga MP, Cadore EL, Alberton CL, Nabinger E, Peyré -Tartaruga LA, Ávila AOV, et al. Comparison of protocols for determining the subtalar joint angle. *Acta Ortop Bras*. 2010;18(3):122-6.
10. Mündermann A, Nigg BM, Humble RN, Stefanyshyn DJ. Foot orthotics affect lower extremity kinematics and kinetics during running. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2003 Mar;18(3):254-62.
11. Bonanno DR, Landorf KB, Munteanu SE, Murley GS, Menz HB. Effectiveness of foot orthoses and shock-absorbing insoles for the prevention of injury: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017 Jan;51(2):86-96.
12. Mendes AAMT, Silva HJA, Costa ARA, Pinheiro YT, Lins CAA, de Souza MC. Main types of insoles described in the literature and their applicability for musculoskeletal disorders of the lower limbs: a systematic review of clinical studies. *J Bodyw Mov Ther*. 2020 Oct;24(4):29-36.
13. Shih Y-F, Wen Y-K, Chen W-Y. Application of wedged foot orthosis effectively reduces pain in runners with pronated foot: a randomized clinical study. *Clin Rehabil*. 2011 July;25(10):913-23.
14. Lucas-Cuevas AG, Camacho-García A, Llinares R, Quesada JIP, Llana-Beloch S, Pérez-Soriano P. Influence of custom-made and prefabricated insoles before and after an intense run. *PLoS ONE*. 2017;12(2).
15. Knapik JJ, Trone DW, Tchandja J, Jones BH. Injury-reduction effectiveness of prescribing running shoes on the basis of foot arch height: summary of military investigations. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014;44:805-12.
16. Leppänen M, Aaltonen S, Parkkari J, Heinonen A, Kujala UM. Interventions to prevent sports related injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Sports Med*. 2014;44(4):473-86.

17. Langley B, Cramp M, Morrison SC. The Influence of Motion Control, Neutral, and Cushioned Running Shoes on Lower Limb Kinematics. *J Appl Biomech*. 2019 June;35(3):216-22.
18. Malisoux M, Chambon N, Guéguen N, Delattre N. Injury risk in runners using standard or motion control shoes: a randomised controlled trial with participant and assessor blinding. *Br J Sports Med*. 2016;0:1-7.
19. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21(1):89-98.
20. Martinez BR, Oliveira JC, Vieira KVSG, Chiao Yi L. Translation, cross-cultural adaptation and reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) - brazilian version. *Physiother Theory Pract*. 2019:1-6.
21. Pascual R, Redmond AC, Alcacer Pitarch B, López Ros P. Índice de Postura del Pie (IPP-6) versión de seis criterios: manual y guía del usuario. *Podología Clínica*. 2013;4(2):36-45.
22. Silva WA, Lira CAB, Vancini RL, Andrade MS. Hip muscular strength balance is associated with running economy in recreationally-trained endurance runners. *Peer J*. 2018;5219.
23. Saragiotto BT, Yamato TP, Cosialls AMH, Lopes AD. Desequilíbrio muscular dos flexores e extensores do joelho associado ao surgimento de lesão musculoesquelética relacionada à corrida: um estudo de coorte prospectivo. *Rev Bras Ciênc Esporte*. 2016;38(1):64-8.
24. Baltich, J, Emery CA, Sthefanyshyn D, Nigg BM. The effects of isolated ankle strengthening and functional balance training on strength, running mechanics, postural control and injury prevention in novice runners: design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:407.
25. Dvir Z. *Isocinética - avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas*. São Paulo: Manole; 2002.
26. Danneskiold-Samsøe, B, Bartels EM, Bülow PM, Lund H. Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. *Acta physiol*. 2009;197(673 Suppl):1-68.
27. Perrin DH. *Isokinetic exercise and assessment*. Illinois: Champaign Human Kinetics Publishers; 1993.
28. Lafortune MA, Valiant GA, Mclean B. Biomechanics of running. In: Hawley JA. *Handbook of sports medicine and science running*. Victoria, Australia: Blackwell Science; 2008. cap 3. p. 28-43.
29. Magee DJ. *Avaliação musculoesquelética*. São Paulo: Manole; 2010.
30. Hollander K, Liebl D, Meining S, Mattes K, Willwacher S, Zech A. Adaptation of running biomechanics to repeated barefoot running: a randomized controlled study. *Am J Sports Med*. 2019;47(8):1975-83.
31. Fukuchi RK, Fukuchi CA, Duarte M. A public dataset of running biomechanics and the effects of running speed on lower extremity kinematics and kinetics. *Peer J*. 2017;5:e3298.
32. Oliveira-Rosado J, Duarte JP, Sousa-e-Silva P, Costa DC, Martinho DV, Sarmiento D, et al. Physiological profile of adult male long-distance trail runners: variations according to competitive level (national or regional). *Einstein* 2020;18:eAO5256.
33. DeVita P, Fellin RE, Seay JF, Ip E. The relationships between age and running biomechanics. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(1):98-106.

34. Willy RW, Paquette MR. The Physiology and biomechanics of the master runner. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2019;27(1):15-21.
35. Beck ON, Kipp S, Roby JM, Grabowski AM, Kram R, Ortega JD. Older runners retain youthful running economy despite biomechanical differences. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48:697-704.
36. Ferber R, Davis IS, Williams DS. Gender differences in lower extremity mechanics during running. *Clin Biomech.* 2003;18(4):350-7.
37. Hannigan JJ. Sex-specific relationships between hip strength and hip, pelvis, and trunk kinematics in healthy runners. *J Appl Biomech.* 2017;34(1):76-81.
38. Niemuth PE, Johnson, RJ, Myers, MJ, Thieman, TJ. Hip muscle weakness and overuse injuries in recreational runners. *Clin J Sport Med.* 2005;15(1):14-21.
39. Brown AM, Zickfoch RA, Hilstrom H. The effects of limb dominance and fatigue on running biomechanics. *Gait Posture.* 2014;39(3):915-9.
40. Neves MP, Da Conceição CS, Gomes Neto, M. A dominância de membros interfere no equilíbrio de força muscular do joelho de corredores recreacionais? *Rev Ciênc Méd Biol.* 2019 set-dez;18(3):367-71.
41. Sobhani S, Heuvel ERV, Dekker R, Klaas Postema K, Bas Kluitenberg B, Bredeweg SW, et al. Biomechanics of running with rocker shoes. *J Sci Med Sport.* 2016;20(1):38-44.
42. Souza RB. An evidence-based videotaped running biomechanics analysis. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2016;27(1):217-36.
43. Chan CW, Rudins A. Foot biomechanics during walking and running. *Mayo Clin Proc.* 1994; 69(5):448-61.
44. Geiringer SR. The biomechanics of running. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 1995;5(4):273-9.
45. Hamill J, Knutzen KM, Derrick TR. Bases biomecânicas do movimento humano. São Paulo: Manole; 2016.
46. Vernillo G, Giandolini M, Edwards DB, Morin Jean-Benoit. Biomechanics and physiology of uphill and downhill running. *Sports Med.* 2016;47(4):615-29.
47. Neal BS, Barton CJ, Gallie R, O'Halaron P, Morrissey D. Runners with patellofemoral pain have altered biomechanics which targeted interventions can modify: a systematic review and meta-analysis. *Gait Posture.* 2016;45:69-82.
48. Mucha MD, Caldwell W, Schuluter EL, Walters C, Hassen A. Hip abductor strength and lower extremity running related injury in distance runners: a systematic review. *J Sci Med Sport.* 2016;20(4):349-55.
49. Tschopp M, Brunner F. Diseases and overuse injuries of the lower extremities in long distance runners. *Z Rheumatol.* 2017;76(5):443-50.
50. Kemler E, Blokland D, Backx B, Huissted B. Differences in injury risk and characteristics of injuries between novice and experienced runners over a 4-year period. *Phys Sportsmed.* 2018;46(4):485-91.
51. Lee KKW, Ling SKK, Yung PSH. Controlled trial to compare the Achilles tendon load during running in flatfoot participants using a customized arch support orthoses vs an orthotic heel lift. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20(1):535.
52. Hespanhol Junior LC, Pena CLO, Lopes AD. Previous injuries and some training characteristics predict running-related injuries in recreational runners: a prospective cohort study. *J Physiother.* 2013;59(4):263-9.

53. Hreljac A. Etiology, prevention, and early intervention of overuse injuries in runners: a biomechanical perspective. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2005;16(3):651-vi.
54. Fredericson M, Misra AK. Epidemiology and aetiology of marathon running injuries. *Sports med*. 2007;37(4-5):437-9.
55. Strakowski JA, Jamil T. Management of common running injuries. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2006;17(3):537-52.
56. Lopes AD, Hespanhol Júnior LC, Yeung SS, Costa LOP. What are the main running-related musculoskeletal injuries? A systematic review. *Sports Med*. 2012;42(10):891-905.
57. Bonanno DR, Murley GS, Munteanu S, Landorf KB, Menz HB. Effectiveness of foot orthoses for the prevention of lower limb overuse injuries in naval recruits: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. 2018;52(5):298-302.
58. Messier SP, Legault C, Schoenlank CR, Newman J. Risk factors and mechanisms of knee injury in runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(11):1873-9.
59. Schache AG, Dorn TW, Williams GP, Brown NAT, Pandhy MG. Lower-limb muscular strategies for increasing running speed. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014;44(10):813-24.
60. Souza TR. Eficácia do uso de palmilhas biomecânicas para a correção cinemática do padrão de pronação excessiva da articulação subtalar. *Rev Bras Fisioter*. 2008 jul-ago;9(4):275-82.
61. Butler RJ, Davis IS, Hamill J. Interaction of arch type and footwear on running mechanics. *Am J Sports Med*. 2006;34(12):1998-2005.
62. Altman AR, Davis, IS. Prospective comparison of running injuries between shod and barefoot runners. *Br J Sports Med*. 2015;50(8):476-80.
63. Davis IS, Bowser BJ. Do impacts cause running injuries? A prospective investigation. *Proceedings of the American Society of Biomechanics*. RI: Providence; 2010.
64. Guimarães CQ. Fatores associados à adesão ao uso de palmilhas biomecânicas. *Rev Bras Fisioter*. 2006 jul-dez;10(3):271-7.
65. Mei Q, Gu Y, Xiang L, Baker JS, Fernandez J. Foot pronation contributes to altered lower extremity loading after long distance running. *Front Physiol*. 2019;10:573.
66. Fukano M, Inami T, Nakagawa K, Iso TNES. Foot posture alteration and recovery following a full marathon run. *European J Sport Sci*. 2018;18(10):1338-45.
67. Zhang X. The morphology of foot soft tissues is associated with running shoe type in healthy recreational runners. *J Sci Med Sport*. 2018;21(7):686-90.
68. O'leary K, Vorpahy KA, Heiderschet B. Effect of cushioned insoles on impact forces during running. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2008;98(1):36-41.
69. Lewinson RT, Stefanyshyn DJ. Effect of a commercially available footwear insole on biomechanical variables associated with common running injuries. *Clin J Sport Med*. 2017;0:1-3.
70. Kelly LA, Lichtwark GA, Farris DJ, Cresswell AG. Shoes alter the spring-like function of the human foot during running. *J R Soc Interface*. 2016;13(119):20160174.
71. Nishida K, Hagio S, Kibushi B, Moritani T, Kouzaki M. Comparison of muscle synergies for running between different foot strike patterns. *PLoS One*. 2017;12(2):e0171535.
72. Yong JR, Silder A, Delp SL. Differences in muscle activity between natural forefoot and rearfoot strikers during running. *J Biomech*. 2014;47(15):3593-7.

73. Hagio S, Fukuda M, Kouzaki M. Identification of muscle synergies associated with gait transition in humans. *Front Hum Neurosci.* 2015;9:48.
74. Taylor-Haas JA. Reduced hip strength is associated with increased hip motion during running in young adult and adolescent male long-distance runners. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(4):456-67.
75. Baker RL, Fredericson M. Iliotibial band syndrome in runners: biomechanical implications and exercise interventions. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2016;27(1):53-77.
76. Kulmala J-P, Avela J, Pasanen K, Parkkari J. Forefoot strikers exhibit lower running-induced knee loading than rearfoot strikers. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(12):2306-13.
77. Deli CK, Paschalis V, Theodorou AA, Nikolaidis MG, Jamurtas AZ, Koutedakis Y. Isokinetic knee joint evaluation in track and field events. *J Strength Cond Res.* 2011;25(9):2528-36.
78. Dellagrana RA. Evidence for isokinetic knee torque asymmetries in male long distance-trained runners. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(4):514-19.
79. Cai C, Kong PW. Low back and lower-limb muscle performance in male and female recreational runners with chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;45(6):436-43.
80. Muñoz-Jimenez M, Hermoso VMS, Pinillos FG, Román PAL. Influence of shod/unshod condition and running speed on foot-strike patterns, inversion/eversion, and vertical foot rotation in endurance runners. *J Sports Sci.* 2015;33(19):2035-42.
81. Sulowska I, Mika A, Oleksy L, Stolarczyk A. The influence of plantar short foot muscle exercises on the lower extremity muscle strength and power in proximal segments of the kinematic chain in long-distance runners. *Biomed Res Int.* 2019;6947273.
82. Lynn SK, Costigan PA. Changes in the medial-lateral hamstring activation ratio with foot rotation during lower limb exercise. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(3):e197-205.
83. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train.* 2005;40(1):41-6.
84. Keenan AM. The Foot Posture index: rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(1):88-93.
85. Morrison SC, Ferrari J. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the pediatric foot. *J Foot Ankle Res.* 2009;2:26.
86. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the foot posture index. *J Foot Ankle Res.* 2008;1(1):6.
87. Evans AM, Rome K, Peet L. The foot posture index, ankle angle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *J Foot Ankle Res.* 2012;5(1).
88. Martínez-Nova, A. The foot posture index in men practicing three sports different in their biomechanical gestures. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2014;104(2):154-8.
89. Rokkedal-Lausch T, Lykke M, Hansen ME, Nielsen RO. Normative values for the foot posture index between right and left foot: a descriptive study. *Gait Posture.* 2013;38(4):843-6.
90. Sánchez RR, Nova AM, Martínez EE, Martín BG, Quintana RM, Zamorano JPD. The foot posture index: anthropometric determinants and influence of sex. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2013;103(5):400-4.
91. Jimenez-Cebrian AM, Morente-Bernal MF, Román-Bravo PD, Saucedo-Badía JF. Influence of age, sex, and anthropometric determinants on the foot posture index in a pediatric population. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2017;107(2):124-9.

92. Buldt AK, Forghany S, Landorf KB, Murley GS, Levinger P, Menz HB. Centre of pressure characteristics in normal, planus and cavus feet. *J Foot Ankle Res.* 2018 Feb;5;11:3.
93. Teyhen DS, Stoltenberg BE, Eckard TG, Doyle PM, Boland DM, Feldtmann JJ, et al. Static foot posture associated with dynamic plantar pressure parameters. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011 Feb;41(2):100-7.
94. Buldt AK, Forghany S, Landorf KB, Levinger P, Murley GS, Menz HB. Foot posture is associated with plantar pressure during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. *Gait Posture.* 2018 May;62:235-40.
95. Motantasut P, Hunsawong T, Mato L, Donpunha W. Reliability of novice and experienced physiotherapists using the normalized navicular height truncated and the foot posture index-6 for classifying static foot posture in adults. *J Phys Ther Sci.* 2019 Apr;31(4):392-7.
96. Perrin, DH, Robertson RJ, Ray RL. Bilateral isokinetic peak torque, torque acceleration energy, power, and work relationships in athletes and nonathletes. *J Orthop. Sports Phys Ther.* 1987;9(5): 184-9.
97. Aquino CF. A utilização da dinamometria isocinética nas ciências do esporte e reabilitação. *Rev Bras Ciên Mov.* 2007;15:93-100.
98. Ponce DA, Martin CA, Martins D, Andrade MC. Conceitualização e análise crítica dos dinamômetros isocinéticos. *Braz J Biomec.* 2013;12(23):65-74.
99. Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(1):22-9.
100. Impellizzeri FM. Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2008;28(2):113-9.
101. Beam WC, Adams GM. Exercise physiology laboratory manual. New York: McGraw-Hill; 2019. cap.6.
102. Calmels PM, Nellen M, Borne IV, Jourdin P, Minare P. Concentric and eccentric isokinetic assessment of flexor-extensor torque ratios at the hip, knee, and ankle in a sample population of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78(11):1224-30.
103. Maupas E, Paysant J, Datie AM, Martinet M, Andre JM. Functional asymmetries of the lower limbs. A comparison between clinical assessment of laterality, isokinetic evaluation and electrogoniometric monitoring of knees during walking. *Gait Posture.* 2002;16(3):304-12.
104. Neder JA, Nery LE, Shinzato G, Andrade M. Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999;29(2):116-26.
105. Shinzato GT, Batistella LR. Exercício isocinético: sua utilização para avaliação e reabilitação músculo-esquelética. *Âmbito Med Desportiva.* 1996:11-8.
106. Luna NMS, Alonso AC, Serra M, Andare NFB, Nakano EY, Bocalini DS, et al. Análise isocinética e cinética de corredores e triatletas com e sem histórico de fratura por estresse. *Rev Bras Med Esporte.* 2015;21(4):252-6.
107. Siqueira CM, Pelegrini FRMM, Fontana MF, Greve JMD. Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev Hosp Clin Fac Med.* 2002;57(1):19-24.
108. Xaverova Z, Dinberger J, Lehnert M, Belka J, Wagner H, Orechovska K. Isokinetic strength profile of elite female handball players. *J Hum Kinet.* 2015;49:257-66.



109. Boling MC, Padua, DA, Creighton AR. Concentric and eccentric torque of the hip musculature in individuals with and without patellofemoral pain. *J Athl Train.* 2009;44(1):7-13.
110. Donatelli R, Catlin PA, Backer GS, Drane DL, Slater SM. Isokinetic hip abductor to adductor torque ratio in normals. *Clin Res.* 1991;1(2):103-11.
111. Sugimoto D. Comparison of isokinetic hip abduction and adduction peak torques and ratio between sexes. *Clin J Sport Med.* 2014;24(5):422-8.
112. Menges L. Effects of gluteus medius strengthening exercises on hip abduction/adduction strength ratio in active adults. *J Undergrad Kinesio Res.* 2014;10(1):52-63.
113. Bazett-Jones DM, Tylinksi T, Krstic J, Stromquist A, Faíscas J. Peak hip muscle torque measurements are influenced by sagittal plane hip position. *Int J Sports Phys Ther.* 2017;2(4):535-42.
114. Brent JL, Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Hewett TE. The effect of sex and age on isokinetic hip-abduction torques. *J Sport Rehabil.* 2013;22(1):41-6.
115. Verrelst R, Willems TM, Clercq DD, Roosen P, Goossens L, Witvrouw E. The role of hip abductor and external rotator muscle strength in the development of exertional medial tibial pain: a prospective study. *Br J Sports Med.* 2014;48(21):1564-9.
116. Terreri AS. Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Rev Bras Med Esporte.* 2001;7(5):170-4.
117. Bittencourt NFN, Amaral GM, Anjos MTS, Alessandro R, Silva AA, Fonseca ST. Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em atletas das seleções brasileiras infante e juvenil de voleibol masculino. *Rev Bras Med Esporte.* 2005 nov-dez;11(6).
118. Bergamin M. Reliability of a device for the knee and ankle isometric and isokinetic strength testing in older adults. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2017;7(2):323-30.
119. Lategan L. Isokinetic norms for ankle, knee, shoulder and forearm muscles in young South African men. *Isokinet Exerc Sci.* 2011;23-32.
120. Nickson, W. Normative isokinetic data on the ankle invertors and evertors. *Australian J Physioth.* 1987;33(2):85-90.
121. Kaminski TW, Dover GC. Reliability of inversion and eversion peak- and average-torque measurements from the biodex system 3 dynamometer. *J Sport Rehabil.* 2001;10(3):205-20.
122. Lin WH. Ankle eversion to inversion strength ratio and static balance control in the dominant and non-dominant limbs of young adults. *J Sci Med Sport.* 2009;12(1):42-9.
123. Terrier R, Degacjhe F, Fourchet F, Gojanovic B. Assessment of evertor weakness in patients with chronic ankle instability: functional versus isokinetic testing. *Clin Biomech.* 2017;41:54-9.
124. Lee JS, Kim KB, Jeong JO, Kwon NY, Jeong SM. Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. *Ann Rehabil Med.* 2015 Feb;39(1):10-7.
125. Redmond AC. The foot posture index: Easy quantification of standing foot posture-six item version (FPI-6). [User Guide and manual]. Leeds: University of Leeds; 2005.
126. Carvalho BKG de. Índice da postura do pé (IPP-6) e sua relação com o sexo, idade e índice de massa corpórea em adolescentes de 10 a 14 anos: um estudo transversal [Internet]. [dissertação]. São Paulo: USP - Faculdade de Medicina; 2017. [acesso em 2020 out 05]. Disponível em <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5170/tde-11052017-143330/pt-br.php>.

127. Sánchez-Rodríguez R, Martínez-Nova A, Escamilla-Martínez E, Pedrera-Zamorano JD. Can the Foot Posture Index or their individual criteria predict dynamic plantar pressures? *Gait Posture*. 2012 July;36(3):591-5.
128. Balbinotti MAA, Gonçalves GHT, Klering RT, Wiethaeuper D, Balbinotti CAA. Perfis motivacionais de corredores de rua com diferentes tempos de prática. *Rev Bras Ciênc Esporte*. 2015 jan-mar; 37(1):65-73.
129. Lauersen JB, Andersen TE, Andersen LB. Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2018 Dec;52(24):1557-63.

# APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
EM SERES HUMANOS**  
**Instituto de Ciências da Saúde**  
**Universidade Federal da Bahia**



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **“Efetividade das palmilhas na prevenção de lesão em corredores recreacionais: um ensaio clínico randomizado”**. Nesta pesquisa pretendemos **verificar se as palmilhas melhoram o posicionamento dos ossos e articulações do pé, a contração dos músculos da perna e evitam o surgimento de lesão ligada à prática de corrida**. O motivo que nos leva a estudar este tema é que a prática da corrida é um esporte cada vez mais comum e inúmeras abordagens estão sendo consideradas com objetivo de reduzir o número de lesão. Uma destas abordagens é o uso de palmilhas. Desta forma, buscaremos com este estudo compreender melhor os efeitos das palmilhas na forma de pisar e se elas podem realmente prevenir lesão. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: uma entrevista inicial para coleta de dados sobre sua condição física, ex: peso, altura, tempo de prática de corrida, duração de treinamento na semana, lesão ou dor prévia ou atual através de um questionário chamado *Índice de Morbidade Referida*. Em seguida, os pesquisadores irão coletar informações sobre seu tipo de pé e pisada, para tal o Sr(a) se deitará num maca para que os avaliadores possam movimentar seus pés e identificar a estrutura e tipo do pé sem carga. Logo após o Sr(a) será posicionado em pé para que seja verificado o *Índice de Postura do Pé*, no qual o Sr(a) estará sobre uma base rígida em pé com uma borracha entre os pés para padronizar o posicionamento deles e os avaliadores irão observar o posicionamento de diversas partes do seu pé. Em seguida será feita a *Baropodometria computadorizada*, aparelho que consiste numa placa sensorizada inerte, ou seja, ela não emite eletricidade para que possa causar algum dano ao Sr(a). Esta placa capta a imagem da pressão dos pés estando o Sr(a) em pé e caminhando. Logo após você deverá colocar seu tênis de corrida quando então serão adicionados à marcadores (papéis reflexivos colantes) na batata da perna e no calcanhar para coletar dados do posicionamento e movimento das articulações do pé através da filmagem com câmera digital e eletrodos adesivos, semelhantes à aqueles que são usados no exame do coração (eletrocardiograma), fixados na sua pele da face lateral (fora) e medial

(dentro) das pernas, para que possa ser coletada a atividade dos músculos da parte de fora e de dentro da perna durante a caminhada a 4 km/h por 2 minutos e corrida a 10km/h por apenas três minutos em uma esteira elétrica profissional. Vale ressaltar que estes eletrodos estarão conectados a um aparelho denominado “eletromiógrafo” que capta os sinais elétricos dos músculos e envia para o computador. O eletromiógrafo não emite eletricidade, é inerte ao corpo e assim como a baropodometria não há risco de choque. Será necessário neste momento limpar sua pele com álcool e retirar os pelos para que a captação seja mais eficiente. Por fim o Sr(a) descansará por 10min, período que teremos sucos, água e lanches disponíveis para em seguida ir para o dinamômetro isocinético que é um aparelho onde o Sr(a) estará sentado numa cadeira especial para que movimente as pernas contra uma resistência imposta pela máquina. Durante este movimento nos iremos incentivá-lo(a) para que faça a maior força possível e assim poderemos ter uma melhor compreensão da sua força muscular. Com base nos dados desta coleta inicial, o Sr(a) será classificado como corredor de pisada pronada (quem pisada com o pé desabado para dentro colocando mais carga na borda medial do pé e será ainda subclassificado e subdividido em: pés causativos que são os pés que originam a pisada pronada ou adaptativos que são os pés que aumentam a pronação devido a problemas que não se originam nos pés) ou corredor com pisada neutra (quem pisa com a carga mais no centro do pé) e corredor com pisada subpronada/supinada (quem pisa colocando mais carga na borda lateral do pé e também subclassificado em: pés causativos que são os pés que originam a pisada supinada ou adaptativos que são os pés que aumentam a supinação devido a problemas que não se originam nos pés). Após esta classificação, o Sr(a) será sorteado para receber um dois tipos de palmilha que serão utilizadas no estudo. Após uma semana você será convocado para receber o par de palmilhas, realizar nova coleta de caminhada e corrida na esteira para mensurar o movimento do pé e a atividade muscular durante o uso da palmilha e receber as orientações de como usá-las (no mínimo 4 horas por dia e em seus treinos de corrida) e como cuidar da preservação da palmilha. Caso sinta desconforto será orientado a nos procurar para que possam ser feitos os ajustes na palmilha e no tempo de uso para facilitar a acomodação. Independente do grupo, o Sr(a) será orientado a manter seu tênis usual, retirar a palmilha original e substituir pela palmilha entregue pela pesquisa, bem como será orientado a não mudar seu ritmo de treino, salvo se houver orientação do profissional de educação física e nem mudar o modelo do tênis pelos próximos 6 meses. Caso surja qualquer alteração, o Sr(a) deverá nos informar durante os contatos quinzenais que iremos ter com você. Neste período você será convidado a retornar após 3 meses e mais uma vez após 6 meses quando serão repetidos os mesmos procedimentos: coleta dos dados do posicionamento e movimento das articulações do pé e a atividade dos músculos da perna durante a caminhada a 4 km/h por dois minutos e corrida a 10km/h por três minutos na mesma esteira elétrica profissional. Quinzenalmente, como relatado anteriormente,

nós iremos entrar em contato com você via e-mail, whatsapp ou telefone para saber se houve alguma mudança no seu treino, tênis e se surgiu alguma dor ou lesão ligada à prática de corrida. O estudo não pretende gerar nenhum risco. Os métodos empregados de avaliação, como citados anteriormente são inertes e portanto o senhor(a) não sentirá nenhum desconforto proveniente do estímulo na sua pele. Apenas o uso da palmilha pode, raramente, provocar nos primeiros dias algum desconforto na planta dos pés que tende a desaparecer em até uma semana. Caso este desconforto ocorra, iremos orientar uso progressivo (dentro das quatro horas diárias deverá usar 30 minutos e retirar 30 minutos, depois usa uma hora e retira por 30 minutos até completar as quatro horas diárias). Caso o desconforto persista, iremos reduzir o ponto de pressão lixando a palmilha e se mesmo assim persistir, iremos solicitar que pare de usá-la para em seguida ofertá-lo os cuidados necessários para alívio dos sintomas a serem realizados na sala 101 do curso Fisioterapia da UFBA situado no Pavilhão de Aulas do Canela. Vale ressaltar que neste último caso, o senhor(a) não será excluído da pesquisa e se desejar permanecer, será convocado para a coleta final, sem nenhum tipo de penalização. Para minimizar o risco de constrangimento e desconforto na coleta dos dados, a avaliação será feita em uma sala fechada, ampla e climatizada, com a presença apenas dos pesquisadores responsáveis. Para evitar o risco de vazamento das informações coletadas, os pesquisadores se comprometem a manter os dados centralizados e seguros em um computador situado no local da coleta sala 101 do curso Fisioterapia da UFBA situado no Pavilhão de aulas do Canela e seus nomes verdadeiros serão substituídos por siglas ou números. Para participar deste estudo o (a) Sr.(a) não receberá qualquer vantagem financeira ou terá qualquer tipo de custo. Caso o senhor(a) tenha algum custo de transporte para deslocamento ao local da coleta, os pesquisadores asseguram o direito ao ressarcimento das despesas de transporte. Caso seja identificado e comprovado danos provenientes desta pesquisa, lhe é assegurado o direito a indenização. Vale ressaltar que sua participação irá ampliar o conhecimento sobre o efeito das palmilhas na prevenção de lesão, bem como o senhor(a) receberá um relatório contendo seus dados, a condição da força muscular da suas perna que pode ser usado para orientar programas específicos de fortalecimento e em especial o tipo de pisada que o ajudará a escolher o tênis adequado para o tipo de sua pisada. O Sr.(a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar do estudo ou de parte dele. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Caso o (a) Sr.(a) tenha alguma dúvida ou necessite de qualquer esclarecimento ou ainda deseje retirar-se da pesquisa, por favor, entre em contato com os pesquisadores abaixo a qualquer tempo.

**Pesquisador responsável: Prof Dr. Cristiano Sena da Conceição – Coordenador do projeto**

**Endereço: Departamento de Fisioterapia. Av Reitor Miguel Calmon, s/n- Vale do Canela. Salvador, Bahia.**

**Telefone: 71-3283-7687 / 71-98131-5747**

Além do pesquisador acima, o Sr(a) pode a qualquer momento procurar o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto de Ciências da Saúde para esclarecer dúvidas pertinentes ao estudo e seu andamento. O Comitê de Ética em Pesquisa tem como missão zelar pelos aspectos éticos dos estudos, realizando revisão dos riscos, benefícios da pesquisa em especial da estrutura de termos necessários para condução da pesquisa em seres humanos como este documento que o senhor(a) está conhecendo, denominado de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O Comitê assegura a preservação da dignidade humana, dos direitos e bem-estar dos participantes. Segue contato e horário de funcionamento do CEP:

**Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto de Ciências da Saúde: End: Instituto de Ciência da Saúde: Av. Reitor Miguel Calmon, s/n- Vale do Canela. Salvador, Bahia. Tel.: 71-3283-8951. E-mail: [cepics@ufba.br](mailto:cepics@ufba.br). Horários: segunda das 13:00 as 19:00 e terça a sexta de 07:00 às 13:00.**

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O (a) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Pavilhão de Aulas do Canela (PAC) e a outra será fornecida ao(à) Sr.(a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco (5) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo à legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “ **Efetividade das palmilhas na prevenção de lesão em corredores recreacionais: um ensaio clinico randomizado**”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via deste termo de consentimento livre e esclarecido em cinco páginas e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Salvador, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Nome completo (participante)

Data

---

Nome completo (pesquisador responsável)

Data

---

Nome completo (testemunha)

Data

Em caso de minha desistência em permanecer na pesquisa, autorizo que os meus dados já coletados referentes a resultados de exames, questionários respondidos e similares ainda sejam utilizados na pesquisa, com os mesmos propósitos já apresentados neste TCLE.

---

Nome completo (participante)

Data



## APÊNDICE B – Cartaz de convite para participar do estudo

**VOCÊ É CORREDOR**

**E NÃO SABE SE ESTÁ USANDO O TÊNIS CORRETO?**

**GOSTARIA DE SABER O SEU TIPO DE PISADA?**

**PARTICIPE DA NOSSA PESQUISA PARA PREVENÇÃO DE LESÃO!**

**PARA PARTICIPAR VOCÊ PRECISA:**

- ✓ Praticar corrida a pelo menos 4 meses - 2x na semana
- ✓ Não apresentar histórico de cirurgia na extremidade inferior
- ✓ Não ter histórico de lesão nos últimos 3 meses
- ✓ Ter de 18 a 60 anos

**É tenha acesso a um acompanhamento de profissionais especializados que conduzirão avaliações para você entender a biomecânica da sua corrida e se o uso de palmilhas e tênis podem contribuir na prevenção de lesões.**

**MARQUE SUA AVALIAÇÃO!**

LOCAL: Universidade Federal da Bahia – Pavilhão de Aulas do Canela, Avenida Reitor Miguel Calmo, 1105 – Canela, Salvador-Ba.  
 Contato: (71) 9 8131-5747 (Cristiano Senna)  
 E-mail: pesquisalafeto@gmail.com

**Ao participar você não terá custos.**

**APÊNDICE C – Dados Demográficos**

<b>FICHA DE AVALIAÇÃO (PESQUISA – CORREDORES)</b>		
Número do Voluntário:		
Data da Avaliação:		
Data de Entrega da Palmilha:		
Data de Retorno:		
OBS.:		
<b>DADOS</b>		
Nome:		Sexo: F ( ) M ( )
Idade:	Data Nasc.: ___/___/_____	Profissão:
Etnia:	Naturalidade:	
Endereço:		
Peso:		Altura:
Dominância de Membro ( ) Direita ( ) Esquerda		
Contato 1: ( )		
Contato 2: ( )		
Email:		
<b>INFORMAÇÕES SOBRE TREINAMENTO</b>		
Treinador ou Assessoria Esportiva:		
Tempo de Treino (meses):	Sem interrupção:	Lesão: S ( ) N ( )
Volume de Treino Semanal:		
Corridas no último ano: ( ) 5k ( ) 10k ( ) 21k ( ) 42k ( ) Outra:		
Tênis utilizado:		
Histórico de Lesão: S ( ) N ( )		Local de Lesão:
Tempo da Lesão:	Fez Tratamento Fisioterapêutico:	

**APÊNDICE D – Ficha de Pontuação do FPI-6**

<b>FICHA DE PONTUAÇÃO DO FPI-6 (PESQUISA – CORREDORES)</b>					
<b>PÉ DIREITO</b>	-2	-1	0	+1	+2
1- Palpação da cabeça do talus.					
2- Curvaturas supra e infra maleolar lateral.					
3- Posição do calcâneo no plano frontal.					
4- Proeminência na região da articulação talonavicular.					
5- Altura e congruência do arco longitudinal interno.					
6- Abdução/Adução do antepé-retropé (vista posterior).					
			<b>TOTAL</b>		
<b>PÉ ESQUERDO</b>	-2	-1	0	+1	+2
1- Palpação da cabeça do talus.					
2- Curvaturas supra e infra maleolar lateral.					
3- Posição do calcâneo no plano frontal.					
4- Proeminência na região da articulação talonavicular.					
5- Altura e congruência do arco longitudinal interno.					
6- Abdução/Adução do antepé-retropé (vista posterior).					
			<b>TOTAL</b>		

**APÊNDICE E** – Material suplementar 1 contendo a “Descrição dos corredores recreativos que concluíram todas as etapas da pesquisa com a devida identificação e suas características sociodemográficas, antropométricas e relacionadas ao treino”.

**Material Suplementar 1** – Descrição dos corredores recreativos que concluíram todas as etapas da pesquisa com a devida identificação e suas características sociodemográficas, antropométricas e relacionadas ao treino.

Característica	Voluntários do GC (n=11) com Identificação											Voluntários do GE (n=20) com Identificação																				
	16	20	26	28	29	40	41	51	52	87	91	2	4	5	18	19	21	22	27	30	38	39	42	49	55	66	73	75	84	85	93	
<b>Idade (anos)</b>	29	43	52	53	23	50	46	41	35	33	49	19	30	55	44	44	37	32	44	58	65	25	40	46	62	34	64	45	59	50	47	
<b>Peso (kg)</b>	73	71	69	65	67	60	81	81	60	90	64	76	61	68	88	70	92	57	81	79	67	68	62	80	73	60	48	75	80	72	78	
<b>Altura (m)</b>	1,76	1,70	1,70	1,68	1,65	1,65	1,74	1,80	1,59	1,77	1,63	1,78	1,74	1,71	1,78	1,77	1,79	1,76	1,74	1,68	1,56	1,75	1,68	1,72	1,76	1,56	1,50	1,75	1,80	1,70	1,72	
<b>Sexo</b>																																
Masculino	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Feminino																																
<b>Membro Dominante</b>																																
Direito	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Esquerdo																																
<b>Tipo de Tênis</b>																																
Neutro / Supinado (Amortecimento / <i>Cushioned</i> )	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Pronado (Estabilidade / <i>Motion Control</i> )																																
<b>Prática de Corrida</b>																																
Com Assessoria	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Sem Assessoria																																
<b>Tempo de Prática de Corrida (meses)</b>	72	48	36	84	36	408	18	48	72	36	12	24	29	9	48	288	36	12	12	23	36	36	18	180	96	12	24	36	12	180	132	
<b>Volume de Treino Semanal (km)</b>	45	35	35	40	10	8	35	40	15	40	40	18	27	18	10	30	10	18	15	15	15	5	10	24	10	28	10	25	50	50	50	
<b>Frequência de Treino (dias/semana)</b>	5	3	5	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	4	2	3	6	6	3
<b>Evolução de Força Muscular (Aumentou: + ou Reduziu: -)</b>																																
Abdução Quadril (Dir./Esq.)	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/-	+/-	+/-	+/-	
Adução Quadril (Dir./Esq.)	+/+	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	
Extensão Joelho (Dir./Esq.)	+/+	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	
Flexão Joelho (Dir./Esq.)	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	
Inversão Tomozelo (Dir./Esq.)	+/+	-/-	-/-	+/+	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	
Inversão Tomozelo (Dir./Esq.)	+/-	0/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	
<b>Modificou Tipo de Pisada (Sim: S ou Não: N)</b>																																
Direita	N	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	S	N	S	S	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	S	N	N	N	S	
Esquerda	N	S	N	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	S	S	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	S	N	N	N	S	

**APÊNDICE F** – Artigo elaborado em coautoria, tratando do objeto desta pesquisa, intitulado “A dominância de membros interfere no equilíbrio de força muscular do joelho de corredores recreacionais?”.

**ARTIGO ORIGINAL**

ISSN 1677-5090

© 2019 Revista de Ciências Médicas e Biológicas

**A dominância de membros interfere no equilíbrio de força muscular do joelho de corredores recreacionais?**

*Does the limb dominance interfere with knee muscle strength balance in recreational runners?*

Murilo Pires Neves<sup>1</sup>, Cristiano Sena da Conceição<sup>2</sup>, Mansueto Gomes Neto<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas pela Universidade Federal da Bahia.; <sup>2</sup> Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas da Universidade Federal da Bahia.; <sup>3</sup>Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas da Universidade Federal da Bahia

**Resumo**

**Introdução:** cerca de 5% da população brasileira pratica corrida de rua, e a falta de preparo físico das pessoas para esse esporte contribui para o aumento no índice de lesões, sendo o joelho uma das articulações mais acometidas. Sabendo que os parâmetros musculares interferem diretamente no desempenho e que a destreza de membros pode suscitar inferências relativas ao aumento de força no membro dominante, torna-se importante avaliar a força e a relação de equilíbrio muscular do joelho destes atletas tanto no membro dominante quanto no contralateral. **Objetivo:** verificar o equilíbrio muscular dos extensores e flexores de joelho dominante e não dominante em corredores recreacionais. **Metodologia:** foram incluídos 111 indivíduos com idade entre 18 e 65 anos, de ambos os sexos, praticantes de corrida há pelo menos 4 meses contínuos, sem histórico de lesão nos últimos 3 meses. Os participantes foram entrevistados e encaminhados para a coleta da força muscular isocinética dos grupos extensor e flexor do joelho com protocolo de 60°/s, 180°/s e 300°/s. As variáveis de interesse estudadas foram: membro dominante, tempo de prática de corrida, torque máximo, trabalho total e potência. Foram calculados os Índices de Deficiência Muscular (IDM) sendo admitido como referencial de equilíbrio até 10% na diferença entre os membros. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, sob parecer de nº 2.621.166. **Resultados:** o IDM indicou que 54,1% dos extensores de joelho estavam equilibrados e que 55,9% dos flexores de joelho encontravam-se numa relação de desequilíbrio muscular. **Conclusão:** a dominância de membros não é um fator ligado ao desequilíbrio de forças no membro inferior. Este achado de desequilíbrio de força entre joelhos pode estar ligado à predisposição de lesão e deve orientar as equipes multiprofissionais de saúde a definir um trabalho preventivo de treinamento muscular e esportivo.

**Palavras-chave:** Equilíbrio Muscular. Exensores e Flexores do Joelho. Dinamometria Isocinética. Corredores.

**Abstract**

**Introduction:** about 5% of the Brazilian population practices street running and the lack of physical fitness for this sport contributes to the increase in the injury rate, with the knee being one of the most affected joints. Knowing that muscle parameters directly interfere performance and that limb dexterity may lead to inferences regarding strength increase in the dominant limb, it is important to evaluate the strength and balance ratio of these athletes' knee in both dominant and contralateral limbs. **Objective:** to verify muscle balance of dominant and non-dominant knee extensors and flexors in recreational runners. **Methodology:** 111 individuals aged between 18 and 65 years old, male and female, who have been running for at least 4 continuous months, with no history of injury in the last 3 months, were included. Participants were interviewed and referred for the collection of isokinetic muscle strength of the knee extensor and flexor groups with a protocol of 60°/s, 180°/s and 300°/s. The variables of interest studied were: dominant limb, running practice time, maximum torque, total work and power. Muscle deficiency indices (MDI) were calculated and accepted as a balance reference up to 10% in the difference between the limbs. The research was approved by the Research Ethics Committee of the Institute of Health Sciences of the Federal University of Bahia, under technical advice no 2.621.166. **Results:** the MDI indicated that 54.1% of the knee extensors were balanced and 55.9% of the knee flexors were in a muscular imbalance ratio. **Conclusion:** limb dominance is not a factor related to lower limb imbalance of forces. This finding of strength imbalance between knees may be associated to injury predisposition and should guide multidisciplinary health teams to define preventive work on muscle and sports training.

**Keywords:** Muscle balance. Knee Extensors and Flexors. Isokinetic Dynamometry. Runners.

**INTRODUÇÃO**

Atualmente, cerca de 5% da população brasileira pratica corrida de rua, o que equivale a aproximadamente 10 milhões de corredores. A busca por hábitos de vida mais saudáveis e por melhora de condicionamento físico, unidos ao baixo custo e à fácil execução, definem os principais motivos para a procura da corrida como esporte. Em

**Correspondente/Corresponding:** \*Mansueto Gomes-Neto — Departamento de Fisioterapia, Instituto de Ciências da Saúde, Curso de Fisioterapia, Universidade Federal da Bahia (UFBA) — End: Av. Reitor Miguel Calmon, s/n—Vale do Canela, 40110-100 Salvador, BA — Tel: (71) 99918-8277 — Email: mansueto.neto@ufba.br



contrapartida, a prática não orientada e a falta de preparo das pessoas para esse esporte contribuem para o aumento no índice de lesões (ALVES; DUARTE JUNIOR, 2014).

Neste cenário, três fatores de risco para lesões são constantemente atribuídos ao público praticante de corrida: os relacionados ao treinamento, os anatômicos e os biomecânicos (HRELJAC, 2005; LOPES *et al.*, 2012; SARAGIOTTO *et al.*, 2014; STRAKOWSKI; JAMIL, 2006). Nos últimos anos, o estudo sistemático da biomecânica da marcha e corrida vem sendo alvo constante de diferentes centros de pesquisas esportivas, buscando melhorar a compreensão das lesões de membro inferior. Grande parte dos estudos apontam para um funcionamento desarmonioso das articulações e ativações musculares, influenciando negativamente na realização de um padrão biomecânico adequado (FREDERICSON; MISRA, 2007; HINO *et al.*, 2009; LEPPÄNEN *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2011).

A influência do desequilíbrio muscular dos membros inferiores para a incidência de lesões em corredores é uma variável já explorada em alguns estudos. Concomitante, o mecanismo de repetição, associado à alta demanda mecânica durante a corrida, leva a um desenvolvimento muscular específico. E é justamente essa especificidade durante o treinamento muscular que poderá desencadear desequilíbrios sobre as articulações, gerando uma mecânica ou postura alteradas e predispondo os atletas a lesões e/ou redução do desempenho esportivo (SIQUEIRA *et al.*, 2002). Isso foi relatado em um estudo recente (SARAGIOTTO *et al.*, 2016) que apontou associação entre o surgimento de lesões e o desequilíbrio de força entre músculos flexores e extensores de joelho em corredores.

Portanto, sabendo que os parâmetros musculares interferem diretamente no desempenho do atleta e na sua predisposição a lesões, torna-se importante avaliar a força e a relação de equilíbrio muscular destes atletas. Para este fim, o método utilizado como padrão-ouro é a dinamometria isocinética. Nesse método, o indivíduo faz um contínuo esforço muscular máximo ou submáximo, em velocidade angular predefinida e constante, que se acomoda à resistência do aparelho, trazendo correspondência exata entre o torque aplicado e a resistência (DANNESKIOLD-SAMSØE *et al.*, 2009; DVIR, 2002; PONCE *et al.*, 2013; SARAGIOTTO *et al.*, 2016; XAVEROVA *et al.*, 2015).

Diante da ascensão da prática de corrida recreativa e da sua influência no risco de lesões, percebe-se a necessidade de estudar mais profundamente o delineamento de equilíbrio muscular dos membros inferiores. Devido ao relevante papel dos grupamentos extensor e flexor dos joelhos, sua avaliação tornou-se o foco principal desse estudo. A avaliação isocinética do joelho, a partir dessa perspectiva investigativa de equilíbrio muscular, poderá trazer real benefício para nortear o desempenho esportivo. Esse aspecto certamente irá orientar e melhor indicar a tomada de decisão na prática clínica. Portanto, o objetivo do presente estudo consiste em descrever o

equilíbrio muscular dos extensores e flexores de joelho dominante e não dominante em corredores recreacionais.

## METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no laboratório da sala 101 no Departamento do Curso de Fisioterapia do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, situada em Salvador, Bahia. Tratou-se de um estudo de corte transversal, observacional e descritivo, com base em dados primários coletados de corredores recrutados em assessorias esportivas ou clubes de corrida da cidade de Salvador.

Foram incluídos 111 indivíduos com idades entre 18 e 65 anos, praticantes de corrida há pelo menos 4 meses contínuos por pelo menos 1 vez por semana, sem histórico de lesão nos últimos 3 meses e que aceitaram participar do estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido — TCLE. Não foram incluídos sujeitos que apresentaram histórico de cirurgias na extremidade inferior ou que eram praticantes de corrida descalça. O trabalho obedeceu aos critérios de ética em pesquisa com seres humanos, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, sob parecer de nº 2.621.166.

Os participantes foram entrevistados para coleta de dados referentes às informações sociodemográficas, antropométricas e de tempo de prática de corrida. Na sequência, foram encaminhados para a coleta da força muscular isocinética dos grupos extensor e flexor do joelho. Realizaram 2 minutos de alongamento ativo dos músculos a serem testados e 3 minutos de aquecimento na esteira ergométrica em velocidade não superior a 4 km/h. O protocolo de avaliação isocinética para o joelho foi realizado conforme recomendações propostas na literatura (DANNESKIOLD-SAMSØE *et al.*, 2009; DVIR, 2002; MAUPAS *et al.*, 2002; TERRERI *et al.*, 2001): 5 repetições à velocidade angular de 60°/s, 5 repetições à velocidade angular de 180°/s e 10 repetições à velocidade angular de 300°/s, e repouso de 15s entre as séries.

Para tanto, os indivíduos foram acomodados na cadeira do dinamômetro com inclinação do tronco de aproximadamente 80° e coxas apoiadas no assento. O braço de alavanca do aparelho foi colocado paralelamente à perna com uma almofada fixada distalmente, alinhando o eixo do dinamômetro ao eixo do joelho. A estabilização na cadeira foi realizada por meio de cintos fixados no tórax, quadril e coxa do membro a ser testado. Em seguida, foi realizada correção da força da gravidade e peso do membro avaliado (PERRIN, 1993).

Os sujeitos foram incentivados verbalmente, antes e durante o teste no dinamômetro isocinético Biodex System 4 PRO, visando o encorajamento para realizar o teste com o maior empenho possível, extraindo a melhor performance muscular a cada repetição de cada série. Além disso, recebiam retorno visual da atividade muscular testada por meio do monitor acoplado ao dinamômetro.

A dominância de membros interfere no equilíbrio de força muscular do joelho de corredores recreacionais?

As variáveis de interesse estudadas foram: membro dominante, tempo de prática de corrida, torque máximo (Pkt), trabalho total (Trab) e potência (Pot). Através do teste isocinético bilateral de joelho, foram coletadas as variáveis de deficiências de torque, trabalho e potência relacionadas aos músculos quadríceps e isquiotibiais entre os membros. De posse desses dados, foram calculados os índices de Deficiência Muscular — IDMs. Para tanto, foi admitido como referencial de equilíbrio até 10% na diferença do cálculo entre os membros, sob a fórmula  $IDM = (Pkt + Trab + Pot) / 3$ . Os IDMs foram utilizados como referência para elaborar o desenho de equilíbrio muscular do joelho dos indivíduos envolvidos (SHINZATO; BATISTELLA, 1996; SHINZATO *et al.*, 1996).

Os resultados das variáveis contínuas foram apresentados sob a forma de média, desvio padrão (DP) e mediana. As variáveis categóricas foram apresentadas sob a forma de percentual. Foi utilizado o software SPSS for Windows® (versão 17.0) para tabulação e análise dos dados.

## RESULTADOS

A amostra foi composta por uma maioria de adultos jovens do sexo masculino tendo o membro inferior direito como dominante. Com relação aos indicadores antropométricos e levando em consideração o índice de massa corporal (IMC), o cálculo amostral foi classificado em sua maioria como eutrófico (peso adequado conforme altura). O tempo de prática de corrida apresentou-se variável e pouco homogêneo entre os indivíduos estudados (Tabela 1).

**Tabela 1** — Dados sociodemográficos e antropométricos dos corredores recreativos

Característica	N	%	Média	DP	Mediana
<b>Sexo</b>					
Masculino	68	61,3	-	-	-
Feminino	43	38,7	-	-	-
<b>Membro Dominante</b>					
Direito	100	90,1	-	-	-
Esquerdo	11	9,9	-	-	-
Tempo de Prática de Corrida (meses)	-	-	51,22	63,45	30,00
Idade (anos)	-	-	40,68	9,08	40,00
Peso (kg)	-	-	73,12	12,08	73,00
Altura (m)	-	-	1,70	0,08	1,70
IMC	-	-	25,11	3,04	24,65

Fonte: Autoria própria

Na comparação de força muscular dos joelhos entre o membro dominante e o não dominante, observou-se maiores forças, ainda que discretamente, em extensores no membro dominante e flexores no membro não dominante (Tabela 2).

**Tabela 2** — Força muscular extensora e flexora de joelhos e dominância de membro

Característica	Frequência	%
<b>Maior Força Muscular Extensora de Joelho</b>		
Membro Dominante	56	50,5
Membro Não Dominante	55	49,5
<b>Maior Força Muscular Flexora de Joelho</b>		
Membro Dominante	52	46,8
Membro Não Dominante	59	53,2

Fonte: Autoria própria

A relação de equilíbrio muscular entre os membros foi calculada levando-se em consideração as variáveis que compõem a fórmula do Índice de Deficiência Muscular (IDM). Após a avaliação isocinética e o cálculo do IDM, observou-se, também de forma discreta, um maior equilíbrio muscular entre extensores e uma relação de maior desequilíbrio muscular entre flexores de joelho (Tabela 3).

**Tabela 3** — Relação de equilíbrio de joelho através do Índice de Deficiência Muscular

Característica	Frequência	%
<b>Equilíbrio dos Extensores de Joelho através do IDM</b>		
Equilibrado (IDM < 10%)	60	54,1
Desequilibrado (IDM > 10%)	51	45,9
<b>Equilíbrio dos Flexores de Joelho através do IDM</b>		
Equilibrado (IDM < 10%)	49	44,1
Desequilibrado (IDM > 10%)	62	55,9

Fonte: Autoria própria

Não foi observada diferença relevante entre a força muscular de joelho apresentada pelos membros dominante e não dominante, nem tampouco na relação de equilíbrio/desequilíbrio através do IDM, possivelmente por se tratar de uma amostra pouco homogênea conforme tempo de prática esportiva dos corredores recreacionais.

## DISCUSSÃO

O desequilíbrio muscular vem sendo investigado como um dos parâmetros desencadeadores de baixa performance esportiva de corredores. A investigação dessa relação de equilíbrio muscular sobre a articulação joelho é comum a despeito da sua ampla atuação na biomecânica de corrida. Para Bittencourt *et al.* (2005), devido às demandas esportivas, desequilíbrios entre as musculaturas extensora e flexora podem surgir, provocando sobrecarga estática ou dinâmica das estruturas musculotendíneas da articulação do joelho. Portanto, Ferreira *et al.* (2010) classificam a avaliação de déficits e desequilíbrios de força muscular como incontestável, principalmente pelo alto percentual de atletas jovens que já sofreram lesão.

No estudo de Ferreira *et al.* (2010), o quadríceps e os isquiotibiais, por serem músculos muito exigidos no esporte, necessitam de investigação tanto no membro dominante como no contralateral, a fim melhorar a

programação dos treinamentos. Bittencourt *et al.* (2005) complementam que o desequilíbrio muscular da articulação do joelho não depende da dominância do membro, já que foi encontrada uma frequência de 53,7% de desequilíbrio no membro dominante e 49,3% no membro não dominante. Em recente estudo com vinte corredores, Saragiotto *et al.* (2016) apontaram uma associação de 21% envolvendo o desequilíbrio de força existente entre os músculos flexores e extensores de joelho como evento predisponente para o surgimento de lesões. Vale ressaltar que existe uma tendência de permanência de desequilíbrio muscular nos atletas lesionados, fato que contribuiu para o surgimento de uma nova lesão.

Em nossa casuística, valores próximos foram encontrados com extensores mais fortes no membro dominante em 50,5% e flexores mais fortes no membro não dominante em 53,2% da amostra. Isto reforça a ideia de que o fator dominância de membro não exerce uma influência significativa para o padrão de equilíbrio/desequilíbrio muscular sobre a articulação do joelho.

Outro estudo sobre os efeitos da dominância e fadiga do membro na biomecânica da corrida também revelou que a dominância de membros não afetou as diferenças cinemáticas ou cinéticas, indicando que a reabilitação pode ser exercida sem levar em consideração o domínio dos membros. Os autores desse estudo também apontam que os membros fadigam em taxa semelhante, independente da manifestação de dominância corporal (BROWN; ZIFCHOCK; HILLSTROM, 2014).

Quando analisamos as relações de equilíbrio ou desequilíbrio através do IDM no nosso estudo, encontramos 54,1% de equilíbrio extensor e 55,9% de desequilíbrio flexor. Tal achado sugere que praticamente metade da amostra se encontra numa situação de desequilíbrio com um maior predomínio na musculatura flexora. Tendo em vista que a utilização do IDM é um parâmetro muito confiável, conforme indicado no estudo de Shinzato *et al.* (1996), mensurar esse desequilíbrio muscular merece especial atenção devido à possibilidade de estar associado a uma lesão.

Uma possível hipótese para explicar a tendência de desequilíbrio flexor de joelho em corredores reside no fato de que essa modalidade esportiva induz uma menor participação da musculatura flexora à medida que sua velocidade de execução aumenta. Gazendam e Hof (2007) verificaram que a ativação da musculatura flexora de joelho aumentou com o incremento de velocidade de corrida até alcançar  $3,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , reduzindo após esse referencial.

Portanto o grande valor da avaliação isocinética consiste na possibilidade de se quantificar os parâmetros musculares ao longo de processos preventivos, competitivos ou de reabilitação de forma extremamente objetiva. Pode-se, deste modo, direcionar o treinamento para superar deficiências específicas, buscando o equilíbrio entre os grupos musculares e estabelecendo metas para retorno e/ou melhora de performance no esporte (AQUINO *et al.*, 2007; FREITAS *et al.*, 1999; GOULART; DIAS; ALTIMARI,

2008; LUNA *et al.*, 2015; PERRIN; ROBERTSON; RAY, 1987).

Este estudo nos permitiu ter uma noção preliminar do perfil de equilíbrio muscular do joelho dos corredores recreacionais estudados. Todavia não é possível fazer inferências para a população geral, uma vez que o desenho do estudo não atende a este propósito. Nosso estudo, entretanto, representa uma amostra significativa de praticantes de corrida no âmbito local, além do fato de estes corredores terem buscado esse método de avaliação visando melhorar as características individualizadas de treinamento. Desta forma, os resultados encontrados são válidos e podem ser utilizados para ganho na performance esportiva, apesar da evidente necessidade de estudos mais abrangentes com o objetivo de verificar o real impacto das relações de equilíbrio muscular para a ocorrência de lesões.

## CONCLUSÃO

Esta pesquisa apresentou um perfil de equilíbrio muscular dos extensores e flexores de joelho dominante e não dominante em corredores recreacionais. Acredita-se que a dominância de membros não é um fator ligado ao desequilíbrio de forças no membro inferior. Este achado de desequilíbrio de força entre joelhos pode estar ligado à predisposição de lesão e deve orientar as equipes multiprofissionais de saúde a definir um trabalho preventivo de treinamento muscular e esportivo.

Sugerimos a realização de estudos mais abrangentes e com acompanhamento prospectivo, visando esclarecer se há relação entre os desequilíbrios encontrados através do IDM e a ocorrência de lesões nos praticantes de corrida.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, V.L.S.; DUARTE JUNIOR, A. *Fisioterapia nas lesões do esporte*. São Paulo: Atheneu, 2014.
- AQUINO, C.F. *et al.* A utilização da dinamometria isocinética nas ciências do esporte e reabilitação. *Rev. bras. ciên. mov.*, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 93-100, 2007.
- BITTENCOURT, N. F. N. *et al.* Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em atletas das seleções brasileiras infante e juvenil de vôleibol masculino. *Rev. bras. med. esporte*, São Paulo, v.11, n. 6, nov./dez. 2005.
- BROWN, A.M.; ZIFCHOCK, R.A.; HILLSTROM, H.J. The effects of limb dominance and fatigue on running biomechanics. *Gait posture*, Oxford, v. 39, p.915-919, 2014.
- DANNESKIOLD-SAMSØE, B. *et al.* Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. *Acta physiol. (Oxf)*, Oxford, v. 197, suppl. 673, p.1-68, 2009.
- DVIR, Z. *Isocinética — avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas*. São Paulo: Editora Manole, 2002.
- FERREIRA, A.P. *et al.* Avaliação do desempenho isocinético da musculatura extensora e flexora do joelho de atletas de futsal em membro dominante e não dominante. *Rev. bras. ciên. esporte*, Campinas, v.32, n.1, p.229-243, set. 2010.
- FREDERICSON, M.; MISRA, A. K. Epidemiology and aetiology of marathon running injuries. *Sports med.*, Aukland, v.37, n.4-5, p. 437-439, 2007.



A dominância de membros interfere no equilíbrio  
de força muscular do joelho de corredores recreacionais?

- FREITAS, C.R. *et al.* **Estudo comparativo de torques isocinéticos em atletas dos XI jogos da juventude.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 8., 1999, Florianópolis.
- GAZENDAM, M. G. J.; HOF, A. L. Averaged EMG profiles in jogging and running at different speeds. **Gait posture**, Oxford, v. 25, p. 604-614, 2007.
- GOULART, L.F.; DIAS, R.M.R.; ALTIMARI, L.R. Variação do equilíbrio muscular durante uma temporada em jogadores de futebol categoria sub-20. **Rev. bras. med. esporte**, São Paulo, v. 14, n.1, p. 17-21, 2008.
- HINO, A. A. F. *et al.* Prevalência de lesões em corredores de rua e fatores associados. **Rev. bras. med. esporte**, São Paulo, v.15, n.1, jan./fev. 2009.
- HRELIAC, A. Etiology, prevention, and early intervention of overuse injuries in runners: a biomechanical perspective. **Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.**, Estados Unidos, v.16, n. 3, p. 651-657, 2005.
- LEPPÄNEN, M. *et al.* Interventions to prevent sports related injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **Sports med.**, Auckland, v. 44, n.4, p.473-486, 2014.
- LOPES, A.D. *et al.* What are the main running-related musculoskeletal injuries? A systematic review. **Sports med.**, Auckland, v.42, n.10, p. 891-905, 2012.
- LUNA, N.M.S. *et al.* Análise isocinética e cinética de corredores e triatletas com e sem histórico de fratura por estresse. **Rev. bras. med. esporte**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 252-256, 2015.
- MAUPAS, E. *et al.* Functional asymmetries of the lower limbs. A comparison between clinical assessment of laterality, isokinetic evaluation and electrogoniometric monitoring of knees during walking. **Gait posture**, Oxford, v.16, n.3, p. 304-312, 2002.
- PERRIN, D.H. **Isokinetic exercise and assessment.** Illinois: Champaign Human Kinetics Publishers, 1993.
- PERRIN, D.H.; ROBERTSON, R.J.; RAY, R.L. Bilateral isokinetic peak torque, torque acceleration energy, power, and work relationships in athletes and nonathletes. **J. orthop. sports phys. ther.**, Washington, v. 9, n. 5, p. 184-189, 1987.
- PONCE, D. A. *et al.* Conceitualização e análise crítica dos dinamômetros isocinéticos. **Braz. J. Biomec.**, São Paulo, v. 12, n. 23, p. 65-74, 2013.
- SARAGIOTTO, B.T. *et al.* Desequilíbrio muscular dos flexores e extensores do joelho associado ao surgimento de lesão musculoesquelética relacionada à corrida: um estudo de coorte prospectivo. **Rev. bras. ciênc. esporte**, Campinas, v.38, n.1, p.64-68, 2016.
- SARAGIOTTO, B. T. *et al.* What are the main risk factors for running-related injuries? **Sports med.**, Auckland, v. 44, n. 8, p. 1153-1163, 2014.
- SHINZATO, G.T.; BATISTELLA, L.R. Exercício isocinético: sua utilização para avaliação e reabilitação músculo-esquelética. **Âmbito Med Desportiva**, [s.l], v.1, p.11-18, 1996.
- SHINZATO, G.T. *et al.* Protocolo de avaliação funcional de joelho em patologias ortopédicas. **Acta fisiátrica**, São Paulo, v.3, n.1, p. 30-36, 1996.
- SIQUEIRA, C.M. *et al.* Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. **Rev. Hosp. Clin. Fac. Med. São Paulo**, São Paulo, v. 57, n.1, p. 19-24, 2002.
- STRAKOWSKI, J.A.; JAMIL, T. Management of common running injuries. **Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.**, Estados Unidos, v.17, n.3, p. 537-552, 2006.
- SOUZA, T.R. *et al.* Pronação excessiva e varismos de pé e perna: relação com o desenvolvimento de patologias músculo-esqueléticas — revisão de literatura. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo, v.18, n.1, p. 92-98, jan./mar. 2011.
- TERRERI, A.S. *et al.* Avaliação isocinética no joelho do atleta. **Rev. bras. med. esporte**, São Paulo, v.7, n.5, p.170-174, 2001.
- XAVEROVA, Z. *et al.* Isokinetic strength profile of elite female handball players. **J. Hum. Kinet.**, Polônia, v.49, p.257-266, 2015.

Submetido em: 04/11/2019

Aceito em: 30/11/2019

**APÊNDICE G** – Artigo elaborado em coautoria, tratando do objeto desta pesquisa, intitulado “*Effects of foot orthoses on pain and for the prevention of lower limb injuries in runners: systematic review*”.

## Gait & Posture

### EFFECTS OF FOOT ORTHOSES ON PAIN AND THE PREVENTION OF LOWER LIMB INJURIES IN RUNNERS: SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS

--Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	
<b>Article Type:</b>	Review Article
<b>Keywords:</b>	Athletic Injuries; Epidemiology; Running
<b>Corresponding Author:</b>	Mansueto Gomes-Neto BRAZIL
<b>First Author:</b>	Mansueto Gomes-Neto
<b>Order of Authors:</b>	Mansueto Gomes-Neto Murilo Neves Cristiano Conceição Paulo Lucareli Renata Barbosa João Vieira Alécio Brasileiro Grimaldo Junior
<b>Abstract:</b>	<p><b>OBJECTIVE</b></p> <p>We performed a systematic review to investigate the effects of foot orthoses on pain and prevention of lower limb injuries in runners. <b>METHODS:</b> We searched the MEDLINE/PubMed, PEDro, Scielo, and Cochrane Central (from the earliest date available to February 2021) databases for randomized controlled trials that evaluated the effects of foot orthoses in runners. We then calculated mean differences and 95% confidence intervals (CIs) from these trials. Heterogeneity was assessed using the I<sup>2</sup> test. Furthermore, we compared the criteria between runners with foot orthoses and ones with no intervention (control group). <b>RESULTS:</b> Twelve studies (5321 runners) and 238 (24%) injuries, respectively. Compared to the control group, the use of foot orthoses resulted in a significant reduction in lower limb injury risk (risk ratio = 0.6; 95% CI, 0.5 to 0.7; P = 0.00001, I<sup>2</sup> = 54%; seven studies, N = 2983: moderate-quality evidence). Moreover, the foot orthoses group corresponded to a 40% reduction in the risk of developing lower-limb injuries. <b>CONCLUSIONS:</b> The use of foot orthoses may help reduce the incidence of lower limb injuries and pain in runners.</p>
<b>Suggested Reviewers:</b>	<p>Ryan Lewinson University of Calgary lewinson@ucalgary.ca</p> <p>Yi-Fen Shih National Yang-Ming University yfshih@ym.edu.tw</p>

EFFECTS OF FOOT ORTHOSES ON PAIN AND THE PREVENTION OF  
LOWER LIMB INJURIES IN RUNNERS: SYSTEMATIC REVIEW AND META-  
ANALYSIS

Short title: Foot orthoses and runners

## ABSTRACT

**OBJECTIVE:** We performed a systematic review to investigate the effects of foot orthoses on pain and prevention of lower limb injuries in runners. **METHODS:** We searched the MEDLINE/PubMed, PEDro, Scielo, and Cochrane Central (from the earliest date available to February 2021) databases for randomized controlled trials that evaluated the effects of foot orthoses in runners. We then calculated mean differences and 95% confidence intervals (CIs) from these trials. Heterogeneity was assessed using the  $I^2$  test. Furthermore, we compared the criteria between runners with foot orthoses and ones with no intervention (control group). **RESULTS:** Twelve studies (5321 runners) met our review criteria. The control and the foot orthoses group sustained 721 (37%) and 238 (24%) injuries, respectively. Compared to the control group, the use of foot orthoses resulted in a significant reduction in lower limb injury risk (risk ratio = 0.6; 95% CI, 0.5 to 0.7;  $P = 0.00001$ ,  $I^2 = 54\%$ ; seven studies,  $N = 2983$ : moderate-quality evidence). Moreover, the foot orthoses group corresponded to a 40% reduction in the risk of developing lower-limb injuries. **CONCLUSIONS:** The use of foot orthoses may help reduce the incidence of lower limb injuries and pain in runners.

**Keywords:** Athletic Injuries, Epidemiology, Running

## INTRODUCTION

Running is one of the most popular forms of exercise. Individuals of different ages and skills participate in as well as benefit from running.<sup>1,2</sup> Despite these health benefits, improper or unguided running may cause pain and musculoskeletal injuries.<sup>3,4</sup>

In recent decades, several studies have addressed the prevalence and incidence of musculoskeletal injuries in runners. The incidence rates of these injuries ranged between 18.2% and 92.4%, or 6.8-59 injuries per 1000h of exposure to running.<sup>5</sup> Systematic reviews indicated that the most common injury locations were reported at or below the knee area. The most common anatomical sites were the knee, ankle-foot, calf, and upper leg (hamstring, thigh, and quadriceps).<sup>6-8</sup> The causes of these injuries are often multifactorial, and prevention strategies attempt to target modifiable risk factors.<sup>9,10</sup>

Over the years, a variety of approaches have been proposed to prevent lower limb overuse injuries that address various intrinsic or extrinsic risk factors. One major extrinsic risk factor is the use of footwear and orthotic insoles to prevent injury.<sup>11</sup> In a previous systematic review, Yeung et al.,<sup>10</sup> investigated the effects of interventions for preventing lower limb soft-tissue running injuries. They concluded that overall, the evidence for the effectiveness of interventions to reduce lower-limb pain and injury after intensive running is very weak. However, they suggested that custom-made biomechanical insoles may be more effective than no insoles for reducing shin splints.<sup>10</sup>

Since the publishing of these previous reviews,<sup>10,12</sup> several randomized controlled trials (RCTs) have been completed. This systematic review and meta-

analysis aimed to analyze RCTs that investigated the effects of foot orthoses on pain and prevention of lower limb injuries in runners.

## METHODS

This systematic review was completed per the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines.<sup>13</sup>

### Eligibility criteria

We included RCTs that studied the effects of foot orthoses on pain and the prevention of lower limb injuries in runners. To be eligible, the trial had to include runners (from the general population or military recruits) randomized to use foot orthoses. Studies were also eligible if they met the following criteria: a) included adult runners (aged  $\geq 18$  years), b) a randomized controlled clinical trial design, and c) foot orthoses with control groups such as sham, placebo, or another intervention. The outcomes of interest were pain measured by any standard validated scale or questionnaire and/or lower limb injury rate.

### Search methods for study identification

We searched for references published in the Cochrane Central Register of Controlled Trials, MEDLINE/Pubmed, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), and Scielo up until February 2021 without language restrictions as well as using a standard protocol and, whenever possible, a controlled vocabulary (MeSH term for Pubmed and Cochrane Library). We used three groups of keywords and their synonyms in the search strategy: study design, participants, and interventions.

The strategy developed by Higgins and Green<sup>14</sup> was used to identify RCTs in MEDLINE/PubMed and Central Cochrane. We adopted a search strategy using similar terms to identify the trials in other databases. We checked the references of the studies included in this systematic review to identify other potentially eligible studies. We contacted the authors by e-mail to confirm the data or to obtain additional information. The full search strategy is shown in Supplementary Material 1 for independent replication.

#### Data collection and analysis

Two authors/reviewers independently checked the titles and abstracts of the retrieved studies. If at least one of the reviewers considered one reference eligible, the full text of the study was obtained for a complete assessment. The two reviewers then independently assessed the full text of the selected articles to verify whether they met the inclusion criteria. These reviewers also independently extracted data from the published studies using standard data extraction forms adapted from Higgins and Green, and reviewed.<sup>14</sup> Different aspects of the study such as population, intervention performed, follow-up period, missing data rates, outcome measures, and results were also reviewed.

The methodological aspects of the studies included in this systematic review were scored using the PEDro scale,<sup>15</sup> based on the 9-item Delphi List.<sup>16</sup> One item on the PEDro scale (eligibility criteria) is related to external validity and is generally not used to calculate the method score, leaving a score range of 0–10.<sup>17</sup>

### Summary of findings table

The quality of evidence for pain and disability outcomes was assessed using the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) approach to interpreting the results. We used GRADEpro GDT 2015 to import data from the Review Manager to create a summary of findings table.<sup>18</sup> We then used the five GRADE items (study limitations, consistency of effect, imprecision, indirectness, and publication bias) to assess the quality of a body of evidence related to the studies that contributed to the meta-analysis. Decisions to downgrade the quality of studies were justified using footnotes, and comments were added to aid the readers' understanding of the review, where necessary. The GRADE approach specifies four levels of evidence quality (high, moderate, low, and very low). We used the following definitions of quality of evidence: high-quality (further research is unlikely to change our confidence in the estimate of effect), moderate-quality (further research is likely to have an important impact on our confidence in the estimate of effect and might change the estimate), low-quality (further research is likely to have a meaningful impact on our confidence in the estimate of effect and is likely to change the estimate), and very low quality (the authors are uncertain about the estimate).<sup>14,18</sup>

### Statistical assessment

Pooled-effect estimates were obtained by comparing the least square mean change from the baseline to the endpoint for each group and were expressed as the weighted mean intergroup difference. Continuous variable results are expressed as the mean difference in the change in the variables between randomized groups. Conversion of nonparametric data to mean and



standard deviation (SD) was based on recently established methods.<sup>19</sup> When the SD of a change was not available, but confidence interval (CI) was, we converted CI to SD, as described by Higgins and Green.<sup>14</sup> Calculations were done using the fixed-effects and random-effects model. If the trial was a multiple-arm RCT, data pertaining to all relevant experimental intervention groups (foot orthoses and comparator groups) were extracted. In follow-up reports with multiple endpoints, only data closest to the end of the intervention were included. In crossover trials, effect sizes were only extracted at the first crossover point.

We finally compared foot orthoses with the control group (no intervention). Statistical significance was set at  $\alpha < 0.05$ . Heterogeneity among studies was examined using Cochran's Q and the  $I^2$  statistic, in which values  $>40\%$  were considered indicative of high heterogeneity<sup>20</sup> and the random-effects model was chosen. Analyses were performed using the Review Manager (version 5.3).<sup>21</sup>

## RESULTS

The initial search led to the identification of 499 abstracts, of which 18 were considered potentially relevant and were retrieved for a detailed analysis. After a complete reading of the 18 articles, three were excluded, and 15<sup>22-36</sup> met the eligibility criteria. Of these, two were duplicate (studies that used the same participants). The study by Simkin et al.<sup>36</sup> used the same participants as the study by Milgrom et al.<sup>35</sup> Finally, 14 studies<sup>22-35</sup> met the eligibility criteria. Supplementary Material 2 shows the PRISMA flow diagram of the studies in this review. All studies were scored using the PEDro scale methodology by both authors. The results of the assessment are presented individually in Table 1.

The number of participants who were randomized in this systematic review ranged from 15 to 1388. Participants were aged between 19 and 38 years. Five studies included patients of both genders, and seven studies included only men. The sample size, outcomes, and results of the included studies are summarized in Table 2, while the sample sizes and baseline characteristics are summarized in Table 1.

The characteristics of the intervention were reported by most studies, as were their outcome tools and results (Table 2).

#### Foot Orthoses

##### Pain

Five studies assessed pain as an outcome. Meta-analyses were not performed due to variability in characteristics of the studies on foot orthoses interventions and also the variation among individual studies in their choice of pain measurement type.

Bonano et al.<sup>22</sup> evaluated the effectiveness of prefabricated foot orthoses compared to flat insoles. They reported an 18% reduction in the risk of developing lower limb pain in the prefabricated orthosis group (IRR 0.82, 95% CI 0.59 to 1.15,  $p=0.121$ ). Lewinson et al.<sup>23</sup> compared lateral and medial wedge insole interventions. They concluded that clinically meaningful reductions in pain (>33%) were measured for both foot orthoses groups; however, no significant differences between groups were found ( $p = 0.697$ ). Shih et al.<sup>27</sup> performed an RCT to compare a soft insole with a semi-rigid rearfoot medial wedge (treatment group) versus a soft insole without corrective posting (control group). Immediately after wearing the foot orthosis, pain incidence was found to be reduced in the semi-

rigid rearfoot medial wedge insole group but not in the control group ( $P < 0.04$ ). After two weeks, seven (58%) subjects in the treatment group and one (8%) in the control group were free of pain during the test ( $P < 0.01$ ). In the study by Mayer et al.,<sup>28</sup> runners with unilateral, untreated Achilles tendinopathy completed four weeks of either physiotherapy (P), wearing custom-fit semi-rigid insoles (I), or remained without treatment (control group C). The pain was reduced to  $< 50\%$  of the baseline value after physiotherapy or after wearing insoles ( $p < 0.05$ ). Individual pain reduction was  $> 50\%$  in 89% (100%) of subjects in (I) and 55% (73%) in (P).

#### Foot Orthoses versus control

##### Lower limb injuries

Twelve studies assessed lower limb injuries as an outcome. Figure 2 shows the meta-analysis of injury prevention between the foot orthoses and control group. The risk ratio (RR) was 0.6 (95% CI, 0.5 to 0.7), indicating a significant reduction of risk of lower limb injuries in the foot orthoses group ( $P < 0.01$ ).

##### GRADE assessments

The GRADE assessments are presented in Table 3. The quality of evidence for the outcome of lower limb injuries for foot orthoses versus control was moderate.

## DISCUSSION

The main conclusion of our systematic review and meta-analyses indicated that the use of foot orthoses was effective in reducing the rates of lower limb injuries in runners. Besides, individual studies also suggested that foot orthoses intervention contributed to improving pain in runners.

Foot orthoses interventions are a well-established treatment widely used to decrease foot pain among male and female athletes. Our systematic review shows that foot orthoses are associated with improved pain in all the included studies that assessed pain as an outcome. Furthermore, the quality of evidence for lower limb injury outcomes was moderate. These findings add to the growing body of literature, indicating that foot orthoses therapy can help manage pain in runners.

In summary, foot orthoses are efficient in reducing the rates of lower limb injuries in runners. Foot orthoses result in a significant reduction in the rates of lower limb injuries (RR = 0.6), which corresponds to a 40% reduction in the risk of developing lower limb injuries. The results of our meta-analyses are per previous systematic reviews that investigated the effect of their use in reducing the rates of lower limb injuries in runners.<sup>10-12</sup>

Given the small number of available studies and the high degree of heterogeneity in the meta-analyses, caution is warranted when interpreting our results. This systematic review is also limited by the lack of high-quality, large-sample, multicenter, and long-term studies. However, the participation of two independent reviewers, an exhaustive search of multiple databases without language or time restrictions, and the use of specific tools for the analyses were performed to minimize bias in this systematic review.

Further investigation is required to investigate how to sustain the positive effects of foot orthoses on runners over time, as well as to ensure that intention-to-treat analyses and more adequate concealed allocation procedures reduce the impact of issues related to internal validity. Thus, this review highlights the paucity of high-quality research addressing foot orthoses in runners. Studies with methodological rigor with the material used for the manufacture of foot orthoses, as well as the use of customized orthoses compared to prefabricated orthoses are fundamental for comparisons and standardization of studies in the future. However, our results ultimately reflect the body of evidence of foot orthoses and relevant outcomes such as pain and rates of lower limb injuries in runners.

This systematic review and meta-analyses show that foot orthoses are critical interventions that can decrease the rates of lower limb injuries and improve pain among runners.

#### Clinical message

Foot orthoses significantly reduces the rate of lower limb injuries and improve pain among runners.

Further well-designed RCTs are needed before foot orthoses is used routinely.

#### References

1. Lee DC, Pate RR, Lavie CJ, Sui X, Church TS, Blair SN. Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk [published correction appears in J Am Coll Cardiol. 2014;64(14):1537].

2. Williams PT. Reduced total and cause-specific mortality from walking and running in diabetes. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(5):933–939. doi:10.1249/MSS.000000000000019.
3. Smits DW, Huisstede B, Verhagen E, van der Worp H, Kluitenberg B, van Middelkoop M, et al. Short-Term Absenteeism and Health Care Utilization Due to Lower Extremity Injuries Among Novice Runners: A Prospective Cohort Study. *Clin J Sport Med.* 2016;26(6):502-9.
4. Van Middelkoop M, Kolkman J, Van Ochten J, et al. Prevalence and incidence of lower extremity injuries in male marathon runners. *Scand J Med Sci Sports* 2008 Apr; 18 (2):140-4.
5. Lopes AD, Hespanhol Júnior LC, Yeung SS, Costa LO. What are the main running-related musculoskeletal injuries? A Systematic Review. *Sports Med.* 2012;42(10):891–905. doi:10.1007/bf03262301
6. Francis P, Whatman C, Sheerin K, Hume P, Johnson MI. The Proportion of Lower Limb Running Injuries by Gender, Anatomical Location and Specific Pathology: A Systematic Review. *J Sports Sci Med.* 2019;18(1):21–31.
7. Alentorn-Geli E, Samuelsson K, Musahl V, Green CL, Bhandari M, Karlsson J. The Association of Recreational and Competitive Running With Hip and Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2017;47(6):373–390. doi:10.2519/jospt.2017.7137
8. Borel WP, Filho EJ, Mata DJB, Fernandes PM, Monteiro PV, Lacerda LC, et al. Prevalence of injuries in Brazilian recreational street runners: meta-analysis. *Rev Bras Med Esporte* 2019;25( 2 ):161-167

9. Videbæk S, Bueno AM, Nielsen RO, Rasmussen S. Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2015;45(7):1017–1026. doi:10.1007/s40279-015-0333-8
10. Yeung SS, Yeung EW, Gillespie LD. Interventions for preventing lower limb soft-tissue running injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011 Jul 6;(7):CD001256. doi: 10.1002/14651858.CD001
11. Kelly JL, Valier AR. The Use of Orthotic Insoles to Prevent Lower Limb Overuse Injuries: A Critically Appraised Topic. *J Sport Rehabil.* 2018 Nov 1;27(6):591-595. doi: 10.1123/jsr.2016-0142.
12. Bonanno DR, Landorf KB, Munteanu SE, Murley GS, Menz HB. Effectiveness of foot orthoses and shock-absorbing insoles for the prevention of injury: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(2):86-96. doi: 10.1136/bjsports-2016-096671.
13. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ* 2009; 339: b2535.
14. Higgins JPT, Green S. *The Cochrane Library.* Issue 4. Chichester: John Wiley & Sons; 2006. *Cochrane handbook for Systematic Reviews of Interventions* 4.2.6 [update September 2006].
15. Olivo SA, Macedo LG, Gadotti IC, Fuentes J, Stanton T, Magee DJ. Scales to assess the quality of randomized controlled trials: a systematic review. *Phys Ther.* 2008;88(2):156-75.
16. Verhagen AP, de Vet HC, de Bie RA, Kessels AG, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized



- clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol.* 1998;51(12):1235-41.
17. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther.* 2003;83(8):713–21.
18. Andrews J, Guyatt G, Oxman AD, et al. GRADE guidelines: 14. Going from evidence to recommendations: the significance and presentation of recommendations. *J Clin Epidemiol* 2013; 66(7): 719–725.
19. Wan X, Wang W, Liu J, Tong T. Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. *BMC Med Res Methodol.* 2014;14:135. doi:10.1186/1471-2288-14-135.
20. Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ* 2003; 327:557–560.
21. Collaboration TC. Available at: [www.cochrane.org](http://www.cochrane.org). [Accessed 3 Feb 2008]
22. Bonanno DR, Murley GS, Munteanu SE, Landorf KB, Menz HB. Effectiveness of foot orthoses for the prevention of lower limb overuse injuries in naval recruits: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2018;52(5):298-302. doi: 10.1136/bjsports-2017-098273.
23. Lewinson RT, Wiley JP, Humble RN, Worobets JT, Stefanyshyn DJ. Altering Knee Abduction Angular Impulse Using Wedged Insoles for Treatment of Patellofemoral Pain in Runners: A Six-Week Randomized Controlled Trial. *PLoS One.* 2015;10(7):e0134461. doi: 10.1371/journal.pone.0134461.



24. Hesarikia H, Nazemian SS, Rasouli HR, et al. Effect of foot orthoses on ankle and foot injuries in military service recruits: a randomized controlled trial. *Biosci Biotech Res Asia* 2014;11:1141–8.
25. Franklyn-Miller A, Wilson C, Bilzon J, McCrory P. Foot orthoses in the prevention of injury in initial military training: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2011;39(1):30-7. doi: 10.1177/0363546510382852
26. Mattila VM, Sillanpää PJ, Salo T, Laine HJ, Mäenpää H, Pihlajamäki H. Can orthotic insoles prevent lower limb overuse injuries? A randomized-controlled trial of 228 subjects. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(6):804-8. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01116.x.
27. Shih YF, Wen YK, Chen WY. Application of wedged foot orthosis effectively reduces pain in runners with pronated foot: a randomized clinical study. *Clin Rehabil.* 2011;25(10):913-23. doi: 10.1177/0269215511411938.
28. Mayer F, Hirschmüller A, Müller S, Schuberth M, Baur H. Effects of short-term treatment strategies over 4 weeks in Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2007 Jul;41(7):e6. doi: 10.1136/bjism.2006.031732.
29. Withnall R, Eastaugh J, Freemantle N. Do shock absorbing insoles in recruits undertaking high levels of physical activity reduce lower limb injury? A randomized controlled trial. *J R Soc Med.* 2006;99(1):32-7. doi: 10.1258/jrsm.99.1.32.
30. Esterman A, Pilotto L. Foot shape and its effect on functioning in Royal Australian Air Force recruits. Part 2: Pilot, randomized, controlled trial of orthotics in recruits with flat feet. *Mil Med.* 2005;170(7):629-33. doi: 10.7205/milmed.170.7.629.

31. Finestone A, Novack V, Farfel A, Berg A, Amir H, Milgrom C. A prospective study of the effect of foot orthoses composition and fabrication on comfort and the incidence of overuse injuries. *Foot Ankle Int.* 2004;25(7):462-6. doi: 10.1177/107110070402500704.
32. Larsen K, Weidich F, Leboeuf-Yde C. Can custom-made biomechanic shoe orthoses prevent problems in the back and lower extremities? A randomized, controlled intervention trial of 146 military conscripts. *J Manipulative Physiol Ther.* 2002;25(5):326-31. doi: 10.1067/mmt.2002.124419.
33. Finestone A, Giladi M, Elad H, Salmon A, Mendelson S, Eldad A, Milgrom C. Prevention of stress fractures using custom biomechanical shoe orthoses. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;(360):182-90. doi: 10.1097/00003086-199903000-00022.
34. Schwellnus MP, Jordaan G, Noakes TD. Prevention of common overuse injuries by the use of shock absorbing insoles. A prospective study. *Am J Sports Med.* 1990;18(6):636-41. doi: 10.1177/036354659001800614.
35. Milgrom C, Giladi M, Kashtan H, Simkin A, Chisin R, Margulies J, et al. A prospective study of the effect of a shock-absorbing orthotic device on the incidence of stress fractures in military recruits. *Foot Ankle.* 1985;6(2):101-4. doi: 10.1177/107110078500600209.
36. Simkin A, Leichter I, Giladi M, Stein M, Milgrom C. Combined effect of foot arch structure and an orthotic device on stress fractures. *Foot Ankle.* 1989;10(1):25-9. doi: 10.1177/107110078901000105.

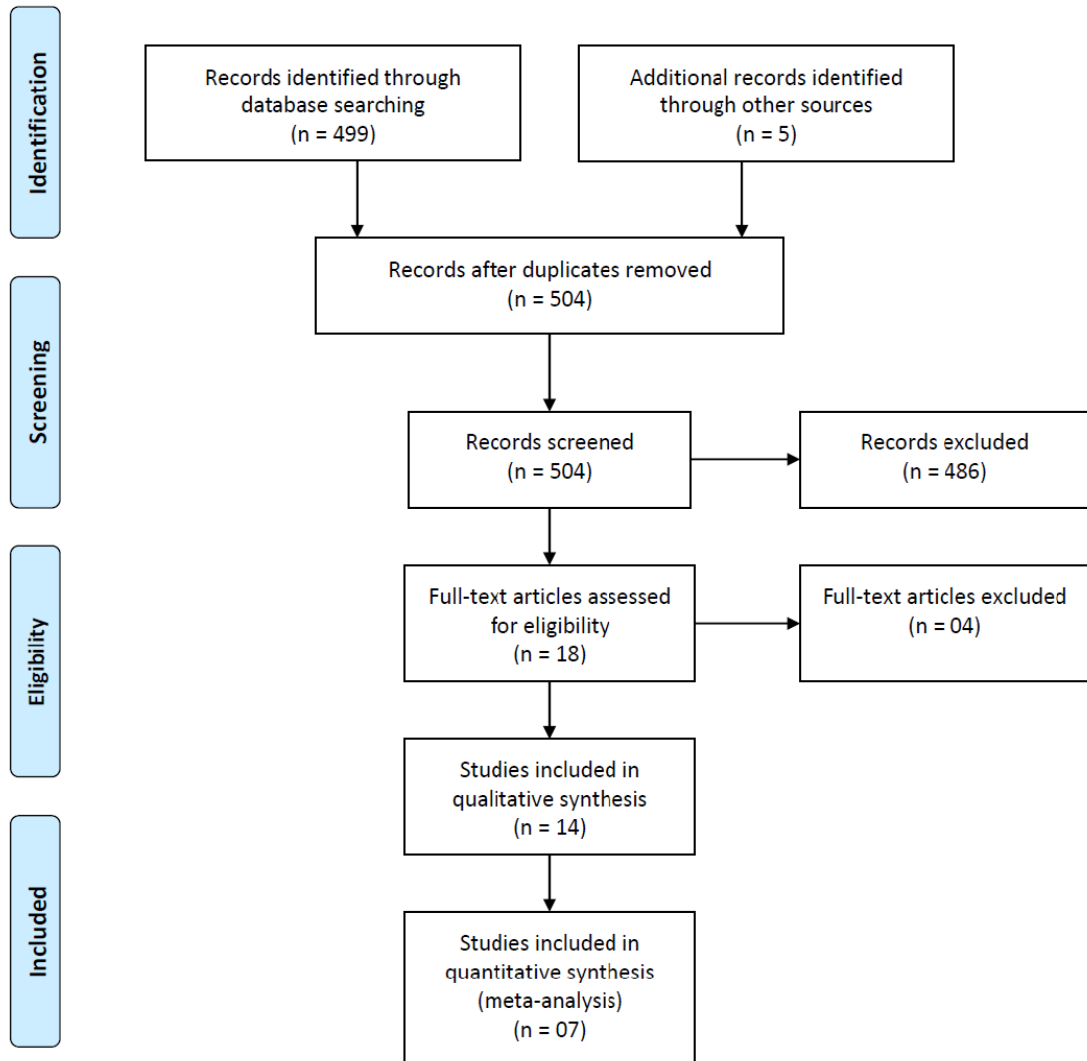


Figure 1. Flow diagram showing the reference screening and study selection.

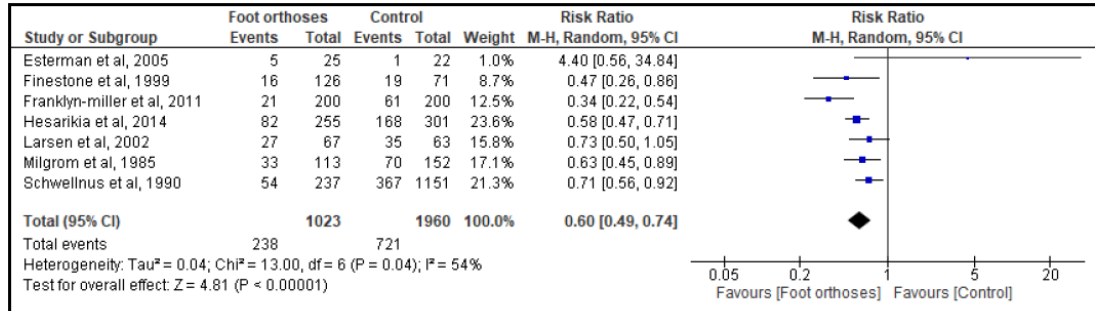


Fig 2. The Risk Ratio and 95% confidence interval (CI) in the injury prevention, for Foot orthoses group versus the Control group.

TABLE 1. Study quality on the PEDro scale

Study	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
1 Bonanno et al, 2018		✓		✓				✓		✓	✓	5
2 Lewinson et al, 2015	✓	✓		✓				✓		✓	✓	5
3 Hesarikia et al, 2014	✓	✓		✓				✓		✓	✓	5
4 Franklyn-Miller et al, 2011	✓	✓						✓	✓	✓	✓	5
5 Mattila et al, 2011	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	7
6 Shih et al, 2011		✓		✓				✓	✓	✓	✓	6
7 Mayer et al, 2007	✓	✓						✓		✓	✓	4
8 Withnall et al, 2006	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	7
9 Esterman et al, 2005	✓	✓		✓					✓	✓	✓	5
10 Finestone et al, 2004	✓	✓			✓			✓		✓	✓	5
11 Larsen et al, 2002	✓	✓	✓				✓		✓	✓	✓	6
12 Finestone et al, 1999	✓	✓								✓	✓	3
13 Schwellnus et al, 1990	✓	✓		✓						✓		3
14 Milgrom et al, 1985	✓	✓						✓		✓		3

1: eligibility criteria and source of participants; 2: random allocation; 3: concealed allocation; 4: baseline comparability; 5: blinded participants; 6: blinded therapists; 7: blind assessors; 8: adequate follow-up; 9: intention-to-treat analysis; 10: between-group comparisons; 11: point estimates and variability.

\*Item 1 does not contribute to the total score.

**Table 2.** Characteristics of the included studies.

Study	Participants (Runner type, N analyzed, age-mean, gender (%))	Interventions	Outcome measures	Results
1 Bonanno et al, 2018	Naval recruits, n = 306, age = 22, 79% male	1. Prefabricated foot orthoses 2. Flat insoles	VAS, lower limb overuse injuries	The control and intervention group sustained 40 (26.1%) and 27 (17.6%) injuries, respectively (IRR 0.66, 95% CI 0.39 to 1.11, p=0.098).
2 Lewinson et al, 2015	Runners with PFP, n =31, age = 40; 30% male	1. 3 mm lateral wedge Insoles 2. 6 mm medial wedge Insoles	VAS	Lateral and medial wedge insoles were similar in effectiveness for treatment of PFP. Clinically meaningful reductions in pain (>33%) were measured for both footwear groups
3 Hesarikia et al, 2014	Military, n = 556; age =23, 100% male	1. Prefabricated semirigid foot orthosis 2. No insole group	Ankle and foot injuries	Ankle tenderness was significantly more common (p=0.02) and heel, foot arc and metatarsal pain and tenderness were significantly less common among trials.
4 Franklyn-Miller et al, 2011	Military officer, n = 400, age =25, 65% male;	1. Customized foot orthoses 2. No insole group	Injuries	The orthotic intervention group sustained 21 injuries in total), whereas the control group sustained 61 injuries in total (P<.0001), thereby demonstrating an absolute risk reduction of 0.49 from use of the orthoses (P<.0001).
5 Mattila et al, 2011	Military, n = 200; age =19, 100% male	1. Customized orthotic insoles 2. No insole group	Lower limb overuse injuries	Thirty-four (46.6%) subjects in the insole group were diagnosed with a lower limb overuse injury compared

with 56 (38.1%) in the control group (P=0.29)

6	Shih et al, 2011	Runners, n = 24. age =33, 75% male	1. Soft insole with a semi-rigid rearfoot medial wedge 2. Soft insole without corrective posting	VAS, Incidence pain	Pain incidence reduced in the treatment group but not in the control group (P=0.04). After two weeks, seven (58%) subjects in the treatment group and one (8%) in the control group were free of pain during the test (P<0.01).
7	Mayer et al, 2007	Runners, n=17, age=38, 100% male	1. Custom fit semirigid insoles 2. No insole group	PDI, PES	Pain was reduced to <50% of the baseline value after physiotherapy or after wearing insoles compared to control group (p<0.05).
8	Withnall et al, 2006	Runners, n = 1107, age=20, 11% male	1. Shock absorbing insoles (Sorbothane) 2. Shock absorbing insoles (Poron) 3. Saran Non-shock absorbing insoles (Saran)	Lower limb injury	Similar rates of lower limb injuries were observed for all insoles (shock absorbing (18.5%) and non-shock absorbing (18%)), odds ratio 1.04 (95% CI 0.75 to 1.44; P=0.87).
9	Esterman et al, 2005	Air Force recruits, n =44, age =NR, 100% male	1. Prefabricated three-quarter length flexible foot orthosis 2. No insole group	FHSQ, Lower limb pain, Training injury	At the end of the trial, although the results were not statistically significant, those who were provided with orthotics and wore them had the least lower limb pain and the best general foot health.
10	Finestone et al, 2004	Infantry recruits, N=451, age=19, 100% male	1. Custom Soft insoles 2. Soft Prefabricated insoles	VAS, Overuse Injuries	There was no statistically significant difference in the incidence of stress fractures, ankle sprains, or foot

problems between recruits using the different types of orthoses.

11	Larsen et al, 2002	Recruits, N=1388, age=19, 100% male	1. Prefabricated polyethylene orthosis 2. No insole group	Back and/or lower extremity injuries.	Results were significantly better in the intervention group for total number of subjects with back or lower extremity problems (RR 0.7, ARR 19%); number of subjects with shin splints (RR 0.2, ARR 19%).
12	Finestone et al, 1999	Infantry recruits, N=386, age=19, 100% male	1. Customized semirigid biomechanical orthoses 2. Customized soft biomechanical orthoses 3. No insole group	Stress Fractures	The incidence of stress fractures was 15.7% for the recruits with the semirigid biomechanical orthoses, 10.7% for the recruits with the soft biomechanical orthoses, and 27% for the control group.
13	Schwellnus et al, 1990	Recruits, N=1388, age=19, 100% male	1. Shock absorbing insoles 2. No insole group	Lower limb overuse injuries	In both groups, the majority of injuries were overuse (experimental group, 90.7%; control group, 86.4%). The mean weekly incidence of total overuse injuries and tibial stress syndrome was significantly lower ( $P < 0.05$ ) in the shock absorbing insoles group.
14	Milgrom et al, 1985	Infantry recruits, N=265; age=NR, 100% male	1. Shock-absorbing orthotic device 2. No insole group	Stress Fractures	The incidence of metatarsal, tibial, and femoral stress fractures was lower in the orthotic group, but only the latter difference was statistically significant.

Patellofemoral pain (PFP); Pain Disability Index (PDI), Pain Experience Scale (PES); Foot Health Status Questionnaire (FHSQ).



Table 3: Summary of findings:

Foot orthoses compared to Control for [Runners]						
Patient or population: [Runners]						
Setting: Rehabilitation						
Intervention: Foot orthoses						
Comparison: Control						
Outcomes	Anticipated absolute effects* (95% CI)		Relative effect (95% CI)	No of participants (studies)	Certainty of the evidence (GRADE)	Comments
	Risk with Control	Risk with Foot orthoses				
Lower limb injuries	368 per 1.000	<b>221 per 1.000</b> (180 to 272)	<b>RR 0.60</b> (0.49 to 0.74)	2983 (7 RCTs)	⊕⊕⊕○ MODERATE <sup>a</sup>	

\***The risk in the intervention group** (and its 95% confidence interval) is based on the assumed risk in the comparison group and the **relative effect** of the intervention (and its 95% CI).

**CI:** Confidence interval; **RR:** Risk ratio

#### GRADE Working Group grades of evidence

**High certainty:** We are very confident that the true effect lies close to that of the estimate of the effect

**Moderate certainty:** We are moderately confident in the effect estimate: The true effect is likely to be close to the estimate of the effect, but there is a possibility that it is substantially different

**Low certainty:** Our confidence in the effect estimate is limited: The true effect may be substantially different from the estimate of the effect

**Very low certainty:** We have very little confidence in the effect estimate: The true effect is likely to be substantially different from the estimate of effect

#### Explanations

a. Studies without allocation concealment, random allocation, and/or sample size calculation.

---

 Supplementary material 1. Search strategy – PubMed: Foot Orthoses in Runners
 

---

1. ("Pain"[Mesh]) OR ((Pain, Burning) OR (Burning Pain) OR (Burning Pains) OR (Pains, Burning) OR (Suffering, Physical) OR (Physical Suffering) OR (Physical Sufferings) OR (Sufferings, Physical) OR (Pain, Migratory) OR (Migratory Pain) OR (Migratory Pains) OR (Pains, Migratory) OR (Pain, Radiating) OR (Pains, Radiating) OR (Radiating Pain) OR (Radiating Pains) OR (Pain, Splitting) OR (Pains, Splitting) OR (Splitting Pain) OR (Splitting Pains) OR (Ache) OR (Aches) OR (Pain, Crushing) OR (Crushing Pain) OR (Crushing Pains) OR (Pains, Crushing) OR ("Athletic Injuries"[Mesh]) OR ((Injuries, Sports) OR (Injury, Sports) OR (Sports Injury) OR (Sports Injuries) OR (Injuries, Athletic) OR (Athletic Injury) OR (Injury, Athletic))
  
  2. ("Foot Orthoses"[Mesh]) OR ((Orthoses, Foot) OR (Foot Orthosis) OR (Orthosis, Foot) OR (Foot Orthotic Devices) OR (Device, Foot Orthotic) OR (Devices, Foot Orthotic) OR (Foot Orthotic Device) OR (Orthotic Device, Foot) OR (Orthotic Devices, Foot) OR (Foot Arch Supports) OR (Arch Support, Foot) OR (Arch Supports, Foot) OR (Foot Arch Support) OR (Support, Foot Arch) OR (Supports, Foot Arch) OR (Orthotic Shoe Inserts) OR (Insert, Orthotic Shoe) OR (Inserts, Orthotic Shoe) OR (Orthotic Shoe Insert) OR (Shoe Insert, Orthotic) OR (Shoe Inserts, Orthotic) OR (Orthotic Insoles) OR (Insole, Orthotic) OR (Insoles, Orthotic) OR (Orthotic Insole) OR (Insoles))
  
  3. ("Randomized Controlled Trials as Topic"[Mesh]) OR "Randomized Controlled Trial"[Publication Type]) OR (((((((((((((((randomized controlled trial) OR Random Allocation) OR Controlled Clinical Trials) OR Control groups) OR (Clinical trials/ OR clinical trials, phase i/ OR clinical trials, phase ii/ OR clinical trials, phase iii/ OR clinical trials, phase iv)) OR Clinical Trial) OR Clinical Trials Data Monitoring Committees) OR Double-blind method) OR Single-blind method) OR Placebos) OR Placebo effect) OR Cross-over studies) OR Multicenter Studies)
  
  4. 1 AND 2 AND 3
-

**APÊNDICE H** – Artigo elaborado em coautoria, tratando do objeto desta pesquisa, intitulado “Efeito das palmilhas biomecânicas na força dos membros inferiores e no padrão de pisada em corredores recreacionais: estudo piloto”.

**EFEITO DAS PALMILHAS BIOMECÂNICAS NA FORÇA DOS MEMBROS  
INFERIORES E NO PADRÃO DE PISADA EM CORREDORES RECREACIONAIS:  
ESTUDO PILOTO.**

Murilo Pires Neves<sup>1,2</sup>  
Cristiano Sena da Conceição<sup>1-3</sup>  
Mansueto Gomes Neto<sup>1-3</sup>

- 1- Mestrando em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas pela Universidade Federal da Bahia - UFBA.  
2- Grupo de Pesquisa em Fisioterapia, UFBA, Salvador-BA, Brasil.  
3- Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal da Bahia - UFBA, Salvador-BA, Brasil.

**Resumo**

**Introdução:** A prática de corrida recreacional tem aumentado consideravelmente devido à adesão por um estilo de vida mais saudável. Na corrida, as lesões musculoesqueléticas de membros inferiores são desfechos frequentes e os pés têm sido alvo de estudos que buscam compreender os mecanismos de lesão e as intervenções focadas na prevenção. Nesse sentido uma abordagem terapêutica é o emprego de palmilhas, entretanto os estudos têm demonstrado resultados controversos e sua ação nas variáveis biomecânicas não são bem compreendidas. **Objetivo:** Verificar o efeito do uso das palmilhas na força muscular dos membros inferiores e no padrão de pisada de corredores recreacionais. **Métodos:** Foram incluídos 134 indivíduos com idade entre 18 e 65 anos, de ambos os sexos, praticantes de corrida há pelo menos 4 meses contínuos, sem histórico de lesão nos últimos 3 meses. Dessa amostra inicialmente randomizada, apenas 31 corredores concluíram o estudo. Ficaram então configurados o grupo experimento (GE) com 20 participantes que receberam as palmilhas testes contendo elementos de ajuste e o grupo controle (GC) no qual 11 participantes receberam um par de palmilhas tipo *sham* sem qualquer tipo de ajuste. Os participantes foram avaliados para coleta do tipo de pisada através do Índice de Postura do Pé de 6 itens (FPI-6) e da força muscular isocinética utilizando um dinamômetro da marca *Biodex System Pro 4*. As variáveis de interesse estudadas foram: tipo de pisada e força muscular de abdutores e adutores de quadril, de extensores e flexores de joelho e de inversores e eversores de tornozelo. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, sob parecer de nº 2.621.166. **Resultados:** Não houve associação significativa relacionada à modificação do tipo de pisada após a introdução das palmilhas. Foram encontradas diferenças significativas particularmente no movimento de abdução do quadril, com aumento da força entre a avaliação inicial e final nos membros direito (GE e GC) e esquerdo (apenas no GE). **Conclusão:** Os resultados sugerem que apesar do uso das palmilhas não produzirem mudança significativa no tipo de pisada, é notada tendência para neutralização. Também houve incremento de força muscular no quadril em especial do grupo abductor. Esses resultados devem ser interpretados com cuidado pois se trata de um estudo piloto com uma amostra reduzida.

**Palavras-chave:** Corredores. Palmilhas. Padrão de Pisada. IFP-6. Força Muscular. Dinamometria Isocinética.

---

**Abstract**

**Introduction:** The practice of recreational running has increased considerably due to adherence to a healthier lifestyle. In running, musculoskeletal injuries of the lower limbs are frequent outcomes and the feet have been the subject of studies that seek to understand the mechanisms of injury and interventions focused on prevention. In this sense, a therapeutic approach is the use of insoles, however studies have shown controversial results and their action on biomechanical variables is not well understood. **Objective:** Verify the effect of the use of insoles on the muscular strength of the lower limbs and on the step pattern of recreational runners. **Methods:** Included 134 individuals aged between 18 and 65 years, of both sexes, who have been running for at least 4 continuous months, with no history of injury in the last 3 months. Of this initially randomized sample, only 31 runners completed the study. The experiment group (EG) was then configured with 20 participants who received the test insoles containing adjustment elements and the control group (CG) in which 11 participants received a pair of sham-type insoles without any type of adjustment. The participants were evaluated for the collection of the type of step using the 6-item Foot Posture Index (FPI-6) and isokinetic muscle strength using a dynamometer from the brand *Biodex System Pro 4*. The variables of interest studied were: type of step and muscle strength of hip abductors and adductors, knee extensors and flexors and ankle inverters and eversors. The research was approved by the Research Ethics Committee of the Institute of Health Sciences of the Federal University of Bahia, under opinion No. 2,621,166. **Results:** There was no significant association related to the modification of the type of step after the insertion of the insoles. Significant differences were found, particularly in the hip abduction movement, with increased strength between the initial and final assessment in the right (SG and CG) and left (only in the EG) limbs. **Conclusions:** The results suggest that although the use of insoles does not produce a

significant change in the type of step, a tendency towards neutralization is noted. There was also an increase in muscle strength in the hip, especially in the abductor group. These results should be interpreted with caution as this is a pilot study with a small sample.

**Keywords:** Runners. Insoles. Stepping pattern. IFP-6. Muscle strength. Isokinetic dynamometry.

---

**Correspondente/Corresponding:** Prof. Murilo Pires Neves

Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas Universidade Federal da Bahia- UFBA. Instituto de Ciências da Saúde. Av. Reitor Miguel Calmon s/n - Vale do Canela Salvador, BA, Brazil CEP 40.110-100. E-mail: [murilo.neves@ufba.br](mailto:murilo.neves@ufba.br)

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a prática de esportes no Brasil tem aumentado consideravelmente devido à adesão por um estilo mais saudável que busca a melhora na qualidade de vida, na saúde e no bem-estar físico e mental. Soma-se a esse fato a indicação, por parte de grandes organizações de saúde, de atividades físicas de longa duração e moderada intensidade como recurso para prevenir doenças crônicas<sup>1</sup>.

Nesse cenário, o estudo da marcha e da corrida vem sendo alvo constante dos diferentes centros de pesquisas esportivas com o objetivo de investigar as repercussões biomecânicas do membro inferior em corredores<sup>2-4</sup>. Diante dessa perspectiva, o complexo tornozelo-pé é uma das estruturas mais sobrecarregadas, já que entram em contato com o solo e transferem a energia do impacto para estruturas ascendentes<sup>3,4</sup>.

Aparentemente o tipo de pisada associada aos estudos indicam que o aumento da pronação e supinação do pé alteram a mecânica dos membros inferiores que, associado aos movimentos de repetição da caminhada e corrida, contribuem com o aumento da incidência de lesão em corredores<sup>5,6</sup>. Esse quadro é a base conceitual que orienta intervenções terapêuticas por intermédio da recomendação de palmilhas, tênis e exercícios terapêuticos<sup>7-9</sup>.

Dentre as recomendações clínicas mais comumente utilizadas, estão as palmilhas personalizadas, as palmilhas pré-fabricadas e as palmilhas simulação ou *sham*. A avaliação mais minuciosa para prescrição de palmilhas surge para atender às demandas morfológicas da superfície plantar de cada indivíduo, oferecendo uma customização de acordo com o tamanho e contornos adequados dos elementos do pé. Isso torna esse tipo de palmilha com relações biomecânicas específicas mais indicada para queixas e lesões<sup>10,11,12</sup>. Essas palmilhas biomecânicas focam no controle do movimento da articulação subtalar<sup>13,14</sup> e são reconhecidas como eficaz método de prevenção de lesão ligada ao esporte<sup>15,16</sup>. Existem ainda as palmilhas posturais, também conhecidas como proprioceptivas, que contam com elementos bem finos e que na maioria dos casos não trabalham com elementos no antepé.



Os tênis de corrida são classificados com base em suas características de estabilidade e amortecimento. O tênis com controle de movimento ou *motion control* visa reduzir a pronação e aumentar a estabilidade e eficiência propulsiva do pé. Já o tênis de corrida com amortecimento ou *cushioned* visa reduzir o impacto e aumentar o movimento do pé. E o tênis neutro fornece alguma estabilidade adicional em comparação com o tênis *cushioned*<sup>17</sup>. Em relação ao efeito dos tênis, em um ensaio clínico prospectivo publicado em 2016, foi encontrada menor taxa de lesão em um prazo de 6 meses em corredores que usaram tênis de controle do movimento para pisada pronada<sup>18</sup>.

Desenvolvido em 2006,<sup>19</sup> o *Foot Posture Index* (FPI) surgiu devido a uma necessidade clínica para avaliar as variações de postura do pé de forma rápida e confiável. Esse instrumento apresenta um sistema de pontuação aplicado às três regiões do pé (retropé, mediopé e antepé) que, ao ser somado, indica o tipo de pisada: neutra, pronada ou supinada<sup>19-21</sup>. Inicialmente elaborado com oito critérios predefinidos, o FPI passou a adotar seis critérios (versão FPI-6) após seu processo de validação, tornando-se um instrumento muito utilizado para a indicação de palmilhas por proporcionar um resultado simples e mensurável<sup>20,21</sup>.

Outro aspecto associado às lesões em corredores, geralmente como evento predisponente, é o desequilíbrio de força dos músculos do membro inferior<sup>22-23</sup>. As relações de equilíbrio muscular estão associadas aos picos de torque para proporcionar estabilidade estática e dinâmica das articulações. A relação de equilíbrio muscular reflete um menor gasto energético durante a corrida e, conseqüentemente, aumento de rendimento com menor risco de lesão<sup>22,23</sup>. Justamente por essa característica, nos últimos anos, os protocolos para treinamento de equilíbrio muscular dos membros inferiores têm sido utilizados para prevenir lesões em corredores fisicamente ativos e saudáveis<sup>23,24</sup>.

Nesse contexto, a avaliação da força muscular é um aspecto que deve ser abordado em estudos que busquem apontar o real efeito de intervenções, como o uso da palmilha e a repercussão no padrão de pisada. Para esse fim, o método padrão-ouro é a dinamometria isocinética, na qual o indivíduo faz um esforço muscular máximo ou submáximo que se acomoda à resistência do aparelho<sup>25-27</sup>.

Diante do exposto, percebe-se a necessidade de estudar mais profundamente os efeitos das palmilhas nas variáveis cinético-funcionais, como força muscular e padrão de pisada em praticantes de corrida. A compreensão sobre os mecanismos associados à parâmetros cinético-funcionais em corredores é uma das partes mais importantes da abordagem terapêutica, pois permite que haja a correta implementação de recursos tanto para prevenção quanto para a reabilitação de desportistas. Diversos fatores podem contribuir para que lesões ocorram, desde

alterações musculoesqueléticas e biomecânicas até o uso de materiais inadequados para a respectiva prática desportiva. Identificar exatamente quais fatores são os reais causadores dessas lesões é um dos grandes desafios, por isso que se torna extremamente relevante avaliar e associar os tipos de pisadas, as características articulares e musculares dos membros inferiores e a sintomatologia dos atletas, e como esses aspectos influenciam tanto o gestual esportivo quanto a qualidade de vida desses indivíduos. Portanto, o objetivo do presente estudo consiste em verificar o efeito do uso das palmilhas na força dos músculos dos membros inferiores e no padrão de pisada de corredores recreacionais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **ASPECTOS ÉTICOS**

Todos os participantes foram informados previamente e detalhadamente sobre a avaliação a qual seriam submetidos. Receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE e, ao concordar, assinaram dando seu consentimento e autorizando a sua inclusão na pesquisa. Este trabalho encontra-se aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa para Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, sob protocolo 2.621.166.

### **DESENHO DO ESTUDO E LOCAL**

Tratou-se de um ensaio clínico randomizado incluído no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) com *Universal Trial Number* (UTN) U1111-1214-1985 que seguiu as recomendações do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT) para adequada realização de ensaios clínicos. Foi conduzido no laboratório de sala 101 no Departamento do Curso de Fisioterapia do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia (ICS-UFBA) situada no Pavilhão de Aulas do Canela (PAC), na cidade de Salvador, Bahia, Brasil.

### **POPULAÇÃO E AMOSTRA**

A amostra inicial foi composta de 134 corredores com idade entre 18 e 65 anos, faixa etária que tende a participar de corridas de rua<sup>18</sup>, de ambos os sexos, recrutados através de e-mails e cartazes em assessorias esportivas ou clubes de corrida da cidade de Salvador, Bahia. Dessa amostra, 31 corredores cumpriram todas as etapas do estudo envolvendo a avaliação inicial, o acompanhamento trimestral e a avaliação final, com duração total de 6 meses. Os pesquisadores, pessoalmente, fizeram os convites aos professores e alunos nas assessorias

esportivas dos clubes de corrida. Ressalta-se que, a critério do profissional responsável pelo clube de corrida, foram realizadas reuniões com os praticantes para demonstrar objetivos, métodos, riscos e resultados esperados da pesquisa.

#### **Critérios de inclusão, não inclusão e exclusão**

Foram incluídos os sujeitos com idade entre 18 e 65 anos que praticavam corrida há pelo menos 4 meses sem interrupção por pelo menos 1 vez por semana, que possuíam atestado médico emitido, no máximo, há um ano e tênis próprio para corrida, sem histórico de lesão nos últimos 3 meses. A entrega do TCLE assinado foi a confirmação documental pertinente a concordância na participação na pesquisa e a compreensão dos aspectos éticos regidos pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Não foram incluídos aqueles sujeitos que apresentaram histórico de cirurgias na extremidade inferior, que estavam fazendo uso prévio de palmilhas ou que eram praticantes de corrida descalça.

Foram excluídos aqueles que se recusaram a assinar o TCLE. Entretanto como o ensaio é por intenção de tratar, os participantes que faltaram alguma avaliação ou deixaram de usar a palmilha permaneceram em seus grupos, sem penalização ou exclusão da pesquisa.

### **PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS**

#### **Coleta de dados demográficos e índice de morbidade referida**

No primeiro momento, logo após a confirmação do aceite e atendidos os critérios de inclusão e levando em consideração os de não inclusão, os participantes foram entrevistados para coleta de dados referentes às informações antropométricas, tempo de prática de corrida, duração de treinamento na semana, lesão ou dor prévia ou atual através da coleta de Dados Demográficos e Índice de Morbidade Referida.

#### **Coleta da postura do pé**

Na sequência, os participantes foram conduzidos para a avaliação física para definir a configuração do antepé (varo, neutro ou valgo) e retropé (varo, neutro ou valgo). Para este exame físico, um examinador treinado no método posicionou o participante em decúbito ventral em uma maca de madeira da marca Arthros com os pés para fora da maca. O examinador posicionou a articulação subtalar no neutro (momento em que ele palpa o tálus simultaneamente com o indicador e polegar enquanto realizada a inversão e eversão do pé). Com a subtalar no

neutro uma régua simples foi usada como um plano horizontal para permitir verificar se a borda medial do antepé estava afastada da régua (antepé varo), ou a borda lateral do antepé era a que se afastava (antepé valgo) ou se não havia afastamento e todas as cabeças metatarsianas tocavam na régua (antepé neutro). Ao mesmo momento foi aferido o retropé, e quando perpendicular ao plano foi classificado como retropé neutro, quando o calcanhar se apresentou invertido foi denominado de retropé varo e quando se apresentou evertido foi classificado como retropé valgo. Em seguida foram coletadas informações sobre o tipo de pé e pisada. Para tal foi usado o *Índice de Postura do Pé* – IPP ou FPI que é o método de investigação mais frequentemente usado para avaliar a postura do pé. Este instrumento desenvolvido por Redmond, Crosbie e Ouvrier (2006)<sup>19</sup> proporciona uma avaliação multidimensional levando em conta os 3 planos e as 3 regiões do pé (ante, médio e retropé). O FPI na sua versão com 6 itens denominado FPI-6<sup>19-21,28-30</sup> já foi validado, testada sua confiabilidade intra e inter examinador, bem como sua consistência interna. A coleta dos dados do FPI-6 requer que o participante permaneça em ortostase com olhar para o horizonte e membros superiores ao longo do tronco sobre uma base rígida de madeira das seguintes dimensões: 19cm x 37cm x 44cm, onde será traçada uma linha a 10cm da borda posterior para delimitação do posicionamento do calcanhar e outra linha que dividirá o bloco em duas metades que se cruzará com uma linha no ângulo de 45° para padronização do posicionamento do antepé. Para padronizar o posicionamento, foi colocado um bloco de EVA (Etil Vinil Acetado) de 7,5cm x 20cm entre os pés. Os participantes foram instruídos a permanecerem na postura em ortostase por cerca de dois minutos enquanto o examinador movimentou-se ao redor do participante para avaliar todas as regiões do pé. Cada um dos seis itens foi graduado entre 0 (neutro), +1 ou +2 (pronado) e -1 ou -2 (supinado). O escore final foi o somatório dos itens e um valor alto entre +6 a +9 indicou pé pronado e +10 indicou pé hiperpronado. Um resultado alto e negativo entre -1 a -4 indicou pé supinado e entre -5 a -12 pé altamente supinado. Já o pé neutro foi aquele que recebeu pontuação entre zero a +5<sup>19-21</sup>. Esses escores finais dos pés direito e esquerdo foram registrados na Ficha de Pontuação do FPI-6.

#### **Coleta de força muscular isocinética**

Finalizando as etapas de avaliação, os participantes foram encaminhados para a coleta da força muscular isocinética dos grupos abdutor e adutor do quadril, extensor e flexor do joelho e inversor e eversor do pé. O protocolo de avaliação da dinamometria isocinética seguiu as recomendações propostas por Dvir (2002)<sup>25</sup>. Os indivíduos realizaram dois minutos de alongamento ativo dos músculos a serem testados e três minutos de aquecimento na esteira ergométrica em velocidade não superior a 4 km/h. Após o alongamento e aquecimento, os



sujeitos foram posicionados em conformidade com os movimentos articulares de quadril, joelho e tornozelo testados. Os participantes do estudo foram avaliados em série de modo que houve um período de descanso entre cada articulação testada, garantindo assim uma performance muscular livre de efeitos fatigantes causados por testes articulares sucessivos.

O instrumento utilizado foi o dinamômetro isocinético *Biodex System 4 PRO* com protocolo para avaliação das seguintes articulações e movimentos: quadril – abdução/adução; joelho – flexão/extensão; e tornozelo – inversão/eversão; conforme estabelecido em estudo similar proposto por Danneskiold-Samsøe, Bartels, Bülow e Lund (2009)<sup>26</sup>. Três repetições submáximas foram realizadas para adaptação à velocidade angular do teste e após estas repetições, os indivíduos foram orientados à série solicitada, com intervalos de 30 segundos para descanso entre a realização do movimento em cada velocidade angular. Tanto a correção da força da gravidade, quanto a calibração do dinamômetro, seguiram a rotina proposta pelo *software* que gerencia o aparelho. Os sujeitos foram incentivados verbalmente antes e durante o teste visando encorajamento para realizar o teste da melhor forma a cada repetição. As variáveis analisadas foram: torque máximo, trabalho total e potência. Comparações entre membro dominante e não dominante foram realizadas.

#### **Etapas de avaliação e reavaliação do estudo**

O tempo necessário para cada etapa de avaliação e reavaliação ocorreu da seguinte forma: 10 minutos para entrevista, 5 minutos para o FPI-6, 5 minutos para alongamento e aquecimento, e 40 minutos para o Isocinético, o que resultou num tempo total de 60 minutos.

Ao fim da coleta, um pesquisador dedicado (cego) foi responsável pela randomização a partir de uma lista randômica. Os participantes receberam um envelope opaco e selado contendo o grupo que o participante deveria ser alocado. Os pesquisadores que realizaram a coleta e que analisaram os dados ao fim do estudo não tiveram conhecimento sobre esta alocação. Um pesquisador isolado ficou responsável pela randomização e alocação em grupos que definiram o recebimento de palmilhas com ajustes ou sem qualquer tipo de alteração (Figura 1). Foram configurados dois grupos: grupo experimento (GE) com 20 participantes que recebeu as palmilhas testes com ajustes para substituir a palmilha original do seu tênis de corrida usual e grupo controle (GC) no qual 11 participantes receberam um par de palmilhas planas, sem qualquer tipo de ajuste, chamada de palmilha simulação ou *sham*. Assim como no GE, os participantes do GC foram orientados a substituir a palmilha original do seu tênis de usual pelas fornecidas visando não gerar um efeito confundidor e uma melhor adaptação e conforto ao minimizar o conflito de espaço do pé dentro do tênis. Entendeu-se por tênis usual, aquele que

o corredor já usava com uma prévia adaptação em seus treinos e corridas. Os examinadores nesse momento coletaram a marca e modelo do tênis para que pudessem conduzir subanálises sobre a influência dos modelos dos tênis. A marca e modelo do tênis não foram determinantes para a definição da palmilha, já que houve a substituição das palmilhas em ambos os grupos (GE e GC).

As palmilhas do GE foram produzidas pelos pesquisadores com base nos dados do FPI-6, na numeração do tênis e nas informações da presença do antepé varo/valgo, retropé varo/valgo obtidas previamente. Elas foram produzidas com base em poliuretano da marca Arkipélago® e borrachas de EVA (Etil Vinil Acetato) de várias densidades para ajuste da pisada. Para os pés pronados, as palmilhas tiveram uma compensação em antepé varo variando de 3 a 6mm de altura, finalizando em zero até o meio do antepé, arco medial e borda medial do retropé mais elevada em 6mm. Para os pés subpronados (supinados) as palmilhas com compensação em antepé valgo variando de 3 a 6mm de altura, finalizando em zero até o meio do antepé e arco medial com borda lateral do retropé mais alta que a medial em 3mm. As palmilhas para pés neutros não tiveram nenhum elemento de ajuste. Todas as palmilhas tiveram ainda apoio ao arco transversal do pé (metatarsiano) e amortecedor no calcanhar. As palmilhas do GC foram produzidas em borrachas de EVA com 5mm de espessura, não tiveram elementos no ante/retropé, sem arco e sem piloto metatarsiano ou amortecedor no calcanhar. Todos os participantes tiveram que retornar após uma semana para receber o par de palmilhas e receber as orientações de como usar (um mínimo de 4 horas por dia e em seus treinos de corrida) e como cuidar da preservação da palmilha.

Independente do grupo ao qual o participante foi alocado, esse foi solicitado a não mudar a intensidade e o volume de treino, porém as características da corrida requerem em alguns casos evolução do treino. Nessa situação, foi solicitado que essas mudanças fossem feitas com base e orientação da planilha de treinos ofertadas pelo clube de corrida e informado à pesquisa. Assim como também foi solicitado a não alteração da marca e do modelo dos tênis durante 6 meses.

Durante o período do estudo, o participante foi convidado a retornar após 6 meses quando foram repetidos os mesmos procedimentos: posicionamento e movimento das articulações do pé, FPI-6 e a força muscular isocinética no mesmo dinamômetro isocinético. A descrição desses dados envolvendo os corredores recreativos que concluíram todas as etapas da pesquisa com a devida identificação e suas características sociodemográficas, antropométricas e relacionadas ao treino foi registrada no Material Suplementar 1.

## ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados foram organizados em planilhas do *Microsoft Excel*, com posterior análise no software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) para Windows® (versão 21.0)

Foi realizada análise descritiva com cálculo das medidas de tendência central, dispersão e posição das variáveis quantitativas e cálculo das frequências absoluta e relativa das variáveis categóricas. Os resultados estão expressos em gráficos e tabelas.

Para a investigação das associações entre as variáveis categóricas, foram plotadas as tabelas de referência cruzada e aplicados o Teste Qui-Quadrado de *Pearson* ou Exato de *Fisher* (segundo a disposição dos dados).

De todas as variáveis quantitativas foram investigados a normalidade (teste de *Shapiro-Wilk*) e a homogeneidade das variâncias (*Levene*). Para as comparações entre os grupos foi aplicado o teste *t de Student* ou o teste *Mann-Whitney* para dados independentes, a depender da normalidade dos dados.

Para a variável força muscular, as diferenças entre os grupos, mudanças no tempo (inicial e final) dentro de cada grupo (efeito do tempo) e qualquer interação (tendências diferentes ao longo do tempo entre os grupos) foram avaliados por meio da ANOVA mista de medidas repetidas e *post hoc Sidak*. O nível de significância foi estabelecido em 5%.

## RESULTADOS

A amostra final foi composta por 31 indivíduos, 11 no grupo controle (GC) e 20 no experimento (GE). A tabela 1 mostra as características da amostra. Importante destacar que não houveram mudanças no treino dos corredores durante o período da pesquisa. Não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis sociodemográficas, antropométricas e relacionadas ao treino entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

A tabela 2 mostra o tipo de pisada dos corredores, em ambos os grupos, nas avaliações inicial e final com o FPI-6. A maioria dos indivíduos apresenta pisada neutra, seguida de pronada e supinada. Percebe-se também que ocorreram mudanças nestes percentuais entre o momento inicial e final. De maneira geral, ocorreu diminuição dos números de pisada pronada ou supinada e aumento na pisada neutra, com exceção do pé esquerdo no GE: ocorreu diminuição no número de indivíduos com pisada neutra 10 (50%) para 9 (45%) e aumento na pisada pronada 6 (30%) para 8 (40%). Estas mudanças, entretanto, não foram significativas como será visto a seguir.

Para investigar se ocorreram diferenças significativas nas mudanças dos tipos de pisada entre os momentos inicial e final em cada pé, os indivíduos foram categorizados utilizando o seguinte critério: modificou ou não modificou o tipo de pisada. Em seguida foi investigada a associação por meio do teste exato de *Fisher*, não sendo encontrado resultado significativo. Os resultados estão expressos na tabela 3.

A tabela 4 mostra as mudanças nos valores de força muscular isocinética dos movimentos avaliados nas três articulações entre a avaliação inicial e a final, dentro de cada grupo, bem como as diferenças médias e o p-valor em todas as articulações.

Foram encontradas diferenças significativas dentro de cada grupo em alguns movimentos da articulação do quadril, com aumento da força muscular entre a avaliação inicial e final para a abdução direita e adução direita (GE e GC) e na abdução esquerda (apenas no GE). Não foram encontradas diferenças entre os grupos. Estes resultados estão expressos também na figura 2.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas dentro dos grupos e entre os grupos nos movimentos de adução do quadril esquerdo (figura 2), flexão e extensão do joelho direito e esquerdo (figura 3) e eversão e inversão do tornozelo direito e esquerdo (figura 4). Os resultados da ANOVA mostram que não ocorreram efeitos da interação grupo-tempo em nenhum dos casos.

## DISCUSSÃO

A avaliação de corredores, quer sejam profissionais ou amadores, é um fenômeno complexo que envolve amplo conhecimento da biomecânica para a prática esportiva e das variáveis capazes de modificá-la. Um padrão de movimento alterado desenvolvido pelos praticantes de corrida pode provocar lesões ou queda do desempenho.

Para Geiringer (1995)<sup>31</sup> e Hollander *et al.* (2019)<sup>32</sup> as forças impostas aos membros inferiores durante a corrida estão diretamente relacionadas com os movimentos do complexo tornozelo-pé, já que seu papel é fundamental na distribuição e dissipação das forças de compressão e cisalhamento. Tschopp & Brunner (2017)<sup>33</sup> complementam essa ideia ao afirmar que a distribuição inadequada dessas forças gera um estresse tecidual anormal desencadeando, em longo prazo através de microtraumas repetitivos e acumulativos, lesões crônicas e traumáticas por *overuse*.

Os tipos de pisada indicam a postura e o padrão de movimento das articulações dos pés durante a fase de apoio e influenciam diretamente no padrão de corrida. Reconhecer a postura



do pé e introduzir as adaptações necessárias para o bom alinhamento biomecânico torna-se crucial na prevenção de lesões agudas ou crônicas. Identificar o apoio excessivo em um determinado ponto do pé, a exemplo das pisadas pronadas e supinadas, poderá determinar a mais adequada intervenção.

Nesse contexto, faz-se necessário escolher instrumentos clínicos confiáveis, rápidos e de simples acesso, capazes de identificar, preferencialmente, de forma quantitativa a complexa postura do pé. E o índice de postura do pé na versão 6 – FPI-6 é citado nos trabalhos de Teyhen *et al.* (2011)<sup>34</sup>, Sánchez-Rodríguez *et al.* (2012)<sup>35</sup>, Lee *et al.* (2015)<sup>28</sup> e Carvalho (2017)<sup>30</sup> como um dos principais recursos atualmente disponíveis para o diagnóstico do tipo de pisada. Nesse caso, os termos postura de pé e tipo de pisada não devem ser confundidos com o termo tipo de contato ocorrido no retropé, mediopé ou antepé. Complementando esse pensamento, Altman & Davis (2015)<sup>36</sup> e Zhang (2018)<sup>37</sup> afirmam que a correta identificação da postura do pé poderá evitar futuras lesões nas articulações do tornozelo, dos joelhos, dos quadris e até mesmo na coluna vertebral.

Quando corredores atingem o pé no solo uma elevada força resultante proporcional ao peso corporal deverá ser absorvida pelas estruturas articulares. Por isso, o avanço tecnológico nas adaptações de calçados busca proporcionar a melhor absorção do impacto para minimizar o risco de lesões aos praticantes de corrida.

Na literatura há grande quantidade de estudos a exemplo de Guimarães (2006)<sup>38</sup>, Souza (2008)<sup>39</sup> e Lewinson & Stefanyshyn (2017)<sup>40</sup>, que comprovam os efeitos positivos produzidos pelas palmilhas biomecânicas. Conforme trabalho de Balbinotti *et al.* (2015)<sup>41</sup> a reação de cada corredor a esse tipo de intervenção é influenciada por diversos fatores, incluindo mecânicos, neurofisiológicos, anatômicos e até mesmo psicológicos, o que torna a previsão de resposta à intervenção ainda mais variável.

Ainda que boa parte desse padrão de movimento alterado tenha como origem a postura do pé, diversos mecanismos estão envolvidos. Correr é uma atividade que demanda muita participação do sistema nervoso, que utilizará todo potencial disponível para execução, mesmo que as demais estruturas corporais não estejam preparadas, e essa é uma das possibilidades de ocorrência de lesão ou baixo desempenho. Por isso, torna-se muito importante ampliar o diagnóstico, analisando o controle neuromuscular<sup>42,43</sup>, o desenvolvimento de força e potência<sup>44</sup>, o equilíbrio muscular<sup>44-47</sup>, as assimetrias entre membros inferiores<sup>46-48</sup>, e o adequado recrutamento dos grupos musculares<sup>49,50</sup>.

Diante dessa necessidade, a avaliação isocinética de corredores recreativos<sup>51</sup> surge como uma excelente opção para quantificar parâmetros musculares em processos preventivos,

competitivos ou terapêuticos de forma extremamente objetiva e confiável. A possibilidade de direcionar o treinamento para superar deficiências trazendo equilíbrio entre os grupos musculares e estabelecendo metas para melhora de performance no esporte é apontado como uma vantagem por diversos autores a exemplo de Aquino (2007)<sup>49</sup>, Luna *et al.* (2015)<sup>52</sup> e Lategan (2011)<sup>53</sup>.

Apesar da evidente necessidade de estudos mais abrangentes com o objetivo de verificar o real impacto da função muscular na performance de corredores, a literatura já traz alguns resultados animadores.

Lauersen *et al.* (2018)<sup>54</sup> mencionaram que o aumento de 10% no volume do treinamento de força é capaz de reduzir o risco de lesões em mais de quatro pontos percentuais.

Muñoz-Jimenez *et al.* (2015)<sup>55</sup> afirmaram que o desequilíbrio no complexo tornozelo/pé de corredores, geralmente provocado por fraqueza muscular, diminui a eficiência do movimento e eleva o risco de lesões. Sulowska *et al.* (2019)<sup>56</sup> complementaram essa afirmação acrescentando que as alterações distais da cadeia cinemática da corrida podem também afetar as articulações superiores. Já Baltich *et al.* (2014)<sup>24</sup> apontaram os efeitos positivos do treinamento muscular sobre o tornozelo, melhorando o controle postural e prevenindo lesões.

Para Saragiotto *et al.* (2016)<sup>23</sup> existe uma forte tendência de corredores desenvolverem desequilíbrios musculares tanto na musculatura flexora quanto em extensores do joelho.

De forma semelhante, isso foi evidenciado nos trabalhos de Lynn & Costigan (2009)<sup>57</sup> e Dellagrana (2015)<sup>46</sup> que indicaram uma relação compensatória entre o tipo de pisada e a ativação dos isquiotibiais tornando esse grupo muscular muito susceptível a desenvolver fraqueza. Isso ocorre porque na pisada supinada a tibia roda externamente e ativa seletivamente o bíceps femoral, e da mesma forma na pisada pronada há rotação interna de tibia gerando maior ativação dos músculos semitendíneo e semimembrâneo.

Já Taylor-Haas (2014)<sup>45</sup> e Mucha *et al.* (2016)<sup>58</sup> citaram a manifestação de fraqueza abduutora de quadril como precursora de lesões em corredores.

As perspectivas futuras do tema em questão apontam para uma abordagem quantitativa das variáveis que podem interferir no padrão de corrida contando com o auxílio cada vez mais relevante dos avanços tecnológicos. Associando os testes que visam identificar o tipo de pisada com uma avaliação mais abrangente da função muscular, é possível chegar a um diagnóstico mais preciso para que os corredores possam desenvolver programas específicos de treinamento, corrigindo falhas e buscando o melhor desempenho possível sem que haja sobrecarga excessiva nas articulações.

## LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Nesse estudo destaca-se como limitação o reduzido tamanho amostral, especialmente dos corredores que cumpriram todas as etapas da pesquisa, em virtude da interrupção nas coletas imposta pela pandemia de COVID-19. Tal aspecto certamente impactou no poder do estudo de tal maneira que minimiza a magnitude dos efeitos e a extrapolação dos resultados para uma população maior.

Importante ressaltar que não fez parte do escopo desse estudo a avaliação psicológica dos participantes. Mesmo sabendo que um evento psicológico principalmente aqueles ligados ao aspecto emocional podem interferir nos resultados ao longo dos 6 meses de duração da pesquisa.

Para estudos posteriores, sugere-se a busca por uma amostra maior e mais homogênea capaz de proporcionar análises mais precisas e conclusões mais bem fundamentadas dentro dessa linha de pesquisa.

## CONCLUSÃO

Diante do exposto concluímos que apesar do uso das palmilhas não produzirem mudança significativa no tipo de pisada, é notada tendência para neutralização da pisada. Este quadro pode mudar à medida que o tamanho amostral for incrementado com a continuação da pesquisa.

O uso das palmilhas não produziu mudança no perfil de força muscular do tornozelo e joelho, porém foi encontrado significativo incremento de força na região do quadril em especial do grupo abductor. Esses resultados requerem uma interpretação cautelosa já que era de se imaginar que em caso de alterações na força muscular, essas provavelmente seriam mais proximais ao local da palmilha. Por outro lado, chama a atenção para o possível benefício na região do quadril em especial na musculatura abductora, tão importante na estabilização lombopélvica durante a fase de apoio presentes na marcha e na corrida.

Portanto, a introdução de palmilhas nos programas de treinamento de corredores deve considerar benefícios, riscos, vantagens e desvantagens. Na prática clínica, a partir desse resultado, podemos sugerir abordagens específicas para treinamento da função muscular e do gestual esportivo atendendo à demanda individual de desempenho para corrida.

Do ponto de vista científico, mais estudos serão necessários para melhor analisar os reais efeitos e possíveis vantagens da indicação de palmilhas na modificação da força dos membros inferiores e do padrão de pisada de corredores. Com a continuidade do presente estudo

essa indicação certamente se consolidará como uma importante ferramenta para as abordagens cinético-funcionais visando a prevenção e a reabilitação de lesões em corredores profissionais ou recreativos.

## REFERÊNCIAS

1. Campos AC, Prata MS, Aguiar SS, Castro HO, Leite RD, Pires FO. Prevalência de lesões em corredores de rua amadores. *Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências da Saúde*. 2016 jul;40-5.
2. Oliveira VC, Detoni GC, Ferreira C, Portela BS, Queiroga MR, Tartaruga MP. Influência do gradiente de inclinação na pronação subtalar em corrida submáxima. *Acta Ortop Bras*. 2013;21(3):163-6.
3. Nicola TL, Jewison DJ. The anatomy and biomechanics of running. *Clin Sports Med*. 2012;31(2):187-201.
4. Dugan SA, Bhat KP. Biomechanics and analysis of running gait. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2015;16(3):603-21.
5. Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Smith MMF, et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2014;7:55.
6. Hino AAF, Reis RS, Rodriguez-Añez CS, Fermino RC. Prevalência de lesões em corredores de rua e fatores associados. *Rev Bras Med Esporte*. 2009 jan-fev;15(1).
7. Souza TR, Pinto RZA, Trede RG, Aratijo PA, Fonseca HL, Fonseca ST. Pronação excessiva e varismos de pé e perna: relação com o desenvolvimento de patologias músculo-esqueléticas — revisão de literatura. *Fisioter Pesqui*. 2011 jan-mar;18(1):92-8.
8. Richards CE, Magin PG, Callister R. Is your prescription of distance running shoes evidence-based? *Br J Sports Med*. 2009;43:159-62.
9. Tartaruga MP, Cadore EL, Alberton CL, Nabinger E, Peyré -Tartaruga LA, Ávila AOV, et al. Comparison of protocols for determining the subtalar joint angle. *Acta Ortop Bras*. 2010;18(3):122-6.
10. Mündermann A, Nigg BM, Humble RN, Stefanyshyn DJ. Foot orthotics affect lower extremity kinematics and kinetics during running. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2003 Mar;18(3):254-62.
11. Bonanno DR, Landorf KB, Munteanu SE, Murley GS, Menz HB. Effectiveness of foot orthoses and shock-absorbing insoles for the prevention of injury: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017 Jan;51(2):86-96.
12. Mendes AAMT, Silva HJA, Costa ARA, Pinheiro YT, Lins CAA, de Souza MC. Main types of insoles described in the literature and their applicability for musculoskeletal disorders of the lower limbs: A systematic review of clinical studies. *J Bodyw Mov Ther*. 2020 Oct;24(4):29-36.
13. Shih Y-F, Wen Y-K, Chen W-Y. Application of wedged foot orthosis effectively reduces pain in runners with pronated foot: a randomized clinical study. *Clin Rehabil*. 2011 July;25(10):913-23.
14. Lucas-Cuevas AG, Camacho-García A, Llinares R, Quesada JIP, Llana-Beloch S, Pérez-Soriano P. Influence of custom-made and prefabricated insoles before and after an intense run. *PLoS ONE*. 2017;12(2).
15. Knapik JJ, Trone DW, Tchandja J, Jones BH. Injury-reduction effectiveness of prescribing running shoes on the basis of foot arch height: summary of military investigations. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014;44:805-12.



16. Leppänen M, Aaltonen S, Parkkari J, Heinonen A, Kujala UM. Interventions to prevent sports related injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Sports Med.* 2014;44(4):473-86.
17. Langley B, Cramp M, Morrison SC. The Influence of Motion Control, Neutral, and Cushioned Running Shoes on Lower Limb Kinematics. *J Appl Biomech.* 2019 Jun 1;35(3):216-222.
18. Malisoux M, Chambon N, Guéguen N, Delattre N. Injury risk in runners using standard or motion control shoes: a randomised controlled trial with participant and assessor blinding. *Br J Sports Med.* 2016;0:1-7.
19. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2006;21(1):89-98.
20. Martinez BR, Oliveira JC, Vieira KMSG, Chiao Yi L. Translation, cross-cultural adaptation and reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) - brazilian version. *Physiother Theory Pract.* 2019:1-6.
21. Pascual R, Redmond AC, Alcacer Pitarch B, López Ros P. Índice de Postura del Pie (IPP-6) versión de seis criterios: manual y guía del usuario. *Podología Clínica.* 2013;4(2):36-45.
22. Silva WA, Lira CAB, Vancini RL, Andrade MS. Hip muscular strength balance is associated with running economy in recreationally-trained endurance runners. *Peer J.* 2018;5219.
23. Saragiotto BT, Yamato TP, Cosialls AMH, Lopes AD. Desequilíbrio muscular dos flexores e extensores do joelho associado ao surgimento de lesão musculoesquelética relacionada à corrida: um estudo de coorte prospectivo. *Rev Bras Ciênc Esporte.* 2016;38(1):64-8.
24. Baltich, J, Emery CA, Sthefanyshyn D, Nigg BM. The effects of isolated ankle strengthening and functional balance training on strength, running mechanics, postural control and injury prevention in novice runners: design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:407.
25. Dvir Z. *Isocinética - avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas.* São Paulo: Manole; 2002.
26. Danneskiold-Samsøe, B, Bartels EM, Bülow PM, Lund H. Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. *Acta physiol.* 2009;197(673 Suppl):1-68.
27. Perrin DH. *Isokinetic exercise and assessment.* Illinois: Champaign Human Kinetics Publishers; 1993.
28. Lee JS, Kim KB, Jeong JO, Kwon NY, Jeong SM. Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. *Ann Rehabil Med.* 2015 Feb;39(1):10-7.
29. Redmond AC. *The foot posture index: Easy quantification of standing foot posture-six item version (FPI-6). [User Guide and manual].* Leeds: University of Leeds; 2005.
30. Carvalho BKG de. *Índice da postura do pé (IPP-6) e sua relação com o sexo, idade e índice de massa corpórea em adolescentes de 10 a 14 anos: um estudo transversal. (Dissertação de Mestrado online)* São Paulo: USP - Faculdade de Medicina, 2017. [acesso em 05 out. 2020]. Disponível em <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5170/tde-11052017-143330/pt-br.php>
31. Geiringer SR. The biomechanics of running. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 1995;5(4):273-9.
32. Hollander K, Liebl D, Meining S, Mattes K, Willwacher S, Zech A. Adaptation of running biomechanics to repeated barefoot running: a randomized controlled study. *Am J Sports Med.* 2019;47(8):1975-83.

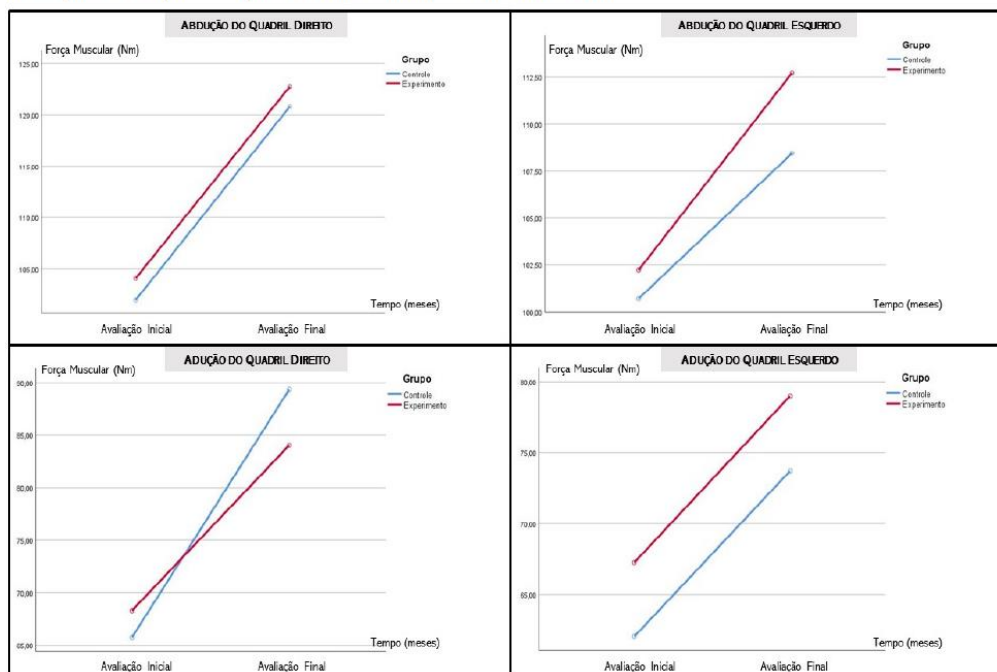
33. Tschopp M, Brunner F. Diseases and overuse injuries of the lower extremities in long distance runners. *Z Rheumatol*. 2017;76(5):443-50.
34. Teyhen DS, Stoltenberg BE, Eckard TG, Doyle PM, Boland DM, Feldtmann JJ, McPoil TG, Christie DS, Molloy JM, Goffar SL. Static foot posture associated with dynamic plantar pressure parameters. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011 Feb;41(2):100-7.
35. Sánchez-Rodríguez R, Martínez-Nova A, Escamilla-Martínez E, Pedrera-Zamorano JD. Can the Foot Posture Index or their individual criteria predict dynamic plantar pressures? *Gait Posture*. 2012 Jul;36(3):591-5.
36. Altman AR, Davis, IS. Prospective comparison of running injuries between shod and barefoot runners. *Br J Sports Med*. 2015;50(8):476-80.
37. Zhang X. The morphology of foot soft tissues is associated with running shoe type in healthy recreational runners. *J Sci Med Sport*. 2018;21(7):686-90.
38. Guimarães CQ. Fatores associados à adesão ao uso de palmilhas biomecânicas. *Rev Bras Fisioter*. 2006 jul-dez;10(3):271-7.
39. Souza TR. Eficácia do uso de palmilhas biomecânicas para a correção cinemática do padrão de pronção excessiva da articulação subtalar. *Rev Bras Fisioter*. 2008 jul-ago;9(4):275-82.
40. Lewinson RT, Stefanyshyn DJ. Effect of a commercially available footwear insole on biomechanical variables associated with common running injuries. *Clin J Sport Med*. 2017;0:1-3.
41. Balbinotti MAA, Gonçalves GHT, Klering RT, Wiethaeuper D, Balbinotti CAA. Perfis motivacionais de corredores de rua com diferentes tempos de prática. *Rev Bras Ciênc. Esporte*, Brasília, jan/mar. 2015; v. 37, n. 1, p. 65-73.
42. Nishida K, Hagio S, Kibushi B, Moritani T, Kouzaki M. Comparison of muscle synergies for running between different foot strike patterns. *PLoS One*. 2017;12(2):e0171535.
43. Hagio S, Fukuda M, Kouzaki M. Identification of muscle synergies associated with gait transition in humans. *Front Hum Neurosci*. 2015;9:48.
44. Calmels PM, Nellen M, Borne IV, Jourdin P, Minare P. Concentric and eccentric isokinetic assessment of flexor-extensor torque ratios at the hip, knee, and ankle in a sample population of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78(11):1224-30.
45. Taylor-Haas JA. Reduced hip strength is associated with increased hip motion during running in young adult and adolescent male long-distance runners. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(4):456-67.
46. Dellagrana RA. Evidence for isokinetic knee torque asymmetries in male long distance-trained runners. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(4):514-19.
47. Impellizzeri FM. Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2008;28(2):113-9.
48. Maupas E, Paysant J, Datie AM, Martinet M, Andre JM. Functional asymmetries of the lower limbs. A comparison between clinical assessment of laterality, isokinetic evaluation and electrogoniometric monitoring of knees during walking. *Gait posture*. 2002;16(3):304-12.
49. Aquino CF. A utilização da dinamometria isocinética nas ciências do esporte e reabilitação. *Rev Bras Ciên Mov* 2007;15:93-100.
50. Ponce DA, Martin CA, Martins D, Andrade MC. Conceitualização e análise crítica dos dinamômetros isocinéticos. *Braz J Biomec*. 2013;12(23):65-74.
51. Siqueira CM, Pelegrini FRMM, Fontana MF, Greve JMD. Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev Hosp Clin Fac Med*. 2002;57(1):19-24.

52. Luna NMS, Alonso AC, Serra M, Andare NFB, Nakano EY, Bocalini DS, Greve JMA. Análise isocinética e cinética de corredores e triatletas com e sem histórico de fratura por estresse. *Rev Bras Med Esporte*. 2015;21(4):252-6.
53. Lategan L. Isokinetic norms for ankle, knee, shoulder and forearm muscles in young South African men. *Isokinetics and Exercises Science*. 2011;23-32.
54. Lauersen JB, Andersen TE, Andersen LB. Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2018 Dec;52(24):1557-1563.
55. Muñoz-Jimenez M, Hermoso VMS, Pinillos FG, Román PAL. Influence of shod/unshod condition and running speed on foot-strike patterns, inversion/eversion, and vertical foot rotation in endurance runners. *J Sports Sci*. 2015;33(19):2035-42.
56. Sulowska I, Mika A, Oleksy L, Stolarczyk A. The influence of plantar short foot muscle exercises on the lower extremity muscle strength and power in proximal segments of the kinematic chain in long-distance runners. *Biomed Res Int*. 2019:6947273.
57. Lynn SK, Costigan PA. Changes in the medial-lateral hamstring activation ratio with foot rotation during lower limb exercise. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009;19(3):e197-205.
58. Mucha MD, Caldwell W, Schuluter EL, Walters C, Hassen A. Hip abductor strength and lower extremity running related injury in distance runners: a systematic review. *J Sci Med Sport*. 2016;20(4):349-55.

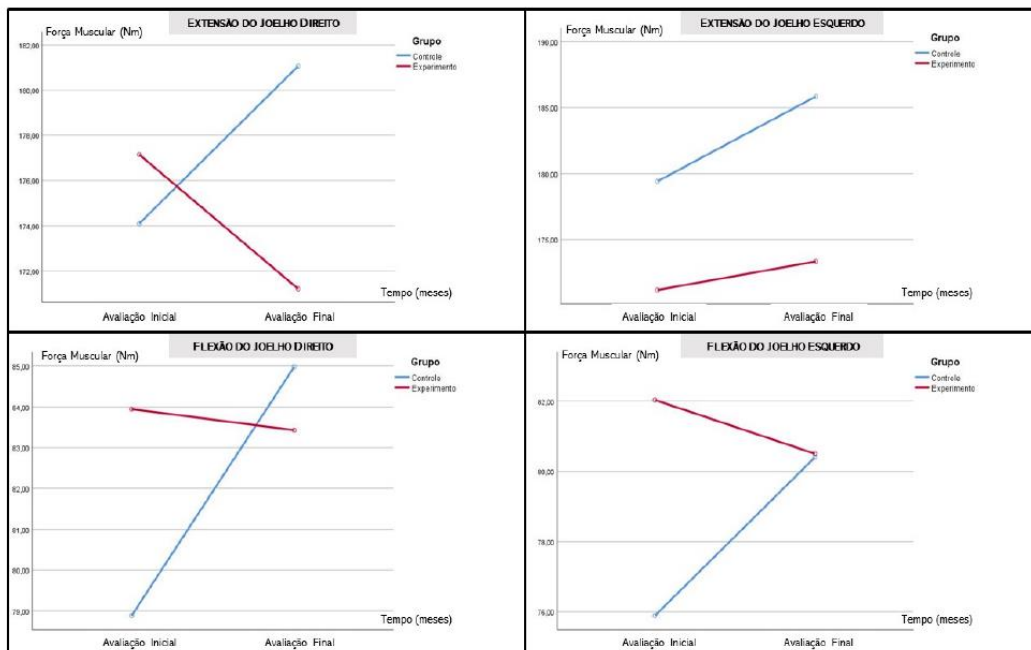
**Figura 1** – Palmilhas dos grupos experimento (GE) e controle (GC).



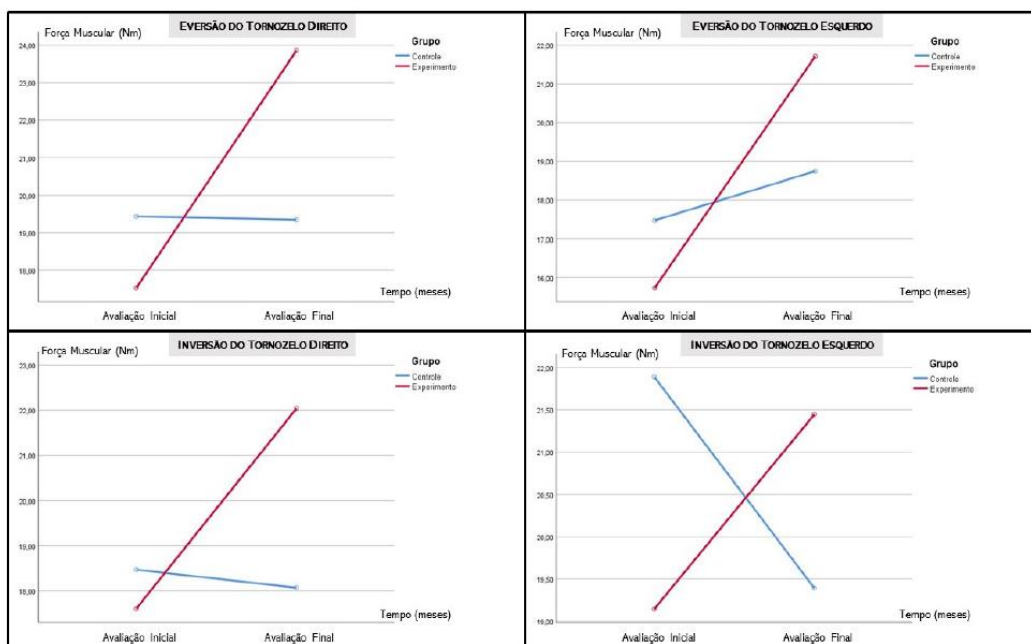
**Figura 2** – Gráficos de acompanhamento da força muscular isocinética dos movimentos de abdução e adução do quadril nas avaliações inicial e final.



**Figura 3** – Gráficos de acompanhamento da força muscular isocinética dos movimentos de extensão e flexão do joelho nas avaliações inicial e final.



**Figura 4** – Gráficos de acompanhamento da força muscular isocinética dos movimentos de eversão e inversão do tornozelo nas avaliações inicial e final.





**Tabela 1** – Características sociodemográficas, antropométricas e relacionadas ao treino dos corredores recreativos.

Característica	GC (n=11)				GE (n=20)				p-valor
	N (%)	Média	DP	Mediana	N (%)	Média	DP	Mediana	
<b>Sexo</b>									
Masculino	7 (63,0%)	–	–	–	13 (65,0%)	–	–	–	0,62 <sup>a</sup>
Feminino	4 (36,4%)	–	–	–	7 (35,0%)	–	–	–	
<b>Tempo de Prática de Corrida (meses)</b>	–	79,1	111,4	48,0	–	62,7	75,1	32,5	0,28 <sup>b</sup>
<b>Volume de Treino Semanal (km)</b>	–	31,2	13,4	35,0	–	22,0	13,9	18,0	0,12 <sup>b</sup>
<b>Frequência de Treino (dias/semana)</b>	–	3,8	0,8	4,0	–	3,3	1,1	3,0	0,07 <sup>b</sup>
<b>Idade (anos)</b>	–	41,3	10,0	43,0	–	45,0	13,0	44,5	0,42 <sup>c</sup>
<b>Peso (kg)</b>	–	71,0	9,6	69,0	–	71,8	10,8	72,5	0,85 <sup>c</sup>
<b>Altura (m)</b>	–	1,7	0,1	1,7	–	1,7	0,1	1,7	0,61 <sup>c</sup>
<b>IMC</b>	–	24,6	1,8	24,1	–	24,4	2,8	24,6	0,88 <sup>c</sup>

a: Teste Exato de Fisher. b: Teste de *Mann-Whitney*. c: Teste *t de Student*.

**Tabela 2** – Variáveis qualitativas descritivas do tipo de pisada dos corredores recreativos nas avaliações inicial e final conforme FPI-6.

Avaliação	Tipo de Pisada	GC (n=11)		GE (n=20)		Total (n=31)	
		N	%	N	%	N	%
Pé Direito (Inicial)	Neutra	8	72,7	8	40	16	51,6
	Pronada	2	18,2	8	40	10	32,3
	Supinada	1	9,1	4	20	5	16,1
Pé Direito (Final)	Neutra	9	81,8	11	55	20	64,5
	Pronada	1	9,1	6	30	7	22,6
	Supinada	1	9,1	3	15	4	12,9
Pé Esquerdo (Inicial)	Neutra	6	54,5	10	50	16	51,6
	Pronada	3	27,3	6	30	9	29
	Supinada	2	18,2	4	20	6	19,4
Pé Esquerdo (Final)	Neutra	9	81,8	9	45	18	58,1
	Pronada	1	9,1	8	40	9	29
	Supinada	1	9,1	3	15	4	12,9

**Tabela 3** – Modificação das variáveis qualitativas descritivas do tipo de pisada dos corredores recreativos nas avaliações inicial e final conforme FPI-6.

Avaliação	Modificou Tipo de Pisada	GC (n=11)		GE (n=20)		Total (n=31)		p - valor*
		N	%	N	%	N	%	
Pé Direito	Não	9	81,8	13	65	22	71,0	0,429
	Sim	2	18,2	7	35	9	29,0	
Pé Esquerdo	Não	7	63,6	13	65	20	64,5	0,619
	Sim	4	36,4	7	35	11	35,5	

\*Teste Exato de *Fisher*.

**Tabela 4** – Mudanças da força muscular isocinética nas avaliações isocinéticas inicial e final dos grupos controle e experimento.

Força Muscular	GC (n=11)					GE (n=20)				
	Inicial ± DP	Final ± DP	Diferença Média ± DP	p- valor*	IC (95%)	Inicial ± DP	Final ± DP	Diferença Média ± DP	p- valor*	IC (95%)
<b>Quadril</b>										
Abdução Dir.	101,95 ± 25,29	120,82 ± 31,71	18,86 ± 6,87	,010	4,82 a 32,91	104,07 ± 31,17	122,76 ± 35,54	18,70 ± 5,09	,001	8,28 a 29,11
Abdução Esq.	100,71 ± 24,66	108,45 ± 25,51	7,75 ± 5,94	,202	-4,40 a 19,89	102,23 ± 29,05	112,74 ± 26,88	10,51 ± 4,40	,024	1,50 a 19,52
Adução Dir.	65,73 ± 28,00	89,35 ± 37,77	23,62 ± 10,17	,027	2,82 a 44,41	68,29 ± 33,00	84,04 ± 29,01	15,75 ± 7,54	,046	,33 a 31,17
Adução Esq.	62,05 ± 26,39	73,71 ± 42,13	11,66 ± 8,17	,164	-5,05 a 28,38	67,26 ± 28,17	79,00 ± 31,83	11,74 ± 6,06	,063	-,66 a 24,13
<b>Joelho</b>										
Extensão Dir.	174,09 ± 36,54	181,06 ± 41,74	6,97 ± 5,73	,234	-4,76 a 18,70	177,15 ± 45,99	171,21 ± 42,56	-5,95 ± 4,25	,173	-14,64 a 2,75
Extensão Esq.	179,42 ± 42,13	185,85 ± 45,07	6,44 ± 6,26	,313	-6,38 a 19,25	171,17 ± 45,22	173,34 ± 36,15	2,17 ± 4,65	,644	-7,33 a 11,67
Flexão Dir.	78,88 ± 27,86	84,98 ± 31,23	6,10 ± 5,22	,252	-4,58 a 16,78	83,95 ± 20,38	83,43 ± 22,85	-,515 ± 3,87	,895	-8,44 a 7,41
Flexão Esq.	75,89 ± 19,93	80,40 ± 23,88	4,51 ± 3,75	,239	-3,17 a 12,19	82,04 ± 26,16	80,51 ± 21,38	-1,53 ± 2,78	,587	-7,23 a 4,17
<b>Tornozelo</b>										
Eversão Dir.	19,44 ± 5,20	19,35 ± 6,03	-,091 ± 5,96	,988	-12,28 a 12,09	17,53 ± 5,61	23,86 ± 25,41	6,33 ± 4,42	,163	-2,71 a 15,36
Eversão Esq.	17,47 ± 6,27	18,75 ± 6,34	1,27 ± 6,08	,836	-11,17 a 13,71	15,73 ± 5,45	21,71 ± 25,75	5,98 ± 4,51	,195	-3,24 a 15,20
Inversão Dir.	18,47 ± 8,12	18,07 ± 6,46	-,40 ± 4,43	,929	-9,46 a 8,66	17,61 ± 6,04	22,04 ± 18,32	4,43 ± 3,28	,188	-2,29 a 11,15
Inversão Esq.	21,89 ± 7,60	19,39 ± 5,76	-2,50 ± 3,14	,432	-8,92 a 3,92	19,15 ± 6,64	21,45 ± 11,15	2,30 ± 2,33	,331	-2,46 a 7,06

\*p-valor da ANOVA mista de medidas repetidas dentro de cada grupo.

**Material Suplementar 1** – Descrição dos corredores recreativos que concluíram todas as etapas da pesquisa com a devida identificação e suas características sociodemográficas, antropométricas e relacionadas ao treino.

Característica	Voluntários do GC (n=11) com Identificação										Voluntários do GE (n=20) com Identificação																					
	16	20	26	28	29	40	41	51	52	87	91	2	4	5	18	19	21	22	27	30	38	39	42	49	55	66	73	75	84	85	93	
<b>Idade (anos)</b>	29	43	52	53	23	50	46	41	35	33	49	19	30	55	44	44	37	32	44	58	65	25	40	46	62	34	64	45	59	50	47	
<b>Peso (kg)</b>	73	71	69	65	67	60	81	81	60	90	64	76	61	68	88	70	92	57	81	79	67	68	62	80	73	60	48	75	80	72	78	
<b>Altura (m)</b>	1,76	1,70	1,70	1,68	1,65	1,65	1,74	1,80	1,59	1,77	1,63	1,78	1,74	1,71	1,78	1,77	1,79	1,76	1,74	1,68	1,56	1,75	1,68	1,72	1,76	1,50	1,50	1,75	1,80	1,70	1,72	
<b>Sexo</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Masculino																																
Feminino												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<b>Membro Dominante</b>																																
Direito	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Esquerdo												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<b>Tipo de Tênis</b>																																
Neutro / Supinado (Amortecimento / <i>Cushioned</i> )	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Pronado ( <i>Elasticidade / Motion Control</i> )																																
<b>Prática de Corrida</b>																																
Com Assessoria	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Sem Assessoria												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Tempo de Prática de Corrida (meses)	72	48	36	84	36	408	18	48	72	36	12	24	29	9	48	288	36	12	12	23	36	36	18	180	96	12	24	36	12	180	132	
Volume de Treino Semanal (km)	45	35	35	40	10	8	35	40	15	40	40	18	27	18	10	30	10	18	15	15	15	5	10	24	10	28	10	25	50	50	50	
Frequência de Treino (dias/semana)	5	3	5	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	2	3	3	4	4	2	3	6	6	3	
<b>Evolução de Força Muscular (Aumentou: + ou Reduziu: -)</b>																																
Abdução Quadril (Dir./Esq.)	+/+	-/-	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/-	+/-	+/+	
Adução Quadril (Dir./Esq.)	+/+	-/-	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/-	
Extensão Joelho (Dir./Esq.)	+/+	-/-	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/-	
Flexão Joelho (Dir./Esq.)	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	
Eversão Tornozelo (Dir./Esq.)	+/+	-/-	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	
Inversão Tornozelo (Dir./Esq.)	+/-	0/-	0/-	0/-	0/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	
<b>Modificou Tipo de Pisada (Slim: S ou Não: N)</b>																																
Direita	N	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	S	N	S	S	S	S	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	S
Esquerda	N	S	N	S	S	N	S	N	N	S	N	N	N	S	S	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	S



# **ANEXOS**

**ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa para Seres Humanos do ICS-UFBA****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Efetividade das palmilhas na prevenção de lesão em corredores recreacionais: um ensaio clínico randomizado

**Pesquisador:** Cristiano Sena da Conceição

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 82345817.2.0000.5662

**Instituição Proponente:** Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.621.166

**Apresentação do Projeto:**

Nos últimos anos, o estudo da marcha e corrida vem sendo alvo constante dos diferentes centros de pesquisas esportivas. A postura ou padrão de movimento do pé é uma variável constantemente relacionada como fator de risco de lesão. O padrão de pronação subtalar visto como ideal permite uma adaptação do pé à superfície de apoio, absorção de choque e dissipação da rotação dos membros inferiores (MMII). A pronação excessiva também ocasiona aumento na magnitude, velocidade e duração da rotação interna dos membros inferiores (joelho e/ou quadril), por motivo da interdependência mecânica entre as rotações do tálus e da perna, na articulação talocrural. As palmilhas têm sido um recurso frequentemente utilizado para correção e acomodação dos defeitos biomecânicos causados por pés pronados nos MMII. No mesmo sentido das palmilhas e com efeitos fisiológicos e terapêuticos similares, o tipo de tênis tem sido empregado com o propósito de prevenção de lesão em corredores. As lesões que atingem os corredores, de modo geral, são vistas como resultado de sobrecarga proveniente de microtraumas acumulativos, durante determinado período de tempo. Outro aspecto associado a estas lesões é o desequilíbrio entre os músculos flexores e extensores de joelho, sendo que, acrescidas da característica multifatorial das lesões e do fato da corrida de rua ter se tornado um dos esportes mais praticados do mundo moderno, existe a necessidade de estudos que ajudem a reduzir as dúvidas e incertezas quanto ao real benefício do uso das palmilhas e avaliem os efeitos dessa intervenção em diversos parâmetros biomecânicos. Diante do exposto, percebe-se a relevância de estudar mais profundamente os

**Endereço:** Miguel Calmon

**Bairro:** Vale do Canela

**UF:** BA

**Telefone:** (71)3288-8951

**CEP:** 40.110-902

**Município:** SALVADOR

**E-mail:** cep.ics@outlook.com



UFBA - INSTITUTO DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA



Continuação do Parecer: 2.621.166

efeitos das palmilhas como método de prevenção de lesão em praticantes de corrida. Para tal, o objetivo deste trabalho é verificar se o uso de palmilhas pode prevenir lesão em corredores recreacionais.

Trata-se de um ensaio clínico randomizado prospectivo duplo-cego que seguirá as recomendações do CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) em 256 corredores de ambos os sexos com faixa etária de 18 a 50 anos recrutados em assessorias esportivas ou clubes de corrida da cidade de Salvador Bahia.

Levando em consideração os critérios de inclusão, não inclusão e exclusão, os participantes serão divididos em grupo experimento que irá receber as palmilhas confeccionadas de acordo com as necessidades biomecânica e controle do movimento e grupo controle que irá receber uma palmilha simulação plana de 3mm para que seja possível o cegamento dos participantes. Serão feitos os seguintes procedimentos: os seguintes procedimentos: uma entrevista inicial para coleta de dados sobre sua condição física, ex: peso, altura, tempo de prática de corrida, duração de treinamento na semana, lesão ou dor prévia ou atual através de um questionário chamado Índice de Morbidade Referida. Em seguida, os pesquisadores irão coletar informações sobre seu tipo de pé e pisada através do índice de Postura do Pé e da baropodometria, atividade eletromiográfica e ângulos de movimento do retro-pé durante a caminhada e corrida, seguida da avaliação da força muscular dos membros inferiores no isocinético. Os participantes serão convidados a retornar após 3 meses e mais uma vez após 6 meses.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Verificar se o uso de palmilhas pode prevenir lesão em corredores recreacionais.

Objetivo Secundário:

-Realizar uma revisão sistemática sobre os efeitos de palmilhas na prevenção de lesão em corredores recreacionais.

-Realizar uma revisão sistemática sobre os efeitos de palmilhas no ângulo de pronação dos pés durante a corrida.

-Descrever o padrão de carga nos pés, tipo de pisada, contato com o solo, ângulo de pronação, padrão de ativação muscular e a força muscular isocinética dos membros inferiores em corredores recreacionais.

-Verificar a concordância para definição da pisada dos resultados obtidos pelo Índice de Postura

**Endereço:** Miguel Calmon

**Bairro:** Vale do Canela

**CEP:** 40.110-902

**UF:** BA

**Município:** SALVADOR

**Telefone:** (71)3283-8951

**E-mail:** cep.ics@outlook.com





UFBA - INSTITUTO DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA



Continuação do Parecer: 2.621.166

de Pé e a baropodometria dinâmica.

-Verificar se existe associação entre o tipo de pisada com o tipo de contato com o solo e com o padrão de ativação muscular e força isocinética em corredores recreacionais.

-Verificar se existe associação entre o ângulo de pronação, o tipo de contato com o solo, padrão de ativação muscular e equilíbrio de força isocinética com o surgimento de lesão em corredores recreacionais.

-Estimar a incidência de lesão ocorrida no decorrer do prazo de seis meses em corredores recreacionais.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

O estudo apresenta riscos mínimos como os citados a seguir:

O senhor(a) não sentirá nenhum desconforto proveniente do estímulo na sua pele. Apenas o uso da palmilha pode, raramente, provocar nos primeiros dias algum desconforto na planta dos pés que tende a desaparecer em até uma semana. Caso este desconforto ocorra, iremos orientar uso progressivo (dentro das quatro horas diárias deverá usar 30 minutos e retirar 30 minutos, depois usa uma hora e retira por 30 minutos até completar as quatro horas diárias). Caso o desconforto persista, iremos reduzir o ponto de pressão lixando a palmilha e se mesmo assim persistir, iremos solicitar que pare de usá-la para em seguida ofertá-lo os cuidados necessários para alívio dos sintomas a serem realizados na sala 101 do curso Fisioterapia da UFBA situado no Pavilhão de Aulas do Canela. Vale ressaltar que neste último caso, o senhor(a) não será excluído da pesquisa e se desejar permanecer, será convocado para a coleta final, sem nenhum tipo de penalização. Para minimizar o risco de constrangimento e desconforto na coleta dos dados, a avaliação será feita em uma sala fechada, ampla e climatizada, com a presença apenas dos pesquisadores responsáveis. Para evitar o risco de vazamento das informações coletadas, os pesquisadores se comprometem a manter os dados centralizados e seguros em um computador situado no local da coleta sala 101 do curso Fisioterapia da UFBA situado no Pavilhão de aulas do Canela e seus nomes verdadeiros serão substituídos por siglas ou números. Para participar deste estudo o (a) Sr.(a) não receberá qualquer vantagem financeira ou terá qualquer tipo de custo.

Benefícios:

Os resultados da pesquisa permitira verificar se a indicação da palmilha deverá ser um procedimento a ser empregado na prática clínica com intuito de prevenção de lesão. Os participantes receberão um relatório contendo os dados, a condição da força muscular da perna

**Endereço:** Miguel Calmon

**Bairro:** Vale do Canela

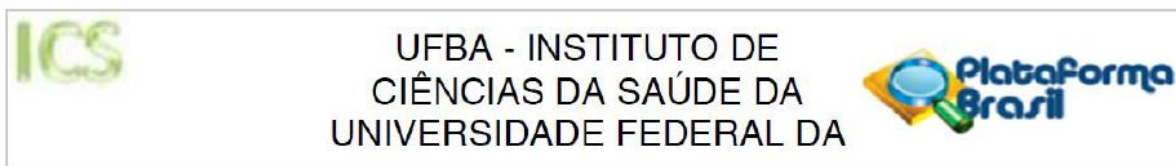
**CEP:** 40.110-902

**UF:** BA

**Município:** SALVADOR

**Telefone:** (71)3283-8951

**E-mail:** cep.ics@outlook.com



Continuação do Parecer: 2.621.166

que pode ser usado para orientar programas específicos de fortalecimento e em especial o tipo de pisada que o ajudará a escolher o tênis adequado para o tipo de pisada.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de uma resposta ao parecer nº 2.557.111 emitido com pendência pelo CEP.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O projeto apresentou todos os termos de apresentação obrigatória.

**Recomendações:**

Sem recomendações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O pesquisador atendeu a todas as pendências elencadas em parecer anterior do CEP ICS. Desta forma somos favoráveis à aprovação do protocolo de pesquisa apresentado, pois não se observam óbices éticos.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde (CEP ICS), de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº. 466 de 2012 e na Norma Operacional nº. 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa proposto. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP ICS de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 466/12 em substituição à Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d). O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata. O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA junto com seu posicionamento.

**Endereço:** Miguel Calmon

**Bairro:** Vale do Canela

**UF:** BA

**Município:** SALVADOR

**CEP:** 40.110-902

**Telefone:** (71)3283-8951

**E-mail:** cep.ics@outlook.com





Continuação do Parecer: 2.621.166

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1049433.pdf	23/04/2018 11:44:05		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA.pdf	23/04/2018 11:43:24	Cristiano Sena da Conceição	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.pdf	23/04/2018 11:40:44	Cristiano Sena da Conceição	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_modificado.doc	23/04/2018 11:39:36	Cristiano Sena da Conceição	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto.pdf	20/12/2017 18:04:00	Cristiano Sena da Conceição	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoFinal.pdf	20/12/2017 13:43:45	Cristiano Sena da Conceição	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	15/12/2017 19:36:27	Cristiano Sena da Conceição	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TermoResponsComp.jpeg	15/12/2017 19:34:37	Cristiano Sena da Conceição	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DeclaracaoConfidencialidade.jpeg	15/12/2017 19:34:07	Cristiano Sena da Conceição	Aceito
Declaração de Pesquisadores	EquipeDetalhada.pdf	15/12/2017 19:33:03	Cristiano Sena da Conceição	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CartaAnuencia.jpeg	15/12/2017 19:29:24	Cristiano Sena da Conceição	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SALVADOR, 25 de Abril de 2018

Assinado por:  
NILDO MANOEL DA SILVA RIBEIRO  
(Coordenador)

Endereço: Miguel Calmon

Bairro: Vale do Canela

UF: BA

Telefone: (71)3283-8951

Município: SALVADOR

CEP: 40.110-902

E-mail: cep.ics@outlook.com



UFBA - INSTITUTO DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA



Continuação do Parecer: 2.621.166

**Endereço:** Miguel Calmon

**Bairro:** Vale do Canela

**UF:** BA      **Município:** SALVADOR

**Telefone:** (71)3283-8951

**CEP:** 40.110-902

**E-mail:** cep.ics@outlook.com

## ANEXO B – Índice de Morbidade Referida

Nº da Ficha: _____ Sexo: _____ Idade: _____ Altura: _____ Peso: _____ Anos de treinamento: _____											
Presença de lesão desportiva na temporada: ( ) Sim ( ) Não											
Características da lesão:											
Variáveis			Lesões desportivas								
Identificação da lesão desportiva	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª			
Tipo de lesão											
Local anatómico											
Período de treinamento											
Mecanismo de lesão ou aumento do sintoma											
Retorno às atividades normais											
<b>Codificação das variáveis</b>											
Tipo de lesão	Mecanismo de lesão			Localização anatómica							
1-distensão muscular	1-saída de bloco			1-ombro		12-coxa anterior					
2-contratura muscular	2-corrída de velocidade			2-braço		13-coxa posterior					
3-tendinopatia	3-corrída de resistência			3-antebraço		14-joelho					
4-entorse	4-arremesso/lançamento			4-cotovelo		15-perna					
5-mialgia	5-saltos horizontais			5-punho		16-panturrilha					
6-periostite	6-saltos verticais			6-mão		17-tornozelo					
7-sinovite	7-queda			7-torax		18-pé					
8-fratura	8-parada brusca			8-abdome		19-outra					
9-bursite	9-choque com obstáculos			9-região lombar							
10-dor aguda inespecifica	10-musculação			10-região cervical							
11-dor crónica inespecifica	11-alongamento			11-quadril							
12-outra	12-outra										
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Retorno às atividades normais</td> </tr> <tr> <td>1-assintomático</td> </tr> <tr> <td>2-sintomático</td> </tr> </table>									Retorno às atividades normais	1-assintomático	2-sintomático
Retorno às atividades normais											
1-assintomático											
2-sintomático											



ANEXO C – Índice de Postura do Pé (IPP-6) / *Foot Posture Index* (FPI-6)

Foot Posture Index Datasheet

	FACTOR	PLANE	SCORE 1		SCORE 2		SCORE 3	
			Date _____		Date _____		Date _____	
			Comment _____		Comment _____		Comment _____	
			Left (-2 to +2)	Right (-2 to +2)	Left (-2 to +2)	Right (-2 to +2)	Left (-2 to +2)	Right (-2 to +2)
Rearfoot	Talar head palpation	Transverse						
	Curves above and below lateral malleoli	Frontal/transverse						
	Inversion/eversion of the calcaneus	Frontal						
Forefoot	Bulge in the region of the TNJ	Transverse						
	Congruence of the medial longitudinal arch	Sagittal						
	Abd/adduction of forefoot on rearfoot (too-many-toes)	Transverse						
<b>Total</b>								

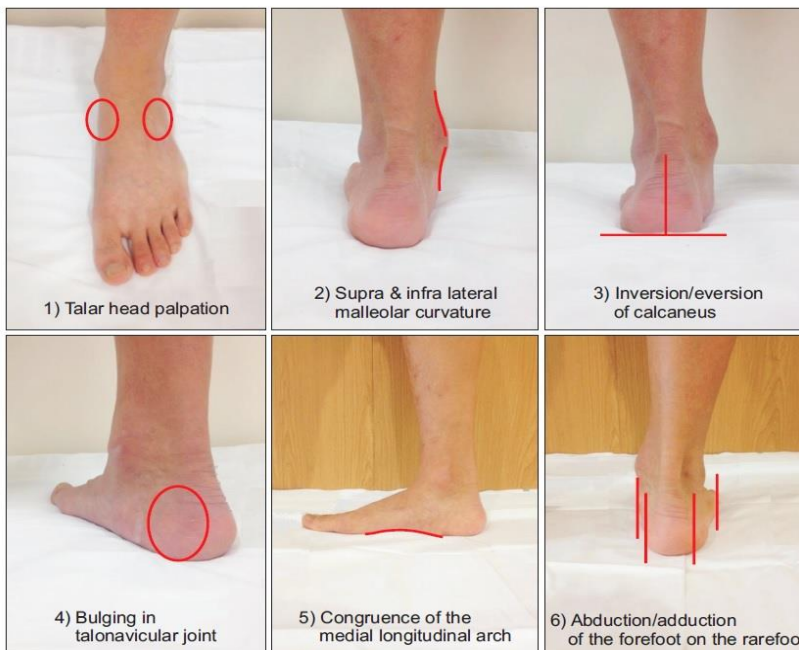
Reference values  
 Normal = 0 to +5  
 Pronated = +6 to +9, Highly pronated 10+  
 Supinated = -1 to -4, Highly supinated -5 to -12

© Anthony Redmond 1998  
 (May be copied for clinical use, and adapted with the permission of the copyright holder.)  
[www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI.htm](http://www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI.htm)

Reprinted with permission of Anthony Redmond.

Foot Posture Index scoring

	-2	-1	0	1	2
Talar head palpation	Talar head palpable on lateral side/ but not on medial side	Talar head palpable on lateral side/ slightly palpable on medial side	Talar head equally palpable on lateral and medial side	Talar head slightly palpable on lateral side/ palpable on medial side	Talar head not palpable on lateral side/ but palpable on medial side
Supra and infra lateral malleolar curvature	Curve below the malleolus either straight or convex	Curve below the malleolus concave, but flatter/ more than the curve above the malleolus	Both infra and supra malleolar curves roughly equal	Curve below the malleolus more concave than curve above malleolus	Curve below the malleolus markedly more concave than curve above malleolus
Calcaneal frontal plane position	More than an estimated 5° inverted (varus)	Between vertical and an estimated 5° inverted (varus)	Vertical	Between vertical and an estimated 5° everted (valgus)	More than an estimated 5° everted (valgus)
Prominence in the region of the talonavicular joint (TNJ)	Area of TNJ markedly concave	Area of TNJ slightly, but definitely concave	Area of TNJ flat	Area of TNJ bulging slightly	Area of TNJ bulging markedly
Congruence of the medial longitudinal arch	Arch high and acutely angled towards the posterior end of the medial arch	Arch moderately high and slightly acute posteriorly	Arch height normal and concentrically curved	Arch lowered with some flattening in the central portion	Arch very low with severe flattening in the central portion - arch making ground contact
Abduction/adduction of the forefoot on the rearfoot	No lateral toes visible. Medial toes clearly visible	Medial toes clearly more visible than lateral	Medial and lateral toes equally visible	Lateral toes clearly more visible than medial	No medial toes visible. Lateral toes clearly visible



Correlation of Foot Posture Index With Plantar Pressure and Radiographic Measurements in Pediatric Flatfoot

Jung Su Lee, MD, Ki Beom Kim, MD, Jin Ook Jeong, MD, Na Yeon Kwon, MD, Sang Mi Jeong, MD

1. *Palpação da cabeça do tálus*



Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Cabeça do tálus palpável na região lateral, mas não na região medial	Cabeça do tálus palpável na região lateral e ligeiramente na medial	Cabeça do tálus palpável tanto na região medial quanto na lateral	Cabeça do tálus ligeiramente palpável na região lateral e palpável na região medial	Cabeça do tálus não palpável na região lateral e sim na região medial

2. *Curvaturas supra e inframaleolares lateral*

**Supinado (-2)**




**Neutro (0)**

**Pronado (+2)**






Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Curva abaixo do maléolo mais reta ou convexa	Curva abaixo do maléolo côncava, entretanto mais plana que a curva superior	Ambas as curvas supra e inframaleolares são iguais	Curva abaixo do maléolo mais côncava que a curva supramaleolar	Curva inframaleolar marcadamente mais côncava que a curva supramaleolar

3. *Posição do calcâneo plano frontal*


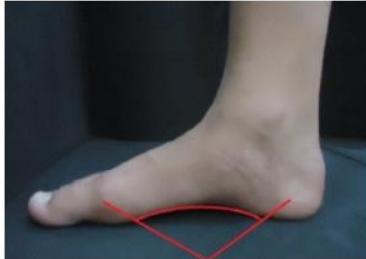

	<b>Supinado (-2)</b>	<b>Neutro (0)</b>	<b>Pronado (+2)</b>		
					
Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Mais de 5 graus de inversão ou varo	Entre a vertical e 5 graus de inversão ou varo	Vertical	Entre a vertical e 5 graus de eversão ou valgo	Mais de 5 graus de eversão ou valgo

4. *Proeminência da articulação talonavicular*

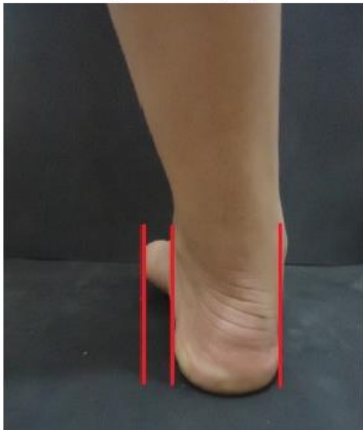
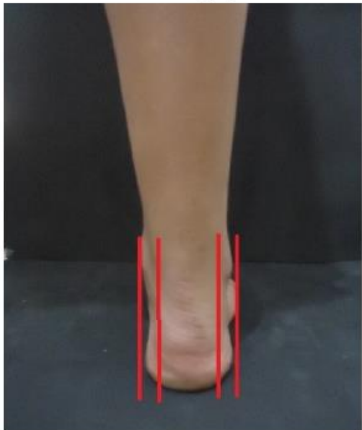

	<b>Supinado (-2)</b>	<b>Neutro (0)</b>	<b>Pronado (+2)</b>		
					
Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Área da articulação talonavicular marcadamente côncava	Área da articulação talonavicular ligeiramente, mas pouco definida de forma côncava	Área da articulação talonavicular plana	Área da articulação talonavicular ligeiramente abaulada	Área da articulação talonavicular marcadamente convexa ou abaulada



5. *Altura e congruência do arco longitudinal medial*

	<b>Supinado (-2)</b>	<b>Neutro (0)</b>	<b>Pronado (+2)</b>		
					
<b>Pontuação</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>	<b>+2</b>
	Arco alto e angulado posteriormente	Arco moderadamente alto e ligeiramente angulado posteriormente	Altura do arco normal e curvatura concêntrica	Arco ligeiramente diminuído com ligeiro rebaixamento da porção central	Arco com severo rebaixamento e contato com o solo

6. *Abdução e adução do antepé em relação ao retropé*

	<b>Supinado (-2)</b>	<b>Neutro (0)</b>	<b>Pronado (+2)</b>		
					
<b>Pontuação</b>	<b>-2</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>	<b>+2</b>
	Os dedos laterais não são visíveis. Visibilidade marcada dos dedos mediais	Os dedos mediais são mais visíveis que os dedos laterais	Os dedos mediais e laterais são igualmente visíveis	Dedos laterais ligeiramente mais visíveis que os mediais	Dedos mediais não são visíveis. Dedos laterais claramente visíveis



Instituto de Ciências da Saúde  
Programa de Pós Graduação  
Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas  
Avenida Reitor Miguel Calmon s/n - Vale do Canela. CEP: 40110-100  
Salvador, Bahia, Brasil

<http://www.ppgorgsystem.ics.ufba.br>