ANA PAULA RIBEIRO

**Avaliação estática do complexo tornozelo - pé e padrões dinâmicos da
distribuição da pressão plantar de corredores com e sem fasciite plantar**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

Programa de: Ciências da Reabilitação
Área de concentração: Movimento,
Postura e Ação Humana

Orientadora: Profª. Dra. Sílvia Maria
Amado João

**São Paulo
2010**

ANA PAULA RIBEIRO

**Avaliação estática do complexo tornozelo - pé e padrões dinâmicos da
distribuição da pressão plantar de corredores com e sem fasciite plantar**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

Programa de: Ciências da Reabilitação
Área de concentração: Movimento,
Postura e Ação Humana

Orientadora: Prof^a. Dra. Sílvia Maria
Amado João

**São Paulo
2010**

Dedico a Deus, meu pai, minha mãe, meus irmãos e meu namorado

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pela sua constante presença em minha vida e que em todas as horas de aflição e angústias me deu sabedoria e força para continuar até o fim.

Aos meus queridos e apaixonantes mãe e pai. Mãe, de forma especial, te agradeço todo carinho, dedicação e amor incondicional durante todo esse tempo. Com seu jeitinho especial e a sabedoria por trás de suas palavras e conselhos, sempre me apoiou, incentivou e me deu confiança para seguir em frente e nunca olhar para trás. Pai, a você também sou grata por todo esse amor imensurável. Lembro-me bem de todas as suas atitudes carinhosas ao levar-me para escola de bicicleta, apoiar-me em todas as minhas decisões, me dando esperança, certeza e confiança. Em fim, a vocês, obrigada pelos ensinamentos, virtudes, sabedoria, discernimento, grandeza e fortaleza. Se hoje cheguei até aqui, foi puramente pelos sacrifícios de vocês! Muitíssimo obrigada! Amo muito vocês!

Aos meus amorosos irmãos, André e Jarne, por todo apoio, atenção, companheirismo, amor e cuidado que sempre me ajudaram nas horas difíceis e alegres. Sou imensamente feliz de ter vocês como irmãos. Como vocês mesmos dizem: os dois são os meus “Hugos”!

À minha avó Aparecida, tios e primos pela constante torcida, orações e credibilidade em minha pessoa. À minha avó Maria (*in memorian*) que sempre valorizou meus estudos e acreditou que um dia realizaria esse sonho. Estou certa, que com muita felicidade, hoje você está compartilhando comigo essa vitória! Em especial, a minha tia Naza que, repleta de alegria, recepcionava minhas chegadas em Alfenas. Tia, obrigada por toda ajuda e confiança, pois estava certa ao dizer que a “terrinha” iria me proporcionar à realização de muitos sonhos.

Ao meu namorado e companheiro de várias jornadas, Francis, por todo carinho, cuidado, atenção, paciência e humildade. Passei por vários momentos difíceis e você sempre esteve ao meu lado me apoiando, incentivando e aconselhando. Ensinou-me que a vitória pertence a quem nela acredita e que nada é tão difícil quando se quer vencer. Obrigada por toda a cumplicidade, ajuda e dedicação durante todo o desenvolvimento deste projeto.

Às minhas queridas orientadoras Sílvia e Isabel. À professora Sílvia, obrigada por sempre valorizar meu trabalho e me introduzir nos caminhos do conhecimento científico com sabedoria e ética, apoiando e incentivando minhas perguntas e inquietações, me dando sempre credibilidade e suporte em todos os momentos. Por todo carinho e respeito durante todo o desenvolvimento desse trabalho. À professora Isabel pela valiosa oportunidade em abrir as portas do seu laboratório para que eu pudesse apreender a biomecânica com seu vasto conhecimento e mestria, além de me dar a oportunidade em desenvolver meu projeto de pesquisa. Por toda a disponibilidade para as várias etapas de correções dos artigos, pelos incentivos e todo o apoio que sempre me proporcionou. Com vocês, além de apreender com total responsabilidade e capacidade o conhecimento científico, cresci muito profissionalmente. Muito obrigada às duas. São meus exemplos na futura trajetória acadêmica.

Aos meus amigos mais especiais, Vitor Tessutti, Bergson, Luciano e Fabiana. Vitor, não teria palavras para lhe agradecer toda ajuda que me proporcionou para a realização deste projeto. Nunca esquecerei sua disponibilidade, lealdade, dedicação, companheirismo e bondade. Amigo, espero realmente um dia poder te retribuir tudo em dobro. Bergson, obrigada pelo imenso incentivo ao fazer crescer minha biblioteca acadêmica e pela constante ajuda e troca de conhecimento durante todo esse tempo. Luciano, a você obrigada pela atenção, bondade e credibilidade para com minha pessoa, quando mais precisei. À Fabiana pela

imensa torcida e incentivo durante todo o tempo! Fico extremamente feliz de ter encontrado a amizade de vocês que é tão verdadeira e preciosa, que nos tempos atuais é quase impossível.

Aos companheiros de laboratórios Aline Arcanjo, Adriana Hamamoto, Andreja, Cristina, Denise Lacase, Franklin, Maria Isabel, Michele Pádua, Naomi e Paulinha que contribuíram muito na minha trajetória dentro dos Laboratórios, no processo e resultado final deste trabalho. Sinto-me privilegiada em conviver com pessoas tão competentes!

Às professoras Dr^a. Sueli Vilela, Dr^a. Maria Fidela Navarro e a Dr^a. Maria de Lourdes Pires Bianchi por toda atenção, confiança, apoio e incentivo durante todo o tempo de realização deste trabalho.

Às professoras Dr^a. Paula Hentshel Lobo da Costa, Dr^a. Isabel de Camargo Neves Sacco e Dr^a. Amélia Pasqual pelas preciosas contribuições feitas na fase de qualificação deste trabalho.

À Dr^a. Fernanda Rodrigues Lima, Coordenadora do Laboratório de Medicina do Esporte e Reumatologia do Hospital das Clínicas da FMUSP, pelo encaminhamento da amostra de corredores, sem a qual este estudo não seria viável.

A todos os corredores que participaram voluntariamente das coletas de dados e, principalmente, à CORPORE – Corredores Paulistas Reunidos, representada pelo Sr. Edgar, pelo auxílio da divulgação deste projeto junto aos corredores. Assim como, às várias assessorias esportivas que encaminharam seus corredores para realização do estudo.

À Companhia Alpargatas S.A. representada pelo Sr. Juliano Reghini pela doação dos caçados utilizados neste estudo.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida, possibilitando minha dedicação integral a este trabalho.

*Deus não escolhe os capacitados,
capacita os escolhidos
Fazer ou não fazer algo
só depende de nossa vontade
e perseverança*

Albert Einstein

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª. Ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xiii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	6
2.1 Objetivo Geral	6
2.2 Objetivos Específicos	6
3. REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1 Anatomia e função da fáscia plantar	7
3.2 Definição, incidência e diagnóstico da Fasciíte plantar	9
3.3 Fatores etiológicos da fasciíte plantar	13
3.3.1 Distúrbios: alinhamento do retropé, arco longitudinal medial e a fasciíte plantar	14
3.3.2 Alterações de carga na superfície de apoio dos pés e a fasciíte plantar	18
3.4 A corrida e o estresse sobre o sistema locomotor	22
3.5 Tratamento dos pés na fasciíte plantar	28
4. CASUÍSTICA E MÉTODOS	31
4.1 Casuística dos dois experimentos	33
4.2 Avaliação inicial dos dois experimentos	35
5. Experimento 1	36
5.1 Objetivo	36
5.2 Casuística e Métodos do Experimento 1	36

5.2.1	Casuística	36
5.2.2	Avaliação do alinhamento frontal posterior do retropé	37
5.2.3	Avaliação do arco longitudinal medial plantar	39
5.2.4	Análise Estatística	41
5.3	Resultados do Experimento 1	42
5.4	Discussão do Experimento 1	45
5.5	Considerações finais do Experimento 1	52
6	Experimento 2	53
6.1	Objetivo	53
6.2	Casuística e Métodos do Experimento 2	53
6.2.1	Casuística	53
6.2.2	Material e Método	54
6.2.3	Análise estatística	57
6.3	Resultados do Experimento 2	58
6.4	Discussão do Experimento 2	62
6.5	Considerações finais do Experimento 2	69
7.	CONCLUSÕES FINAIS	70
	ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	71
	ANEXO 2 – APROVAÇÃO DA CAPPESQ	72
	ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO SOBRE FASCIITE PLANTAR	73
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
9.	APÊNCIDE – ARTIGO	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Média, desvio padrão e comparação entre os grupos de corredores com fasciite plantar sintomática (FPS), assintomática (FPA) e controles (GC) para o alinhamento do retropé e o arco longitudinal medial plantar.	42
Tabela 2 – Média, desvio padrão e confiabilidade inter e intra-examinador do ângulo de alinhamento do retropé no grupo de corredores com fasciite plantar sintomática (FPS).	43
Tabela 3 – Média, desvio padrão e comparação entre os grupos de corredores com fasciite plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) e o grupo controle (GC) das variáveis da distribuição da pressão plantar durante a corrida.	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação dos três componentes da fáscia plantar. (Adaptado por Wearing <i>et al.</i> 2006)	8
Figura 2 – Anatomia da fáscia plantar. (Adaptado por Schepesis <i>et al.</i> 1991)	8
Figura 3 - A: Inserção da fáscia plantar sobre a base do calcâneo e sua extensão distal até as falanges. B: Demonstração do local de ocorrência da fasciíte plantar. (Adaptado de Lori e Terry, 2004).....	10
Figura 4 – Evolução: (A) do número de associados à CORPORE e (B) o número de inscritos em provas de corrida organizadas por essa associação.....	23
Figura 5 – Componente vertical e horizontal da força de reação do solo determinado experimentalmente durante a marcha (a) e a corrida (b) e os resultados dos momentos da articulação do tornozelo (c). Os dados da força foram normalizados pelo peso corporal e as distâncias mensuradas foram normalizadas pelo comprimento do pé (Adaptado por Giddings <i>et al.</i> 2000).	25
Figura 6 – Representação da força interna sobre o tendão de Aquiles, fáscia plantar e ligamentos plantares avaliadas por meio de um modelo experimental bidimensional do pé durante a marcha e a corrida (Adaptado por Giddings <i>et al.</i> 2000).	26
Figura 7 – Representação da força na articulação talocalcânea e calcaneocubóide por meio de um modelo experimental bidimensional do pé durante a marcha e a corrida (Adaptado por Giddings <i>et al.</i> 2000).	26
Figura 8 - Fluxograma do protocolo de avaliação dos dois experimentos	32
Figura 9 – Vista frontal posterior do retropé e posicionamento dos marcadores: centro do calcâneo (1), pontos superior ao calcâneo (2) e terço inferior da perna (3).	38

Figura 10 – Ilustração da intersecção das linhas usadas para mensuração do ângulo do retropé por meio do software AutoCAD 2005®.....	39
Figura 11 – Ilustração dos parâmetros de fixação da câmera digital para registro da impressão plantar e posicionamento do corredor sobre o podoscópio.	40
Figura 12 – Ilustração das áreas dos pés para cálculo do índice do arco longitudinal medial plantar, onde L: reta vertical, A: região do retropé, B: região do mediopé e C: região do antepé.	41
Figura 13 – Distribuição das porcentagens dos tipos de ângulo de retropé dos grupos com fasciite plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) e o grupo controle (GC). 44	
Figura 14 – Distribuição das porcentagens dos tipos de arco longitudinal medial dos grupos com fasciite plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) e o grupo controle (GC).	44
Figura 15 - Sistema de palmilhas do sistema Pedar X, bateria, amplificador com cabos para conexão nas palmilhas, fitas para fixação do equipamento no corredor e o dispositivo Bluetooth.	54
Figura 16 - Ilustração do sistema Pedar X para aquisição da distribuição a pressão plantar no calçado esportivo e a mochila como compartimento dos equipamentos.....	55
Figura 17 – Representação da divisão da superfície plantar em seis áreas para a análise da distribuição da pressão plantar: retropé medial (RM), retropé central (RC),retropé lateral (RL), médio-pé (MP), antepé medial (AM) e antepé lateral (AM).	57
Figura 18 - Médias da área de contato (cm ²) nas seis áreas plantares: retropé medial (RM), retropé central (RC), retropé lateral (RL), médio-pé (MP), antepé medial (AM) e antepé lateral (AL) do grupo controle (GC) e do grupo fasciite plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) durante a corrida.....	60

- Figura 19 - Médias do tempo de contato (ms) nas seis áreas plantares: retropé medial (RM), retropé central (RC), retropé lateral (RL), médio-pé (MP), antepé medial (AM) e antepé lateral (AL) do grupo controle (GC) e do grupo fasciíte plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) durante a corrida..... 60
- Figura 20 - Médias do pico de pressão (kPa) nas seis áreas plantares: retropé medial (RM), retropé central (RC), retropé lateral (RL), médio-pé (MP), antepé medial (AM) e antepé lateral (AL) do grupo controle (GC) e do grupo fasciíte plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) durante a corrida..... 61
- Figura 21 - Médias da integral da pressão (kPa.s) nas seis áreas plantares: retropé medial (RM), retropé central (RC), retropé lateral (RL), médio-pé (MP), antepé medial (AM) e antepé lateral (AL) do grupo controle (GC) e do grupo fasciíte plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) durante a corrida..... 61

RESUMO

Ribeiro, AP. *Avaliação estática do complexo tornozelo – pé e padrões dinâmicos da distribuição da pressão plantar de corredores com e sem fasciíte plantar* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2010. 87p.

A fasciíte plantar é considerada a terceira doença mais comum em corredores. Apesar dessa alta prevalência, sua patogênese ainda é inconclusiva. Na literatura desalinhamento do retropé, mudanças na conformação do arco longitudinal plantar e um aumento da carga mecânica sobre os pés, têm sido embasados como fatores de risco para o desenvolvimento da fasciíte plantar. No entanto, há uma escassez de estudos que investigaram estes fatores, durante a corrida. A maior parte da literatura investigou, especificamente, a marcha e os resultados apresentam-se controversos e ainda não claros, principalmente, em relação ao efeito da dor associada à doença. Para alívio da dor, a maioria dos tratamentos baseia-se na inserção de palmilhas, porém, há longo prazo, elas não impedem as recidivas dos sintomas. Isso pode ser justificado pela carência de bases científicas que melhor descrevam as características posturais do complexo tornozelo-pé e os padrões dinâmicos da carga plantar, durante a corrida, para que possam perpetuar uma maior eficácia deste tipo de tratamento. Assim, o objetivo geral desse estudo foi verificar a influência da fasciíte plantar com e sem dor sobre o alinhamento do retropé e o arco longitudinal medial na postura ortostática bipodal, bem como a análise da distribuição da pressão plantar durante a corrida. Foram estudados 105 corredores adultos de ambos os sexos entre 20 a 55 anos. Destes 45 apresentavam fasciíte plantar (30 com dor - FPS e 15 sem dor - FPA) e 60 eram corredores controles - GC. Para responder as questões científicas específicas foram realizados dois experimentos. O experimento um teve como objetivo específico avaliar a influência da fasciíte plantar sintomática e assintomática sobre o alinhamento do retropé e o arco longitudinal medial durante a postura ortostática bipodal de corredores recreacionais. Para tanto, foram avaliadas, por meio da fotogrametria digital, duas medidas clínicas: ângulo do retropé e o arco longitudinal medial. O experimento dois teve como objetivo específico investigar e comparar a distribuição da pressão plantar de corredores com fasciíte plantar sintomática e assintomática e corredores sem a presença da doença, durante a corrida. Para tanto, a distribuição da pressão plantar foi avaliada por meio de palmilhas capacitivas (Pedar X System) durante uma corrida de 40m a uma velocidade de 12km/h, utilizando um calçado esportivo padrão. A dor foi mensurada pela escala visual analógica. Para análise das variáveis biomecânicas da pressão o pé foi dividido em seis áreas: retropé lateral, central e medial, mediopé e antepé lateral e medial. Os principais resultados desse estudo mostraram que a fasciíte plantar sintomática e assintomática não apresentou diferenças significativas no alinhamento em valgo do retropé, mas a condição de fasciíte plantar influenciou no arco longitudinal medial, onde ambos os grupos com fasciíte plantar (com e sem dor) apresentaram um arco mais elevado em relação ao controle. Já em relação às cargas plantares, durante a corrida, não houve diferença significativa nas variáveis: pico de pressão ($p = 0,609$), área de contato ($p = 0,383$), tempo de contato ($p = 0,908$) e integral da pressão ($p = 0,504$). Conclui-se que a fasciíte plantar sintomática e assintomática não altera o alinhamento do retropé na postura ortostática bipodal e a distribuição da pressão plantar, durante a corrida. No entanto, a condição fasciíte plantar, independente do sintoma de dor, associa-se com um aumento do arco longitudinal medial na população de corredores.

Palavras- chave: fasciíte plantar, pé, tornozelo, estresse mecânico, corrida

SUMMARY

Ribeiro, AP. *Static evaluation of the ankle-foot complex and dynamic patterns of the plantar pressure distribution in runners with and without plantar fasciitis* [dissertation]. São Paulo: School of Medicine, University of São Paulo, 2010. 87p.

The plantar fasciitis has been the third most common disease in runners. Despite this high prevalence, its pathogenesis is still inconclusive. In literature, the rearfoot misalignment, changes in the conformation of longitudinal plantar arch and increased mechanical load on the feet, have been described as risk factors for developing of plantar fasciitis. However, there are few studies investigating these factors during the running. The most of the literature investigated the gait and the results are still controversial and unclear, mainly on the effect of pain associated with disease. For pain relief, most of the treatments are based on use of the insoles, however, they do not have long-term beneficial effects. This can be explained by the lack of scientific evidence that describe the characteristics of postural ankle-foot complex and dynamic load patterns on plantar surface during the running, thus, improve effectiveness this type of treatment. The general purpose of this study was to investigate the influence of plantar fasciitis with and without pain on the rearfoot alignment, longitudinal medial plantar arch in bipedal standing posture and on the plantar pressure distribution during the running. One hundred and five adult recreational runners of both sexes between 20 to 55 years old were studied. Of these, 45 had plantar fasciitis (symptomatic 30 – SPF and asymptomatic 15 – APF) and 60 controls runners – CG. Two experiments were realized in order to respond the specific scientific questions. The first experiment had the specific purpose of verify the influence of plantar fasciitis symptomatic (with pain) and asymptomatic (without pain) on the rearfoot alignment and on the longitudinal medial plantar arch during bipedal standing posture of runners. Therefore, were evaluated by mean of digital photogrammetry, two clinical measures: the rearfoot angle and arch index. The experiment two aimed specifically to investigate and comparing the plantar pressure distribution in runners with plantar fasciitis symptomatic and asymptomatic and runners without plantar fasciitis during the running. Therefore, the plantar pressure distribution was measured by capacitive insoles (Pedar System X) during a running of 40 m at a speed of 12km/h, using a standard sport shoes. Pain was measured by visual analogue scale. For analysis of the pressure variables, the foot was divided into six areas: rearfoot lateral, central and medial; midfoot and forefoot medial and lateral. The principal results of this study showed that the symptomatic and asymptomatic plantar fasciitis do not show significant difference in the valgus rearfoot misalignment, but the condition of plantar fasciitis (symptomatic and asymptomatic) caused an increase of the longitudinal medial plantar arch compared to CG. In relation to the plantar loads during the running, there was no significant difference on pressure peak ($p = 0.609$), contact area ($p = 0.383$), contact time ($p = 0.908$) and pressure integral ($p = 0.504$). We concluded that the symptomatic and asymptomatic plantar fasciitis does not change the valgus rearfoot alignment during bipedal standing posture and the plantar pressure distribution during the running. However, the condition of symptomatic and asymptomatic plantar fasciitis showed an increase in the longitudinal medial plantar arch of recreational runners.

Key words: plantar fasciitis, foot, ankle, mechanical stress, running

1. INTRODUÇÃO

No final do século 20, houve um considerável aumento na prática da corrida (De Wit *et al.*, 2000; Tillman *et al.*, 2002) e como consequência, pode-se observar um aumento da incidência de lesões nos membros inferiores (Van Gent *et al.*, 2007). Entre as mais ocorrentes, um estudo retrospectivo com 2002 corredores revelou que a fasciite plantar é a terceira lesão musculoesquelética mais comum em atletas corredores (Taunton *et al.*, 2002b), podendo atingir cerca de 25% dos atletas (Clement *et al.*, 1981) e 10% da população em geral (Kibler *et al.*, 1991; Chandler e Kibler, 1993; Rome *et al.*, 2001). No estudo realizado por Taunton *et al.* (2002a) revelou-se que, de 267 casos de fasciite plantar analisados em várias modalidades esportivas, 160 envolviam somente a corrida. Esse fato determinou um crescente interesse em pesquisas referente aos fatores causais dessa doença.

A fasciite plantar caracteriza-se por uma desordem musculoesquelética de origem inflamatória e degenerativa da fáscia plantar, cujo sintoma clínico mais comum é a típica dor na região ínfero-medial do calcâneo, mais comumente, próximo à sua inserção no tubérculo medial do calcâneo (Kwong *et al.*, 1988; Campbell-Giovaniello, 1997; Tisdell *et al.*, 1999).

Vários são os fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à doença (Rome *et al.*, 2001). No entanto, alguns fatores intrínsecos específicos vêm sendo mais explorados na literatura referente ao desenvolvimento da fasciite plantar. Entre eles, destacam-se a obesidade (Riddle *et al.*, 2003), a diminuição da flexão de tornozelo (Warren, 1984; Kibler *et al.*, 1991; Riddle *et al.*, 2003), o tipo de arco longitudinal medial plantar (Warren e Jones, 1987; Kwong *et al.*, 1988; Krivickas, 1997; Taunton *et al.*, 2002a; Taunton *et al.*, 2002b; Pohl *et al.*, 2009), a pronação de retropé (Shama *et al.*, 1983; Rome *et al.*, 2001; Taunton *et al.*,

2002a) e o aumento da carga plantar (Bedi e Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007). Porém, esses fatores ainda permanecem controversos, principalmente, no que se refere ao envolvimento em maior ou menor magnitude com a etiologia dessa lesão (Rome *et al.*, 2001).

De todos eles, alguns autores referenciam que os mais fortemente associados ao desenvolvimento da fasciíte plantar são: o tipo de arco longitudinal plantar, a excessiva pronação do retropé (Kwong *et al.*, 1988; Viel e Esnault, 1989; Krivickas, 1997; Taunton *et al.*, 2002a; Taunton *et al.*, 2002b) e a carga plantar na superfície dos pés (Bedi e Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007).

Grande parte da literatura acredita que uma diminuição do arco longitudinal medial associada a uma excessiva pronação do retropé, tanto estática quanto dinâmica, resultaria em uma maior sobrecarga sobre a região medial do calcâneo produzindo uma maior tensão sobre a fáscia plantar (Shama *et al.*, 1983; Kosmahl e Kosmahl, 1987; Kwong *et al.*, 1988; Viel e Esnault, 1989; Prichasuk e Subhadrabandhu, 1994; Ross, 2002; Huang *et al.*, 2004; Pohl *et al.*, 2009). Por outro lado, outros estudos relatam que um arco longitudinal medial elevado induziria a uma maior rigidez do pé (Chandler e Kibler, 1993; Gill, 1997), resultando em uma ineficiência na capacidade de dissipar as forças de impacto do pé em contato com o chão, e dessa forma, colocando a fáscia plantar sobre maior estresse mecânico (Krivickas, 1997). Karr (1994), porém, relata que não somente o rebaixamento do arco longitudinal medial, como também a elevação do mesmo poderia predispor a microtraumas sobre a fáscia plantar em função da maior tensão e rigidez da superfície dos pés.

Em contraposição, estudos que avaliaram o arco longitudinal medial (Warren, 1984; Rome *et al.*, 2001), o alinhamento estático do retropé (Rome *et al.*, 2001) e a dor no calcanhar de corredores de longa distância, não observaram diferenças significativas nesses

fatores quando comparados a corredores saudáveis. No entanto, tais autores não quantificaram o sintoma de dor e não relataram o histórico da mesma.

Um estudo mais recente realizado por Pohl, Hamil e Davis (2009), revelou que mulheres corredoras com história de fasciite plantar apresentam um arco longitudinal medial mais baixo, além de um similar alinhamento em valgo de retropé em relação às corredoras controle. No entanto, tais autores ressaltam a importância de futuros estudos que abordem a presença do sintoma de dor, já que a amostra avaliada por Pohl, Hamil e Davis (2009) foi abordada após dois anos do diagnóstico, fase esta de possível remissão da sintomatologia. Contudo, sabe-se que a dor, invariavelmente, advém de uma fase mais aguda da fasciite plantar.

Dessa forma, existe ainda uma lacuna na literatura em relação à associação do alinhamento do retropé e do arco longitudinal medial com a fasciite plantar, principalmente na população de corredores, onde a literatura ainda permanece escassa.

Além dessas análises posturais do retropé e do arco longitudinal medial de portadores de fasciite plantar, pode-se observar também na literatura um grande interesse sobre o fator sobrecarga durante a locomoção humana como causa dessa doença (Kelly *et al.*, 1995; Bedi e Love, 1998; Liddle *et al.*, 2000; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007).

De acordo com Wearing *et al.* (2003, 2007), o estímulo algico nos pés de indivíduos com fasciite plantar, durante a marcha, promove adaptações no padrão de rolamento do pé ocasionando uma redução de carga na região do retropé e maiores cargas plantares em regiões como o mediopé e os dedos, possivelmente devido ao mecanismo de proteção à dor.

Segundo Bedi e Love (1998), essa possível adaptação também resulta em um aumento de carga na região do antepé. Contudo, Wearing *et al.* (2007) ressaltam que não é possível inferir se esse aumento de carga, em outras regiões dos pés, é que de fato contribui

para o desenvolvimento da fasciite plantar, e, como consequência, um posterior estiramento da fáscia. Ou ainda, se de fato, a dor na região do retropé é que poderia levar a uma possível adaptação no mecanismo de rolamento do pé durante a marcha. Dessa forma poderia se resultar em menores cargas direcionadas a esse segmento. No entanto, Liddle *et al.* (2000) ao avaliar a força de reação do solo vertical e Kelly *et al.* (1995) a distribuição da pressão plantar, durante a marcha, de indivíduos com fasciite plantar sintomática, não encontraram nenhuma diferença significativas nestas mensurações biomecânicas em relação a indivíduos controle.

O único estudo que avaliou a dinâmica da corrida revelou que corredoras com história de fasciite plantar apresentam maior força de reação do solo vertical em relação às corredoras controle. No entanto, os autores não abordaram o sintoma de dor, o que pode interferir nos resultados (Pohl *et al.*, 2009). Além disso, apenas relataram histórico de fasciite plantar com média de dois anos, sem confirmação de exames de ultra-sonografia. Contudo, segundo Griffith *et al.* (2001) esse exame é essencial para diferenciar a fasciite plantar de outras patologias dos pés.

Na tentativa de diminuir ou até mesmo extinguir os períodos de recidiva da doença, a maioria das abordagens terapêuticas direcionadas aos corredores com fasciite plantar se dá por meio de palmilhas, com a finalidade de suporte do arco longitudinal medial e diminuição de sobrecarga na região do retropé. Porém, estudos recentes (Landorf *et al.*, 2006; Landorf KB *et al.*, 2007), demonstraram que à longo prazo elas não impedem as recidivas.

De acordo com os estudos biomecânicos realizados, é provável que, tanto o alinhamento do retropé quanto o arco longitudinal medial e as cargas plantares sofram mudanças durante as fases de recidiva e remissão da sintomatologia, principalmente na população de corredores. Visto que a corrida proporciona uma maior magnitude de impacto

repetitivo sobre o calcanhar e que o choque desta estrutura com o solo geralmente se repete aproximadamente 600 a 750 vezes a cada quilômetro percorrido (Frederick, 1986; Taunton *et al.*, 2002b). Assim, acredita-se que essa atividade física possa ser uma das grandes contribuintes para o surgimento e progressão da fasciite plantar.

Contudo, diante dos divergentes resultados descritos na literatura, ainda não é claro se de fato a condição fasciite plantar e o sintoma de dor poderiam levar às alterações no alinhamento do retropé, no arco longitudinal medial e no padrão de carga plantar de corredores com fasciite plantar.

Com os resultados advindos deste estudo, espera-se subsidiar e otimizar a terapêutica direcionada ao uso de calçados, palmilhas e suporte do arco longitudinal medial na população de corredores com fasciite plantar.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo foi verificar a influência da fasciite plantar sintomática e assintomática sobre o alinhamento postural do retropé e o arco longitudinal medial plantar na postura ortostática bipodal, bem como sobre a distribuição da pressão plantar durante a corrida.

2.2 Objetivos Específicos

Para responder aos problemas científicos de naturezas distintas, este estudo foi conduzido em dois experimentos. O primeiro experimento foi referente ao estudo da influência da fasciite plantar sintomática e assintomática sobre as medidas posturais do tornozelo e pé. Já no segundo experimento, foi analisada a influência da fasciite plantar sintomática e assintomática sobre a dinâmica da carga plantar durante a corrida.

Desta forma, os objetivos específicos do presente estudo foram:

Experimento 1

- Verificar a influência da fasciite plantar sintomática e assintomática sobre o alinhamento do retropé e o arco longitudinal medial na postura ortostática bipodal de corredores recreacionais.

Experimento 2

- Investigar e comparar a distribuição da pressão plantar de corredores com fasciite plantar sintomática e assintomática e corredores sem a presença da doença, durante a corrida.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Nesta atualização da literatura, serão descritos estudos que abordaram os seguintes tópicos sobre a fasciite plantar: epidemiologia, caracterização, fatores de risco, distúrbios do alinhamento postural dos membros inferiores, distribuição da pressão plantar e lesões de membros inferiores em corredores.

As bases de dados PubMed, LILACS, EMBASE, Google Scholar, Scielo, Portal CAPES foram consultadas, abrangendo o período de 1955 a 2010, utilizando-se as palavras-chaves: fasciite plantar, biomecânica, pressão plantar, extremidade inferior, retropé, pronação, arco plantar, corrida e seus correspondentes em inglês.

3.1 Anatomia e função da fáscia plantar

A fáscia plantar é definida como uma camada fibrosa densa que reveste a superfície plantar do pé. Sua configuração é disposta em uma banda de fibras longitudinais divididas em componentes medial, central e lateral (Aquino e Payne, 1999) (Figura 1). Segundo Kogler *et al.* (1996), o termo fáscia plantar é sinônimo de aponeurose plantar englobando todos os três componentes da fáscia.

Aquino e Payne (1999) ressaltam que o componente central é considerado o mais denso e a parte medial e lateral mais fina, servindo de revestimento para os músculos: abdutor do hálux e do dedo mínimo, respectivamente. No entanto, a parte central vai tornando-se cada vez mais estreita até inserir-se no tubérculo medial do calcâneo (Schepesis *et al.*, 1991).

Figura 1 - Representação dos três componentes da fáscia plantar. (Adaptado por Wearing *et al.* 2006)

Segundo Schepsis *et al.* (1991) todos os componentes da fáscia plantar associado aos músculos abdutor do hálux e abdutor do dedo mínimo são implicados na etiologia da dor inferior do calcanhar (Figura 2).

Figura 2 – Anatomia da fáscia plantar. (Adaptado por Schepsis *et al.* 1991)

Com toda essa configuração, estudos *in vitro* vêm destacando a importância da fáscia plantar no suporte do arco longitudinal medial. Modelos em cadáveres têm demonstrado a deterioração da estrutura do arco longitudinal medial após secção da fáscia plantar (Kitaoka *et al.*, 1997a; Kitaoka *et al.*, 1997b; Thordarson *et al.*, 1998).

Durante o apoio estático, o arco longitudinal medial em associação à fáscia plantar, como elemento passivo, realizam o suporte mecânico do pé no chão. Assim, alguns autores sugerem que mudanças na conformação do arco longitudinal medial influenciam na carga imposta sobre a fáscia plantar (Hicks, 1955; Sarrafian, 1987). Segundo Sarrafian (1987), o alongamento do arco longitudinal medial tem sido relatado para aumentar a tensão sobre a fáscia plantar.

Esse aumento de carga e o estiramento excessivo da fáscia plantar podem gerar microtraumas e subsequentes processos inflamatórios, que resultam no desenvolvimento da fasciite plantar (Wearing *et al.*, 2006).

3.2 Definição, incidência e diagnóstico da Fasciite plantar

A nomenclatura que envolve a fasciite plantar é confusa, levando muitas vezes ao desentendimento entre os profissionais de saúde e pacientes, no que diz respeito ao diagnóstico e compreensão na etiologia dessa lesão (Singh *et al.*, 1997). Como definido no Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, “fasciite é a inflamação da fáscia”. O termo *Fasciite Plantar* foi escolhido para ser usado neste estudo, uma vez que, é mais comumente adotado nos Descritores em Ciência da Saúde (DeCS).

Os vários sinônimos da fasciíte plantar referidos na literatura incluem: síndrome da dor no calcâneo, síndrome da dor subcalcaneal, bursite subcalcaneal, síndrome do esporão do calcâneo e calcâneo do corredor (Schepesis *et al.*, 1991; Singh *et al.*, 1997; Barrett e O'Malley, 1999).

A fasciíte plantar é definida como uma síndrome resultante de um processo inflamatório na inserção da fáscia plantar (tubérculo medial do calcâneo) e estruturas perifáscias adjacentes (Kwong *et al.*, 1988; Campbell-Giovaniello, 1997; Tisdell *et al.*, 1999) (Figura 3). Segundo Michelson (1995), a fasciíte plantar é uma desordem musculoesquelética comum que atinge o segmento dos pés.

Figura 3 - A: Inserção da fáscia plantar sobre a base do calcâneo e sua extensão distal até as falanges. B: Demonstração do local de ocorrência da fasciíte plantar. (Adaptado de Lori e Terry, 2004).

Estima-se que a incidência seja de aproximadamente 10% na população geral, chegando a um percentual de 25% em corredores (Clement *et al.*, 1981; Kibler *et al.*, 1991;

Rome *et al.*, 2001). Calcula-se também, que cerca de 8% das pessoas que praticam alguma atividade esportiva também sejam acometidos por essa doença (Lysholm e Wiklander, 1987).

Um estudo retrospectivo com 2002 corredores revelou que a fasciite plantar é a terceira lesão mais comum em atletas corredores (Taunton *et al.*, 2002b). Tauton *et al.* (2002a) revela que, de 267 casos de fasciite plantar analisados em várias modalidades esportivas, 160 casos envolviam somente a corrida. Nos EUA, a prevalência da fasciite plantar chega a um milhão de pessoas a cada ano (Riddle *et al.*, 2003; Riddle e Schappert, 2004). Já no Brasil, de acordo com a Associação Brasileira de Corredores (ABC), estima-se que no ano de 2004 cerca de um milhão de brasileiros procuraram os consultórios de ortopedia com os sintomas da doença. Porém, atualmente ainda não se tem dados precisos sobre essa prevalência, mas acredita-se que pelo aumento progressivo de adeptos à corrida de rua (Laurino *et al.*, 2000), esse número de acometimento musculoesquelético seja de semelhante proporção.

Particularmente, o sintoma clínico mais comum da fasciite plantar é a típica dor na região ífero-medial do calcâneo. Geralmente a dor é intensificada, após longos períodos de repouso ou tempo prolongado na postura de pé, bem como após atividades físicas intensas (Kwong *et al.*, 1988; Michelson, 1995; Singh *et al.*, 1997; Tisdell *et al.*, 1999; Young *et al.*, 2001), embora, em alguns casos, a dor possa persistir durante todo o dia (Aldridge, 2004).

Baseado nestes sintomas o diagnóstico da fasciite plantar é normalmente realizado com base na história clínica da doença e no exame físico do paciente (Buchbinder, 2004; Cole *et al.*, 2005; Roxas, 2005; Alvarez-Nemegyei e Canoso, 2006). A história detalhada dos sintomas provê informações suficientes que marcam a doença, enquanto que a avaliação física é sugestiva para confirmação do diagnóstico (Roxas, 2005).

O exame físico consiste da palpação de toda a superfície plantar do calcanhar e região de mediopé, a fim de determinar o local exato de desconforto do paciente (Campbell-Giovaniello, 1997; Barrett e O'Malley, 1999; Tisdell *et al.*, 1999). Além da palpação, também é realizado o estiramento da fáscia plantar por meio da flexão passiva e extensão dos dedos dos pés, que resulta em uma maior intensificação de dor na região do calcâneo (Barrett e O'Malley, 1999; Young *et al.*, 2001; McPoil *et al.*, 2008). Outro exame abordado que também promove estiramento da fáscia plantar e o aumento da dor na região do calcanhar é o posicionamento do paciente sobre as pontas dos dedos do pé (Campbell-Giovaniello, 1997; Young *et al.*, 2001).

Além, desses critérios clínicos, Kane *et al.* (2001) ressaltam a importância e a eficácia do exame de ultra-sonografia para o diagnóstico da fasciíte plantar. Segundo Gill (1997) e Griffith *et al.* (2001), esse exame permite verificar o processo inflamatório e as mudanças degenerativas provocadas na aponeurose plantar no decorrer de um tratamento.

Segundo Imamura *et al.* (2003), essa confirmação é necessária, pois, a história natural da fasciíte plantar passa por períodos de remissão (ausência) e recidiva (presença) dos sinais e sintomas, sendo importante acompanhar o estado da fáscia plantar em quadros agudos e crônicos.

Diante desse fato, grande tem sido o interesse dos estudos relacionados aos fatores de risco relacionados à fasciíte plantar, para que desta forma se obtenham subsídios clínicos e científicos que direcione uma melhor abordagem terapêutica, com a finalidade de minimizar e até mesmo eliminar os períodos de recidiva que envolve a doença.

3.3 Fatores etiológicos da fasciite plantar

A etiologia da fasciite plantar é designada clínica e experimentalmente como multifatorial, resultando não somente de uma única causa, mas sim, de um conjunto de causas, que até os tempos atuais é insuficientemente compreendida (Wearing *et al.*, 2006; McPoil *et al.*, 2008).

Na literatura encontra-se uma combinação de fatores de risco intrínsecos e extrínsecos que predis põem ao aparecimento dessa doença (Kaya, 1996; Rome, 1997). Os fatores de risco extrínsecos mais relatados são os que estão relacionados à realização de atividade física e esportiva como o tipo de calçado, o tipo de piso, o volume de treino, bem como a frequência e a intensidade da atividade física realizada (Rome *et al.*, 2001; Taunton *et al.*, 2002b).

Já os fatores de risco intrínsecos mais comumente associados à fasciite plantar na literatura são: a idade (Irving *et al.*, 2006), a obesidade (Riddle *et al.*, 2003), a redução da flexão de tornozelo (Warren, 1984; Kibler *et al.*, 1991; Riddle *et al.*, 2003), a excessiva pronação de retropé associada ao valgo do calcâneo (Shama *et al.*, 1983; Rome *et al.*, 2001; Taunton *et al.*, 2002a), o tipo do arco longitudinal (Warren e Jones, 1987; Kwong *et al.*, 1988; Krivickas, 1997; Taunton *et al.*, 2002a; Taunton *et al.*, 2002b; Pohl *et al.*, 2009), e a sobrecarga mecânica excessiva sobre a superfície dos pés (Bedi e Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007; Pohl *et al.*, 2009). No entanto, esses fatores ainda permanecem controversos, principalmente, no que se refere ao envolvimento em maior ou menor magnitude com a etiologia desta doença (Rome *et al.*, 2001).

Apesar da existência de todos esses fatores, grande parte da literatura relata a sobrecarga mecânica repetitiva e os aspectos relacionados ao alinhamento do retropé e do arco longitudinal medial como fatores elementares para o desenvolvimento da fasciite plantar (Chandler e Kibler, 1993; Cornwall e McPoil, 1999; Wearing *et al.*, 2006).

3.3.1 Distúrbios no alinhamento do retropé, do arco longitudinal medial e a fasciite plantar

É descrito na literatura a associação clínica entre a dor no calcanhar e a elevação do arco longitudinal medial (Chandler e Kibler, 1993; Gill, 1997; Krivickas, 1997). No entanto, grande parte da literatura tem descrito que um pé com arco diminuído e uma excessiva pronação de retropé (valgo de calcâneo) são mais associados ao desenvolvimento da fasciite plantar (Kosmahl e Kosmahl, 1987; Kwong *et al.*, 1988; Ross, 2002; Huang *et al.*, 2004; Pohl *et al.*, 2009).

O estudo pioneiro de Hicks (1954, 1955) revelou que a altura e o comprimento do arco longitudinal medial podem ser comumente implicados no processo de desenvolvimento da fasciite plantar. O autor estudou um modelo em diferentes membros inferiores de cadáveres, onde caracterizou as forças de tensão que a fásia plantar absorvia, destacando assim, a importante função do arco longitudinal plantar para a redistribuição de cargas plantares dos pés e conseqüentemente para efetiva prevenção ao desenvolvimento da fasciite plantar.

Acredita-se que uma diminuição do arco longitudinal medial induziria a um maior estiramento da fásia (Kwong *et al.*, 1988; Viel e Esnault, 1989) e um aumento do arco

plantar reduziria a atenuação do impacto do calcâneo ao solo (Krivickas, 1997), sobrecarregando respectivamente a região medial e posterior dos pés. Por outro lado, segundo Karr (1994), tanto o arco longitudinal medial aumentado quanto diminuído predis põem a maior tensão sobre a fás cia plantar e consequentemente o desenvolvimento da fasciíte plantar.

Outro fator importante é a excessiva pronação do retropé, geralmente ocasionada por um alinhamento em valgo do calcâneo. Essa hiper pronação resultaria na diminuição da estabilidade do retropé, produzindo um estresse excessivo sobre a parte ínfero-medial do calcâneo, região esta, relacionada á fasciíte plantar. Essa instabilidade prejudicaria a transição da fase de apoio médio para o apoio terminal, deixando a fás cia plantar em maior tensão; sendo assim, mais vulnerável à microtraumas (Warren e Jones, 1987; Kwong *et al.*, 1988).

É descrito que o aumento da pronação do calcâneo possa ser devido às mudanças na estrutura do arco longitudinal medial plantar ou um mecanismo compensatório resultante da diminuição da flexão de tornozelo (Cornwall e McPoil, 1999), conforme já observado por alguns autores (Warren e Jones, 1987; Cornwall e McPoil, 1999).

Estudo realizado por Tauton *et al.* (2002a), direcionado apenas à atletas com fasciíte plantar, revelou que de 267 casos de fasciíte plantar um percentual de 10% apresentaram um arco longitudinal medial aumentado (pés cavos) e que 55% deles apresentavam hiperpronação de retropé. Outro estudo realizado por Tauton *et al.* (2002b), porém, em uma análise retrospectiva de 2002 corredores com lesão na corrida, observaram que 30 dos 159 pacientes com fasciíte plantar (19%) apresentaram uma arquitetura mais rebaixada do arco plantar longitudinal medial (pés planos), quando julgados subjetivamente. Talvez, a discordância dos resultados, seja devido ao fato de que os autores realizaram apenas

avaliações subjetivas, as quais não apresentam confiabilidade e validade descritas, além disso, também não quantificaram o sintoma de dor associado à fasciite plantar.

Com uma visão mais quantitativa, outros estudos radiográficos foram realizados, porém, com indivíduos não atletas. Um deles é o estudo de Prichasuk e Sbhadrabandhu (1994) que avaliou o ângulo de inclinação lateral do calcâneo de 82 pacientes com esporão de calcâneo associado à dor no calcanhar e 400 indivíduos controle. Os autores observaram que esse ângulo apresentou-se diminuído quando comparado ao grupo controle. Prichasuk e Sbhadrabandhu (1994) explicam que a diminuição desse ângulo do calcâneo reflete na estrutura do arco longitudinal medial ressaltando ser um importante fator para o desenvolvimento da fasciite plantar. Em estudo anterior Shama *et al.* (1983) em uma retrospectiva revisão de 1000 radiografias, em postura ortostática, de pacientes com dor no calcanhar, observaram que 81% apresentavam pronação de retropé.

Rano *et al.* (2001), também utilizando a radiografia, avaliaram o tipo do arco longitudinal medial de 59 indivíduos com fasciite plantar sintomática. No entanto, de forma contrária aos estudos citados anteriormente, Rano *et al.* (2001) encontraram maior incidência do arco longitudinal medial elevado (32%), enquanto que apenas (14%) apresentaram pés planos. Vale ressaltar que neste estudo, os autores, além da radiografia, também avaliaram o nível de dor, uma vez que esse sintoma é de grande importância para avaliar o atual quadro clínico da doença.

Abordando a população de corredores com fasciite plantar e corredores controle, Messier e Pittala (1988) avaliaram o arco longitudinal medial, por meio da impressão plantar, bem como o movimento do retropé, por meio da análise cinemática. Foi encontrada uma tendência a um arco mais elevado no grupo com a fasciite plantar em relação ao grupo controle. Já em relação ao movimento do retropé (pronação máxima, tempo de pronação e

velocidade de pronação) nenhuma diferença significativa foi encontrada quando comparado ao grupo controle.

Almejando esclarecer melhor a relação do alinhamento e movimento do retropé e o arco longitudinal medial, principalmente na população de corredores, Pohl, Hamil e Davis (2009) em um recente estudo, avaliaram 20 corredoras com história de fasciite plantar e 25 corredoras controle. Para tanto, utilizaram para mensuração do arco longitudinal medial um paquímetro e para o alinhamento do retropé o goniômetro e a análise cinemática. Os autores encontraram um arco longitudinal medial plantar diminuído e uma similar pronação de retropé associada a uma postura em valgo do calcâneo quando comparado com corredoras controle. No entanto, ressaltam os autores a importância de futuros estudos que aborde o sintoma de dor que, invariavelmente, advém de uma fase mais aguda da fasciite plantar. Além disso, os autores apenas relatam histórico de fasciite plantar no último ano, sem confirmação de exames de ultra-sonografia, o que segundo Griffith *et al.* (2001) é essencial para diferenciar de outras patologias dos pés.

Outros estudos, também avaliaram o arco longitudinal medial plantar, (Warren, 1984; Rome *et al.*, 2001), o alinhamento estático do retropé (Rome *et al.*, 2001) e a dor no calcanhar em corredores de longa distância. No entanto, os autores não encontraram diferenças significativas no arco plantar e no alinhamento do retropé quando comparados com o grupo controle.

Diante desses fatos a evidência sobre a associação do alinhamento do retropé, do arco longitudinal medial plantar e a fasciite plantar ainda permanece inconclusiva (Irving *et al.*, 2006), principalmente na população de corredores, visto que a literatura apresenta uma divergência de resultados e uma escassez de estudos realizados até o momento.

A controvérsia entre os estudos pode ter sido devido à maneira com que foi diagnosticado a fasciíte plantar, sem modalidade de imagem, além disso, poucos estudos quantificaram e descreveram o sintoma de dor oriundo da fasciíte plantar. Pois, como descrito por Wearing *et al.* (2003), a espessura da fâscia plantar e a severidade da dor associados à fasciíte plantar são fatores essenciais para diagnóstico da doença, sendo assim, indispensáveis durante a realização de um estudo que vise avaliar e quantificar a influência da doença sobre variáveis biomecânicas.

Outra questão é a diversificação dos métodos de avaliação utilizados nos estudos para avaliação do arco longitudinal medial plantar e o alinhamento do retropé. Os recursos utilizados são: a inspeção visual (Taunton *et al.*, 2002a; Taunton *et al.*, 2002b), o paquímetro (Rome *et al.*, 2001; Pohl *et al.*, 2009), o raio-X (Shama *et al.*, 1983; Prichasuk e Subhadrabandhu, 1994), o goniômetro (Pohl *et al.*, 2009), a cinemática (Messier e Pittala, 1988; Pohl *et al.*, 2009) e a impressão plantar (Messier e Pittala, 1988).

3.3.2 Alterações de carga na superfície de apoio dos pés e a fasciíte plantar

Apesar da etiologia da fasciíte plantar ser multifatorial, a sobrecarga mecânica vem sendo teoricamente descrita por alguns autores (Chandler e Kibler, 1993; Cornwall e McPoil, 1999), como o principal fator envolvido no desenvolvimento da doença.

Diante desse fato, grande parte dos estudos direcionou para a avaliação da marcha de indivíduos com fasciíte plantar com o objetivo de esclarecer a etiologia multifatorial da doença e conseqüentemente melhorar a sua abordagem terapêutica (Kelly *et al.*, 1995; Bedi e Love, 1998; Liddle *et al.*, 2000; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007).

Liddle *et al.* (2000), avaliaram 23 indivíduos com diagnóstico de dor no calcanhar plantar unilateral. O objetivo do estudo foi comparar a força de reação do solo vertical de pés sintomáticos e assintomáticos (contralateral). Para tanto, foi utilizado uma plataforma de força, onde os indivíduos realizaram a marcha ao longo de uma passarela, em cadência auto-selecionada e sem controle de velocidade. Os autores observaram que a força de reação do solo vertical e o tempo de contato total de carga, não apresentaram diferenças significantes quando comparados aos pés assintomáticos. Segundo os autores esses achados podem ser explicados de duas formas: a primeira é que o fenômeno da adaptação da marcha antálgica poderia minimizar os reais efeitos da fasciite plantar nas cargas mecânicas dos pés sintomáticos. A segunda é que a atenuação de choque do membro afetado, não ocorreu puramente no calcanhar, mas também em segmentos adjacentes como tornozelo e joelho, atenuando o impacto da carga recebido pelo calcanhar, como forma de um mecanismo compensatório.

Por outro lado, estudo realizado por Katoh *et al.* (1983) avaliaram 13 indivíduos com dor no calcanhar e 30 indivíduos controles. Utilizando também uma plataforma de força foi avaliada a marcha dos indivíduos com sapato habitual próprio. Os autores relatam que o grupo com dor no calcanhar não apresentou uma curva característica da força de reação do solo vertical, como a presença bem definida dos dois picos e um vale referente ao médio apoio. Segundo os autores, houve um relativo aplainamento da curva vertical de força reação do solo, em indivíduos com dor no calcanhar, quando comparados ao grupo controle. No entanto, uma limitação desse estudo foi que os autores não avaliam o salto dos sapatos na região do calcanhar em ambos os grupos estudados. Fato esse que pode interferir imensamente nos resultados encontrados.

Ainda, baseado na análise cinética da marcha humana, Bedi e Love (1998), avaliaram 40 indivíduos com fasciite plantar e 40 indivíduos controle. O objetivo dos autores foi avaliar a distribuição do impulso baseado na força de reação do solo vertical sobre as regiões do antepé, mediopé e retropé. Para tanto, foi utilizado um sistema de análise da distribuição plantar (Tekscan's F-Scan system). O vetor de impulso vertical foi calculado pela derivação da curva de força reação do solo vertical versus o tempo. Os resultados mostraram que indivíduos com fasciite plantar apresentam um aumento significativo do impulso vertical referente à região do mediopé e antepé, enquanto que o retropé apresentou uma redução no pico de força. Os autores admitem a existência de um "ciclo vicioso de feedback negativo", onde os aumentos de força encontrados nas referidas regiões dos pés levaria a um novo quadro patológico de estiramento da fáscia, o que justificaria a situação de recidivas por sobrecarga crônica imposta à superfície plantar.

Essa premissa vai de encontro ao estudo de Wearing *et al.* (2003) ao avaliarem, por meio de uma plataforma de pressão, a força de reação do solo vertical, nas regiões de antepé, mediopé, retropé e dedos de indivíduos com fasciite plantar unilateral. Os autores observaram que indivíduos com fasciite plantar ajustam o padrão de marcha (antálgico) resultando em uma redução de carga sobre o retropé e antepé. Em compensação, esses indivíduos aumentam a carga na região dos dedos, sugerindo que a função digital é importante nesses pacientes e precisa ser mais bem compreendida, pois também pode proporcionar um maior estiramento da fáscia plantar.

Outro estudo mais recente também realizado por Wearing *et al.* (2007), demonstrou que a carga plantar, avaliada por meio de uma plataforma de pressão, foi maior na região de mediopé e que a espessura da fáscia plantar e a dor desencadeada pela doença são associadas à carga regional do pé e à estrutura do arco longitudinal plantar. Ainda explicam

os autores que não é possível inferir se este aumento de carga em outras regiões dos pés, de fato contribuem para o desenvolvimento da fasciite plantar, induzindo a um posterior estiramento da fásia plantar ou se a dor na região do retropé é que influencia uma possível adaptação durante a marcha.

Abordando ainda a marcha, Kelly *et al.* (1995) investigaram o pico de pressão, integral da pressão e tempo de contato nas quatro regiões dos pés (dedos, antepé, mediopé e retropé) de indivíduos com e sem fasciite plantar. Os autores não encontraram nenhuma diferença nessas variáveis biomecânicas quando comparado ao controle. Segundo Wearing *et al.* (2006) a análise da marcha tem-se revelado inconsistente em relação ao real efeito da fasciite plantar sobre a sobrecarga nos membros inferiores.

O único estudo, que abordou a corrida foi o de Pohl, Hamil e Davis (2009) ao avaliarem, por meio de uma plataforma de força, o pico de impacto e a força instantânea máxima de 20 corredoras com história de fasciite plantar e 25 corredoras controle. Os autores encontraram um aumento do pico e da força instantânea máxima em corredoras com história de fasciite plantar em relação a corredoras controle. Explicam os autores que esse aumento de carga externa aplicado sobre o pé expõe a fásia plantar a uma carga mecânica excessiva, colocando a estrutura a maior exposição à microtraumas. No entanto, os autores ressaltam a importância de futuros estudos que abordem o sintoma de dor, que invariavelmente, advém de uma fase mais aguda da fasciite plantar.

Diante desses achados observa-se que ainda não é claro o efeito da dor no padrão de carga plantar dos indivíduos com fasciite plantar, principalmente em corredores, onde a literatura até o momento permanece muito escassa.

Sabendo que a corrida proporciona uma maior magnitude de impacto repetitivo sobre o calcanhar e que este estímulo geralmente se repete aproximadamente 600 a 750 vezes a

cada quilômetro percorrido (Frederick, 1986; Taunton *et al.*, 2002b), é importante compreender como o calcanhar recebe maior carga plantar durante a corrida. E ainda se o estímulo álgico provocado pela fasciite plantar promove alguma readaptação do aparelho locomotor que induz a maior carga plantar em regiões mais anteriores dos pés, que não a região do retropé. Fato esse que levantou o crescente interesse desse estudo em avaliar a corrida no próprio ambiente de treinamento dos corredores.

3.4 A corrida e o estresse sobre o sistema locomotor

A corrida vem sendo uma das modalidades esportivas que amplia rapidamente o número de praticantes, principalmente os considerados corredores recreacionais, ou seja, sem intuito competitivo. Alguns autores vêm elegendo a corrida como uma das mais importantes modalidades recreacionais (De Wit *et al.*, 2000; Hohmann *et al.*, 2004). Para Paluska (2005) e Novacheck *et al.* (1998) a corrida tem ganhado uma popularidade mundial por ser uma atividade aberta para todas as idades, de baixo custo, versátil e por trazer benefícios relacionados à saúde.

Nesta última década, no Brasil, especialmente em São Paulo, vem aumentando o número de corredores considerados recreacionais. A comprovação desse fato vem da observação dos números de sócios da Associação de Corredores Paulista Reunidos (CORPORE) e do número de praticantes de provas organizadas por essa associação, conforme ilustrado pela figura 4 (CORPORE, 2009).

Figura 4 – Evolução: (A) do número de associados à CORPORE e (B) o número de inscritos em provas de corrida organizadas por essa associação.

Paralelo a esse crescente interesse pela corrida, observou-se também um aumento no número de lesões nas extremidades inferiores (Macera, 1992; Van Gent *et al.*, 2007). Essa associação determinou um crescente interesse em pesquisas sobre os fatores causais e formas de prevenção das lesões relacionadas à prática da corrida (Novacheck, 1998).

Sabendo que cada estrutura do corpo tem certo tempo para se recuperar do estresse sofrido pela atividade física, o desrespeito a esse período pode gerar uma série de lesões como as descritas por Hreljac (2004), como a periostite na tíbia, a condromalácia patelar e a tendinite de calcâneo. Além destas, outras lesões mais recorrentes em corredores são: a síndrome da dor patelofemoral, a síndrome da banda iliotibial e a fasciíte plantar (Taunton *et al.*, 2002b).

A frequente necessidade de uma vida mais saudável leva o indivíduo a intensificar a prática de atividades físicas ou realizá-la sem suas devidas precauções como uso de calçado inadequado, a ausência de preparo físico e o não acompanhamento por um profissional responsável. Diante disso, tem-se o aparecimento dessas lesões. Geralmente, as pessoas não veem necessidade em aprender a correr, praticando a atividade pelo que sente, vê, lê ou ouve a respeito (Tessutti, 2008). Toda essa falta de cuidado gera uma série de sobrecargas inadequadas ao aparelho locomotor que resulta em lesões graves o suficiente para interferir na sua prática física ou desempenho (Novacheck, 1998).

Hreljac (2004) ressalta que a corrida é um agente agressor aos tecidos biológicos, como qualquer outro exercício. Durante essa atividade, os tecidos biológicos devem se adaptar ao nível de estresse aos quais são submetidos. Quando essa atividade é realizada de forma que não ultrapasse o limiar de frequência e intensidade de estresse aos tecidos, ela promove adaptações no sistema locomotor para que o mesmo suporte maiores estímulos futuramente. Quando essa frequência e intensidade ultrapassam exageradamente esse limiar, há o favorecimento do surgimento de lesões.

Outro fator peculiar que pode provocar lesões durante a prática da corrida é a magnitude da força de impacto recebida pelo retopé em contato com o chão. Nigg (1986) define esse movimento como sendo a resultante da colisão de dois corpos por um período de tempo relativamente curto. Esta brevidade em sua ocorrência faz com que ela geralmente tenha uma importante magnitude. Novacheck (1998) descrevem que fisiologicamente o impacto do calcanhar no chão é suportado, diretamente, por estruturas passivas (ossos e estruturas articulares) e estruturas ativas (músculos, fáscia plantar e tendões). Quando as estruturas passivas e ativas não conseguem absorver esse pico de impacto, ou também chamado de pico passivo, gerado em curto período de tempo, ocorrem às adaptações do

sistema locomotor na tentativa de transferir parte da energia elástica acumulada a estruturas ativas mais adjacentes, como o músculo quadríceps, auxiliando o corpo a realizar a propulsão. Quando essas adaptações do sistema locomotor não ocorrem efetivamente às lesões nos membros inferiores são mais propensas a acontecer.

É descrito na literatura que durante a marcha o pico de impacto do calcanhar no chão é 1 a 1,5 vezes o peso corporal (Andriacchi *et al.*, 1977; Breit e Whalen, 1997), enquanto que na corrida esse valor passa para 2 a 3,5 vezes o peso corporal (Cavanagh e LaFortune, 1980; Munro *et al.*, 1987). No entanto, em estudo realizado por Giddings *et al.* (2000), a força total de contato na articulação talocrural chega a valores de 11 vezes o peso corporal e na articulação calcâneo-cubóide esta força chega a 7,9 vezes durante a corrida (Figura 5).

Figura 5 – Componente vertical e horizontal da força de reação do solo determinado experimentalmente durante a marcha (a) e a corrida (b) e os resultados dos momentos da articulação do tornozelo (c). Os dados da força foram normalizados pelo peso corporal e as distâncias mensuradas foram normalizadas pelo comprimento do pé (Adaptado por Giddings *et al.* 2000).

No estudo realizado por Giddings *et al.* (2000), foi desenvolvido um modelo bidimensional do pé para avaliar dados cinéticos e cinemáticos de um indivíduo durante a marcha e a corrida. O objetivo dos autores foi avaliar a carga interna e externa do calcânar e estruturas ativas como tendão, fásia plantar e músculos. Os autores concluíram que em ambas as situações a corrida proporcionou maior carga sobre o calcâneo e as estruturas ativas avaliadas. Observaram também que o tendão de Aquiles, a fásia plantar e os ligamentos plantares contribuem para a atenuação do impacto recebido pelo calcâneo em contato com o chão, durante a marcha e a corrida, conforme demonstrado nas figuras 6 e 7.

Figura 6 – Representação da força interna sobre o tendão de Aquiles, fásia plantar e ligamentos plantares avaliadas por meio de um modelo experimental bidimensional do pé durante a marcha e a corrida (Adaptado por Giddings *et al.* 2000).

Figura 7 – Representação da força na articulação talocalcânea e calcaneocubóide por meio de um modelo experimental bidimensional do pé durante a marcha e a corrida (Adaptado por Giddings *et al.* 2000).

Segundo Novacheck *et al.* (1998), tecidos como a fásia plantar, o tendão de Aquiles e o mecanismo do quadríceps são responsáveis por dissipar as forças durante todo o tempo de apoio do calcanhar no chão. Essa seria uma estratégia de sistema locomotor para minimizar o impacto a articulações adjacentes, ou seja, para o restante do corpo.

Outra estratégia de atenuação de impacto descrita por Hintermann e Nigg (1998) e Stergiou *et al.* (1997;1999;2003) é que durante a corrida existe uma coordenação da articulação subtalar, através de seus movimentos de pronação e supinação, além da flexão e extensão do joelho, por meio da rotação da tibia, sendo este, um outro mecanismo de atenuação do impacto impostas por forças de reação do solo.

Além dessas estratégias, De Leo (2004), descreve a sincronização do pé, tornozelo e tibia como uma função atenuadora do impacto do calcanhar com o solo.

A partir de então, o movimento de pronação e supinação do retropé vem sendo intensamente investigado na literatura (Stergiou e Bates, 1997; Hintermann e Nigg, 1998; McClay e Manal, 1998; Duffey *et al.*, 2000; Stacoff *et al.*, 2001), devido à forte relação desses movimentos com geração de sobrecarga plantar e o aparecimento de algumas lesões, como por exemplo, a fasciite plantar.

Cavanagh *et al.* (1987a), relatam que análise do ângulo de eversão e inversão do retropé é usado para designar os movimentos de pronação e supinação dessa articulação.

Uma condição de hiper-pronação é considerada como um fator importante na predisposição à lesão nos pés de corredores. Viel *et al.* (2001) sugerem que a pronação do retropé, possa ser resultante da posição natural do calcâneo, projetada verticalmente associada à projeção do peso corporal direcionado medialmente em relação ao ponto de apoio do calcâneo. Acredita-se que o controle da hiper-pronação, por meio de calçados adequados (Novacheck, 1998) possa reduzir a incidência de lesões.

Uma das metodologias utilizadas para avaliar a pronação do pé, por meio da progressão do centro de pressão, é a distribuição da pressão plantar. Já em relação à distribuição de cargas no sentido ântero-posterior, Rasch (1991) descreve que uma adequada distribuição de pressão plantar se dá pela projeção do peso corporal em 50% na região do antepé e os outros 50% na região posterior do pé. Por outro lado, Marsico *et al.* (2002) relatam que a carga plantar deve ser transmitida para toda a superfície plantar, sendo 40% na parte anterior do pé e 60% na parte posterior.

A distribuição da pressão plantar se torna então de grande valia como ferramenta biomecânica para a avaliação das cargas plantares dos pés de corredores. Essa ferramenta foi empregada em diversos estudos para avaliar condições de calçado, órteses (Wegener *et al.*, 2008; Wiegerinck *et al.*, 2009), tipos de piso para corrida (Tessutti *et al.*, 2010), patologias como a síndrome patelofemoral e fratura por estresse (Weist *et al.*, 2004; Thijs *et al.*, 2008), bem como os tipos de pé (Sneyers *et al.*, 1995; Chuckpaiwong *et al.*, 2008).

Diante do contexto, torna-se precípua a compreensão de como o corredor com fasciite plantar distribui a carga plantar, durante a corrida, sobre a superfície dos pés, visto que esta é uma atividade física que gera ciclos repetitivos do contato do calcanhar no chão (Novacheck, 1998), região esta mais relacionada à doença.

3.5 Tratamento dos pés na fasciite plantar

Grande tem sido o tempo de tratamento para a fasciite plantar. Segundo Young *et al.* (2001) o tratamento perdura em torno de seis a 18 meses, fato este que pode levar à frustração do terapeuta e do paciente (Roxas, 2005). Apesar da terapia conservadora

(medicamentos, fisioterapia e recursos de órteses) ainda ser o pilar do tratamento, existem várias controversas sobre a eficácia do programa terapêutico que melhor proporciona alívio dos sintomas (Gill, 1997). Assim, quando o tratamento conservador não obtém sucesso, um percentual de 5 a 10% dos acometidos progride para tratamento cirúrgico, onde é realizada a liberação da fáscia plantar (O'Malley *et al.*, 2000).

A finalidade da maioria das estratégias de tratamentos da fasciite plantar descritos na literatura almeja diminuir a sintomatologia álgica e a sobrecarga imposta ao calcâneo. Os tratamentos mais direcionados e utilizados para essa doença, em específico, incluem: fisioterapia, palmilhas, suporte do arco longitudinal plantar e calçados específicos para alinhamento do retropé (Jamali *et al.*, 2004).

Landorf *et al.* (2006), abordando 135 indivíduos não atletas com fasciite plantar, avaliaram o efeito do uso de três tipos de palmilhas após três, seis e doze meses de tratamento. A conclusão dos autores foi que, em longo prazo, nenhuma delas promoveu redução da sintomatologia e melhora na função do pé. Isso talvez explique os ciclos de recidivas e remissão da fasciite plantar, já relatado por Imamura *et al.* (2003). Esse estudo se torna importante, uma vez que um dos recursos que o corredor mais utiliza em sua prática na corrida é a palmilha, como um fator corretivo para um melhor desempenho mecânico dos pés e o seu baixo custo quando comparado a um calçado de marca reconhecido no mercado. Segundo alguns autores (Moss, 1992; Shane e Draper, 1995; Lynch *et al.*, 1998), o suporte do arco longitudinal plantar é um dos mais comuns tratamentos utilizados na população de atletas com fasciite plantar.

É provável, em função dos estudos biomecânicos realizados até o momento, que a forma com que as cargas se distribuem na superfície dos pés dos indivíduos que apresentam fasciite plantar, seja diferente na fase caracterizada por presença e ausência de dor. Porém,

ainda há uma escassez de estudos que abordem o efeito da dor sobre a carga imposta aos pés, principalmente em corredores com fasciite plantar. Além da sobrecarga, a dor também pode ter efeito sobre o alinhamento do retopé e a estrutura do arco longitudinal medial.

A descrição do comportamento de todos esses fatores supracitados, em corredores com fasciite plantar com e sem dor, pode esclarecer e aprimorar futuros tratamentos por meio de tipos de calçado e palmilhas direcionadas a essa população.

4. CASUÍSTICA E MÉTODOS

Este estudo teve um delineamento observacional, transversal caso-controle. As coletas de dados foram realizadas no próprio ambiente de treinamento dos corredores, o qual se situava em uma pista de asfalto localizada dentro do campus da Universidade de São Paulo - USP. O interesse para a realização deste projeto de pesquisa foi para responder dois objetivos distintos, assim, seu delineamento foi organizado em dois experimentos diferentes (Figura 8).

A casuística, os critérios de inclusão e exclusão da amostra, as características antropométricas e demográficas de cada experimento, bem como o tamanho amostral foram comuns a todos os dois experimentos e, portanto serão descritos como único para ambos os experimentos. Porém, o método de cada experimento foi distinto e, portanto, será descrito dentro de cada experimento correspondente.

As variáveis de análise e a análise estatística também foram distintas entre os experimentos e serão descritas individualmente.

Para padronização dos grupos foi utilizado uma sigla correspondente a cada grupo. Assim, o grupo com fasciíte plantar sintomática recebeu como sigla: FPS, o grupo com fasciíte assintomática a sigla: FPA e por fim, o grupo controle a sigla: GC.

Figura 8 - Fluxograma do protocolo de avaliação dos dois experimentos

4.1 Casuística dos dois experimentos

Foram estudados 105 corredores recreacionais adultos de ambos os sexos, entre 20 a 55 anos. Todos os corredores assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO 1) aprovado pelo Comitê de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (protocolo nº 1227/07) (ANEXO 2).

A faixa etária estabelecida nesse estudo foi baseada nos estudos biomecânicos realizados sobre a marcha (Liddle *et al.*, 2000; Wearing *et al.*, 2003) e a corrida (Pohl *et al.*, 2009) de indivíduos com fasciite plantar.

Os corredores que se voluntariaram a participar deste estudo foram recrutados a partir de uma divulgação em mídia eletrônica em assessorias de corrida e pelo Centro de Reabilitação em Reumatologia Esportiva do Hospital das Clínicas de São Paulo.

O total de 105 corredores foi dividido em três grupos. Quarenta e cinco corredores apresentavam diagnóstico clínico de fasciite plantar unilateral, no intervalo máximo de um ano, confirmado por exame de ultrasonografia (Wearing *et al.*, 2003). Destes, trinta corredores apresentavam sintomas de dor crônica no calcanhar, constituindo o grupo (FPS) e quinze não tinham sintomas de dor, constituindo o grupo (FPA). O CG foi constituído por sessenta corredores saudáveis, assintomáticos e sem fasciite plantar.

Para serem incluídos no estudo, todos os corredores de ambos os grupos tinham que ter experiência em corrida de no mínimo um ano e correr no mínimo 20 km semanais.

Os critérios de inclusão para o grupo de fasciite plantar sintomático foi de dor na região de retropé aos primeiros apoios matutinos e após longos períodos em posição de pé

e/ou sentado. A presença de dor deveria ser a partir de quatro meses e os sinais e sintomas deveriam ser exacerbados em pelo menos uma das seguintes situações: palpação da fáscia plantar no tubérculo medial do calcâneo e flexão passiva de tornozelo associada à extensão dos dedos do pé (Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007). Outra questão foi de apresentar-se em tratamento convencional de no máximo seis meses.

Já os critérios de exclusão para ambos os grupos foram: cirurgia prévia dos pés, trauma ou fratura a menos de três meses, neuropatias, obesidade, desordens musculoesqueléticas incluindo artrite reumatóide, doença de Reiter, espondilite anquilosante, lupus, tendinite, bursite, esporão de calcâneo e dismetria de membros inferiores acima de 1 cm (distância umbigo - maléolo lateral).

A faixa de velocidade mais freqüente entre os corredores deste estudo foi de 13 a 15 km/h para corridas de 10 km. Em relação ao volume médio de treino, o grupo FPS apresentou em média 40 ± 12 km/semana, o grupo FPA em média 45 ± 10 km/semana e o GC em média 45 ± 6 km/semana. Já o tempo de prática na corrida foi em média de 7 ± 5 anos para o grupo FPS, $6,2 \pm 5$ anos para o grupo FPA e $4,3 \pm 3$ anos para o GC. Não houve diferença em relação ao volume de treino ($F = 1,2$; $p = 0,11$) e o tempo de corrida ($F = 2,0$; $p = 0,14$) entre os grupos.

O percentual de tratamento realizado para ambos os grupos de fasciite plantar (com e sem dor) foi de 38% fisioterapia associado a medicamentos, 27% palmilhas, 21% somente medicamentos e 14% outros tipos de tratamentos (acupuntura e terapias manuais).

4.2 Avaliação inicial dos dois experimentos

Assim que o indivíduo chegava ao ambiente de coleta, depois de assinado o termo de consentimento, era aplicado um questionário previamente elaborado por meio de entrevista para caracterização dos corredores e esclarecimentos dos critérios de exclusão. Este questionário foi dividido em quatro itens: Dados pessoais; Características Antropométricas; Dados sobre a Fasciíte plantar e Dados sobre a Atividade Física – Corrida (ANEXO 3).

Em seguida, foi aplicada uma escala visual analógica – EVA de 10 cm, pré coleta de dados, para todos os corredores dos três grupos avaliados (ANEXO 3). O objetivo dessa escala é avaliar a magnitude da dor. Assim, o corredor marcava de zero (nenhuma dor) a 10 (dor insuportável). A escolha dessa escala foi devido a sua confiabilidade e validade já descrita na literatura (Jensen *et al.*, 1986) e ser utilizada em estudos sobre fasciíte plantar (Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007; Chia *et al.*, 2009).

5. Experimento 1

5.1 Objetivo

Verificar a influência da fasciite plantar sintomática e assintomática sobre o alinhamento do retropé e o arco longitudinal medial, durante a postura ortostática bipodal de corredores recreacionais.

5.2 Casuística e Métodos do Experimento 1

5.2.1 Casuística

A amostra foi constituída por 105 corredores de ambos os sexos. O grupo com FPS foi composto de 30 corredores, com idade de $45,0 \pm 8,0$ anos, massa de $69,6 \pm 14,0$ kg, índice de massa – IMC de $24,3 \pm 2,9$ kg/m² e estatura de $1,68 \pm 9,2$ cm. O grupo com FPA foi composto por 15 corredores com idade de $38,0 \pm 3,0$ anos, massa de $72,3 \pm 10,0$ kg, índice de massa – IMC de $23,0 \pm 2,0$ kg/m² e estatura de $1,76 \pm 7,8$ cm. O GC foi composto de 60 corredores, com idade de $35,0 \pm 9,0$ anos, massa de $66,8 \pm 12,0$ kg, índice de massa – IMC de $22,5 \pm 2,5$ kg/m² e estatura de $1,71 \pm 9,0$ cm. Os grupos foram semelhantes, entre si, quanto às características antropométricas, visto os valores de $p = 0,19$ (idade), $p = 0,58$ (massa), $p = 0,3$ (IMC) e $p = 0,16$ (estatura).

Os corredores com fasciite plantar sintomáticos apresentaram duração média de sintomatologia álgica de sete meses (± 2) e nível de dor no instante da coleta em média de $5,1 \pm 2,1$ cm. Já os grupos FPA e GC apresentaram nível de dor 0 cm, ou seja, nenhuma dor no instante da coleta.

5.2.2 Avaliação do alinhamento frontal posterior do retropé

Para avaliar o alinhamento do retropé, o corredor foi posicionado em uma postura ortostática bipodal sobre uma plataforma de 45 cm de altura, com pés descalços e afastados por delimitação de um retângulo de E.V.A. de 7,5 cm de largura x 30 cm de comprimento (Sacco *et al.*, 2007; Trombini-Souza *et al.*, 2009).

Utilizando-se um lápis dermatográfico e etiquetas brancas (9 mm), um único fisioterapeuta, com experiência, demarcou os seguintes pontos anatômicos na face pósteroinferior de cada membro: centro posterior do calcâneo (1), um segundo ponto superior ao calcâneo (2) e o centro do terço inferior da perna (3) (Figura 9) (McPoil e Cornwall, 1996; Cornwall e McPoil, 2004; Sacco *et al.*, 2007). O centro no sentido látero-lateral de cada ponto demarcado foi calculado com o uso de um paquímetro.

Para registro da postura de membro inferior utilizou-se uma câmera fotográfica digital (Sony® Cyber-shot e resolução de 7.2 megapixels). A câmera foi posicionada paralela e longitudinalmente ao indivíduo fotografado, centralizada e nivelada sobre um tripé (GLOTTOS Q-POD®), a uma distância de 90 cm do indivíduo e altura de 45 cm do solo (Trombini-Souza *et al.*, 2009).

O cálculo do ângulo de alinhamento do retropé foi por meio do Software AutoCAD 2005®. Neste, traçava-se uma linha do primeiro ponto (centro posterior do calcâneo) até o segundo (superior ao calcâneo). Posteriormente, uma segunda linha que se originava no terceiro ponto (terço inferior da perna). A intersecção dos prolongamentos de ambas as linhas resultava no ângulo do retropé (Figura 10) (McPoil e Cornwall, 1996; Cornwall e McPoil, 2004). Esse ângulo recebia a seguinte classificação: normal (0° - 5°), varo ($< 0^{\circ}$) e valgo ($> 6^{\circ}$) (Eng e Pierrynowski, 1994).

Figura 9 – Vista frontal posterior do retropé e posicionamento dos marcadores: centro do calcâneo (1), pontos superior ao calcâneo (2) e terço inferior da perna (3).

Figura 10 – Ilustração da intersecção das linhas usadas para mensuração do ângulo do retopé por meio do software AutoCAD 2005®.

5.2.3 Avaliação do arco longitudinal medial plantar

Para avaliação do arco longitudinal medial plantar foi realizado a fotopodoscopia, onde o indivíduo era posicionado sobre um podoscópio (Carci®) com os pés descalços e afastados por delimitação de um retângulo de E.V.A. (7,5 cm de largura x 30 cm de comprimento) (Ribeiro *et al.*, 2006).

A imagem da impressão plantar refletida no vidro do podoscópio foi capturada por meio de uma câmera digital (Sony® Cyber-shot e resolução de 7.2 megapixels), a qual se encontrava sobre um tripé (GLOTTOS Q-POD®) posicionado em frente e paralelamente ao podoscópio, a uma distância de 24 cm e altura de 45 cm (Figura 11) (Ribeiro *et al.*, 2006).

Em seguida, as imagens foram analisadas por meio do Software AutoCAD 2005®, onde se tomou como referência a medida do E.V.A. para calibração (escala) da imagem. Vale ressaltar que a escolha da metodologia foi por apresentar confiabilidade e validade já descrita na literatura (Ribeiro *et al.*, 2006; Mall *et al.*, 2007).

No Software AutoCAD 2005®, traçava-se uma reta vertical, denominada L, do segundo metatarso até o centro do calcâneo. Logo em seguida, a reta L era dividida em três partes referentes ao antepé, mediopé e retropé para delimitação da área de cada região do pé. Para mensuração do arco longitudinal medial, a área do mediopé foi dividida pela somatória da área total do pé (antepé + mediopé + retropé) (Figura 12).

Para os valores encontrados entre 0,22 e 0,25 o pé foi classificado como normal, < 0,21 pé cavo e > 0,26 pé plano (Cavanagh e Rodgers, 1987b).

Figura 11 – Ilustração dos parâmetros de fixação da câmera digital para registro da impressão plantar e posicionamento do corredor sobre o podoscópio.

Figura 12 – Ilustração das áreas dos pés para cálculo do índice do arco longitudinal medial plantar, onde L: reta vertical, A: região do retropé, B: região do mediopé e C: região do antepé.

5.2.4 Análise Estatística

Após confirmação da normalidade dos dados por meio do teste de aderência de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade por meio do teste de Levene, as variáveis: ângulo do retropé e arco longitudinal medial foram comparados entre os grupos (FPS; FPA e GC), por meio de duas ANOVAs one-way, seguidas do post-hoc de Tukey. Considerou como nível de significância $\alpha = 5\%$. Além disto, foi aplicado o teste qui-quadrado com o objetivo de verificar a existência de associação das variáveis citadas acima com a dor e a fasciite plantar.

Para as análises de confiabilidade da mensuração do alinhamento do retropé utilizou-se o coeficiente de correlação intraclass (ICC), sendo o tipo 3.1 para análise intra-avaliador

e do tipo 2.1 para a análise interavaliador, segundo Weir *et al.*, 2005. Não foi realizado ICC para o arco longitudinal medial plantar, por já ter sido descrito no estudo de Ribeiro *et al.* 2006 e Mall *et al.* 2007.

5.3 Resultados do Experimento 1

Nas comparações entre os grupos de FPS e FPA e o GC o alinhamento do retropé demonstrou uma similaridade para um posicionamento valgo nos três grupos estudados, porém, nenhuma diferença significativa foi observada entre os mesmos (Tabela 1). Para o arco longitudinal medial plantar os grupos FPS e FPA apresentaram um arco mais elevado quando comparado ao CG. Nenhuma diferença foi encontrada no arco longitudinal medial entre os grupos FPS e FPA (Tabela 1).

Os resultados das análises de confiabilidade para o ângulo de alinhamento do retropé do grupo FPS está demonstrado na tabela 2.

Tabela 1- Média, desvio padrão e comparação entre os grupos de corredores com fasciíte plantar sintomática (FPS), assintomática (FPA) e controles (GC) para o alinhamento do retropé e o arco longitudinal medial plantar.

Alinhamento postural	FPS (n=30)	FPA (n=15)	GC (n=60)	F	p-valor*
Ângulo do retropé (graus)	6,7±2,3	6,5±2,0	6,1±2,4	0,33	0,694 (FPS -FPA) 0,915 (FPS - GC) 0,829 (FPA - GC)
Arco longitudinal medial (cm)	0,17±0,08	0,17±0,07	0,22±0,05	6,06	0,984 (FPS - FPA) 0,009 (FPS - GC) 0,008 (FPA - GC)

* ANOVAs one-way. Post-Hoc de Tukey. $p < 0,05$ diferença estatística significante.

Tabela 2 – Média, desvio padrão e confiabilidade inter e intra-examinador do ângulo de alinhamento do retropé no grupo de corredores com fasciite plantar sintomática (FPS).

Confiabilidade	Pré	Pós	ICC	p-valor
Intra-examinador	6,7±2,3	6,5±2,7	0,98	0,150
	Avaliador 1	Avaliador 2		
Inter-examinador	6,7±2,3	6,3±2,9	0,95	0,640

As porcentagens do ângulo do retropé classificados como normal e valgo e arco longitudinal medial com classificação de elevado e diminuído, entre os grupos, são apresentados nas figuras 13 e 14, respectivamente. Ambos os grupos de fasciite plantar (com e sem dor) e controle apresentaram porcentagem de retropés valgos, não apresentando associação entre os grupos (com e sem fasciite plantar) ($p = 0,313$), independente do sintoma de dor ($p = 0,641$). Já a conformação elevada do arco longitudinal medial mostrou associação significativa com a condição fasciite plantar, visto o valor de $p = 0,046$. Porém, o sintoma de dor também não teve associação significativa com a estrutura do arco longitudinal medial plantar no grupo com fasciite plantar sintomático e assintomático ($p = 0,198$). Todas as associações foram verificadas por meio do teste qui-quadrado.

Figura 13 – Distribuição das porcentagens dos tipos de ângulo de retropé dos grupos com fasciite plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) e o grupo controle (GC).

Figura 14 – Distribuição das porcentagens dos tipos de arco longitudinal medial dos grupos com fasciite plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) e o grupo controle (GC).

5.4 Discussão do Experimento 1

O propósito deste primeiro experimento foi verificar a influência da fasciite plantar sintomática e assintomática sobre o alinhamento do retropé e o arco longitudinal medial na postura ortostática bipodal de corredores recreacionais. Os resultados mostraram evidências que suportam parcialmente as hipóteses quanto ao alinhamento em valgo do retropé na postura ortostática bipodal de corredores, independente de apresentar ou não a condição de fasciite plantar, ou seja, os três grupos estudados (FPS, FPA e CG) apresentaram similaridade ao valgo do retropé. Muito embora, o arco longitudinal medial plantar mostrou-se mais elevado em ambos os grupos de corredores com fasciite plantar, onde a presença ou ausência do sintoma de dor não induziu mudanças mecânicas na arquitetura deste segmento.

A similaridade encontrada em relação ao alinhamento em valgo do retropé entre os corredores com e sem fasciite plantar corrobora com os achados de Pohl, Hamil e Davis (2009). Esses autores, além de avaliar estaticamente a postura desse segmento, também exploraram a análise dinâmica durante a corrida. Os resultados deste estudo também não mostraram diferenças significativas no alinhamento em valgo do retropé e nas variáveis: pico, tempo e excursão da eversão do calcâneo de corredoras com experiência de fasciite plantar e corredoras controles. No entanto, tais autores ressaltaram a importância de estudos que abordassem o sintoma de dor, que invariavelmente, pode interferir nos resultados estáticos e dinâmicos.

No presente estudo, conforme sugerido pelos autores supracitados considerou-se o aspecto dor, e como resultado pode-se observar que o alinhamento em valgo, na postura estática, permaneceu o mesmo tanto para o grupo FPS quanto para os grupos FPA e GC.

Esperava-se que o sintoma de dor, induziria um menor apoio na região medial de calcâneo durante a postura ortostática bipodal, como um mecanismo de estratégia antálgica. Consequentemente, essa diminuição de descarga de peso sobre essa região do calcâneo diminuiria o comportamento valgo do retropé. No entanto, o sintoma de dor sentido pelos corredores do grupo FPS não foi suficiente para diminuir o apoio natural (semelhante ao GC) que provoca esse comportamento valgo estático do retropé.

Rome *et al* (2001), apesar de avaliar apenas corredores de longa distância, com sintoma de dor no calcanhar, também não encontraram diferenças significativas no alinhamento em valgo do retropé em relação ao grupo controle. No entanto, uma limitação desse estudo foi o fato de não terem avaliado o nível e o tempo de dor associado à fasciite plantar.

O diferencial do presente estudo foi compreender que corredores com nível de dor de $5,1 \pm 2,1$ cm, com duração média de sete meses, não induziu diferenças significativas na postura ortostática de retropé quando comparado a corredores assintomáticos e controles. Os resultados do presente estudo sugerem que o alinhamento em valgo do retropé parece não ser o fator de risco mais envolvido para o desenvolvimento da fasciite plantar na população de corredores. Outro tópico elementar é que o sintoma de dor (associado à fasciite plantar) não interfere na postura ortostática desse segmento.

Em contraposição, Taunton *et al.* (2002a) encontraram uma excessiva pronação de retropé (alinhamento em valgo) em 55% dos atletas com fasciite plantar. A questão é que os autores realizaram apenas mensurações clínicas subjetivas do alinhamento do retropé, determinadas visualmente, o que não demonstra validade e confiabilidade comprovada.

Prichasuk e Sbhadrabandhu (1994) abordando uma população não atleta, utilizou métodos de avaliação quantitativos (raio X) para avaliar o ângulo de inclinação lateral do

calcâneo de pacientes com esporão de calcâneo associado à dor no calcanhar. Os autores observaram que esse ângulo apresentou-se mais baixo quando comparado ao grupo controle. Resultados esses, corroborado pelo estudo anterior de Shama *et al.* (1983). Uma possível explicação para os achados desse estudo pode ter sido da diferença da população estudada, onde se avaliou apenas corredores. Outra questão foi o fato desse estudo não abordar corredores com a presença de esporão de calcâneo. Talvez, a presença do esporão, advinda de uma fase mais crônica da fasciite plantar, possa realmente resultar em um expressivo desalinhamento em valgo do retropé na postura ortostática.

Uma das limitações do presente estudo foi a ausência de uma análise dinâmica do retropé e mediopé. Apesar dos resultados encontrados por Pohl, Hamil e Davis (2009) sugerirem que o padrão de movimento do retropé, durante a corrida, de corredoras com fasciite plantar assintomática não difere de corredoras controles, seria bastante revelador investigar o efeito da fasciite plantar sintomática em corredores de ambos os sexos, visto a incidência maior no sexo masculino (Taunton *et al.*, 2002a), durante a corrida. Outro ponto de igual importância, foi que estes autores não compreenderam a relação entre a pronação dinâmica do mediopé e a fasciite plantar, previamente sugerido por Chang *et al.* 2007. Avaliações do retropé e mediopé poderiam explicar melhor o envolvimento dinâmico desses segmentos na presença e ausência de dor em corredores com fasciite plantar. Segundo Riddle *et al.* (2003) existe uma potencial relação entre o aumento da dor e a redução do movimento de tornozelo. Relação esta, de extrema importância, para o mecanismo de rolamento do pé durante a corrida.

No entanto, como o presente estudo foi realizado em ambiente natural de corrida, ou seja, em um pequeno espaço adequado para as avaliações clínicas do retropé, perto da pista de asfalto, onde os corredores realizam seus treinos, esse tipo de análise tornar-se-ia

praticamente inviável, já que para uma análise cinemática, é necessário um ambiente de laboratório com controle de algumas variáveis, como por exemplo, a exposição à luz externa.

Cornwall e McPoil (1999) postulam ainda que o aumento excessivo da pronação do retropé (alinhamento em valgo) possa ser devido a mudanças na estrutura do arco longitudinal medial plantar ou um mecanismo compensatório resultante da diminuição da flexão de tornozelo. Além, do alinhamento estático do retropé, esse estudo também se direcionou a avaliar o comportamento do arco longitudinal medial plantar no grupo com fasciite plantar com e sem dor.

Segundo Huang *et al.* (1993), a fáscia plantar tem como função crucial a integridade do arco longitudinal medial plantar. Assim, grande parte da literatura têm como hipótese que uma diminuição do arco longitudinal medial induziria a uma maior estiramento da fáscia plantar (Kosmahl e Kosmahl, 1987; Kwong *et al.*, 1988; Viel e Esnault, 1989; Ross, 2002; Huang *et al.*, 2004; Pohl *et al.*, 2009).

Nesse estudo, a hipótese inicial era que a dor levaria ao aumento do arco longitudinal medial, onde o corredor tentaria na postura ortostática levar a descarga do peso corporal mais para lateral do pé com a finalidade de aliviar a tensão sobre o lado medial (tuberosidade medial do calcâneo), região mais envolvida com a dor na fasciite plantar, principalmente no segmento do retropé e a ausência de dor uma diminuição do mesmo, como um mecanismo de readaptação a sua conformação anterior, ou seja, mudando a sua arquitetura depois de retirado o estímulo algico, pois segundo Wearing *et al.* (2007) a espessura da fáscia plantar e a severidade da dor relacionados com a fasciite plantar são fatores que tem associação com a estrutura estática do arco longitudinal medial do pé. No entanto, pode-se observar neste estudo que a conformação do arco longitudinal medial está mais relacionada ao surgimento da fasciite plantar e não à sintomatologia algica, especificamente, já que, em ambos os

grupos doentes (com e sem dor) apresentaram um arco longitudinal medial mais elevado em relação ao GC.

Uma possível explicação para esse achado seria o fato de que a elevação do arco longitudinal medial, ocasionaria um maior esforço da fásia plantar, com a finalidade de sustentar a arquitetura desse arco durante a postura ortostática bipodal. A manutenção dessa postura, por longos períodos, levaria ao surgimento de microtraumas da fásia plantar, e consequentemente, ao surgimento dessa doença, que em seu curso natural, é caracterizado tanto por períodos de recidiva quanto por remissão (Imamura *et al.*, 2003).

Segundo Krivikas (1997), um arco elevado induz a uma maior rigidez do pé que resulta em uma redução de sua eficiência na atenuação de impacto do calcâneo ao solo. Mecanismo este que aumentaria o estresse mecânico sobre a fásia plantar e potencialmente, os microtraumas. Considerando-se que a corrida proporciona uma maior magnitude de impacto repetitivo sobre o calcanhar e que este estímulo geralmente se repete aproximadamente 600 a 750 vezes a cada quilômetro percorrido (Frederick, 1986; Taunton *et al.* 2002b), o arco longitudinal medial elevado promoveria sobre a fásia plantar muito mais tensão e propensão a microtraumas, principalmente, nesta população de corredores.

De acordo com a literatura indivíduos com fasciite plantar apresentam uma diminuição de flexão do tornozelo (Kibler *et al.*, 1991; Riddle *et al.*, 2003), associada a uma menor flexibilidade do tríceps sural (Kibler *et al.*, 1991) e uma diminuição na extensão digital (Allen e Gross, 2003). Esses fatores podem sugerir que a fásia plantar, realmente, se mantenha em posição mais encurtada e exposta há uma maior tensão para manter o suporte mais elevado do arco longitudinal medial, como encontrado no presente estudo.

Dentro deste contexto, grande parte dos tratamentos para fasciite plantar baseia-se no uso de palmilhas, cuja finalidade é justamente promover o suporte do arco longitudinal

medial. Com este mecanismo de sustentação assistida haverá um relaxamento da fáscia plantar e uma redução da tensão ao longo desta estrutura, que resultará em alívio da sintomatologia álgica. (Kogler *et al.*, 1996; Pfeffer *et al.*, 1999; Jamali *et al.*, 2004; Landorf *et al.*, 2004). Solidificando ainda a teoria desse mecanismo, pode-se observar também outro tipo de tratamento de suporte assistido do arco longitudinal medial, o qual se dá por meio de bandagem funcional (Saxelby *et al.*, 1997).

Messier e Pittala (1988), abordando corredores com experiência de fasciíte plantar, avaliaram o arco longitudinal medial, por meio da impressão plantar. Os autores não encontraram diferenças significativas na arquitetura do arco longitudinal medial em relação ao grupo controle. No entanto, tais autores ressaltam uma tendência do arco longitudinal medial ser mais elevado no grupo com fasciíte plantar em relação ao controle. A limitação desse estudo foi à pequena amostra de corredores com fasciíte plantar (n = 15).

Visando esse tipo de limitação amostral, que certamente poderia influenciar nos resultados estudados, optou-se por avaliar uma amostra maior de corredores. Sendo assim, no presente estudo, foram avaliados 30 corredores com diagnóstico de fasciíte plantar sintomática e 15 assintomática, totalizando 45 corredores. Como método de avaliação também se utilizou a impressão plantar, porém, com análise por meio da fotopodometria. Segundo Ribeiro *et al.* (2006) a definição de fotopodometria é a utilização da fotogrametria para mensuração de podogramas. Optou-se por esse recurso metodológico por apresentar confiabilidade (lunes *et al.*, 2005; Ribeiro *et al.*, 2006) e validade (Mall *et al.*, 2007) descrito na literatura. Além disso, é o recurso que melhor se adéqua a prática fisioterapêutica devido sua viabilidade relacionada ao baixo custo, e sua característica não invasiva como ausência de radiação (Zonnenberg *et al.*, 1996). Com todos esses cuidados tomados em relação ao recurso metodológico e do aumento da amostra avaliada, os resultados comprovam a

tendência de um arco mais elevado em corredores com fasciite plantar, como inferido no estudo de Messier e Pittala (1988).

Os resultados da conformação do arco longitudinal medial mais elevada em corredores com fasciite plantar discordam dos achados de Pohl, Hamil e Davis (2009), os quais observaram um arco longitudinal medial mais baixo em corredoras com história de fasciite plantar. Essa divergência de resultados pode ser explicada de duas formas. A primeira é que o estudo de Pohl, Hamil e Davis (2009) avalia corredoras com história de fasciite plantar, sem confirmação de exames de ultra-sonografia, que segundo Griffith *et al.* (2001) é considerado padrão ouro neste diagnóstico, além de considerar o tempo de diagnóstico em média de 2,5 anos. O fator tempo poderia promover uma série de adaptações no sistema musculoesquelético para compensar a condição de fasciite plantar e atenuar as cargas impostas à superfície dos pés (Nigg, 1985; Nurse e Nigg, 2001), afim de, minimizar o gasto metabólico do corpo em exposição às forças externas recebidas (Hardin *et al.*, 2004). No atual estudo, tomou-se o cuidado de não ultrapassar um ano após confirmação da doença e todos tinham confirmação do diagnóstico da fasciite plantar por meio de exames de ultra-sonografia.

A segunda questão seria que Pohl, Hamil e Davis (2009) ainda destacam como limitação em seu estudo, a não caracterização do programa de tratamento realizado pelas corredoras. O tratamento fisioterapêutico, por exemplo, poderia explicitar melhor se o arco longitudinal medial já vinha sendo trabalhado na reestruturação de sua arquitetura ou não. Isso explicaria a divergência com os resultados do presente estudo, onde os grupos FPS e FPA apresentavam em tratamento conservador, porém, em um curto período de tempo, em média seis e nove meses respectivamente.

Diante desses achados, a importância desse estudo advém do esclarecimento que a dor não promoveu mudanças sobre o alinhamento do retropé e do arco longitudinal medial no grupo fasciite plantar. No entanto, a arquitetura do arco plantar é mais elevada nos corredores com fasciite plantar, independente da dor. Assim, futuros estudos longitudinais que avaliem o arco longitudinal medial e o retropé em corredores com fasciite plantar sintomático e assintomático, após intervenções com palmilhas, são necessários para uma melhor compreensão dos efeitos mecânicos destas estruturas ao longo da doença.

5.5 Considerações finais do Experimento 1

Conclui-se que a presença de fasciite plantar com e sem dor não teve influência sobre o alinhamento ortostático do retropé. Porém, a condição fasciite plantar, independente do sintoma de dor, tem associação com um arco longitudinal medial mais elevado.

6 Experimento 2

6.1 Objetivo

- Investigar e comparar a distribuição da pressão plantar de corredores com fasciite plantar sintomática e assintomática e corredores sem a presença da doença, durante a corrida.

6.2 Casuística e Métodos do Experimento 2

6.2.1 Casuística

A amostra foi constituída por 105 corredores de ambos os sexos. O grupo com fasciite plantar sintomático – FPS foi composto de 30 corredores, com idade de $45,0 \pm 8,0$ anos, massa de $69,6 \pm 14,0$ kg, índice de massa – IMC de $24,3 \pm 2,9$ kg/m² e estatura de $1,68 \pm 9,2$ cm. O grupo com fasciite plantar assintomático foi composto por 15 corredores com idade de $38,0 \pm 3,0$ anos, massa de $72,3 \pm 10,0$ kg, índice de massa – IMC de $23,0 \pm 2,0$ kg/m² e estatura de $1,76 \pm 7,8$ cm. O grupo controle foi composto de 60 corredores, com idade de $35,0 \pm 9,0$ anos, massa de $66,8 \pm 12,0$ kg, índice de massa – IMC de $22,5 \pm 2,5$ kg/m² e estatura de $1,71 \pm 9,0$ cm. Os grupos foram semelhantes, entre si, quanto às características antropométricas, visto os valores de $p = 0,19$ (idade), $p = 0,58$ (massa), $p = 0,30$ (IMC) e $p = 0,16$ (estatura).

6.2.2 Material e Método

A avaliação da distribuição da pressão plantar foi realizada por meio do sistema Pedar X (Novel, Munique, Alemanha) (Figura 15). Faz parte do equipamento, palmilhas capacitivas com dois mm de espessura, composta de 99 sensores de pressão, distribuídos homogeneamente, com resolução dependendo do tamanho da palmilha, aproximadamente um sensor/cm².

As palmilhas foram colocadas dentro de um calçado esportivo padronizado com características de pisada neutra para todos os corredores (RAINHA SYSTEM, RAINHA, Alpargatas, São Paulo, Brasil). Estas palmilhas foram conectadas a um condicionador colocado dentro de uma mochila (1,5 kg) fixada e justaposta às costas dos corredores avaliados (Figura 16). A frequência de amostragem da distribuição de pressão plantar foi de 100 Hz.

Figura 15 - Sistema de palmilhas do sistema Pedar X, bateria, amplificador com cabos para conexão nas palmilhas, fitas para fixação do equipamento no corredor e o dispositivo Bluetooth.

Figura 16 - Ilustração do sistema Pedar X para aquisição da distribuição a pressão plantar no calçado esportivo e a mochila como compartimento dos equipamentos.

Os corredores correram a uma velocidade de 12 km/h. Para assegurar que os mesmos tivessem alcançado essa velocidade, as aquisições da pressão plantar foram feitas através de uma corrida lançada e cronometrada (Tessutti *et al.*, 2010).

Os corredores passaram por uma fase de adaptação ao calçado e à velocidade estabelecida. A função da adaptação foi habituar os corredores ao ambiente de coleta e aos instrumentos, para que assim, houvesse uma diminuição do efeito retroativo.

Após a ambientação, os indivíduos correram em uma pista plana de asfalto há uma distância de 40 metros com a uma velocidade pré-estabelecida. Foram cronometrados e

válidos para as coletas os passos compreendidos nos 20 metros intermediários, totalizando assim aproximadamente 30 passos, capturados em três tentativas.

A opção de analisar os 20 metros intermediários deveu-se ao fato de eliminar a fase de aceleração e desaceleração e assegurar que o mesmo mantivesse a velocidade de 12km/h (Tessutti *et al.*, 2010). Havia uma tolerância de 5% na velocidade executada sendo consistente entre as tentativas e entre os sujeitos.

Para minimizar os erros, dois observadores cronometraram simultaneamente o tempo de corrida com cronômetros e uma avaliação interobservador obteve um ICC de 97%.

As variáveis da pressão plantar analisada foram:

- Valor máximo do pico de pressão por área selecionada: representa o valor da pressão máxima (expressa em kPa) nas 3 regiões do pé.
- Área de contato do pé: representa a área em que os sensores foram ativados (pressionados) em cada passo (expressa em cm²).
- Impulso da pressão pelo tempo: representa o impulso das pressões nas regiões plantares (expressa em kPa.s)
- Tempo de contato: representa o tempo total em que os sensores ficaram ativados (pressionados) em cada passo (expressa em ms).

O pico de pressão (kPa), área de contato (cm²), tempo de contato (expressa em ms) e a integral da pressão (kPa.s) foram analisados em 6 áreas plantares.

Inicialmente o pé foi dividido em três grandes áreas: retopé (30% do comprimento do pé), médio-pé (30% do comprimento do pé) e antepé e dedos (40% do comprimento do pé) (Cavanagh e Ulbrecht, 1994). O retopé foi subdividido em medial (30% da largura do retopé), central (40% da largura do retopé) e lateral (30% da largura do retopé) e o antepé

em medial (45% da largura do antepé) e lateral (45% da largura do antepé) (Figura 17) (Tessutti *et al.*, 2010).

Figura 17 – Representação da divisão da superfície plantar em seis áreas para a análise da distribuição da pressão plantar: retropé medial (RM), retropé central (RC), retropé lateral (RL), médio-pé (MP), antepé medial (AM) e antepé lateral (AL).

6.2.3 Análise estatística

Após confirmação da normalidade dos dados (teste de *Shapiro- Wilk*) e homocedasticidade (teste Levene), foram realizadas as comparações entre os grupos e áreas plantares. Os grupos e áreas foram comparados por meio de quatro ANOVAs 3 fatores (3x6),

sendo um os grupos (3) e o segundo as áreas plantares, sendo essas medidas repetidas (6), seguido do teste de post-hoc de Tukey ($\alpha = 5\%$).

Após confirmação de igualdade entre os lados direito e esquerdo, por meio do teste t pareado, das variáveis de pressão plantar do grupo de corredores controle, utilizou-se apenas um dos pés, selecionados aleatoriamente, para posterior comparação.

6.3 Resultados do Experimento 2

Não houve efeito de interação área e grupo em nenhuma das variáveis estudadas: pico de pressão ($F = 1,23$; $p = 0,253$), área de contato ($F = 2,75$; $p = 0,068$), tempo de contato ($F = 0,55$; $p = 0,876$) e integral da pressão ($F = 1,25$; $p = 0,245$) (Tabela 3).

Logo abaixo, também se encontram figuras representativas das médias de cada variável da pressão plantar nas diferentes regiões dos pés entre os grupos.

Tabela 3 – Média, desvio padrão e comparação entre os grupos de corredores com fasciíte plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) e o grupo controle (GC) das variáveis da distribuição da pressão plantar durante a corrida.

Áreas plantares	Grupos	Área de contato (cm ²)	Tempo de contato (ms)	Pico de Pressão (kPa)	Integral da pressão (kPa.s)
Retropé medial	FPS (1)	12,2 ± 1,6	134,4 ± 23,9	337,0 ± 84,8	20,2 ± 5,9
	FPA (2)	11,4 ± 3,0	135,1 ± 28,6	322,4 ± 124,1	20,2 ± 9,4
	GC (3)	12,5 ± 1,4	147,3 ± 32,9	306,2 ± 61,0	20,2 ± 4,8
	<i>p</i>	0,902 (1-2) 0,998 (1-3) 0,520 (2-3)	0,958 (1-2) 0,998 (1-3) 0,850 (2-3)	0,985 (1-2) 0,588 (1-3) 0,982 (2-3)	0,545 (1-2) 0,637 (1-3) 0,565 (2-3)
Retropé central	FPS (1)	17,9 ± 1,8	140,9 ± 27,3	356,4 ± 95,5	21,9 ± 6,6
	FPA (2)	16,5 ± 2,4	145,2 ± 30,6	336,7 ± 116,7	21,3 ± 9,0
	GC (3)	18,5 ± 1,7	156,3 ± 33,7	352,6 ± 81,7	22,4 ± 5,4
	<i>p</i>	0,997 (1-2) 0,179 (1-3) 0,291 (2-3)	0,806 (1-2) 0,990 (1-3) 0,912 (2-3)	0,419 (1-2) 0,971 (1-3) 0,648 (2-3)	0,959 (1-2) 0,953 (1-3) 0,877 (2-3)
Retropé lateral	FPS (1)	10,4 ± 2,5	135,4 ± 36,2	346,1 ± 97,1	17,9 ± 6,4
	FPA (2)	9,8 ± 2,7	137,1 ± 46,0	291,5 ± 113,4	16,5 ± 8,4
	GC (3)	10,8 ± 2,4	149,3 ± 38,8	331,1 ± 91,2	18,3 ± 5,8
	<i>p</i>	0,601 (1-2) 0,809 (1-3) 0,364 (2-3)	0,229 (1-2) 0,085 (1-3) 0,968 (2-3)	0,834 (1-2) 0,892 (1-3) 0,542 (2-3)	0,797 (1-2) 0,976 (1-3) 0,884 (2-3)
Médio-pé	FPS (1)	39,5 ± 5,1	182,8 ± 37,1	129,0 ± 29,0	15,3 ± 4,5
	FPA (2)	38,3 ± 6,6	179,2 ± 38,2	106,7 ± 20,9	12,9 ± 3,0
	GC (3)	41,1 ± 5,4	198,0 ± 32,3	124,1 ± 30,6	15,3 ± 3,4
	<i>p</i>	0,109 (1-2) 0,271 (1-3) 0,202 (2-3)	0,822 (1-2) 0,998 (1-3) 0,916 (2-3)	0,998 (1-2) 0,995 (1-3) 0,991 (2-3)	0,659 (1-2) 0,545 (1-3) 0,142 (2-3)
Antepé medial	FPS (1)	33,0 ± 2,6	207,6 ± 25,7	346,6 ± 101,9	43,0 ± 13,7
	FPA (2)	32,1 ± 3,0	216,8 ± 28,1	312,4 ± 110,2	40,1 ± 14,2
	GC (3)	33,8 ± 2,6	217,6 ± 28,0	374,4 ± 96,4	47,3 ± 12,1
	<i>p</i>	0,883 (1-2) 0,702 (1-3) 0,883 (2-3)	0,461 (1-2) 0,355 (1-3) 0,493 (2-3)	0,818 (1-2) 0,995 (1-3) 0,884 (2-3)	0,840 (1-2) 0,998 (1-3) 0,511 (2-3)
Antepé lateral	FPS (1)	37,0 ± 3,5	218,7 ± 25,5	284,3 ± 58,9	36,9 ± 8,8
	FPA (2)	36,5 ± 4,0	221,5 ± 27,9	242,4 ± 66,1	33,0 ± 10,1
	GC (3)	37,8 ± 3,6	226,1 ± 26,4	266,5 ± 77,6	35,7 ± 9,4
	<i>p</i>	0,800 (1-2) 0,734 (1-3) 0,987 (2-3)	0,995 (1-2) 0,619 (1-3) 0,923 (2-3)	0,565 (1-2) 0,924 (1-3) 0,419 (2-3)	0,202 (1-2) 0,805 (1-3) 0,781 (2-3)

Figura 18 - Médias da área de contato (cm^2) nas seis áreas plantares: retropé medial (RM), retropé central (RC), retropé lateral (RL), médio-pé (MP), antepé medial (AM) e antepé lateral (AL) do grupo controle (GC) e do grupo fasciite plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) durante a corrida.

Figura 19 - Médias do tempo de contato (ms) nas seis áreas plantares: retropé medial (RM), retropé central (RC), retropé lateral (RL), médio-pé (MP), antepé medial (AM) e antepé lateral (AL) do grupo controle (GC) e do grupo fasciite plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) durante a corrida.

Figura 20 - Médias do pico de pressão (kPa) nas seis áreas plantares: retropé medial (RM), retropé central (RC), retropé lateral (RL), médio-pé (MP), antepé medial (AM) e antepé lateral (AL) do grupo controle (GC) e do grupo fasciite plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) durante a corrida.

Figura 21 - Médias da integral da pressão (kPa.s) nas seis áreas plantares: retropé medial (RM), retropé central (RC), retropé lateral (RL), médio-pé (MP), antepé medial (AM) e antepé lateral (AL) do grupo controle (GC) e do grupo fasciite plantar sintomático (FPS) e assintomático (FPA) durante a corrida.

6.4 Discussão do Experimento 2

O objetivo do presente estudo foi avaliar e comparar os padrões de distribuição da pressão plantar em corredores com fasciite plantar sintomáticos e assintomáticos e corredores sem a presença da doença durante a corrida. Os resultados demonstraram que o sintoma de dor presente ou ausente nos corredores com fasciite plantar não alterou a distribuição das cargas plantares durante a corrida em relação ao grupo controle.

Lieberman *et al.* (2010), em um recente estudo publicado no periódico *Nature*, baseado na literatura (Milner *et al.*, 2006; Van Gent *et al.*, 2007; Pohl *et al.*, 2009), especula que o impacto do calcanhar durante a corrida com altos índices e magnitudes de força são rapidamente transferidas de forma ascendente ao restante do corpo, podendo assim contribuir com a alta incidência de lesões, especialmente, fratura de estresse tibial e a fasciite plantar. Outros estudos (Kibler *et al.*, 1991; Bedi e Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007), inferem que, mesmo durante a marcha, essa sobrecarga imposta ao complexo tornozelo-pé pode ser considerada um fator de risco fundamental para a gênese da fasciite plantar. Porém, em relação à distribuição de pressão plantar, a literatura é escassa durante atividades como a corrida.

Contudo, pode-se observar no presente estudo que a condição de fasciite plantar não influenciou a distribuição da pressão plantar durante a corrida. Esperava-se que a corrida por ser uma tarefa que induz a maiores magnitudes de impacto cíclico sobre a superfície dos pés (Frederick, 1986) apresentaria maior carga plantar em indivíduos com fasciite plantar. No entanto, os resultados sugerem que os corredores com fasciite plantar realizam adequados ajustes artrocinemáticos que não induziu mudanças na distribuição da carga plantar dos

corredores com tal doença. Além disso, nem a dor proveniente da fasciite plantar induziu aumento de sobrecarga sobre a superfície dos pés afetados, confirmando que corredores com fasciite plantar utilizam possíveis estratégia do sistema locomotor com a finalidade de minimizar o impacto dos pés em contato com o chão.

A execução de ajustes globais do sistema locomotor em pacientes com fasciite plantar também é sugerido por Wearing *et al.* (2003), porém, durante a marcha. Os autores observaram que possíveis ajustes do sistema corporal promovem uma redução da sobrecarga imposta ao retropé (de 8%) e ao antepé (de 6%) do membro inferior sintomático. Assim, segundo o autor a dor em retropé promove adaptações no processo de rolamento do pé, que faz com que a marcha, seja inconsistentes para revelar o real efeito da fasciite plantar sobre a carga imposta à superfície dos pés.

No presente estudo pode-se observar que a corrida, mesmo sendo uma tarefa mais desafiadora ao sistema locomotor e causador de maior impacto ao retropé, mostrou como resultado que a condição de fasciite plantar sintomática e a assintomática também induz a possíveis ajustes do sistema corporal semelhante ao que acontece durante a marcha. Assim, os achados do presente estudo corrobora com o estudo de Kelly *et al.* (1995), que apesar de ter avaliado a marcha de indivíduos não atletas, os resultados da pressão plantar também não foram diferentes do controle. Ressaltando essa premissa, Liddle *et al.* (2000) ao avaliarem a marcha de indivíduos com fasciite plantar associado ao sintoma de dor no calcanhar. Os autores também não encontraram diferenças na força de reação do solo vertical de indivíduos com fasciite plantar em relação ao grupo controle.

Uma possível explicação para os achados desse estudo foi que os corredores com fasciite plantar avaliados apresentavam anos de treino de prática esportiva (7 ± 5 anos) e idade

por volta dos 45 anos. Diante disso, pode-se ressaltar que eles apresentavam bom treinamento da técnica de corrida.

Partindo dessa linha de raciocínio, é descrita na literatura que as forças de impacto recebidas durante a corrida são atenuadas por estruturas passivas como ossos e tecidos articulares e ativas como os músculos (Novacheck, 1998). Além dessa atenuação, Hintermann e Nigg (1998) e Stergiou *et al.* (1999; 2003) descrevem que a sincronização da movimentação da articulação subtalar (movimentos de pronação e supinação) e do joelho (flexão e extensão), além da rotação da tibia, atenuariam o impacto recebido pelos membros inferiores durante a corrida. Dessa forma, a ausência de diferenças significativas entre os grupos de corredores com e sem fasciite plantar poderia ser atribuída a esses adequados ajustes cinemáticos no membro inferior e por estruturas musculoesqueléticas bem condicionadas dos atletas avaliados, o que resultou em uma atenuação das cargas plantares durante a corrida.

Essa evidência pode ser melhor compreendida pelo estudo de Cheung *et al.* (2006) que descrevem que a contração muscular intensa dos músculos tríceps sural associado a um aumento de carga imposta sobre o tendão do calcâneo são fatores mecânicos passíveis de crescente tensão/estiramento sobre a fáscia plantar. Segundo Kibler *et al.* (1991) o déficit de flexibilidade do tríceps sural também colabora para um maior estiramento da fáscia. Talvez, o fato da corrida proporcionar repetidas contrações musculares do tríceps sural e maior impacto sobre o tendão do calcâneo, explique melhor a atenuação da carga mecânica recebida pelos pés em contato com o solo em corredores com fasciite plantar e possivelmente o estiramento indireto da fáscia plantar aumentando o risco de desenvolvimento da doença.

Outro paradigma levantado por Nigg (2001) é que as forças de impacto durante a corrida produzem sinais de aferência para ativação muscular pouco antes do próximo contato

com o solo, na tentativa de minimizar as vibrações dos tecidos moles e reduzir a carga imposta sobre as articulações, fâscias e tendões.

O fato da população avaliada no presente estudo ter sido corredor ajuda a entender um pouco essa teoria, pois suas estruturas musculoesqueléticas dos membros inferiores são mais condicionadas, diferentemente de indivíduos sedentários, o que pode promover eferências para ativação muscular mais rápida durante a realização de uma determinada tarefa motora, como a corrida. Isso pode ter induzido uma possível adaptação na atenuação das cargas plantares durante a corrida, o que não promoveu diferenças entre os grupos avaliados.

De acordo com Nigg (1985), Nurse e Nigg (2001) e Hardin *et al.* (2004), o sistema locomotor possui várias estratégias de adaptação às demandas mecânicas geradas pelo meio externo afim de, minimizar o gasto metabólico do corpo em exposição as forças externas recebidas. Assim, considera-se que, os estímulos percebidos na região plantar, pode adaptar nas mais variadas condições, as respostas de controle de carga dos pés. No presente estudo os resultados mostraram um maior controle simétrico das cargas plantares recebidas pelos pés, o que pode ser devidos essas possíveis estratégias adaptativas do sistema locomotor.

Bedi e Love (1998) também avaliaram indivíduos com fasciite plantar sintomático e observaram o oposto, um aumento do impulso na região de médio-pé e antepé em relação ao controle, durante a realização da marcha. Apesar da tarefa avaliada ser distinta da corrida, é importante ressaltar que esses resultados podem ser oriundos da não padronização do nível de dor da amostra estudada e da faixa etária avaliada, onde os autores incluíram adultos jovens e idosos (21-71 anos).

Segundo Young *et al.* (2001) e Karamanidis e Arampatzis (2006), a idade é um fator que promove uma série de alterações musculoesqueléticas, como diminuição da força muscular intrínseca e pobre atenuação de impacto dos pés, que podem interferir direta ou indiretamente na função da fáscia plantar (Young *et al.*, 2001). No atual estudo, tomou-se o cuidado de quantificar a dor e padronizar a idade para isolar essa variável interveniente.

Além da idade, o desalinhamento da articulação subtalar também é descrita como um fator de risco para o desenvolvimento da fasciíte plantar (Rome *et al.*, 2001). Um desalinhamento em valgo do retropé resultaria na diminuição da estabilidade da articulação subtalar produzindo um estresse excessivo sobre a parte ífero-medial do calcâneo, região esta relacionada à fasciíte plantar (Cornwall e McPoil, 1999; Taunton *et al.*, 2002a; Lieberman *et al.*, 2010).

No entanto, um estudo recente realizado por Pohl, Hamil e Davis (2009), revelou que mulheres corredoras com história de fasciíte plantar não apresentaram diferenças significativas no movimento do retropé (pico, tempo e excursão da eversão) em relação a corredoras controle. Neste estudo os autores também avaliaram a força de reação do solo vertical por meio de uma plataforma de força e observaram que tanto a taxa da carga vertical quanto o pico de impacto foram maiores no grupo com fasciíte plantar. Contudo, os resultados obtidos durante a corrida em esteira, como a utilizada no estudo de Pohl, Hamil e Davis (2009) poderiam ser tratados como certa limitação, pois impõe aos corredores um ambiente pouco convencional para essa atividade física. No atual estudo, porém, com a finalidade de impor os corredores a um local ecologicamente válido, todas as coletas foram realizadas em um piso de asfalto e com um espaço físico de cerca de 40 metros de comprimento, o que possibilita uma corrida mais natural do que a realizada em uma esteira

rolante que segundo, De Wite *et al.* (2000) embora pequena, existe uma diferença, principalmente no apoio médio e terminal.

Além disso, no estudo de Pohl *et al.* (2009), as mulheres corredoras avaliadas apresentavam apenas história de fasciite plantar com média de 2,5 anos e não abordaram se as corredoras, nesse intervalo de tempo após diagnóstico, realizavam tratamentos para a fasciite plantar. Esses aspectos poderiam interferir nas mensurações biomecânicas realizadas, conforme os próprios autores inferem. No presente estudo tomou-se o cuidado de abordar para avaliação, apenas corredores com fasciite plantar a menos de um ano. Ainda assim, os corredores foram questionados quanto à realização do tratamento e ambos os grupos de fasciite plantar sintomática e assintomática realizavam, porém em um período curto de tempo, em média de seis e nove meses respectivamente. Acredita-se que esse curto tempo de tratamento não foi o suficiente para interferir nas variáveis da pressão plantar estudadas. Visto que de acordo com Young *et al.* (2001) o tratamento para essa doença é em torno de seis a dezoito meses.

Vale a pena ressaltar que a distribuição da pressão plantar permitiu interpretações diretas sobre o comportamento da carga plantar na superfície dos pés, já que não se realizou uma avaliação cinemática neste estudo. No entanto, Willems *et al.* (2006), demonstraram em um estudo com 400 indivíduos que existe concordância entre os dados da distribuição da pressão plantar e a cinemática do retropé. Essa concordância pode explicar e confirmar os resultados deste estudo, ao não encontrar mudanças no padrão da distribuição da pressão plantar de corredores com e sem fasciite plantar. Visto que os estudos de Pohl *et al.* (2009) e Messier e Pittala (1988), ao avaliarem a cinemática do retropé de corredores com fasciite plantar, não encontraram diferenças significativas em relação ao controle.

Com uma perspectiva mais voltado ao tratamento Chia *et al.* (2009), observaram que indivíduos com fasciite plantar unilateral ao utilizarem palmilha pré-fabricada ou personalizada reduzem o pico de pressão na região do retropé sintomático em relação ao assintomático. Já a palmilha de suporte apenas para o calcanhar (calcanheira) aumenta o pico de pressão no retropé sintomático. Porém, os autores abordaram apenas indivíduos sedentários e uma vasta população, englobando jovens e idosos, com idade entre 20 e 65 anos. Fato esse que pode interferir nos resultados, necessitando de futuros estudos abordando a população de corredores com amostra mais homogênea, como a avaliada no presente estudo.

Assim, estes achados contribuem para a discussão da literatura sobre os parâmetros terapêuticos para o uso de palmilhas, que, além de almejarem suporte do arco longitudinal medial também inferem aliviar sobrecargas no retropé de indivíduos com fasciite plantar. Talvez, a função desse tipo de órtese podálica atue de forma elementar no suporte do arco plantar medial e, conseqüentemente, na redução da tensão da fáscia, minimizando os microtraumas ao longo dessa estrutura e, como resultado, o alívio da dor. Sendo assim, o mecanismo terapêutico de palmilhas não se daria pela retirada do fator mecânico sobrecarga, pois neste estudo observou-se que a carga plantar de corredores com fasciite plantar não muda em relação aos corredores controles. Diante disso, futuros estudos que avaliem a pressão plantar antes e depois do uso de recursos mecânicos, como palmilhas, em corredores com fasciite plantar sintomático e assintomático, poderiam contribuir para esta discussão.

6.5 Considerações finais do Experimento 2

Conclui-se que o padrão de distribuição da pressão plantar não é alterado em corredores com fasciite plantar sintomáticos e assintomáticos em relação a corredores que não apresentam a doença.

7. CONCLUSÕES FINAIS

Conclui-se que corredores com fasciite plantar sintomática e assintomática não apresentam mudanças no alinhamento ortostático em valgo do retropé e no padrão de distribuição da pressão plantar, durante a corrida. Porém, a condição de fasciite plantar, independente do sintoma de dor, tem associação com um arco longitudinal medial mais elevado.

ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de pesquisa: “**Avaliação estática do complexo tornozelo – pé e padrões dinâmicos da distribuição da pressão plantar de corredores com e sem fasciite plantar**”.

Aluna: Ana Paula Ribeiro

Orientadora: Prof.^a Dr^a. Sílvia M. A. João

Este projeto tem como objetivo central avaliar a distribuição da pressão plantar de corredores com fasciite plantar na fase de ausência e presença de sintomatologia. Por tanto, a senhora será avaliada por meio de alguns procedimentos que estão descritos abaixo de maneira mais detalha. Os resultados verificados serão guardados com suas devidas identificações e mantidos em confidencialidade, os quais serão utilizados única e exclusivamente para fins científicos.

- **Etapa 1:** O (a) senhor (a) será entrevistado por meio de um questionário, onde serão feitas perguntas referentes: ao nome, idade, altura, peso corporal, diagnóstico confirmado da doença, nível e frequência de dor, quilometragem, frequência e intensidade do treino e telefone para contato.
- **Etapa 2:** Será realizado por meio de uma máquina fotográfica a captura da imagem do tornozelo e pé para posterior avaliação postural.
- **Etapa 3:** Será colocado dentro do calçado esportivo uma palmilha junto ao seu pé, seguido da colocação de uma meia antiderrapante para melhor fixação dessa palmilha. Cada palmilha estará interligada a um computador onde serão avaliadas as cargas aplicadas em seus pés enquanto o (a) senhor (a) estiver correndo sobre uma pista de corrida.

Duração do experimento: os testes terão duração de aproximadamente uma hora e serão realizados em 1 dia.

Benefícios: o (a) senhor(a) irá contribuir no entendimento do correr de indivíduos com fasciite plantar, e eventualmente, poderá trazer benefícios aos tratamentos clínicos desse tipo de corredor.

Desconforto e risco: o experimento não envolverá qualquer desconforto ou risco à sua saúde física e mental, além dos riscos encontrados nas atividades normais que o (a) senhor (a) realiza diariamente.

A sua participação nesse estudo é voluntária. O (a) senhor(a) tem a liberdade de desistir de sua participação nesta pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Caso necessite entrar em contato com os pesquisadores responsáveis por esta pesquisa, favor entrar em contato com Ana Paula Ribeiro ou com a Prof^a. Dr^a. Sílvia Maria Amado João, pelo telefone 3091-8424.

Após o conhecimento dos testes aos quais estarei me submetendo, concordo em participar deste projeto de pesquisa, na condição de voluntário, permitindo a realização destes testes e veiculação científica dos dados, conforme condições descritas acima.

É seu direito manter uma cópia deste consentimento.

Data: ____/____/____.

Assinatura do voluntário: _____

Assinatura do pesquisador: _____

ANEXO 2 – APROVAÇÃO DA CAPPESQ

APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 30/01/2008, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **1227/07**, intitulado: "**AValiação Estática do Complexo Tornozelo-Pé e Padrões Dinâmicos da Superfície de Apoio dos Pés de Corredores com e sem Fascite Plantar.**" apresentado pelo Departamento de **FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL**, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10/10/1996, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: **Sílvia Maria Amado João**

Pesquisador (a) Executante: **Ana Paula Ribeiro**

CAPPesq, 11 de Fevereiro de 2008

Prof. Dr. Eduardo Massad
**Presidente da Comissão de
Ética para Análise de Projetos
de Pesquisa**

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do HCFMUSP e da FMUSP Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo Rua Ovidio Pires de Campos, 255, 5º andar - CEP 05403 010 - São Paulo -
SP Fone: 011 3069 6442 Fax: 011 3069 6492 e-mail: cappesq@hcnnet.usp.br / secretariacappesq2@hcnnet.usp.br

ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO SOBRE FASCIITE PLANTAR

Nome: _____

Tel. residencial: _____ Celular: _____ Tel. para contato: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Idade: _____ anos Sexo: () Feminino () Masculino

Peso: _____ Altura: _____

Tem o diagnóstico de fasciite plantar? () sim () não

Data do diagnóstico da doença: ____/____/____.

Data da Ultrasonografia: ____/____/____ ou Rx: ____/____/____.

Você já teve o diagnóstico de fasciite plantar? () Sim () Não . Já faz quanto tempo? ____ meses

QUADRO DE DOR

Atualmente sente dor no calcanhar? () Sim () Não. Qual lado? () direito () esquerdo

Qual área do pé dói? () parte anterior do pé () meio do pé () parte posterior do pé

Se (sim) responda as questões abaixo:

A dor piora ao levantar-se da cama? () Sim () Não

Ao realizar alguns passos a dor diminui? () Sim () Não

Durante o dia a dor tende a aumentar? () Sim () Não

Com o aumento da atividade física a dor piora progressivamente? () Sim () Não

Há quanto tempo existe a queixa de dor? _____ meses.

Marque na tabela abaixo a nota que você dá para sua dor no valor de 1 (mínima) a 10 (não consigo andar).

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
sem dor				média dor						pior dor

Realiza ou realizou algum tipo de tratamento? Marque qual(is) tratamento(s).

1 () Medicamentoso

3 () Medic./Fisioterap.

5 () Nenhum

2 () Fisioterapêutico

4 () Palmilha

6 () Outro: _____

Comprimento de Membros inferiores

Perna direita: _____

Perna esquerda: _____

ATIVIDADE FÍSICA

1. Há quanto tempo você treina corrida? _____ anos
2. Qual o volume semanal de treino? () 20 km () 30km () 40km () 50km () 60km () + de 70km
3. Já sofreu algum outro tipo de lesão no último ano?
() Tendinite supra/ infra patelar () Fraturas tíbia/ pé () Torção de tronozelo () Lesão menisco
() Síndrome trato iliotibial () Lesões ligamentares () Esporão de calcâneo
4. Tem costume de correr no asfalto? () sim () não
5. Quantos pisos você corre?
() grama () asfalto () cimento () pista de tartan () areia batida () esteira
6. Você utiliza quantos tênis para treinar e participar de provas?
() somente 1 tênis para treino e prova
() 2 tênis em treinos e provas
() 2 tênis, um para treino e outro para provas
() 3 tênis, dois em treino e um para provas
() mais de 3 tênis. Qual a distribuição? _____

Relacione o(s) tênis utilizados atualmente (Marca e modelo) :

1. _____
2. _____
3. _____

7. Qual o seu tempo dos 10km nos últimos 6 meses?
() 30 a 33 min () 33 a 36 min () 36 a 39 min () 40 a 45 min () 45 a 50 min
() 50 a 55 min () 55 a 60 min () 60 a 70 min () 70 a 80 min
 8. O seu treino é prescrito por quem?
() técnico ou prof. Educação física () amigos () você próprio
-
-

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldridge T. Diagnosing heel pain in adults. *Am Fam Phys.* 2004; 70 (2): 332-8.

Allen RH, Gross MT. Toe flexors strenght and passive extension range of motion of the first metatarsophalangeal joint in individuals with plantar fasciitis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33 (8): 468-478.

Alvarez-Nemegyei J, Canoso JJ. Heel pain: diagnosis and treatment, step by step. *Cleve Clin J Med.* 2006; 73 (5): 465-71.

Andriacchi TP, Ogle JA, Galante JO. Walking speed as a basis for normal and abnormal gait measurements. *J Biomech.* 1977; 10 (4): 261-8.

Aquino A, Payne C. Function of the plantar fascia. *The foot.* 1999; 9 (2): 73-78.

Associação Brasileira de Corredores - ABC. Disponível na URL: <http://www.abc.esp.br/index.php?conteudo=11&id=33>. 2007. Acessado em 09/08/07.

Barrett SJ, O'Malley R. Plantar fasciitis and other causes of heel pain. *Am Fam Physician.* 1999; 59 (8): 2200-6.

Bedi HS, Love BR. Differences in impulse distribution in patients with plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 1998; 19 (3): 153-6.

Breit GA, Whalen RT. Prediction of human gait parameters from temporal measures of foot-ground contact. *Med Sci Sports Exerc.* 1997; 29 (4): 540-7.

Buchbinder R. Clinical practice. Plantar fasciitis. *N Engl J Med.* 2004; 350 (21): 2159-66.

Campbell-Giovaniello KJ. Clinical snapshot: plantar fasciitis. *Am J Nursing.* 1997; 97 (9): 38-39.

Cavanagh P, Rodgers M. The arch index: A useful measure from footprints. *J Biomech.* 1987b; 20(5): 547-551.

- Cavanagh PR. The biomechanics of lower extremity action in distance running. *Foot Ankle*. 1987a; 7(4): 197-217.
- Cavanagh PR, Lafortune MA. Ground reaction forces in distance running. *J Biomech*. 1980; 13 (5): 397-406.
- Cavanagh PR, Ulbrecht JS. Clinical plantar pressure measurement in diabetes: rationale and methodology. *The Foot*. 1994; 4(3): 123-135.
- Chandler TJ, Kibler WB. A biomechanical approach to the prevention, treatment and rehabilitation of plantar fasciitis. *Sports Med*. 1993; 15 (5): 344-52.
- Chang CW, Wang YC, Hou WH, Lee XX, Chang KF. Medical calcaneal neuropathy is associated with plantar fasciitis. *Clin Neurophysiology*. 2007; 118 (1): 119-123.
- Cheung JT, Zhang M, An KN. Effect of Achilles tendon loading on plantar fascia tension in the standing foot. *Clin Biomech*. 2006; 21 (2): 194-203.
- Chia KK, Suresh S, Kuah A, Ong JL, Phua JM, Seah AL. Comparative trial of the foot pressure patterns between corrective orthotics, formthotics, bone spur pads and flat insoles in patients with chronic plantar fasciitis. *Ann Acad Med Singapore*. 2009; 38 (10): 869-75.
- Chuckpaiwong B, Nunley JA, Mall NA, Queen RM. The effect of foot type on in-shoe plantar pressure during walking and running. *Gait Posture*. 2008; 28(3): 405-11.
- Clement DB, Taunton JE, Smart GW, McNicol KL. A survey of overuse running injuries. *Phys Sports Med*. 1981; 9(5): 47-58.
- Cole C, Seto C, Gazewood J. Plantar fasciitis: evidence-based review of diagnosis and therapy. *Am Fam Physician*. 2005; 72(11): 2237-42.
- Cornwall MW, McPoil TG. Plantar fasciitis: etiology and treatment. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999; 29(12): 756-60.

- Cornwall MW, McPoil TG. Influence of rearfoot postural alignment on rearfoot motion during walking. *The foot*. 2004; 14(3): 133-38.
- CORPORE. Número de associados e de praticantes nas provas. [on line]: http://www.corpore.org.br/cor_corpore_estatisticas.asp. 2009. Acessado em dezembro de 2009.
- De Wit B, De Clercq D, Aerts P. Biomechanical analysis of the stance phase during barefoot and shod running. *J Biomech*. 2000; 33(3): 269-78.
- DeLeo AT, Dierks TA, Ferber R, Davis IS. Lower extremity joint coupling during running: a current update. *Clin Biomech*. 2004; 19(10): 983-91.
- Duffey MJ, Martin DF, Cannon DW, Craven T, Messier SP. Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32(11): 1825-32.
- Eng JJ, Pierrynowski MR. The effect of soft foot orthotics on three-dimensional lower-limb kinematics during walking and running. *Phys Ther*. 1994; 74(9): 836-44.
- Frederick EC. Biomechanical consequences of sport shoe design. *Exerc Sport Sci Rev*. 1986; 14: 375-400.
- Giddings VL, Beaupre GS, Whalen RT, Carter DR. Calcaneal loading during walking and running. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32(3): 627-34.
- Gill LH. Plantar fasciitis: diagnosis and conservative management *J Am Acad Orthop Surg*. 1997; 5: 109-117.
- Griffith JF, Wong SM, Li EK. Ultrasound evaluation of plantar fasciitis. *Scand J Rheumatol*. 2001; 30(3): 176-177.
- Hardin EC, van den Bogert AJ, Hamill J. Kinematic adaptations during running: effects of footwear, surface, and duration. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36(5): 838-844.
- Hicks J. The foot as a support. *Acta Anat*. 1955; 25: 34-45.

- Hicks JH. The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. *J Anat.* 1954; 88(1): 25-30.
- Hintermann B, Nigg BM. Pronation in runners. Implications for injuries. *Sports Med.* 1998; 26(3): 169-176.
- Hohmann E, Wortler K, Imhoff AB. MR imaging of the hip and knee before and after marathon running. *Am J Sports Med.* 2004; 32(1): 55-59.
- Hreljac A. Impact and overuse injuries in runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(5): 845-9.
- Huang CK, Kitoaka HB, An KN. Biomechanical stability of the arch. *Foot Ankle.* 1993; 14: 353-357.
- Huang YC, Wang LY, Wang HC. The relationship between the flexible flatfoot and plantar fasciitis ultrasonographic evaluation. *Chang Gung Med J.* 2004; 27: 443-448.
- Imamura M, Imamura S, Carvalho AE, Mazagao RA, Cassius DA, Fischer AA. Plantar fasciitis: a new treatment approach. *Archives Physical Medicine Rehabilitation.* 2003; 84 (9): E4.
- Irving DB, Cook JL, Menz HB. Factors associated with chronic plantar heel pain: a systematic review. *J Sci Med Sport.* 2006; 9(1-2): 11-22; discussion 23-4.
- Iunes DH, Castro FA, Salgado HS, Moura I, Oliveira AS, Bevilacqua-Grossi D. Confiabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. *Rev Bras Fisioter.* 2005; 9(3): 327-334.
- Jamali B, Walker M, Hoke B, Echternach J. Windlass taping technique for symptomatic relief of plantar fasciitis *J Sport Rehabil.* 2004; 13: 228-243.
- Jensen MP, Karoly P, Braver S. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain.* 1986; 27(1): 117-26.

- Kane D, Greaney T, Shanahan M, Duffy G, Bresnihan B, Gibney R, *et al.* The role of ultrasonography in the diagnosis and management of idiopathic plantar fasciitis. *Rheumatology* 2001; 40(9): 1002-1008.
- Karamanidis K, Arampatzis A. Mechanical and morphological properties of human quadriceps femoris and triceps surae muscle-tendon unit in relation to aging and running. *J Biomech.* 2006; 39(3): 406-417.
- Karr SD. Subcalcaneal heel pain. *Orthop Clin North Am.* 1994; 25(1): 161-75.
- Kato Y, Chao EY, Morrey BF, Laughman RK. Objective technique for evaluating painful heel syndrome and its treatment. *Foot Ankle.* 1983; 3(4): 227-37.
- Kaya BK. Plantar fasciitis in athletes. *J Sport Rehabil.* 1996; 5: 305-320.
- Kelly AJ, Wainwright AM, Winson IG. Plantar pressures are normal in plantar fasciitis. *Foot Dis.* 1995; 11(2): 129-132.
- Kibler WB, Goldberg C, Chandler TJ. Functional biomechanical deficits in running athletes with plantar fasciitis. *Am J Sports Med.* 1991; 19(1): 66-71.
- Kitaoka HB, Luo ZP, An KN. Effect of plantar fasciotomy on stability of arch of foot. *Clin Orthop Relat Res.* 1997a; 344: 307-12.
- Kitaoka HB, Luo ZP, An KN. Mechanical behavior of the foot and ankle after plantar fascia release in the unstable foot. *Foot Ankle Int.* 1997b; 18(1): 8-15.
- Kogler GF, Solomonidis SE, Paul JP. Biomechanics of longitudinal arch support mechanisms in foot orthoses and their effect on plantar aponeurosis strain. *Clin Biomech.* 1996; 11(5): 243-252.
- Kosmahl EM, Kosmahl HE. Painful Plantar Heel, Plantar Fasciitis, and Calcaneal spur: Etiology and Treatment. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987; 9(1): 17-24.

- Krivickas L. Anatomical factors associated with overuse sports injuries. *Sports Medicine*. 1997; 24(2): 132-146.
- Kwong PK, Kay D, Voner RT, White MW. Plantar fasciitis. Mechanics and pathomechanics of treatment. *Clin Sports Med*. 1988; 7(1): 119-26.
- Landorf KB, Keenan AM, Hebert RD. What type of orthosis is most effective in treating chronic plantar fasciitis? *Clin J Sport Med*. 2007; 17(3): 227-228.
- Landorf KB, Keenan AM, Herbert RD. Effectiveness of different types of foot orthoses for the treatment of plantar fasciitis. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2004; 94(6): 542-549.
- Landorf KB, Keenan AM, Herbert RD. Orthotics not effective for plantar fasciitis. *J Family Practice*. 2006; 55(10): 844.
- Laurino CFS, Lopes AD, Mano KS, Cohen M, Abdallas RJ. Lesões músculoesqueléticas no atletismo. *Rev Bras Ortop*. 2000; 35(9): 364-368.
- Liddle D, Rome K, Howe T. Vertical ground reaction forces in patients with unilateral plantar heel pain - a pilot study. *Gait Posture*. 2000; 11(1): 62-6.
- Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, Daoud AI, D'Andrea S, Davis IS, *et al*. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*. 2010; 463(7280): 531-5.
- Lynch DM, Goforth WP, Martin JE, Odom RD, Preece CK, Kotter MW. Conservative treatment of plantar fasciitis. A prospective study. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1998; 88(8): 375-80.
- Lysholm J, Wiklander J. Injuries to runners. *Am J Sports Med*. 1987; 15(2): 168-171.
- Macera CA. Lower extremity injuries in runners. *Advances in prediction*. *Sports Med*. 1992; 13(1): 50-7.

- Mall NA, Mack Hardaker W, J.A.; N, Queen RM. The reliability and reproducibility of foot type measurements using a mirrored foot photo box and digital photography compared to caliper measurements. *J Biomech.* 2007; 40(5): 1171-1176.
- Marsico V, Moretti B, Patella V, De Serio S, Simone C. Analisi baropodometrica Del passo in soggetti sani anziani Ed in pazienti gonartrosici prima e dopo intervento di artroprotesi di ginocchio. *G Ital Med Lav Erg.* 2002; 24(1): 72-83.
- McClay I, Manal K. A comparison of three-dimensional lower extremity kinematics during running between excessive pronators and normals. *Clin Biomech.* 1998; 13(3): 195-203.
- McPoil TG, Cornwall MW. Relationship between three static angles of the rearfoot and the pattern of rearfoot motion during walking. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996; 23(6): 370-375.
- McPoil TG, Martin RL, Cornwall MW, Wukich DK, Irrgang JJ, Godges JJ. Heel pain--plantar fasciitis: clinical practice guidelines linked to the international classification of function, disability, and health from the orthopaedic section of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008; 38(4): A1-A18.
- Messier SP, Pittala KA. Etiologic factors associated with selected running injuries. *Med Sci Sports Exerc.* 1988; 20(5): 501-505.
- Michelson JD. Heel pain: when is it plantar fasciitis? *J Musculoskelet Med.* 1995; 12: 22-26.
- Milner CE, Ferber R, Pollard CD, Hamill J, Davis IS. Biomechanical factors associated with tibial stress fractures in female runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2006; 38(2): 323-328.
- Moss CL. Taping for Excessive Pronation: Reverse 8-Stirrup. *J Athl Train.* 1992; 27(1): 85-87.
- Munro CF, Miller DI, Fuglevand AJ. Ground reaction forces in running: a reexamination. *J Biomech.* 1987; 20(2): 147-55.

- Nigg BM. Biomechanics, load analysis and sports injuries in the lower extremities. *Sports Med.* 1985; 2(5): 367-379.
- Nigg BM. Biomechanics of running shoes (1986), Champaign: Human Kinetics. 180p.
- Nigg BM. The role of impact forces and foot pronation: a new paradigm. *Clin J Sport Med.* 2001; 11(1): 2-9.
- Novacheck TF. The biomechanics of running. *Gait Posture.* 1998; 7(1): 77-95.
- Nurse MA, Nigg BM. The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity. *Clin Biomech.* 2001; 16(9): 719-727.
- O'Malley MJ, Page A, Cook R. Endoscopic plantar fasciotomy for chronic heel pain. *Foot Ankle Int.* 2000; 21(6): 505-10.
- Paluska SA. An overview of hip injuries in running. *Sports Med.* 2005; 35(11): 991-1014.
- Pfeffer G, Bacchetti P, Deland J. Comparison of custom and prefabricated orthoses in the initial treatment of proximal plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 1999; 20: 214-221.
- Pohl MB, Hamil J, Davis IS. Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. *Clin J Sport Med.* 2009; 19(5): 372-376.
- Prichasuk S, Subhadrabandhu T. The relationship of pes planus and calcaneal spur to plantar heel pain. *Clin Orthop Relat Res.* 1994; (306): 192-6.
- Rano JA, Fallet LM, Savoy-Moore RT. Correlation of heel pain with body mass index and other characteristics of heel pain *J Foot Ankle Surg.* 2001; 40(6): 351-356.
- Rasch P. *Cinesiologia e anatomia aplicada* (1991) Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 216p.
- Ribeiro AP, Tombini-Souza F, Iunes DH, Monte Raso VV. Confiabilidade inter e intra-examinador da fotopodometria e intra-examinador da fotopodoscopia. *Rev Bras Fisioter.* 2006; 10(4): 435-439.

- Riddle DL, Pulisic M, Pidcoe P, Johnson RE. Risk factors for Plantar fasciitis: a matched case-control study. *J Bone Joint Surg Am*. 2003; 85-A(5): 872-7.
- Riddle DL, Schappert SM. Volume of ambulatory care visits and patterns of care for patients diagnosis with plantar fasciitis: a national study of doctors. *Foot Ankle Int*. 2004; 25(5): 303-310.
- Rome K. Anthropometric and biomechanical risk factors in the development of plantar heel pain: a review of the literature. *Phys Ther Rev*. 1997; 2(3): 123-134.
- Rome K, Howe T, Haslock I. Risk factors associated with the development of plantar heel pain in athletes. *The foot*. 2001; 11(3): 119-125.
- Ross M. Use of the tissue stress model as a paradigm for developing an examination and management plan for a patient with plantar fasciitis. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2002; 92(9): 499-506.
- Roxas M. Plantar fasciitis: diagnosis and therapeutic consideration. *Alternative Medicine Review*. 2005; 10(2): 83-93.
- Sacco ICN, Aliberti S, Queiroz B, Pripas D, Kieling I, Kimura A, *et al*. Reliability of photogrammetry in relation to goniometry for postural lower limb assessment. *Rev. Bras. Fisioter*. 2007; 11(5): 411-17.
- Sarrafian SK. Functional characteristics of the foot and plantar aponeurosis under tibiotalar loading. *Foot Ankle*. 1987; 8(1): 4-18.
- Saxelby J, Betts RF, Bygrave CJ. Low-Dye' taping on the foot in the management of plantar-fasciitis. *The foot*. 1997; 7(4): 205-209.
- Schepesis AA, Leach RE, Gorzyca J. Plantar fasciitis. Etiology, treatment, surgical results, and review of the literature. *Clin Orthop Relat Res*. 1991; (266): 185-96.

- Shama SS, Kominsky SJ, Lemont H. Prevalence of non-painful heel spur and its relation to postural foot position. *J Am Podiatry Assoc.* 1983; 73(3): 122-3.
- Shane SS, Draper DO. A modified low-dye taping technique to support the medial longitudinal arch and reduce excessive pronation. *J Athl Train.* 1995; 30(3): 266-268.
- Singh D, Angel J, Bentley G, Trevino SG. Fortnightly review. Plantar fasciitis. *BMJ.* 1997; 315(7101): 172-5.
- Sneyers CJ, Lysens R, Feys H, Andries R. Influence of malalignment of feet on the plantar pressure pattern in running. *Foot Ankle Int.* 1995; 16(10): 624-32.
- Stacoff A, Reinschmidt C, Nigg BM, Van Den Bogert AJ, Lundberg A, Denoth J, *et al.* Effects of shoe sole construction on skeletal motion during running. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(2): 311-9.
- Stergiou N, Bates BT. The relation between subtalar and knee joint function as a possible mechanism for running injuries. *Gait Posture.* 1997; 6(3): 177-185.
- Stergiou N, Bates BT, James SL. Asynchrony between subtalar and knee joint function during running. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31(11): 1645-1655.
- Stergiou N, Bates BT, Kury MJ. Subtalar and Knee joint interaction during running at various stride lengths. *J Sports Med Phys Fitnees.* 2003; 43(3): 319-326.
- Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. Plantar fasciitis: a retrospective analysis of 267 cases. *Phys Ther Sport.* 2002a; 3(2): 57-65.
- Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med.* 2002b; 36(2): 95-101.

- Tessutti V (2008). Distribuição dinâmica de sobrecargas no pé durante a corrida em diferentes pisos. Departamento de Fisioterapia. São Paulo, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado: p.104.
- Tessutti V, Trombini-Souza F, Ribeiro AP, Nunes AL, Sacco ID. In-shoe plantar pressure distribution during running on natural grass and asphalt in recreational runners. *J Sci Med Sport*. 2010; 13(1): 151-155.
- Thijs Y, De Clercq D, Roosen P, Witvrouw E. Gait-related intrinsic risk factors for patellofemoral pain in novice recreational runners. *Br J Sports Med*. 2008; 42(6): 466-71.
- Thordarson DB, Hedman T, Lundquist D. Effect of calcaneal osteotomy and plantar fasciotomy on arch configuration in a flat model. *Foot Ankle Int*. 1998; 19: 374-378.
- Tillman MD, Fiolkowski P, Bauer JA, Reisinger KD. In-Shoe Plantar Measurements during Running on Different Surfaces: Changes in Temporal and Kinetic Parameters. *Sports Engineering* 2002; 5: 121-128.
- Tisdell CL, Donley BG, Sferra JJ. Diagnosing and treating plantar fasciitis: a conservative approach to plantar heel pain. *Cleve Clin J Med*. 1999; 66(4): 231-5.
- Trombini-Souza F, Ribeiro A, Iunes D, Monte Raso V. Correlação entre as estruturas dos membros inferiores. *Revista Fisioterapia e Pesquisa*. 2009; 16(3): 20-30.
- Van Gent RN, Siem D, van Middelkoop M, van Os AG, Bierma-Zeinstra SM, Koes KW. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. 2007; 41(8): 469-480.
- Viel E. A marcha humana, a corrida e o salto. (2001) São Paulo, Manole. 291p.
- Viel E, Esnault M. The effect of increased tension in the plantar fascia: a biomechanical analysis. *Physiother Theory Pract*. 1989; 5: 69-73.

- Warren BL. Anatomical factors associated with predicting plantar fasciitis in long-distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1984; 16(1): 60-3.
- Warren BL, Jones CJ. Predicting plantar fasciitis in runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1987; 19(1): 71-3.
- Wearing SC, Smeathers JE, Sullivan PM, Yates B, Urry SR, Dubois P. Plantar fasciitis: are pain and fascial thickness associated with arch shape and loading? *Phys Ther.* 2007; 87(8): 1002-8.
- Wearing SC, Smeathers JE, Urry SR. The effect of plantar fasciitis on vertical foot-ground reaction force. *Clin Orthop Relat Res.* 2003; (409): 175-85.
- Wearing SC, Smeathers JE, Urry SR, Hennig EM, Hills AP. The pathomechanics of plantar fasciitis. *Sports Med.* 2006; 36(7): 585-611.
- Wegener C, Burns J, Penkala S. Effect of neutral-cushioned running shoes on plantar pressure loading and comfort in athletes with cavus feet: a crossover randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2008; 36(11): 2139-46.
- Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J. Strength Conditioning Research.* 2005; 19(1): 231-240.
- Weist R, Eils E, Rosenbaum D. The influence of muscle fatigue on electromyogram and plantar pressure patterns as an explanation for the incidence of metatarsal stress fractures. *Am J Sports Med.* 2004; 32(8): 1893-8.
- Wiegerinck JI, Boyd J, Yoder JC, Abbey AN, Nunley JA, Queen RM. Differences in plantar loading between training shoes and racing flats at a self-selected running speed. *Gait Posture.* 2009; 29(3): 514-9.

- Willems TM, De Clercq D, Delbaere K, Vanderstraeten G, De Cock A, Witvrouw E. A prospective study of gait related risk factors for exercise-related lower leg pain. *Gait Posture*. 2006; 23(1): 91-8.
- Young CC, Rutherford DS, Niedfeldt MW. Treatment of plantar fasciitis. *Am Fam Physician*. 2001; 63(3): 467-474.
- Zonnenberg AJJ, Maanen V, Elvers JWH, Oostendorp RAB. Intra/interrater reliability of measurements on body posture photographs. *J Craniomandibular Practice* 1996; 14(4): 326-331.

9. APÊNCIDE - ARTIGO

Artigo em processo de revisão no Journal of Science and Medicine in Sport

A manuscript number has been assigned: JSAMS-D-09-00195

De: Journal of Science and Medicine in Sport <jsams@sma.or ...

• Sexta-feira, 17 de Julho de 2009 2:39:00

[Adicionar a contatos](#)

Para: apribeiro@usp.br

Ms. Ref. No.: JSAMS-D-09-00195

Title: THE EFFECTS OF PLANTAR FASCIITIS AND PAIN ON PLANTAR PRESSURE DISTRIBUTION OF RECREATIONAL RUNNERS

Journal of Science and Medicine in Sport

Dear M.Sc. Ana Paula Ribeiro,

Your submission entitled "THE EFFECTS OF PLANTAR FASCIITIS AND PAIN ON PLANTAR PRESSURE DISTRIBUTION OF RECREATIONAL RUNNERS" has been assigned the following manuscript number: JSAMS-D-09-00195.

You may check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System as an author. The URL is <http://ees.elsevier.com/jsams/>.

Your username is: apribeiro

Your password is: ribeiro73525

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Lesley Crompton

Receiving Ed/Office

Journal of Science and Medicine in Sport

Your Submission JSAMS-D-09-00195

De: Journal of Science and Medicine in Sport <jsams@si...

Quinta-feira, 11 de Fevereiro de 2010 3:10:47

[Adicionar a contatos](#)

Para: apribeiro@usp.br

Ms. Ref. No.: JSAMS-D-09-00195

Title: THE EFFECTS OF PLANTAR FASCIITIS AND PAIN ON PLANTAR PRESSURE
DISTRIBUTION OF RECREATIONAL RUNNERS

Journal of Science and Medicine in Sport

Dear M.Sc. Ana Paula Ribeiro,

Reviewers have now commented on your paper. You will see that they are advising that you revise your manuscript. If you are prepared to undertake the work required, I would be pleased to consider your paper further.

For your guidance, reviewers' comments are appended below.

If you decide to revise the work, please submit a list of changes or a rebuttal against each point which is being raised when you submit the revised manuscript. Please ensure that in your list of changes you use page, paragraph, and line numbers relevant to the revised manuscript to indicate where changes have taken place.

To submit a revision, please go to <http://ees.elsevier.com/jsams/> and login as an Author.

Your username is: apribeiro

Your password is: ribeiro73525

On your Main Menu page is a folder entitled "Submissions Needing Revision". You will find your submission record there.

Yours sincerely

Lesley Crompton

Receiving Ed/Office

Journal of Science and Medicine in Sport

Reviewers' comments:

Reviewer #1: Overall, the manuscript will be of interest to both practitioners and researchers. The article is well-written and requires minor changes.

Submission Confirmation for JSAMS-D-09-00195R1

De: Journal of Science and Medicine in Sport <jsams@sm...

Quarta-feira, 17 de Fevereiro de 2010 15:38:06

[Adicionar a contatos](#)

Para: apribeiro@usp.br

Ms. Ref. No.: JSAMS-D-09-00195R1

Title: THE EFFECTS OF PLANTAR FASCIITIS AND PAIN ON PLANTAR PRESSURE DISTRIBUTION OF
RECREATIONAL RUNNERS

Journal of Science and Medicine in Sport

Dear M.Sc. Ana Paula Ribeiro,

Your revised manuscript was received for reconsideration for publication in Journal of Science and Medicine in Sport.

You may check the status of your manuscript by logging onto the Elsevier Editorial System as an Author at <http://ees.elsevier.com/jsams/>.

Your username is: apribeiro

Your password is: ribeiro73525

Kind regards,

Elsevier Editorial System

Journal of Science and Medicine in Sport

THE EFFECTS OF PLANTAR FASCIITIS AND PAIN ON PLANTAR PRESSURE DISTRIBUTION OF RECREATIONAL RUNNERS

*Ana Paula Ribeiro¹, Francis Trombini-Souza¹, Vitor D. Tessutti¹, Fernanda R. Lima², Isabel
C.N. Sacco¹, Sílvia M.A. João¹*

¹ University of Sao Paulo, Physical Therapy, Speech and Occupational Therapy Department, School of Medicine, São Paulo, Brazil.

² University of Sao Paulo, Rehabilitation in Sport Rheumatology Department, School of Medicine, Sao Paulo, Brazil.

Corresponding author:

Ana Paula Ribeiro

Physical Therapy, Speech and Occupational Therapy Department, School of Medicine, University of Sao Paulo. R. Cipotânia, 51, Cidade Universitária – São Paulo – SP, Brazil, 056360-160. Phone: 55 11 3091-8424.

Email: apribeiro@usp.br, anapaulafisioterapia@yahoo.com.br

ABSTRACT

Plantar fasciitis is the third most frequent injury in runners. Despite its high prevalence, its pathogenesis remains inconclusive. The literature reports overload as the basic mechanism for its development. However, the way that these plantar loads are distributed on the foot surface of runners with plantar fasciitis and the effects of pain on this mechanical factor have not yet been investigated. Therefore, the aim of this study was to evaluate and compare the plantar pressure distributions during running in subjects with (symptomatic and asymptomatic) and without plantar fasciitis. Forty-five recreational runners with plantar fasciitis (30 symptomatic and 15 asymptomatic) and 60 runners without plantar fasciitis were evaluated. Pain was assessed by a visual analogue scale. All runners were evaluated by means of the Pedar system insoles during running forty meters at a speed of $12\pm5\%$ km/h, using standard sport footwear. Two-way ANOVAS were employed to investigate the main and interaction effects between groups and plantar areas. No interaction effects were found for any of the investigated variables: peak pressure ($p=0.61$), contact area ($p=0.38$), contact time ($p=0.91$), and the pressure-time integral ($p=0.50$). These findings indicated that the patterns of plantar pressure distribution were not affected in recreational runners with plantar fasciitis when compared to control runners. Pain also did not interfere with the dynamic patterns of the plantar pressure distributions.

Key-Words: Plantar fasciitis, runners, foot, pain

INTRODUCTION

Plantar fasciitis is a common musculoskeletal disorder[1], which affects 25% of athletes[2] and 10% of sedentary individuals[3-5] and is the third most frequent injury in runners[6]. Commonly referred to calcaneus spur or plantar heel pain, plantar fasciitis is characterized by localized pain on the plantar fascia insertion, which is exacerbated in the mornings after getting up or after long rest periods[7, 8].

Despite its high prevalence, knowledge about its pathogenesis is still limited[9]. It is reported that chronic inflammation is a secondary mechanism, which induces degenerative changes of the aponeurotic tissues[9], however, its etiology is still controversial and various intrinsic and extrinsic factors are cited in the literature[5,9]. Amongst all of the factors, mechanical overload and excessive stretching of the plantar fascia are often associated with its development[3,4,10-12]. According to Kibler *et al.* (1991)[3] and Bedi and Love (1998)[11], increases in plantar overloads of the feet promote stretching stresses on the plantar aponeurosis, which cause microtraumas and subsequent degenerative changes of the connective tissues, leading to the development of plantar fasciitis. Previous studies investigated the effect of mechanical overloads during gait in non-athletes with plantar fasciitis[11-15]. Particularly, these studies evaluated the areas of the plantar fascia insertions on the rearfoot area and observed that the plantar load was not changed in individuals with plantar fasciitis[11,13-15]. According to Wearing *et al.* (2007)[12], the symptomatic feet make some adaptations during gait to reduce the load on the rearfoot and proposed two possible theories. First, it is not possible to infer if increased loads in other areas of the foot, such as in the middle and forefoot, as described by some authors[11,12], in fact, contribute to the development of plantar fasciitis, by inducing the stretching of the fascia. Secondly, the presence of pain in the rearfoot would promote protective mechanisms, which could reduce the plantar load in this area[12]. Based upon these hypotheses, the majority of interventions target use rearfoot insoles to reduce the pain symptoms, however, recent studies[16,17], demonstrated that they cannot prevent long-term reoccurrences.

According to biomechanical studies, it is possible that the load distributions on the foot surfaces in individuals with plantar fasciitis would be different during the symptomatic and asymptomatic phases of the disease. However, the patterns of plantar pressure distribution in sedentary individuals with plantar fasciitis during the symptomatic phase are still inconclusive. In addition, studies which evaluated the effects of plantar fasciitis during running are still scarce, even though its incidence is higher in runners[6,18]. Taking into consideration that recreational running provides significant impact on the rearfoot area and that these mechanical stimuli are generally repeated over 625 times per km[19], it is important to better understand how the rearfoot or other adjacent areas receive loads during running. Another question is if the pain caused by plantar fasciitis induces adaptations on the rollover process of the foot leading to greater pressures on the forefoot to avoid loads of the painful rearfoot.

Therefore, the purpose of this study was to evaluate the effects of plantar fasciitis and pain on the patterns of plantar pressure distribution of recreational runners. The hypotheses were that the group with symptomatic plantar fasciitis would receive higher loads on the forefoot and that the asymptomatic plantar fasciitis group would show higher loads on the rearfoot in comparison with the control group.

METHODS

Subjects

One hundred and five recreational adult runners of both genders and ages ranging from 20 to 55 years[14,15] participated in the study. For inclusion in this study, the runners must have run at least 20 km weekly for at least one year, experienced in long distance competitions, had to have regular rear foot strike pattern, had no musculoskeletal injury in the last 6 months, and have a maximum leg length discrepancy of 1 cm.

The runners were recruited from the Rehabilitation Center in Sport Rheumatology of the University Hospital in São Paulo, Brazil, and all signed a term of informed consent approved by the Local Ethical Committee (Protocol No.1227/07).

Forty-five runners had clinical diagnoses of unilateral plantar fasciitis, confirmed by ultrasonography[15]. Thirty had complaints of chronic heel pain for more than four months (symptomatic group) and 15 had no complaints (asymptomatic group). The symptomatic group must have had pain from palpation of the plantar fascia, complaints of pain in the morning during standing, and after assuming sitting and standing positions for a long duration[12,15]. The control group was composed by 60 runners without symptoms and diagnoses of plantar fasciitis.

The mean weekly training volume was 40 ± 12 km (asymptomatic group) and 45 ± 10 km (symptomatic group), whereas the mean time practicing running was 7 ± 5 years for the asymptomatic group and 6 ± 5 years for the symptomatic group. For the control group, the mean weekly training volume was 45 ± 6 km and the mean weekly time of training of 4 ± 3 years. The mean running speed of all subjects of their last 10km competition was 11.7 ± 0.6 km/h, reported by the subjects.

Initial assessment

All runners were interviewed using a questionnaire previously elaborated, in order to characterize the runners' history and clarification of the exclusion criteria. This questionnaire was divided into four items: personal data; anthropometric characteristics, plantar fasciitis data and physical activity data – running.

Pain assessment

The magnitude of pain for the symptomatic PF group was assessed by a 10 cm visual analogue scale (VAS), where the subjects rated their pain as none to unbearable, following validity and reliability described by Jensen *et. al.* (1986)[20]. This scale has already been used in several studies on plantar fasciitis [12,15,21].

Procedures and Instruments

The plantar pressure distribution was measured by the Pedar X system (Novel, Munich, Germany) at 100Hz. All runners wore a standard running shoe model (RAINHA SYSTEM, RAINHA,

Alpargatas, São Paulo, Brazil, and Size USA 7-12), that is commonly used by recreational runners in Brazil. Its characteristics include an EVA sole composed of light and highly resilient plastic, which disperses the impact horizontally through the sole in order to return to the initial state quickly and is recommended by the manufacturer as running shoe with a neutral strike. The insoles were placed between the socks and the shoe and were connected to equipment inside a backpack. The backpack and equipment totalled about 1.5 kg. The insoles were 2.5 mm thick and contained a matrix of 99 capacitive pressure sensors with a spatial resolution of 1.6 to 2.2 cm².

The runners underwent a pre-trial adaptation phase running using the footwear and the backpack. Subjects ran a distance of 40 m at 12 km/h and a $\pm 5\%$ km/h was tolerated. Speed was measured within the middle 20m after excluding the first and last 10m by stopwatch[22]. In order to minimize errors, two observers simultaneously timed the run by stopwatch with a time of 6 seconds ($\pm 5\%$) and the interobserver assessment was concordant (ICC =96%). We considered that the subjects was adapted to the environment (backpack and footwear) when their mean speed of three consecutive 40m runs was 12 km/h ($\pm 5\%$). After the pre-trial adaptation phase, the individuals ran 2 times and about 30 steps were acquired for analysis. Running speed was consistent across trials for a given subject and across all subjects (mean speed).

The running location used for data collection was an asphalt surface in an avenue in a good state and flat and regular for at least 70 m

The peak pressure (kPa), contact area (cm²), contact time (ms) and the pressure-time integral (kPa.s) were analysed in six plantar areas. Peak pressure, pressure-time integral, and contact time were measured over six plantar regions. The plantar surface was first divided into three larger areas: R - rear foot (30% of foot length), M - midfoot (30% of foot length), and F – forefoot and toes (40% of foot length)[23]. The rear foot and forefoot were subdivided, respectively, into: MR – medial rear foot (30% of the rear foot width), CR - central rear foot (40% of the rear foot width) and LR - lateral rear foot (30% of the rear foot width); MF – medial forefoot (55% of the forefoot width) and LF –lateral forefoot (45% of the forefoot width)

Statistical Analyses

Plantar pressure variables followed a normal distribution (Shapiro-Wilk's Test) and variances were homogeneous (Levene's Test). For statistical purposes, pressure data of only one foot per subject was analyzed and the mean pressure of approximately 30 steps per subject was compared between groups. Groups and plantar areas were compared by four ANOVAs 2-way for repeated measures (3 x 6), plantar areas (6) were within factor, followed by Tukey HSD post-hoc test ($P < 0.05$).

RESULTS

The groups were similar regarding their demographic and anthropometric characteristics (Table 1). The runners with plantar fasciitis had a mean time since the onset of pain of 7 ± 2 months and pain level of 5.1 ± 2.1 cm.

Insert Table 1 here

As shown in Table 2, no interactions were found between groups and plantar areas for any of the investigated variables: Peak of pressure ($F=1.23$; $p = 0.253$), contact area ($F=2.75$; $p=0.068$), contact time ($F= 0.55$; $p = 0.876$), and pressure-time integral ($F=1.25$; $p=0.245$) were found (Table 2).

DISCUSSION

The aim of the present study was to evaluate and compare the patterns of the plantar pressure distributions in symptomatic and asymptomatic runners with diagnoses of plantar fasciitis and a control group during running. The results demonstrated that the presence or absent of pain associated with plantar fasciitis did not change plantar pressure distributions during running.

Despite that overload is commonly cited in the literature as a fundamental risk factor for the development of plantar fasciitis[3,4,11,12], mainly in runners[2,6,18], the evaluation of these plantar loads during activities, such as running, is still scarce in the literature. According to Irving *et al.* (2006)[24], there are few studies investigating the plantar pressure distribution during walking in

individuals with plantar fasciitis in order to evaluate the efficacy of interventions and preventive treatments [11-13].

Wearing *et al.* (2003)[15] observed that during gait, individuals with plantar fasciitis made global adjustments, which influenced the load patterns of both the lower limbs, regardless of the affected side. These specific adjustments resulted in decreased rearfoot loads of 8% and forefoot loads of 6% on the affected limbs. Thus, according to these authors, the presence of pain in the rearfoot promotes the rollover of the foot adaptations and lead to inconsistent gait patterns, which thus makes it difficult to find out the effects of plantar fasciitis on the imposed pressures to the plantar surface.

Knowing that this capacity of adaptation during motor tasks, such as gait, may occur in individuals with plantar fasciitis, it was opted to analyse the pressure patterns during more challenging tasks, such as running, which require better motor control and substantial cyclical impacts over the plantar surface[19]. However, the present results demonstrated that the mechanical loads over the plantar surfaces did not change with running, even with the presence of plantar fasciitis and/or chronic pain symptoms. These findings were also observed by Kelly *et al.* (1995)[13] and Liddle *et al.* (2000)[14] during gait with non-athletic individuals.

The runners in the present study who had symptomatic plantar fasciitis had an average of seven years of training and a mean age of 45 years. Thus, it may be assumed that they had effective running technique training. It has been described in the literature that the impact forces during running are attenuated by passive structures, such as bone and joint tissues, and active structures (muscles)[25]. Besides these changes, Hintermann and Nigg (1998)[26] and Stergiou *et al.* (1999; 2003)[27,28] reported that the synchronization of the subtalar movements of pronation/supination with knee flexion/extension and tibial lateral rotation, could attenuate the impacts imposed on the lower limbs during running. Thus, the absence of significant differences between the runners with and without plantar fasciitis could be attributed to these appropriate kinematic adjustments and to the well-conditioned musculoskeletal structures of the evaluated athletes, which resulted in the adjustments of plantar pressures during running.

This evidence can be best supported by the study of Cheung *et al.* (2005)[29], who described that intense muscular contractions of the plantar flexor muscles associated with increased imposed loads over the calcaneus tendon are the mechanical factors, which can increase tension or stretching of the plantar fascia. According to Kibler *et al.* (1991)[3], deficits in flexibility of the plantar flexor muscles may also contribute to a greater fascial stretching. It is possible that running causes repeated plantar flexor contractions and greater impacts over the calcaneus tendon, which better explain the attenuations of the mechanical pressures imposed to the feet in contact with the ground in individuals with plantar fasciitis and probably cause indirect stretching of the fascia, increasing the risks of developing the fasciitis.

Another paradigm suggested by Nigg (2001)[30] was that the impact forces during running produce afferent signals to muscular activation before the next strike to minimize the vibrations in soft tissues and reduce the load imposed to the joints, fascia, and tendons. The fact that the subjects of the present study were runners facilitate the understanding of this theory, since the musculoskeletal structures of their lower limbs probably were more conditioned, different from those of sedentary individuals. Thus, they could develop faster muscular contractions during the performance of a given motor task, such as running. This could have induced a possible adaptation of the attenuation of the plantar pressures with no differences between the evaluated groups.

Another important finding observed in this study was that the presence of pain did not result in changes of the plantar pressure patterns in runners with plantar fasciitis. The fact the symptomatic group with plantar fasciitis had chronic pain (for at least 7 months) of a moderate intensity (5.1 ± 2.1 cm), could have led to adaptations of the locomotor system. This did not result in changes of the plantar pressure distribution during running in comparison with the asymptomatic and control groups. It is possible that runners with plantar fasciitis during the acute phase of pain could better demonstrate changes in these plantar load patterns.

Bedi and Love (1998)[11] also evaluated symptomatic individuals with plantar fasciitis during gait and observed opposite findings with increased impulse forces over the mid and forefoot in comparison with the control group. Even with these distinct motor tasks, it should be noted that these

results could be due to the non-standardized pain level assessments and to age limits, since both adult and elderly subjects were included (21-71 years). According to Young *et al.* (2001)[10] and Karamanidis and Arampatzis (2006)[31], age is a factor which could be associated with musculoskeletal changes. These could include reduced intrinsic strength and poor attenuation changes in the foot impacts, which directly or indirectly could interfere with the plantar fascia functions[10]. In the present study, caution was taken to quantify and standardize ages to control for this confounding factor.

Besides aging, Rome *et al.* (2001)[5] evaluated 38 runners with diagnoses of calcaneal pain and reported that traditional factors, such as excessive subtalar joint pronation associated with rearfoot varus were not associated with calcaneal pain. Their methodological resource to evaluate pronation was a caliper, a metallic device with graduations in centimeter (such as a ruler) used to indirectly measure the navicular bone height in a static position. However, the result of this measurement in static posture may be different from what could be measured, using a different method, during dynamic activities such as running.

These findings contribute to the discussion about the therapeutic basis for the use of insoles in plantar fasciitis. The rationale for its use is to relief overloads in the rearfoot and also to provide support for the longitudinal medial arch of individuals with plantar fasciitis. Specifically the function of supporting the longitudinal plantar arch leads to a substantial reduction in the tension forces on the plantar fascia that minimizes traumas along this structure, and, consequently, reduces foot pain in individuals with plantar fasciitis. Since this study showed that the plantar pressure of runners with plantar fasciitis was not different from runners without this condition, it is reasonable to consider that the pain reduction mechanism obtained by the use of insoles would be mostly related to its supporting function of the longitudinal arch and not to the overload reduction over the plantar surface, as it is claimed in the literature.

Further studies may evaluate the foot kinematics associated to plantar pressure distribution to promote an in-depth discussion on how plantar fasciitis and its related pain influence the foot and ankle complex adjustments.

CONCLUSIONS

The patterns of pressure plantar distribution is not changed in runners with symptomatic and asymptomatic plantar fasciitis compared to those who did not have the diagnosis of plantar fasciitis and pain also do not interfere with the dynamic patterns of the plantar pressure distribution.

PRACTICAL IMPLICATIONS

- The runners with plantar fasciitis should not only be concerned with the use of shoes or insoles in order to reduce the pressures over the heel, since this study showed that the plantar loads in all foot regions were similar to the runners who do not have this condition
- The characteristics of chronic pain of moderate intensity, over time of sport practice, allow runners to adapt their musculoskeletal systems to minimize changes in plantar pressures during running.

ACKNOWLEDMENTS

Brazilian Government Funding Agency (CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior).

REFERENCES

1. Crawford F, Atkins D, Edwards J. Interventions for treating plantar heel pain. *The Foot*. 2001;11(4):228-50.
2. Clement DB, Taunton JE, Smart GW, McNicol KL. A survey of overuse running injuries. *Phys Sports Med*. 1981;9(5):47-58.
3. Kibler WB, Goldberg C, Chandler TJ. Functional biomechanical deficits in running athletes with plantar fasciitis. *Am J Sports Med*. 1991;19(1):66-71.
4. Kaya BK. Plantar fasciitis in athletes. *J Sport Rehabil*. 1996;5:305-20.
5. Rome K., Howe T., Haslock I. Risk factors associated with the development of plantar heel pain in athletes. *The foot*. 2001;11(3):119-25.
6. Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, BD. Z. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med*. 2002;36(2):95-101.
7. Kwong PK, Kay D, Voner RT, White MW. Plantar fasciitis: Mechanics and pathomechanics of treatment. *Clin Sports Med*. 1988; 7(1):119-26.
8. Tisdell CL, Donley BG, Sferri JJ. Diagnosing and treating plantar fasciitis: A conservative approach to plantar heel pain. *Cleve Clin J Med*. 1999; 66(4):231-5.
9. Wearing SC, Smeathers JE, Urry SR, Hennig EM, Hills AP. The pathomechanics of plantar fasciitis. *Sports Med*. 2006; 36(7):585-611.
10. Young CC, Rutherford DS, Niedfeldt MW. Treatment of plantar fasciitis. *American Family Physician*. 2001; 63(3):467-74.
11. Bedi HS, Love BR. Differences in impulse distribution in patients with plantar fasciitis. *Foot Ankle Int*. 1998; 19(3):153-6.
12. Wearing SC, Smeathers JE, Sullivan PM, Yates B, Urry SR, Dubois P. Plantar fasciitis: Are pain and fascial thickness associated with arch shape and loading? *Phys Ther*. 2007; 87(8):1002-8.

13. Kelly AJ, Wainwright AM, IG W. Plantar pressures are normal in plantar fasciitis. *Foot Dis.* 1995;11(2):129-32.
14. Liddle D, Rome K, Howe T. Vertical ground reaction forces in patients with unilateral plantar heel pain: A pilot study. *Gait Posture.* 2000;11(1):62-6.
15. Wearing SC, Smeathers JE, Urry SR. The effect of plantar fasciitis on vertical foot-ground reaction force. *Clin Orthop Relat Res.* 2003(409):175-85.
16. Landorf K.B., Keenan A.M., Herbert R.D. Orthotics not effective for plantar fasciitis. *J Family Practice.* 2006; 55(10):844.
17. Landorf KB, Keenan AM, Hebert RD. H. What type of orthosis is most effective in treating chronic plantar fasciitis? *Clin J Sport Med.* 2007; 17(3):227-8.
18. Tauton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. Plantar fasciitis: A retrospective analysis of 267 cases. *Physical Therapy in Sport.* 2002; 3(2):57-65.
19. Frederick E.C. Biomechanical consequences of sport shoe design. *Exerc Sport Sci Rev.* 1986;14:375-400.
20. Jensen MP; Karoly P; Braver S. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain* 1986; 27(1): 117-26.
21. Chia KK; Suresh S; Kuah A; Ong JL; Phua JM; Seah AL. Comparative trial of the foot pressure patterns between corrective orthotics, formthotics, bone spur pads and flat insoles in patients with chronic plantar fasciitis. *Ann Acad Med Singapore.* 2009; 38(10): 869-75.
22. Tessutti V, Trombini-Souza F, Ribeiro AP, Nunes AL, Sacco ID. In-shoe plantar pressure distribution during running on natural grass and asphalt in recreational runners. *J Sci Med Sport.* 2008. In press: doi:10.1016/j.jsams.2008.07.008
23. Cavanagh P.R., Ulbrecht J.S. Clinical plantar pressure measurement in diabetes: Rationale and methodology. *The Foot.* 1994; 4:123-35.
24. Irving DB, Cook JL, Menz HB. Factors associated with chronic plantar heel pain: A systematic review. *J Sci Med Sport.* 2006; 9(1-2):11-22; discussion 3-4.
25. Novacheck TF. The biomechanics of running. *Gait Posture.* 1998; 7(1):77-95.

26. Hintermann B., Nigg B.M. Pronation in runners: Implications for injuries. *Sports Med.* 1998;26(3):169-76.
27. Stergiou N., Bates B.T., James S.L. Asynchrony between subtalar and knee joint function during running. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31(11):1645-55.
28. Stergiou N., Bates B.T., Kury M.J. Subtalar and knee joint interactions during running at various stride lengths. *J Sports Med Phys Fitness.* 2003; 43(3):319-26.
29. Cheung JT, Zhang M, An KN. Effect of Achilles tendon loading on plantar fascia tension in the standing foot. *Clin Biomech.* 2006; 21(2):194-203.
30. Nigg BM. The role of impact forces and foot pronation: A new paradigm. *Clin J Sport Med.* 2001;11(1):2-9.
31. Karamanidis K, Arampatzis A. Mechanical and morphological properties of human quadriceps femoris and triceps surae muscle-tendon unit in relation to aging and running. *J Biomech.* 2006; 39(3):406-17.

TABLES

Table 1: Demographic and Anthropometric Data of the Three Investigated Groups: Symptomatic and Asymptomatic Plantar Fasciitis (PF) and Control Groups.

Variable	Symptomatic PF	Asymptomatic PF	Control	<i>p</i> value
Age (years)	45.4±8.1	38.3±3.3	35.0±9.0	0.19
Body mass (kg)	69.6±14.0	72.3±10.0	66.8±12.0	0.58
Height (m)	1.68±9.2	1.76±7.8	1.71±9.0	0.17
Body mass index (kg/m ²)	24.3±2.9	23.0±2.0	22.5±2.5	0.30

Table 2: Descriptive Data (means $\pm$ SD) of the Outcome Variables for the Three Investigated Groups: Symptomatic and Asymptomatic Plantar Fasciitis (PF) and Control Groups.

Plantar area	Group	Contact area (cm ²)	Contact time (ms)	Peak pressure (kPa)	Pressure-time integral (kPa.s)
Medial rearfoot	Symptomatic PF (1)	12.2 $\pm$ 1.6	134.4 $\pm$ 23.9	337.0 $\pm$ 84.8	20.2 $\pm$ 5.9
		11.4 $\pm$ 3.0	135.1 $\pm$ 28.6	322.4 $\pm$ 124.1	20.2 $\pm$ 9.4
	Asymptomatic PF (2)	12.5 $\pm$ 1.4	147.3 $\pm$ 32.9	306.2 $\pm$ 61.0	20.2 $\pm$ 4.8
	Control (3)				
	<i>p</i> values	0.902 ⁽¹⁻²⁾ 0.998 ⁽¹⁻³⁾ 0.520 ⁽²⁻³⁾	0.958 ⁽¹⁻²⁾ 0.998 ⁽¹⁻³⁾ 0.850 ⁽²⁻³⁾	0.985 ⁽¹⁻²⁾ 0.588 ⁽¹⁻³⁾ 0.982 ⁽²⁻³⁾	0.545 ⁽¹⁻²⁾ 0.637 ⁽¹⁻³⁾ 0.565 ⁽²⁻³⁾
Central rearfoot	Symptomatic PF (1)	17.9 $\pm$ 1.8	140.9 $\pm$ 27.3	356.4 $\pm$ 95.5	21.9 $\pm$ 6.6
		16.5 $\pm$ 2.4	145.2 $\pm$ 30.6	336.7 $\pm$ 116.7	21.3 $\pm$ 9.0
	Asymptomatic PF (2)	18.5 $\pm$ 1.7	156.3 $\pm$ 33.7	352.6 $\pm$ 81.7	22.4 $\pm$ 5.4
	Control (3)				
	<i>p</i> values	0.997 ⁽¹⁻²⁾ 0.179 ⁽¹⁻³⁾ 0.291 ⁽²⁻³⁾	0.806 ⁽¹⁻²⁾ 0.990 ⁽¹⁻³⁾ 0.912 ⁽²⁻³⁾	0.419 ⁽¹⁻²⁾ 0.971 ⁽¹⁻³⁾ 0.648 ⁽²⁻³⁾	0.959 ⁽¹⁻²⁾ 0.953 ⁽¹⁻³⁾ 0.877 ⁽²⁻³⁾
Lateral rearfoot	Symptomatic F (1)	10.4 $\pm$ 2.5	135.4 $\pm$ 36.2	346.1 $\pm$ 97.1	17.9 $\pm$ 6.4
		9.8 $\pm$ 2.7	137.1 $\pm$ 46.0	291.5 $\pm$ 113.4	16.5 $\pm$ 8.4
	Asymptomatic PF (2)	10.8 $\pm$ 2.4	149.3 $\pm$ 38.8	331.1 $\pm$ 91.2	18.3 $\pm$ 5.8
	Control (3)				
	<i>p</i> values	0.601 ⁽¹⁻²⁾ 0.809 ⁽¹⁻³⁾ 0.364 ⁽²⁻³⁾	0.229 ⁽¹⁻²⁾ 0.085 ⁽¹⁻³⁾ 0.968 ⁽²⁻³⁾	0.834 ⁽¹⁻²⁾ 0.892 ⁽¹⁻³⁾ 0.542 ⁽²⁻³⁾	0.797 ⁽¹⁻²⁾ 0.976 ⁽¹⁻³⁾ 0.884 ⁽²⁻³⁾
Middle foot	Symptomatic PF (1)	39.5 $\pm$ 5.1	182.8 $\pm$ 37.1	129.0 $\pm$ 29.0	15.3 $\pm$ 4.5
		38.3 $\pm$ 6.6	179.2 $\pm$ 38.2	106.7 $\pm$ 20.9	12.9 $\pm$ 3.0
	Asymptomatic PF (2)	41.1 $\pm$ 5.4	198.0 $\pm$ 32.3	124.1 $\pm$ 30.6	15.3 $\pm$ 3.4
	Control (3)				
	<i>p</i> values	0.109 ⁽¹⁻²⁾ 0.271 ⁽¹⁻³⁾ 0.202 ⁽²⁻³⁾	0.822 ⁽¹⁻²⁾ 0.998 ⁽¹⁻³⁾ 0.916 ⁽²⁻³⁾	0.998 ⁽¹⁻²⁾ 0.995 ⁽¹⁻³⁾ 0.991 ⁽²⁻³⁾	0.659 ⁽¹⁻²⁾ 0.545 ⁽¹⁻³⁾ 0.142 ⁽²⁻³⁾
Medial forefoot	Symptomatic PF (1)	33.0 $\pm$ 2.6	207.6 $\pm$ 25.7	346.6 $\pm$ 101.9	43.0 $\pm$ 13.7
		32.1 $\pm$ 3.0	216.8 $\pm$ 28.1	312.4 $\pm$ 110.2	40.1 $\pm$ 14.2
	Asymptomatic PF (2)	33.8 $\pm$ 2.6	217.6 $\pm$ 28.0	374.4 $\pm$ 96.4	47.3 $\pm$ 12.1
	Control (3)				
	<i>p</i> values	0.883 ⁽¹⁻²⁾ 0.702 ⁽¹⁻³⁾ 0.883 ⁽²⁻³⁾	0.461 ⁽¹⁻²⁾ 0.355 ⁽¹⁻³⁾ 0.493 ⁽²⁻³⁾	0.818 ⁽¹⁻²⁾ 0.995 ⁽¹⁻³⁾ 0.884 ⁽²⁻³⁾	0.840 ⁽¹⁻²⁾ 0.998 ⁽¹⁻³⁾ 0.511 ⁽²⁻³⁾
Lateral forefoot	Symptomatic PF (1)	37.0 $\pm$ 3.5	218.7 $\pm$ 25.5	284.3 $\pm$ 58.9	36.9 $\pm$ 8.8
		36.5 $\pm$ 4.0	221.5 $\pm$ 27.9	242.4 $\pm$ 66.1	33.0 $\pm$ 10.1
	Asymptomatic PF (2)	37.8 $\pm$ 3.6	226.1 $\pm$ 26.4	266.5 $\pm$ 77.6	35.7 $\pm$ 9.4
	Control (3)				
	<i>p</i> values	0.800 ⁽¹⁻²⁾ 0.734 ⁽¹⁻³⁾ 0.987 ⁽²⁻³⁾	0.995 ⁽¹⁻²⁾ 0.619 ⁽¹⁻³⁾ 0.923 ⁽²⁻³⁾	0.565 ⁽¹⁻²⁾ 0.924 ⁽¹⁻³⁾ 0.419 ⁽²⁻³⁾	0.202 ⁽¹⁻²⁾ 0.805 ⁽¹⁻³⁾ 0.781 ⁽²⁻³⁾