



Efeito da postura do pé no suporte plantar durante a marcha de adultos iniciantes na corrida

Lucas G. O. Silva¹, Warlindo C. Silva Neto¹, Daniel B. Pereira¹, Ana Paula Ribeiro^{1,2,*}

¹Medicina do Esporte, Departamento de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Santo Amaro (UNISA), São Paulo, SP, Brasil.

²Faculdade de Medicina e Departamento de Fisioterapia da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO

OBJETIVOS

A corrida é uma atividade esportiva que vem crescendo em todo o mundo. Porém, a maioria dos corredores iniciantes é afetada por lesões, sendo o tipo de pé e a sobrecarga plantar, os principais fatores de risco para seu aparecimento. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito da postura do pé na distribuição da carga plantar de corredores iniciantes.

MÉTODOS

Foram avaliados 114 corredores iniciantes de clubes esportivos do estado de São Paulo, com padrão de corrida no retropé. O tipo de postura do pé foi avaliado por meio do índice do arco plantar registrado pelo podoscópio. Assim, os corredores foram divididos em três grupos: pés cavos (CF, n = 47), pés normais (NF, n = 34) e pés planos (FF, n = 33). A distribuição da pressão plantar foi avaliada por meio da plataforma de pressão (Loran®, Itália), considerando as regiões dos pés (antepé, mediopé e retropé medial e lateral). As variáveis medidas foram: força máxima e pressão de pico. Foi realizada análise de variância seguida do post-hoc de Tukey, considerando diferenças p < 0,05.

RESULTADOS

Corredores com pés cavos (arco plantar alto) apresentaram maiores picos de pressão na região do antepé e retropé lateral, como força máxima no retropé lateral, em relação aos grupos com pés normais e planos, mas diminuíram na região do médio pé. No retropé medial, não foram observadas diferenças entre os grupos. No entanto, os corredores com pés chatos reduziram o pico de pressão nas áreas do antepé e retropé (medial e lateral), mas aumentaram no médio-pé, quando comparados aos pés cavos e normais.

CONCLUSÕES

Corredores iniciantes com postura de pés cavos aumentam a carga plantar sobre as regiões do antepé e retropé lateral, enquanto os pés planos aumentam sobre o mediopé. Esses achados ajudam a compreender a necessidade do treinamento de marcha para melhorar o padrão de distribuição de carga plantar.

DESCRITORES

Corrida. Postura. Pressão plantar. Pé. Maneira de andar.

Corresponding author:

Ana Paula Ribeiro Universidade University Santo Amaro, Sport Medicine, Health Science Post-Graduate Department, São Paulo, Brazil.

E-mail: apribeiro@usp.br or anapribeiro@prof.unisa.br
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1061-3789>

Copyright: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons

Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original author and source are credited.

INTRODUÇÃO

Correr é uma atividade esportiva comum que está crescendo em popularidade em todo o mundo¹. Estudos revelaram que, de todos os esportes, a corrida tem sido a preferida de crianças, jovens e adultos¹⁻³, por ser uma atividade versátil e de baixo custo^{4,5}. Sua atração é baseada em seus benefícios para a saúde corporal (incluindo saúde física, mental, emocional e social), sendo uma forma comum de prevenir a inatividade^{2,6,7}. Porém, devido à natureza repetitiva da corrida, seus benefícios à saúde não evitam o risco de lesões musculoesqueléticas relacionadas à corrida, que podem impedir a prática de treinamento em 87% dos corredores iniciantes, com taxa média de recorrência de 71 dias^{8,9}.

Comparados aos corredores de elite, os corredores novatos são mais vulneráveis a lesões¹⁰, em parte porque estão menos preparados fisicamente para corridas de longa distância¹¹. De acordo com a literatura, um corredor fisicamente condicionado que segue um protocolo de treinamento estruturado ainda pode estar em risco de lesão se os fatores de risco biomecânicos não forem abordados^{8,11-13}. As lesões mais comuns na corrida incluem síndrome da dor femoropatelar, síndrome do estresse tibial medial^{9,14} e fascite plantar^{14,15}, com uma taxa de ocorrência de 27% do complexo tornozelo-pé¹⁶. Após as lesões, são observadas alterações na biomecânica dos membros inferiores e nos parâmetros de apoio dos pés durante a marcha e a corrida¹⁷.

Assim, a relação entre biomecânica e lesão relacionada à corrida (IRR) tem sido estudada, muitas vezes com foco no tipo de pé (ou seja, arco plantar), ângulo de pronação do retropé¹⁸⁻²¹ e taxa de sobrecarga na área do retropé^{19,22}. Um arco plantar elevado pode causar maior estresse de tração na fásia plantar, resultando em aumento da taxa de carregamento no retropé ou antepé durante a corrida^{19,23,24}. Outros estudos mostraram que a combinação de um arco plantar elevado e ângulo de pronação do retropé é um bom preditor de aumento da sobrecarga plantar do retropé em corredores lesionados e ílesos^{19,25}.

Outro ponto importante é que a pronação excessiva do retropé pode promover alterações na cadeia cinética inferior, o que pode levar à rotação interna da tibia e / ou joelho valgo e ao desenvolvimento de síndrome dolorosa anterior do joelho e fratura de estresse da tibia^{24,26,27}. Com base nessas evidências científicas, muitos estudos têm se concentrado no controle desses fatores de risco para a prevenção de lesões em corredores. Assim, é de extrema importância verificar como a postura do pé pode influenciar no padrão de carga plantar de corredores adultos iniciantes, ou seja, que iniciaram a corrida, para melhor prevenir o aparecimento de lesões. Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito da postura do pé na distribuição da carga plantar de corredores iniciantes.

MÉTODOS

Desenho do estudo e participantes

Este estudo foi observacional. Um total de 114 corredores novatos (com uma média de 1,0 ano de experiência; $45,4 \pm 8,1$ anos, $69,6 \pm 14,0$ kg, $1,7 \pm 0,1$ m), participaram deste estudo. O recrutamento foi realizado por meio de clubes esportivos ligados à corrida do estado de São Paulo (SP), Brasil. Os corredores foram divididos em três grupos: pés cavos (CF, n = 47), pés normais (NF, n = 34) e pés planos (FF, n = 33). O procedimento experimental foi analisado e aprovado pela Comitê de Ética em Pesquisa do Departamento de Ciências da Saúde da Universidade de Santo Amaro (número 2.108.486). Todos os participantes que atenderam aos critérios do estudo e forneceram consentimento por escrito foram submetidos a uma avaliação biomecânica de corrida de linha de base.

Os critérios de elegibilidade dos corredores foram os seguintes: um ano de experiência em corrida, uma distância de corrida semanal de 20 km, um ano de experiência em corrida de longa distância, um padrão de corrida de retropé, uma história de lesão no joelho e/ou pés, mas sem história de trauma ou fratura de membro inferior nos últimos seis meses, uma diferença no comprimento do membro <1 cm e nenhum outro distúrbio musculoesquelético, como neuropatias, obesidade, artrite reumatoide ou esporão ósseo. Além disso, não poderiam ter próteses e/ou órteses nos membros inferiores (ou seja, devem manter um bom estado geral de saúde), para não gerar viés na interpretação das avaliações do ritmo.

Medida da Postura do Pé

Para avaliação do arco plantar, os corredores foram posicionados descalços em um podoscópio (Carci[®]) com distância de 7,5 cm entre os pés. As pegadas foram capturadas com câmera digital posicionada em frente ao podoscópio a uma distância de 24 cm e altura de 45 cm, seguindo procedimentos válidos e confiáveis descritos por Ribeiro et al., (2016) 19. A distância de 7,5 cm entre os pés para dimensionar a imagem no AutoCAD 2005H foi tomada como referência e utilizada para as medições. Com o software AutoCAD[®], uma linha reta vertical (L) foi desenhada do segundo metatarso até o centro do calcâneo. Em seguida, a linha (L) foi dividida em três partes para a delimitação das áreas do antepé, mediopé e retropé. Para medir o índice do arco longitudinal medial (IA), a área do pé médio foi dividida pela área total do pé: $IA = \text{mediopé [B]} / \text{antepé [A]} + \text{mediopé [B]} + \text{retropé [C]}$ (Ribeiro et al. 2016). Os escores do IA que definiram cada categoria foram os seguintes: normal (0,21 a 0,28), alto (<0,21) e baixo (> 0,28) (Figura 1).

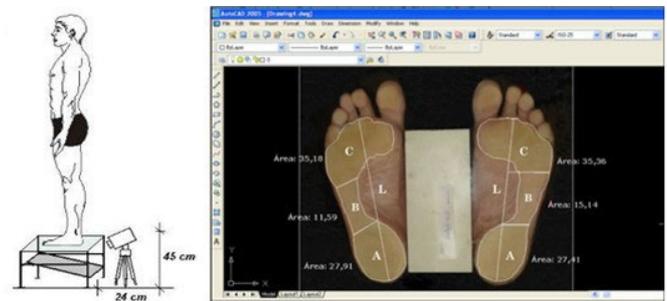


Figura 1: Posicionamento do corredor no podoscópio (A). Descrição do cálculo do índice do arco longitudinal medial. L: linha reta vertical, A: área do retropé, B: área do meio-pé. C: região do antepé (B), adaptado por Ribeiro et al., (2011)18.

Medição da distribuição de pressão plantar

Os corredores caminharam primeiro em um sistema de plataforma de pressão (Loran[®], Itália) colocado no meio de uma passarela de 10m. Este instrumento continha 99 sensores resistivos, distribuídos de forma homogênea. A pressão plantar foi registrada durante a caminhada descalça na velocidade de marcha preferida e os dados foram adquiridos em 100Hz. A velocidade da marcha foi determinada por meio de um cronômetro²⁸. Para minimizar os erros, dois observadores registraram simultaneamente o tempo de início e término da marcha, e a confiabilidade interobservador foi realizada, resultando no Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) ICC = 0,90. O sistema foi calibrado antes de cada avaliação usando a massa corporal do participante.

Os corredores realizaram um período de adaptação da marcha ao ambiente de coleta de dados por 5 minutos. Após a adaptação, os corredores caminharam em pista plana por uma

distância de 10 m, com a plataforma de pressão localizada exatamente no ponto médio. Os passos que ocorreram nos 5 m do centro da pista foram considerados válidos para análise, totalizando 12 passos por participante (direito = 6 passos e esquerdo = 6 passos). Apenas os 5 m do centro da pista foram analisados a fim de eliminar as fases de aceleração e desaceleração da marcha. A pressão plantar foi analisada considerando três áreas plantares: retropé (30% do comprimento do pé), mediopé (30% do comprimento do pé) e antepé e dedos (40% do comprimento do pé)²⁹. As variáveis analisadas foram as seguintes: pico de pressão (kPa) e força máxima (N).

Análise Estatística

Os cálculos para o tamanho das amostras de 114 corredores foram realizados com base na variável de força máxima usando o software Bioinstat (versão 2015). Um tamanho de efeito moderado ($F = 0,25$), um poder de 80% e um nível de significância de 5% foram usados no cálculo. A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para comparar o efeito da postura do pé nas variáveis de pressão plantar, seguida do post-hoc de Tukey, considerando nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Inicialmente, 117 corredores se ofereceram para este estudo; 3 deles foram excluídos devido aos critérios pré-estabelecidos. Os 114 corredores realizaram todas as avaliações e suas características antropométricas, como a prática de corrida, são apresentadas na tabela 1 (Tabela 1).

Tabela 1. Avaliação das características antropométricas de corredores iniciantes.

Características	Corredores
Idade (anos)	45.4±8.1
Sexo	58.3% (F); 41.6% (M)
Peso (kg)	69.6±14.0
Índice de massa corporal (kg/m ²)	24.4±4.2
Altura (m)	1.7±0.1
Volume de treinamento (km/semana)	24.0 ±12.1
Experiência de corrida (meses)	18.5 ± 1.2

Corredores com pés cavos (arco plantar alto) apresentaram aumento do pico de pressão no antepé e retropé lateral ($p = 0,047$ e $p < 0,001$, respectivamente), quando comparados aos grupos com pés normais e planos. Outra observação importante foi que o pico de pressão diminuiu no médio-pé em corredores com pés cavos ($p < 0,001$). No retropé medial, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos de postura dos pés: CF, NF e FF, conforme mostrado na Tabela 2. Além disso, os corredores com pés planos reduziram o pico de pressão no antepé e retropé (medial e lateral), exceto na área do médio-pé, que aumentou significativamente ($p < 0,001$) (Tabela 2).

Tabela 2. Média, desvio padrão e comparação entre os grupos de posturas dos pés: pés cavos (FC), pés normais (NF) e pés planos (FF) na distribuição do pico de pressão durante a marcha dos corredores iniciantes (iniciante).

Pressão de pico (KPa)	CF (n=47)	NF (n=34)	FF (n=33)	p
Antepé	149.7±32.1	120.6±20.4	119.2±14.2	0.047*
meio pé	74.6±31.8	108.0±27.5	120.7±32.4	0.001*
Retropé medial	209.7±36.6	204.6±27.5	197.7±32.5	0.282
Retropé lateral	198.5±33.8	190.0±26.3	179.4±30.2	0.041*

*Teste ANOVA, teste post hoc de Tukey, considerando diferenças significativas de $p < 0,05$.

Na tabela 3 observou-se que corredores novatos com pés cavos apresentaram aumento da força máxima no retropé lateral quando comparados aos corredores com pés normais e planos ($p = 0,034$).

Tabela 3. Média, desvio padrão e comparação entre os grupos de posturas dos pés: pés cavos (CF), pés normais (NF) e pés planos (FF) na distribuição da força máxima durante a marcha dos corredores novatos (iniciante).

Força máxima (N / peso corporal)	CF (n=47)	NF (n=34)	FF (n=33)	p
Antepé	6.70±2.6	7.12±1.9	6.50±2.6	0.603
Mediopé	19.5±4.5	18.7±4.6	19.7±5.2	0.638
Retropé Medial	22.1±5.1	20.9±4.3	22.1±5.7	0.533
Retropé Lateral	12.5±9.1	11.1±8.6	9.7±8.9	0.034*

* Teste ANOVA, teste post hoc de Tukey, considerando diferenças significativas de $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito da postura do pé na distribuição da carga plantar de corredores iniciantes (novatos). De acordo com nossas hipóteses, os principais resultados mostraram que o padrão de apoio plantar de corredores é influenciado pelo tipo de postura do pé, em que corredores com pés cavos aumentam o pico de pressão no antepé e retropé lateral, bem como a força máxima no antepé. o retropé lateral; corredores novatos com pés chatos aumentaram o pico de pressão na área do meio-pé quando comparados a corredores com pés normais.

Na literatura, a associação do tipo de pé com a sobrecarga plantar do retropé durante a marcha tem sido observada em indivíduos não atletas, nos quais os autores observaram correlação positiva entre a sobrecarga mecânica e o aumento da espessura da fásia plantar e dor no calcanhar^{30,31}. Outros estudos mostraram associação de pés cavos e aumento da força de impulso no antepé (integral da pressão máxima)^{32,33}. O diferencial deste estudo foi demonstrar que corredores novatos, ou seja, iniciantes na prática da corrida, que possuíam pés cavos (arco plantar alto) aumentaram a carga plantar no antepé e retropé lateral. Essa relação possivelmente poderia resultar de forma indireta, na tensão e alongamento da fásia plantar dos pés, contribuindo para o desenvolvimento de lesões como a fascite plantar^{19,25}.

Outra observação interessante encontrada neste estudo foi o aumento da força máxima no retropé lateral durante a marcha em corredores iniciantes com pés cavos. Alguns estudos, utilizando plataforma de força, observaram aumento da sobrecarga plantar durante a corrida, principalmente em corredores com cavo e pés planos^{23,35}. Em contrapartida, neste estudo, foi utilizada uma plataforma de pressão e as avaliações foram feitas durante a caminhada e não durante a corrida, atividade mais funcional e rotineira. Outros estudos de Lees *et al.*, (2005)³³ e Nakhaee *et al.*, (2008)³⁴ não observaram relação

entre o arco plantar e o aumento das taxas de força nos corredores de retropé.

O aumento do pico de pressão no mediopé em corredores com pés chatos, pode induzir maior força de alongamento da fásia plantar e maior demanda de ativação da musculatura intrínseca dos pés, para melhor estabilização do tornozelo durante a corrida, conforme evidenciado em estudos com corredores, com e sem lesão^{26,36}. A relevância clínica deste estudo foi mostrar que a medida clínica do apoio do retropé e antepé é de fundamental importância para o profissional de saúde, pois permite prevenir o aumento da carga plantar dinâmica, em corredores com pés cavos e aumento da carga plantar no mediopé em corredores com pés chatos, conforme já feito por Ribeiro et al., (2015)¹⁵ em corredores lesionados, onde foi observado que as características dos tipos de pés e o alinhamento do retropé, podem prever as cargas plantares dos corredores, o que pode auxiliar o profissional de saúde, na escolha de possíveis estratégias de tratamento mecânico (órteses, palmilhas e fisioterapia) para melhor controlar a distribuição adequada da carga dinâmica plantar.

A limitação deste estudo foi a impossibilidade de realizar a análise cinemática da deformação do arco plantar e da carga plantar durante a marcha. Futuros estudos com esta avaliação precisam ser realizados para melhor compreender o apoio plantar em corredores com diferentes morfologias do pé.

CONCLUSÃO

Corredores iniciantes com postura de pés cavos aumentam a carga plantar sobre as regiões do antepé e retropé lateral, enquanto o pé plano aumenta sobre o mediopé. Esses achados ajudam a compreender a necessidade do treinamento de marcha para melhorar o padrão de distribuição de carga plantar.

Agradecimentos

Os autores agradecem a ajuda e apoio de todos os participantes e do Departamento de Ortopedia do Hospital Wladimir Arruda do estado de São Paulo (SP), Brasil, durante o estudo.

REFERÊNCIAS

- Hulthén R, Smith J, Morgan PJ, Barnett LM, Hallal PC, Colyvas K & Lubans D. Global participation in sport and leisure-time physical activities: A systematic review and meta-analysis. *Prevent Med.* 2017; 95(1): 14-25.
- Eime R, Young J, Harvey J, Charity M & Payne W. A Systematic Review of the Psychological and Social Benefits of Participation in Sport for Children and Adolescents: Informing Development of Conceptual Model of Health through Sport. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2013a; 10(1): 98.
- Eime RM, Harvey JT, Craike MJ, Symons CM, Payne WR. Family support and ease of access link socio-economic status and sports club membership in adolescent girls: a mediation study. *Sport. Int J Behav Nutr Phys Act.* 2013b; 10(1): 50.
- Hatziandreu EI, Koplán JP, Weinstein MC, et al. A cost-effectiveness analysis of exercise as a health promotion activity. *Am J Public Health,* 1988; 78: 1417-21.
- Ooms L, Veenhof C, de Bakker DH. Effectiveness of start to run, a 6-week training program for novice runners, on increasing health-enhancing physical activity: a controlled study. *BMC Public Health.* 2013; 13: 697.
- Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol.* 2012; 2: 1143-1211.
- Hespanhol Junior LC, van Mechelen W, Postuma E, et al. Health and economic burden of running-related injuries in runners training for an event: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports.* 2016; 26: 1091-9, 2016.
- Buist I, Bredeweg SW, Lemmink KAPM, van Mechelen W, Diercks RL. Predictors of Running-Related Injuries in Novice Runners Enrolled in a Systematic Training Program A Prospective Cohort Study. *Am J Sports Med.* 2017; 38(2): 273-280.
- Nielsen RO, Rønnow L, Rasmussen S, Lind M. A prospective study on time to recovery in 254 injured novice runners. *PLoS One.* 2014; 9(9): e99877.
- Cook SD, Brinker MR, Poche M. Running shoes: their relationship to running injuries. *Sports Med Auckl NZ.* 1990;10(1):1-8.
- Buist I, Bredeweg SW, Lemmink KA, van Mechelen W, Diercks RL. Predictors of running-related injuries in novice runners enrolled in a systematic training program: a prospective cohort study. *Am J Sports Med.* 2010; 38(2):273-80.
- Bredeweg SW, Zijlstra S, Bessem B, et al. The effectiveness of a preconditioning programme on preventing running-related injuries in novice runners: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2012; 46(1): 865-70.
- Ryan MB, MacLean CL, Taunton JE. A review of anthropometric, biomechanical, neuromuscular and training related factors associated with injury in runners. *Int J Sports Med* 2006; 7:120-37.
- Lopes AD, Hespanhol Júnior LC, Yeung SS, Costa LO. What are the main running-related musculoskeletal injuries? A Systematic Review. *Sports Med.* 2012; 42(10): 891-905.
- Ribeiro AP, João SM, Dinato RC, Tessutti VD, Sacco IC. Dynamic Patterns of Forces and Loading Rate in Runners with Unilateral Plantar Fasciitis: A Cross-Sectional Study. *PLoS One.* 2015; 16(10): e0136971.
- Hunt KJ, Hurwit D, Robell K, Gatewood C, Botser IB, Matheson G. Incidence and Epidemiology of Foot and Ankle Injuries in Elite Collegiate Athletes. *Am J Sports Med.* 2017; 45(2): 426-433.
- Napier C, Cochrane CK, Taunton JE, Hunt MA. Gait modifications to change lower extremity gait biomechanics in runners: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2015; 49(21):1382-8.
- Ribeiro AP, Trombini-Souza F, Tessutti VD, Lima FR, Sacco ICN, João SM. Rearfoot alignment and medial longitudinal arch configurations of runners with symptoms and histories of plantar fasciitis. *Clinics.* 2011; 66(6): 1027-33.
- Ribeiro AP, Sacco IC, Dinato RC, João SM. Relationships between static foot alignment and dynamic plantar loads in runners with acute and chronic stages of plantar fasciitis: a cross-sectional study. *Braz J Phys Ther.* 2016; 20(1): 87-95.
- Moen MH, Bongers T, Bakker FW, Zimmerman WO, Weir A, Tol JL, Backx FJG. Risk factors prognostic indicators for medial tibial stress syndrome. *Scand J Med Sci Sports.* 2012; 22(1): 34-39.
- Shama J, Golby J, Greeves J, Spears JR. Biomechanical and lifestyle risk factors for medial tibial stress syndrome in army recruits: a prospective study. *Gait Posture.* 2010; 25(1): 745-748.
- Wirtz AD, Willson JD, Kernozek TW, Hong DA. Patellofemoral joint stress during running in females with and without patellofemoral pain. *Knee.* 2012; 19(5): 703-8.
- Williams DS, Davis IM, Scholz JP, Hamill J, Buchanan T.S. High-arched runners exhibit increased leg stiffness compared to low-arched runners. *Gait Posture.* 2004; 19(3): 263-269.
- Rodrigues P, Chang R, TenBroek T, van Emmerik R, Hamill J. Evaluating the coupling between foot pronation and tibial internal rotation continuously using vector coding. *J Appl Biomech.* 2015; 31(2): 88-94.

25. Lee SY, Hertel J, Lee SC. Rearfoot eversion has indirect effects on plantar fascia tension by changing the amount of arch collapse. *Foot*. 2010; 20(2): 64-70.
26. Pohl MB, Mullineaux DR, Milner CE, Hamill J, Davis IS. Biomechanical predictors of retrospective tibial stress fractures in runners. *J Biomech*. 2008;41(6):1160-1165.
27. Miller JE, Nigg BM, Liu W, Stefanyshyn DJ, Nurse MA. Influence of foot, leg and shoe characteristics on subjective comfort. *Foot Ankle Int*. 2000; 21(9): 759-67.
28. Tessutti V, Trombini-Souza F, Ribeiro AP, Nunes AL, Sacco Ide C. In-shoe plantar pressure distribution during running on natural grass and asphalt in recreational runners. *J Sci Med Sport*. 2010;13(1):151-5.
29. Cavanagh PR. The biomechanics of lower extremity action in distance running. *Foot Ankle*. 1987;7(4):197-217.
30. Cowley E, Wearing SC, Smeathers JE, Sullivan PM, Yates B, Urry SR and Dubois P. Plantar fasciitis: are pain and fascial thickness associated with arch shape and loading? *Phys Ther* 2007;87(8): 1002-8.
31. Mahowald S, Legge BS and Grady JF. The correlation between plantar fascia thickness and symptoms of plantar fasciitis. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2011;101(5): 385-389.
32. Burns J, Crosbie J, Hunt A and Ouvrier R. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. *Clinical Biomechanics* 2005;20: 877-882.
33. Lees A, Lake M and Klenerman L. Shock absorption during forefoot running and its relationship to medial longitudinal arch height. *Foot Ankle Int*. 2005;26(12):1081-8.
34. Nakhaee Z, Rahimi A, Abaee M, Rezasoltani A and Kalantari KK. The relationship between the height of the medial longitudinal arch (MLA) and the ankle and knee injuries in professional runners. *Foot (Edinb)*. 2008;18(2): 84-90.
35. 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): 624-632.
36. Chang R, Kent-Braun JA and Hamill J. Use of MRI for volume estimation of tibialis posterior and plantar intrinsic foot muscles in healthy and chronic plantar fasciitis limbs. *Clinical Biomechanics* 2012;27: 500-505.