
FORÇA REAÇÃO DO SOLO DURANTE A MARCHA COM USO DO TÊNIS E SANDÁLIA PLATAFORMA

Ground reaction force during gait with sport shoes and high-heel sandal

Isabel de Camargo Neves Sacco

Professora Doutora do Depto. de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Coordenadora do Laboratório de Biomecânica do Movimento e Postura Humana. São Paulo – SP. e-mail: icnsacco@usp.br

Vitor D. Tessutti

Mestrando em Ciências da Reabilitação pelo Depto. de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP. e-mail: vtess@usp.br

Sandra Aliberti

Graduanda em Fisioterapia pelo Depto. de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP. e-mail: e-mail: aliberti@usp.br

Adriana Naomi Hamamoto

Graduanda em Fisioterapia pelo Depto. de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP. e-mail: adrianahamamoto@yahoo.com

Daniela Rodrigues Gomes

Graduanda em Fisioterapia pelo Depto. de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP. e-mail: danigomes85@gmail.com

Mariana de Souza Xavier Costa

Graduanda em Fisioterapia pelo Depto. de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP. e-mail: marifisio35@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar a força reação do solo durante a marcha em cadência auto-selecionada, comparando as características entre a marcha descalça e com o uso de sandálias de salto plataforma e tênis esportivo. A amostra constituiu-se de 8 mulheres com média de idade de 22,9 (4,1) anos. A força reação do solo foi adquirida com uma plataforma de força da AMTI e analisada no Origin v 6.0. Os resultados demonstraram um aumento do primeiro e do segundo picos verticais de força com o uso de sandália em relação à marcha descalça de 1,09 (0,06) PC para 1,18 (0,07) PC, diminuição do pico passivo de 0,61 (0,12) PC para 0,40 (0,16) PC e sua taxa de crescimento de 33,64 (16,91) PC/s para 16,19 (4,93) PC/s. A taxa de crescimento do primeiro pico de força diminuiu, mas não apresentou diferenças significativas de 7,98 (1,78) PC/s para 7,86 (3,82) PC/s. Essa diminuição das taxas de crescimento e aumento dos picos de força com o uso de sandália sugerem aumento de sobrecarga nas articulações dos membros inferiores, resultado principalmente da rigidez do solado e da instabilidade provocada pela elevação do centro de gravidade, justificando a diminuição de velocidade verificada. A menor magnitude do primeiro pico da FRS vertical, de 1,14 (0,05) PC, com a utilização do tênis demonstra que na comparação com a sandália cujo primeiro pico foi de 1,18 (0,07) PC, a rigidez do solado é fator determinante para a magnitude desta variável. Esses resultados deveriam ser considerados para o desenvolvimento e a produção de sandálias com salto que promovessem maior conforto aos usuários.

Palavras-chave: Biomecânica; Força reação do solo; Calçado; Marcha.

Abstract

The purpose of this study was to analyze the ground reaction force during gait in auto-selected cadence, comparing the characteristic of barefoot gait between wearing of high-heel sandal and the wearing of sport shoes. The sample was constituted with 8 women with average age of 22,9(4,1) years old. The ground reaction force was acquired with a force platform by AMTI and analyzed with the Origin v 6.0. The results showed an increase of the first and second force vertical peaks with the wearing of sandal comparing to barefoot gait of 1,09 (0,06)BW to 1,18(0,07)BW, reduction of passive peak from 0,61(0,12)BW to 0,40(0,16)BW and it's growth rate from 33,64(16,91)BW/s to 16,19(4,93)BW/s. The growth rate of the first force peak decreased, but didn't show significant differences from 7,98 (1,78)BW/s to 7,86 (3,82)BW/s. This reduction of the growth rate and increase of the force peaks on the wearing sandals situation suggests an increase on overload of the lower extremities, mainly caused by rigid-soled and instability generated by gravity center raise, justifying the decrease of speed encountered. The first peak's minor magnitude of the vertical GRF of 1,14(0,05)BW verified on the sport shoes situation when comparing to the first peak's when wearing the sandals 1,18(0,07)BW suggests that the rigid-soled is determinant factor for this variable magnitude. These results should be considered for development and production of high-heel sandals that would promote more comfort for the users.

Keywords: Biomechanics; Ground reaction force; Shoe; Gait.

INTRODUÇÃO

O ato de andar, algo aparentemente simples para o ser humano, tem características muito peculiares, pois cada fase deste movimento – toque do calcanhar, aplainamento do pé, propulsão e balanço – têm funções e tempos determinados para acontecer. Dentre as características biomecânicas da marcha, o entendimento do comportamento da força reação do solo (FRS) é fator primordial para análise dessa habilidade primária no repertório motor dos indivíduos. Alguns autores sugerem que a FRS vertical é a grandeza que melhor representa os efeitos do ambiente, velocidade, calçado e patologias na marcha humana (1).

Um dos fatores que podem alterar padrão da FRS vertical é a velocidade da marcha, onde estudos (2, 3) afirmam que essa influência da velocidade na FRS pode elevar o primeiro pico da força vertical em relação ao segundo pico. Perry (4) afirma que em velocidades maiores ocorrem picos de força vertical mais elevados, menos duradouros e maiores vales na FRS vertical e, em velocidades menores, picos levemente mais baixos, com duração maior, mantendo o padrão genérico da curva.

Nesse sentido, em estudos biomecânicos da locomoção, o uso da cadência auto-selecionada durante a execução das tarefas motoras torna-se importante para que o padrão individual da marcha não seja influenciado pela imposição da velocidade, já que o andar apresenta-se estruturado de acordo com as características particulares de cada sujeito, como idade, tipo de atividades que realiza e presença ou não de patologias. (5).

A marcha pode também ser influenciada pelo uso ou não de calçados. Bianco et al. (6) compararam a força reação do solo (componente vertical e horizontal) durante a locomoção (marcha e corrida) de sujeitos descalços e usando um calçado esportivo e encontraram que quando descalço, o aparelho locomotor é suficientemente capaz de suportar os estresses mecânicos imposto às suas estruturas e também pode ser capaz de otimizar suas respostas dinâmicas, transformando a locomoção numa habilidade altamente eficiente. Para fazer tal inferência, os autores basearam-se em seus achados que não demonstraram, de forma significativa, o aumento do estresse mecânico sem a utilização do calçado.

Na situação descalça, estas adaptações a que Bianco et al. (6) se referem podem ser modificações na estrutura do movimento com o intuito de não comprometer as estruturas músculo-tendíneas e ligamentares realizando, por exemplo, uma maior flexão do joelho (7, 8) ou uma menor flexão do quadril (9).

Robbins e Hanna (10) discutem uma menor frequência de lesões em populações descalças em comparação com as calçadas e hipotetizam que as adaptações produzidas pelo pé descalço estariam relacionadas à deflexão do arco longitudinal medial. Em contraposição, o pé calçado seria incapaz de defletir o arco, respondendo pela maior frequência de lesões. Foram verificadas mudanças adaptativas no arco longitudinal medial que permitiam a deflexão, sugerindo um *feedback* sensorial do epitélio do pé. Dessa forma, os tênis modernos, ao produzirem isolamento sensorial, seriam os responsáveis pela alta frequência de lesões.

Essa controvérsia sobre o real papel do calçado também é colocada por Ogon et al. (11) quando afirma que estudos por eles revisados mostravam tanto um papel na redução quanto no aumento do impacto a que o aparelho locomotor estaria submetido. A literatura apresenta controvérsia entre o papel do calçado para uma melhor absorção das forças verticais e em uma possível diminuição da capacidade do aparelho locomotor em absorver melhor estas forças com o uso crônico deste implemento.

Ogon et al. (11) sustentam que a utilização de tênis de corrida pode trazer benefícios quanto à manutenção da estabilidade da coluna lombar, melhorando a sincronização entre as forças externas, potencialmente desestabilizadoras e as forças internas, estabilizadoras. Os resultados sugerem que o tênis, além de diminuir a transmissão das forças verticais para a coluna, age fornecendo uma resposta muscular mais eficiente, pois está em sincronia com o pico máximo de desestabilização, promovendo maior conforto.

Robbins e Waked (12) testaram a hipótese de que anúncios sugestivos de tênis que dizem absorver mais impacto criam um falso julgamento de segurança, levando a uma atenuação do comportamento que controla o impacto, aumentando o risco de lesões. Os resultados mostraram que tanto o tênis de maior absorção quanto o de absorção desconhecida mostraram impactos superiores que o de baixa absorção, indicando a tendência humana de ser pouco cautelosa com equipamentos de benefícios desconhecidos que se auto-intitulam de boa qualidade. Dessa maneira, poderia haver um aumento das forças verticais com o uso do tênis em relação ao descalço, devido ao fato de o tênis produzir uma sensação de segurança, que faz com que o indivíduo ande com menos cautela.

A marcha também varia sob influência das características do solado. Robbins e Waked (12) testaram a eficiência dos materiais macios e compressíveis utilizados nos tênis na absorção da força vertical. Para estes autores, a estabilidade e força vertical estariam diretamente relacionadas, dando suporte à idéia de que o aumento do impacto em superfícies macias seria uma tentativa de promover estabilidade.

Em outro estudo, Robbins et al. (13) relacionaram consciência proprioceptiva sobre o posicionamento do pé com idade, estabilidade e a utilização de diferentes tipos de solado. Um grupo de 13 jovens e outro grupo de 13 idosos foi submetido a um teste de equilíbrio e tiveram de estimar a supinação máxima do pé durante a marcha, comparando-a com a medida do ângulo do retropé. O erro do posicionamento do pé aumentou com a idade, foi indiretamente proporcional à estabilidade e à dureza do solado e diretamente proporcional a sua espessura. Assim, calçados finos e duros pareceram proporcionar maior consciência proprioceptiva, o que levaria a maior estabilidade.

Por outro lado, Shorten e Mientjes (14) avaliaram três diferentes condições de amortecimento macio, médio e duro, em relação ao amortecimento mínimo (controle), para avaliar o efeito destas superfícies no impacto absorvido. A análise revelou que o primeiro pico da força vertical foi significativamente menor no amortecimento médio do que no controle; as condições macio e duro não foram significativamente diferentes do controle, nem entre eles. Os resultados revelam que o amortecimento intermediário apresenta menores impactos, podendo representar menores riscos de lesão.

Mediante comparação realizada entre solados de durezas extremas, Stacoff et al. apud Serrão (7) afirmaram que existe vantagem do solado mais duro na tarefa de reduzir as forças externas, gerando uma compensação com o aumento de 200N na força interna da articulação do tornozelo. Porém, Serrão (7) discute que um solado mais duro tende a aumentar o braço de alavanca resistente no tornozelo, aumentando o estresse no sistema muscular e ligamentos responsáveis pelo controle da estabilidade articular.

A utilização de sandálias com salto elevado, tipo plataforma, possuem um solado grosso e rígido que interfere diretamente na biomecânica da locomoção, como citado anteriormente. O solado grosso diminui a propriocepção e conseqüentemente a estabilidade, o que provocaria maior sobrecarga do sistema osteo-mio-articular, a fim de gerar aumento de estabilidade. O solado rígido, por sua vez, produz maiores primeiro

e segundo picos de força vertical devido a um aumento do braço de alavanca resistente no tornozelo que desestabilizaria a articulação e provocaria maior estresse muscular e ligamentar. Em relação às forças verticais, conforme o aumento do salto, o primeiro e o segundo picos de força vertical apresentam aumento em relação à condição descalça, de acordo com Manfio (15), confirmando as idéias anteriores.

Diante do contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar e comparar as respostas da FRS vertical durante a marcha em velocidade auto-selecionada em três condições definidas: descalço, usando um tênis esportivo e usando uma sandália do tipo plataforma (salto alto por toda extensão da sola), considerando que estes tipos de calçado são frequentemente usados entre jovens atualmente.

METODOLOGIA

A amostra deste estudo foi composta por 8 sujeitos voluntários do sexo feminino, todas universitárias, com média de idade de $22,9 \pm 4,1$ anos, que calçavam as numerações entre 35 e 38, de acordo com o Sistema Francês e que tinham experiência no uso de sandália plataforma. O protocolo experimental foi esclarecido a todos os participantes, que assinaram um termo de consentimento, concordando com suas condições.

A marcha foi avaliada em três diferentes condições: descalça, com tênis esportivo (Reebok modelo Hyper RBRN 107 BR) e com sandália plataforma (média da altura do salto: 7,8 cm), nessa ordem.

Para a avaliação da FRS vertical durante a marcha, foi utilizada uma plataforma de força AMTI, com frequência de amostragem de 200 Hz por 10s por tentativa e para cada condição foram coletadas três tentativas. Os sujeitos caminhavam por uma passarela de 10 m de comprimento, com a plataforma escondida 4,5 m do início da passarela. Foi solicitado que as mulheres mantivessem uma cadência auto-selecionada, pisando na plataforma com o membro inferior dominante.

A força reação do solo foi normalizada pelo peso corporal dos sujeitos descalços e analisada no programa *Origin v.6.0* e no *Statistica v.6.0*. As variáveis analisadas foram: Primeiro Pico da Força Vertical (Fz1), Segundo Pico da Força Vertical (Fz2), Pico de Força Passivo (Fz passivo) e suas respectivas taxas de crescimento.

Após a verificação da normalidade dos dados pelo teste de Shapiro Wilks, para as variáveis com distribuição normal, compararam-se as 3 condições por meio do teste ANOVA para medidas repetidas e para as variáveis com distribuição não normal entre 2 condições. Utilizou-se o teste de Wilcoxon para amostras pareadas e adotou-se p inferior a 0,05 para diferenças estatisticamente significativas.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Todos os sujeitos estudados eram saudáveis, sem alterações na marcha. Na sua maioria, eram estudantes universitárias e seus dados antropométricos apresentam-se descritos na Tabela 1. As mulheres, na maioria, calçavam tênis e sandálias número 35 e somente duas, 38.

TABELA 1 - Médias e desvios-padrão das variáveis antropométricas da amostra estudada

	Idade (anos)	Massa (kg)	Estatura (cm)	Nº Calçado
n=8	$22,9 \pm 4,1$	$58,0 \pm 10,4$	$160,5 \pm 7,3$	35-38

As médias e desvios-padrão das variáveis estudadas são apresentados na Tabela 2. Destaca-se que o pico passivo ocorreu na condição descalço e em algumas tentativas na condição com sandália. Este pico na condição descalça já é bem documentado na literatura e representa a acomodação dos tecidos moles ao contato do calcanhar com o solo, presença esta que não se repetiu sistematicamente nas outras duas condições.

TABELA 2 - Médias, desvios-padrão e nível descritivo das comparações entre as condições do andar: descalço, sandália e tênis das variáveis da força reação do solo

	Descalço	Sandália	Tênis	p
Fz 1 (PC)	1,09 ± 0,06 *	1,18 ± 0,07 *	1,14 ± 0,05 *	0,0000
Tx Fz 1 (PC/s)	7,98 ± 1,78	7,86 ± 3,82	7,33 ± 2,94	NS
Fz 2 (PC)	1,06 ± 0,06 *	1,09 ± 0,07 *	1,07 ± 0,05	0,0162
Fz passivo (PC)	0,61 ± 0,12 *	0,40 ± 0,16 *	---	0,0390
Tx Fz passivo (PC/s)	33,64 ± 16,91 *	16,19 ± 4,93 *	---	0,0429
Velocidade (m/s)	1,21 ± 0,06	1,18 ± 0,06 *	1,22 ± 0,05 *	0,0390

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No presente estudo, a condição com o uso de sandália apresentou o primeiro e o segundo pico de força vertical significativamente superior ao tênis esportivo e à condição descalça, tal como verificado por Manfio (15), que afirma que o aumento da altura do salto está relacionado diretamente ao aumento do primeiro e do segundo pico de força vertical. Ebbeling et al. (8) acrescentam que esse aumento da altura do salto também aumenta o ângulo de flexão plantar, flexão do joelho, além das forças verticais de reação do solo. Snow e Williams (16) também verificaram que a força vertical aplicada no antepé aumenta com o aumento da altura do salto durante a caminhada.

A velocidade da marcha na condição com sandália apresentou-se significativamente menor em relação à condição com tênis e descalço, ambos com velocidades bastante próximas. Desta forma, como a FRS tem influência direta da velocidade do andar, devemos ser cautelosos quando comparamos a condição sandália com a condição com o tênis. E, talvez, na viabilidade de utilização de velocidades iguais nas três condições, neste estudo, acredita-se na possibilidade de encontrar uma Fz1 de maior amplitude na condição com sandália.

A situação descalça promoveu um maior e mais rápido aumento de Fz1 e, portanto, de Tx Fz1 quando comparada à situação com tênis, tal como obtido por Bianco et al. (6), muito embora não seja estatisticamente significante no presente estudo.

O primeiro pico da força vertical na condição com o uso do tênis foi significativamente menor do que na condição com sandália, e este resultado concorda com Cavanagh et al. apud Serrão (7), que demonstraram a mesma tendência entre a diferença de material utilizado pelos sujeitos. Neste estudo, o comparativo foi entre a utilização de sapato com sola de couro e bota militar.

Apesar de não ser estatisticamente significante, observou-se maior taxa de crescimento do primeiro pico de força vertical para a situação descalça seguida da sandália e depois com o tênis, o que demonstra tendência real também encontrada por Cavanagh et al. (1981) apud Serrão (7), em relação à situação descalça, bota militar e o sapato com sola de couro, nesta ordem.

É interessante notar que o pico passivo típico em situações descalça também se revelou nas situações com o uso da sandália, embora este pico e sua taxa de crescimento tenham sido significativamente menores do que na condição descalça, concordando com o estudo da Manfio (15). Esta característica de aparecimento do pico passivo denota uma importante sobrecarga que o aparelho locomotor recebe e deve amortecer durante as tarefas de locomoção com o uso de sandálias plataforma da mesma forma que acontece descalço. Justificando este fato, Serrão (7) discute a possibilidade de o aumento do braço de alavanca resistente no tornozelo em situações de solado mais rígido, provocando maior estresse em todo o sistema músculo-articular e ligamentar. A afirmação deste autor justifica também o fato de termos observado uma Fz2 maior para a situação com sandália, já que esta apresenta uma alta rigidez em seu solado comparada à situação com tênis. Além disso, a altura do salto utilizado neste estudo (na frente 5 cm e atrás 9,5 cm) também justifica este aumento já que em estudo de Nasser et al. (17), os resultados obtidos quanto ao impulso do antepé mostram que estes são maiores na utilização dos saltos de maior tamanho. A comparação entre Fz2 do tênis e descalço foram estatisticamente iguais, enquanto entre as condições sandália e descalço mostraram-se significativamente diferentes onde Fz2 da sandália é maior que na condição descalça, o que está de acordo com o estudo de Manfio (15), no qual o aumento da altura do salto está relacionado diretamente com o aumento do segundo pico de força vertical.

Acredita-se que a diminuição da velocidade na situação com sandália possa estar relacionada à altura do salto (5 cm na frente e 9,5 cm atrás), sendo este mesmo resultado obtido por Nasser et al. (17). Estes autores afirmaram que a altura do salto está diretamente relacionada com a diminuição de impulso do retropé, caracterizando uma leve frenagem. Outro ponto que pode diminuir a velocidade é a rigidez do solado. Serrão (7) afirma que o solado considerado duro tende a aumentar o braço de alavanca resistente no tornozelo, aumentando o estresse no sistema muscular e ligamentos responsáveis pelo controle da estabilidade articular e, dessa forma, levar a uma maior necessidade de controle postural e conseqüentemente uma diminuição na velocidade do movimento. E uma terceira hipótese pode estar relacionada ao centro de gravidade mais elevado na situação com a sandália que também provoca maior instabilidade pelo aumento do braço de alavanca e pela maior dificuldade do CG se manter dentro da base de sustentação, levando à necessidade de maior controle postural e dessa forma da diminuição da velocidade. Keller et al. (18) demonstram haver um aumento na FRS em indivíduos que elevaram o centro de gravidade durante uma corrida lenta comparada à marcha. No presente estudo, apesar da diminuição da velocidade na situação com sandália, a elevação do centro de gravidade, com a utilização do salto, pode justificar esta Fz1 mais elevada que nas outras situações.

CONCLUSÃO

Considerando que o primeiro e segundo picos da força vertical foram mais elevados com o uso da sandália do que na situação descalça e com tênis, além da existência do Fz passivo encontrado mais comumente na situação descalça, pode-se concluir que a utilização da sandália tipo plataforma pode estar relacionada a uma situação de maior estresse e instabilidade articular comparada à situação com tênis e descalço.

A ocorrência de maiores picos de força vertical com o uso da sandália demonstra o quanto todo o sistema locomotor pode ser submetido a forças e impactos maiores no dia-a-dia com o uso de tal implemento da moda. Para suportar maiores forças, haverá a necessidade de adaptações na estrutura do movimento, como maiores ângulos articulares e possivelmente maiores atividades musculares para a manutenção destas posturas dinâmicas e isso provavelmente em todas as articulações envolvidas na locomoção.

Considerando a presença do pico passivo da força vertical com o uso da sandália, mesmo sendo de menor amplitude comparada à situação descalça, provoca um maior estresse em todo o sistema, já que este não será capaz de ter o mesmo poder de adaptação comparada à situação descalça. Isso acontece porque a gama de adaptações que a condição descalça pode realizar é muito maior do que com a utilização da sandália, principalmente em função do pé e o tornozelo não terem possibilidade de novos movimentos por estarem em um implemento de maior rigidez e altura. De forma simplificada, pode-se

concluir que a sobrecarga inicial de acomodação dos tecidos do pé e da carga recebida pode ser tão importante e grande na condição com o uso da sandália quanto na situação descalça devido à rigidez e à altura das sandálias. Tais fatores seriam os responsáveis pelo aumento de instabilidade articular e postural, levando a uma maior necessidade de controle motor na realização do movimento e conseqüentemente a uma diminuição na velocidade.

Em relação à situação com tênis e descalça em comparação com a sandália, podemos ressaltar a alta capacidade de absorver impactos e como conseqüência sobrecarregando menos o sistema ósteo-mio-articular, levando a uma maior estabilidade articular – além do CG mais baixo, o que permitiria alcançar velocidades maiores. Esse aumento de velocidade seria então o responsável pelos maiores primeiro e segundo picos de força vertical.

Durante a situação descalça, houve diminuição Fz1 e tendência à diminuição de Fz2, comparado à situação com tênis, o que pode evidenciar maior flexibilidade do aparelho locomotor em reduzir cargas e maior capacidade de adaptação em diversas superfícies, muito embora ocorra o pico passivo.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos aos pesquisadores Bianca Yuki Kanamura, Larissa Yuria Yahiro, Mitie Esther Ichiba Otuzi, Tiago Uras de Luca, Meire Yuri Takara, Elcio Pantaleão Ribeiro Júnior, que tiveram participação fundamental para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Shaw JE, Van Shie CHM, Carrington AL, Abbott CA, Boulton AJM. An analysis of dynamic forces transmitted through the foot in diabetic neuropathy. *Diabetes Care*. 1998; 21(11):1955-1959.
2. Cook T, Farrell K, Carey I, Gibbs J, Wiger G. Effects of restricted knee flexion and walking speed on the vertical ground reaction force during gait. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1997; 25(4):236-244.
3. Van Der Linden ML, Kerr AM, Hazlewood ME, Hillman SJ, Robb JE. Kinematic and kinetic gait characteristics of normal children walking at a range of a clinical relevants speeds. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002; 22:800-806.
4. Perry J. Análise de marcha. Sistemas de análise de marcha. São Paulo: Manole; 2005.
5. Sacco ICN. Estudo de parâmetros biomecânicos na marcha e limiares somato-sensoriais em pacientes portadores de neuropatia diabética. [dissertação]. São Paulo: EEFEEUSP; 1997.
6. Bianco R, Serrão JC, Sacco ICN, Sá MR, Amadio AC. Características dinâmicas da locomoção sem e com o uso do calçado esportivo. *Anais do I Simpósio Brasileiro de Biomecânica do Calçado*; 2001.
7. Serrão JC. Aspectos biomecânicos da influência do calçado esportivo na locomoção humana. [tese] doutorado. São Paulo: EFEEUSP; 1999.
8. Ebbeling CJ, Hamill J, Crusemeyer JA. Lower extremity mechanics and energy cost of walking in high-heeled shoes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994; 19(4):190-6.
9. Clarke TE; Frederick EC; Cooper LB. Effects of shoe cushioning upon ground reaction forces in running. *Int J Sports Med*. 1983; 4(4):247-51.

10. Robbins SE.; Hanna AM. Running-related injury prevention through barefoot adaptations. *Med Sci Sports Exerc.* 1987 Apr.; 19(2):148-56.
11. Ogon M, Aleksiev AR, Spratt KF, Pope MH, Saltzman CL. Footwear affects the behavior of low back muscles when jogging. *International Journal of Sports Medicine.* 2001; 22(6):414-9.
12. Robbins S, Waked E. Hazard of deceptive advertising of athletic footwear. *Br J Sports Med.* 1997; 31(4):299-303.
13. Robbins, SE.; Waked, E. Balance and vertical impact in sports: role of shoe sole materials. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation.* 1997; 78(12):463-7.
14. Shorten, MR, Mientjes, M. The effects of shoe cushioning on impact force during running. *Proc. 6th ISB Symp. Footwear Biomechanics.* New Zealand: University of Otago; 2003.
15. Manfio, EF. Alteração na marcha descalça e com sapato de salto. In: *Anais do 10º Congresso Brasileiro de Biomecânica 1.*, 2003; 87-90.
16. Snow RE, Williams KR. High heeled shoes: their effect on center of mass position, posture, three-dimensional kinematics, rearfoot motion, and ground reaction forces. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994; 75(5):568-76.
17. Nasser JP, Ávila AOV, Mello SIL. Análise do impulso em calçados femininos em diferentes alturas de salto. In: *Anais do 6º Congresso Brasileiro de Biomecânica*; 1996; São Paulo; 1996. p. 491-493.
18. Keller TS, Weisberger AM, RAY JL, Hasan SS, Shiavi RG, Spengler DM. Relationship between vertical ground reaction forces and speed during walking, slow jogging and running. *Clinical Biomechanics.* 1996; 11(5):253-259.

Recebido em: 12/12/2005

Received in: 12/12/2005

Aprovado em: 27/08/2007

Approved in: 08/27/2007