

Artigo original**Biomecânica da marcha e da postura com calçado de salto alto*****Biomechanics of gait and posture with high heels shoes***

Aderbal Silva Aguiar Júnior*, Tatiane Marcos Freitas**

.....

*Fisioterapeuta, Professor em Fisioterapia Ortopédica e Traumatológica do Curso de Fisioterapia e Pesquisador do Núcleo de Estudos do Movimento Humano da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul), Campus Tubarão, **Acadêmica Curso de Fisioterapia da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul), Campus Tubarão

Palavras-chave:

calçado de salto alto, joelho, marcha, postura.

Resumo

O calçado de salto alto é um recurso estético freqüentemente utilizado pela população feminina. O objetivo da pesquisa foi analisar o comportamento do joelho de adolescentes que utilizam calçado de salto alto: no ortostatismo e na marcha com e sem salto alto. A pesquisa foi descritiva comparativa, com amostra de tamanho 30 e caráter randômico. Os dados subjetivos foram coletados através de entrevista, e os cinemáticos por cinematria na deambulação e em ortostatismo, após tratamento pelo *software* CorelDraw 9.0. A análise dos dados foi feita pelo *software* Microsoft Office Excel 7.0 com plataforma Windows ME. As médias encontradas não tiveram diferenças significativas na marcha e na postura das adolescentes com o calçado de salto alto e sem o calçado, com intervalo de confiança igual a 5%.

Key-words:

high heel shoes, knee, gait, posture.

Abstract

The high hell shoes are an aesthetic resource frequently used by the feminine population. The objective of the research was to analyze the knee behavior of adolescents when they use high hell shoe: in the erect posture and the gait with and without high hell shoes. The research was descriptive comparative, with randomized sample of 30 adolescents. The subjective data had been collected through interview, and the kinematic ones by kinemetry in the erect posture and gait, after treatment by software CorelDraw 9.0. The data analysis was made by software Microsoft Office Excel 7.0 with Windows Platform ME. The joined averages did not have significant differences in the gait and the posture of the adolescents with and without the high hell shoes, with $p = 5\%$.

Recebido 12 de agosto de 2003; aceito 1 de junho de 2004.

Endereço para correspondência: Aderbal Silva Aguiar Jr, Coordenação do Curso de Fisioterapia, av. José Acácio Moreira, 787, Bairro Debon 88704-900 Tubarão SC, E-mail: aderbaljr@unisul.br

Introdução

O calçado de salto alto é um recurso estético freqüentemente utilizado pela população feminina, de qualquer idade, inclusive crianças, algumas em fase de desenvolvimento. Linder e Saltzman [1] enfatizam a re-emergência do calçado de salto alto e o interesse científico no terceiro quarto do século XIX, seguindo-se pelo seu desaparecimento na Revolução Francesa, estando associada com a crescente pressão dos empregadores para o uso deste calçado por prolongados períodos de trabalho. Segundo Smith *et al.* [2] durante a marcha, o apoio do pé se divide em 60% para o antepé e 40% para o retropé, sendo que quando é utilizado o calçado de salto alto esses valores se alteram, pois o peso sustentado pelo antepé está relacionado com a altura do calcanhar, havendo assim uma descarga maior de peso sobre o antepé devido o trabalho isométrico no movimento de plantiflexão do tornozelo, de acordo com Dawson *et al.* [3], Franklin *et al.* [4], Nyska *et al.* [5] e McBride *et al.* [6], assim como também aumento na lordose lombar.

A marcha além de ter um objetivo funcional tem que ser também segura e estética. Fatores posturais e sociológicos como o uso do calçado alto pode influenciar a incidência e a severidade de dor anterior do joelho em mulheres, afirma Fulkerson e Arendt [7,8].

O objetivo da pesquisa foi analisar o comportamento cinemático do joelho na marcha de adolescentes que utilizam calçado de salto alto e comparar esses mesmos ângulos na marcha sem calçado, verificando também os ângulos em ortostatismo, o comprimento do membro inferior, o peso, a altura das adolescentes e a história do uso do calçado de salto alto, identificando o tipo e o tamanho do salto que utilizam com mais freqüência.

Material e métodos

A pesquisa foi do tipo descritiva comparativa, com uma população considerada de distribuição normal, constituída por mulheres jovens, colegiais e universitárias, do Colégio Dehon e Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, de Tubarão-SC. A amostra da pesquisa teve tamanho 30 e caráter randômico. Os dados foram adquiridos através de entrevista, antropometria e por cinematria do joelho das adolescentes deambulando e em ortostatismo, com e sem calçado de salto alto. A análise dos dados foi feita pelos programas CorelDraw 9.0 e pelo Microsoft Office Excel 7.0 com plataforma Windows ME.

As variáveis da pesquisa foram:

a) Ângulo do joelho: Segundo Hamil *et al.* [9], durante a caminhada o pé toca o solo com a articulação do joelho quase estendida (5° a 8° de flexão). Durante a fase de apoio, o joelho está em 0° . E durante a retirada do pé do solo, o joelho está em 40° de flexão;

b) Dor: é uma experiência sensorial e emocional desagradável associada ou descrita em termos de lesões reais ou potenciais. A dor é sempre subjetiva. Cada indivíduo aprende a utilizar este termo através de suas experiências;

c) Cadeia muscular posterior: Para Marques [10] a cadeia muscular posterior é composta pelos músculos da planta do pé, músculos posteriores da perna e da coxa e os músculos da coluna vertebral.

Os instrumentos para coleta utilizados na pesquisa foram:

- Fita métrica, de um metro e trinta centímetros de comprimento;
- Balança antropométrica, marca Filizola;
- Marcadores de isopor com diâmetro de 35mm;
- Câmera de vídeo, da marca Panasonic, modelo PV - IQ 205D VHS-C;
- Entrevista;
- Ficha para avaliação antropométrica;
- Máquina fotográfica digital, Sony FD Mavica, modelo MVC – FD75;
- Fundo negro, de tecido fosco, de $6m^2$;
- Calçado de salto alto com 10,5 cm no calcanhar e 1,5 cm na parte anterior do calçado;
- Vídeo cassete, da marca Panasonic, modelo super 4 HD, G21 digital, com freqüência de aquisição de 24Hz;
- *Software* CorelDraw 9.0.

O estudo piloto foi realizado no dia 26 de março de 2002, antes de começar a coleta de dados para verificar a qualidade da imagem da filmagem e da fotografia e para corrigir erros sistemáticos.

Em seguida, foi passado em salas de ensino médio do Colégio Dehon da cidade de Tubarão e em salas de faculdade, principalmente em salas do curso de Fisioterapia, e convidadas adolescentes a participarem da pesquisa, fazendo uma breve explicação de como seria a pesquisa e o local da pesquisa, na Clínica Escola de Fisioterapia da UNISUL de Tubarão em agosto de 2002.

Foi aplicada uma entrevista constando dados pessoais, história do uso do calçado e comportamento dos desconfortos, seguindo-se da mensuração das medidas antropométricas: massa corpórea, altura e comprimento real dos membros inferiores.

Figura 1 – Calçado utilizado na pesquisa



Os marcadores de bolas de isopor foram posicionados nos pontos: trocânter maior, linha articular do joelho acima da cabeça da fíbula e no maléolo lateral sendo fixadas com pedaço de fita adesiva transparente, em decúbito dorsal para realização da cinemetria.

Na cinemetria estática foi fotografado o perfil direito com olhar para o horizonte. O calçado de salto alto foi da mesma marca e modelo, mudando apenas a numeração.

Na cinemetria dinâmica foi filmado o plano sagital direito caminhando com o calçado de salto alto e depois sem o calçado, adquirindo em média uma passada ou uma passada e meia da adolescente, numa velocidade auto-elegida para a mesma, com o olhar fixo para o horizonte.

A filmagem e a fotografia foram feitas com um fundo negro, para possibilitar contraste com os marcadores de isopor.

A aquisição dos dados cinemáticos angulares da marcha foi realizada por fotografia no *slow motion* do vídeo cassete nos momentos do contato inicial do calcâneo, do apoio médio e no apoio final.

Depois de adquiridos os eventos da marcha e da postura, foram analisados os ângulos do joelho no programa CorelDraw 9.0 avaliando esses dados com o calçado de salto alto.

Os dados foram avaliados por estatística indutiva, no programa Microsoft Office Excel 7.0, utilizando o teste t de distribuição de *student* com $p = 0,05$. O valor crítico, para $n = 30$ e $p = 5\%$, foi retirado de Neto [11].

Resultados

Tabela I - Variável postural.

Variável	Com salto	Sem salto	t _{teste}	T _{51,5%}
Ângulo de flexão do joelho ¹	174,4° ± 4,5	175,1° ± 3,8	0,3722	2,055

¹ - Graus.

Tabela II - Variáveis cinemáticas da marcha.

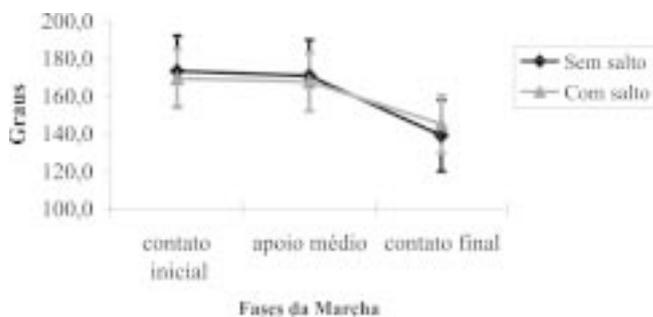
Variável	Com salto	Sem salto	t _{teste}	T _{51,5%}
Ângulo de flexão do joelho - Apoio inicial ¹	173,4° ± 4,3	169,5° ± 6,8	0,0701	2,048
Ângulo de flexão do joelho - Apoio médio ¹	171,1° ± 6,5	167,7° ± 8,1	0,1818	2,03
Ângulo de flexão do joelho - Apoio final ¹	139 ± 14,6	145,2° ± 15	0,1952	2,021

¹ - Graus.

Discussão

O gráfico I está relacionado com a análise cinemática da marcha de adolescentes, fazendo uso de calçado de salto alto e sem o calçado. O objetivo foi de verificar o ângulo do joelho, na fase de apoio nesses dois tipos de marcha. Segundo Ramalho [12], a fase de apoio está dividida em contato inicial, contato total do pé, médio apoio, desprendimento de retro pé e desprendimento do pé.

Gráfico I - Flexão do joelho durante a marcha.



Contato inicial: Conforme Ramalho, o contato inicial é o início da fase de apoio, correspondendo ao pico máximo de resposta à carga o momento em que o calcâneo faz contato com o solo e nesse momento o joelho está em extensão quase completa e conforme Saad [13] o joelho está com uma angulação de 180° a 175°. A média do ângulo do joelho encontrada na marcha sem calçado foi de 173,4° ± 4,3 com o calçado de salto alto foi de 169,5° ± 6,8. Estatisticamente não existiu diferença significativa entre as duas médias, com o calçado de salto alto e sem o calçado, com significância é igual a 5%.

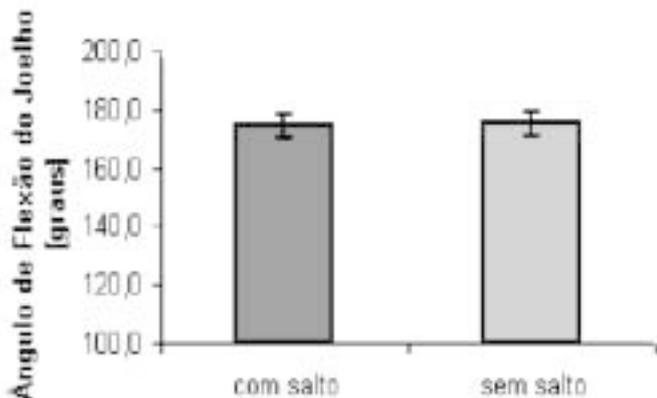
Apoio médio: É o avanço do corpo sobre o pé estacionário, afirma Saad e nessa fase o joelho está a 180°. A média encontrada do ângulo do joelho nessa fase na marcha sem calçado foi de 171,1° ± 6,5. Com o calçado de salto alto a média do ângulo do joelho foi de 167,7° ± 8,1. Estatisticamente também não houve diferença significativa entre as médias do ângulo do joelho encontrada na marcha com o calçado de salto e sem o calçado, com significância igual a 5%. Na análise do gráfico I, observamos uma discreta diminuição da extensão com o calçado de salto alto, o que também foi observado por Snow e Willians [14] e Ebbeling *et al.* [15].

Contato final: segundo o autor citado anteriormente, essa fase também pode ser chamada de desprendimento do pé, sendo caracterizada como preparação para a fase de balanço. Nesse momento o joelho está a 140° de flexão. Na marcha sem calçado a média do ângulo do joelho no contato final foi de 139,0° ± 14,6. E a média do ângulo do joelho no contato final na marcha com o calçado de salto foi de 145,2° ± 15,0. Como os ângulos que foram obtidos na marcha das adolescentes, com o uso de calçado de salto alto e sem uso de calçado foram pequenas, estatisticamente, a pesquisa provou que o uso do calçado de salto alto não altera o ângulo do joelho na marcha.

Nós não encontramos alterações cinemáticas na marcha desta amostra, embora autores como Kerrigan *et al.* [16],

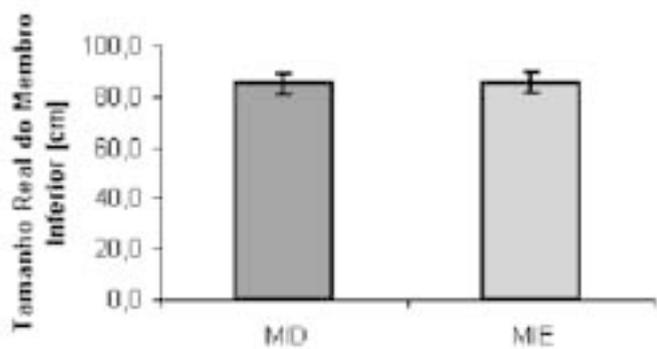
num estudo com amostra razoável de 20 mulheres jovens tenham encontrado aumento de 23% nas forças de compressão patelofemoral na marcha com salto alto do que descalço.

Gráfico II - Flexão do joelho em ortostatismo.



A média do ângulo do joelho na posição ortostática em repouso foi de $174,4^\circ \pm 4,5$ com o calçado de salto e sem o calçado a média do ângulo foi de $175,2^\circ \pm 3,8$. Estatisticamente não houve diferença no ângulo do joelho com o calçado de salto e sem o calçado, com significância igual a 5%, pois Smith et al cita que o ângulo do joelho em flexão na postura simétrica é de 174° e Marques afirma que o encurtamento da cadeia posterior predis põe o indivíduo a um joelho em flexo. De Lauter *et al.* [17] encontraram números diretamente contrários aos nossos, estáticos e dinâmicos, indicando compensação no tornozelo e joelho.

Gráfico III - Discrepância de membros inferiores.



Através da ficha de avaliação foi verificado que as adolescentes pesquisadas apresentaram uma média de 18,5 anos e segundo Chipkevitch [18] o período da adolescência varia de 17 a 20 anos; com média de massa corporal de 53,7 kg, que através do índice da massa corporal (IMC) tiveram resultado de 20 pontos, ou seja, são saudáveis, sendo que Powers e Howley [19] citam que o IMC é a relação entre o peso corporal (em kg) e a altura (em metros) ao quadrado, e para o sexo feminino é considerado uma

faixa saudável quando o resultado fica entre 19 e 25 pontos; com uma média de altura de 1,63 m, não tiveram estatisticamente discrepância de membros inferiores, com significância = 5%. Na pesquisa a média de comprimento de membro inferior destas jovens saudáveis direito foi de $84,8 \pm 3,9$ cm e do membro inferior esquerdo de $85,4 \pm 4,3$ cm. Através do cálculo de Anderson e Green citado por Santih e Mercadante [20] foi calculado o nível de discrepância pela fórmula:

$$\text{Gravidade da assimetria} = \frac{\text{comprimento do lado normal} - \text{comprimento do lado encurtado}}{\text{comprimento do lado normal}} \times 100$$

Onde é considerado como uma discrepância leve quando atinge 10% e a média das adolescentes que participaram da pesquisa foi de 7%, considerando-se então que elas não possuem discrepância de membros inferiores.

De acordo com a entrevista realizada com as adolescentes foi verificado que 100% das participantes utilizam calçado de salto alto, sendo que 41% das participantes usam o calçado de salto grosso com mais frequência, 31% utilizam o calçado de salto fino com mais frequência e 28% usam o calçado com o salto plataforma, ou seja, uma distribuição quase uniforme.

Recordando Linder e Saltzman sobre a crescente pressão dos empregadores para o uso deste calçado por prolongados períodos de trabalho, através da entrevista verificamos 100% das adolescentes utilizando calçado de salto alto, com alta média de uso semanal de 4,8 dias e diária de 7,5 horas. Essas adolescentes começaram a usar o calçado por volta dos 14 anos de idade, sendo o salto grosso o tipo de salto de preferência e a altura do salto mais utilizada é de 10cm. Os calçados com alturas de saltos mais baixos são utilizados por poucas adolescentes.

Quanto à altura do salto as adolescentes citaram mais de uma altura que utilizam com frequência. A altura do salto utilizada com mais frequência é o salto de 10cm em que 23 adolescentes fazem o uso desta altura com mais frequência. O salto de 4cm é o salto menos utilizado, apenas 3 adolescentes fazem o uso desse com frequência. O salto de 3cm é utilizado por 4 adolescentes, o salto de 5cm foi relatado por 9 adolescentes, o salto de 6cm é utilizado por 10 adolescentes que usam com frequência, a altura do salto de 7cm é utilizado com frequência por 12 adolescentes, à altura do salto de 8cm é utilizado por 20 adolescentes e a altura do salto de 12 cm é utilizado por 6 adolescentes com frequência.

Com relação ao desconforto na utilização de calçado de salto alto, 63% das adolescentes pesquisadas apresentaram queixas e 37% não. Na entrevista sobre a história de uso do calçado, encontrou-se média de $4,5 \pm 1,2$ anos, $4,8 \pm 1,8$ dias semanais e $7,5 \pm 1,9$ horas diárias, demonstrando relevante participação no gosto humano.

O local de desconforto mais relatado foi o antepé, com 31% das queixas. A perna posterior foi referida por 23%

das adolescentes, a coluna vertebral, mais especificamente a lombar, por 16% das adolescentes, o retopé 13%, o joelho anterior 5% e a coxa e o joelho posteriormente, a perna anteriormente e o tornozelo por 3% das adolescentes. A região do quadril e da coxa anterior não apresentou queixas.

Conclusão

Com a pesquisa foi verificado que o calçado de salto alto não interfere no ângulo do joelho, tanto na fase de apoio da marcha, quanto na posição ortostática. Portanto consideramos não existir riscos para o joelho, com uso de calçado de salto alto, mas encontramos queixas relevantes no pé e na coluna vertebral.

As adolescentes que participaram da pesquisa apresentaram-se com massa corporal dentro dos padrões saudáveis, através dos cálculos do Índice de Massa Corporal (IMC) e sem discrepância de membros inferiores.

O desconforto do uso do calçado de salto alto foi relatado por 63% das adolescentes, com maior frequência de queixas na região do antepé, seguido por queixas na região posterior da perna e na região lombar da coluna vertebral, sem queixas relevantes na região do joelho.

Após avaliação dos dados, nossa opinião não considera o uso do calçado de salto alto responsável pelo desenvolvimento de alterações patológicas do joelho e de tamanho de membros inferiores, na faixa etária estudada. Sendo demonstrada relevante frequência de uso e afinidade por este tipo de calçado.

Sugerimos o mesmo estudo, avaliando-se o comportamento principalmente do pé, mas também tornozelo e coluna lombar.

Referências

- Linder M, Saltzman CL. A history of medical scientists on high heels. *Int J Health Serv* 1998;28:201-25.
- Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD. *Cinesiologia clínica de Brunnstrom*. 5ª ed. São Paulo: Manole; 1997.
- Dawson J, Thorogood M, Marks AS, Juszczak E, Dodd C, Lavis G, Fitzpatrick R. *J Public Health Med* 2002;24:77-84.
- Franklin ME, Chenier TC, Brauninger L, Cook H, Harris S. Effect of positive heel inclination on posture. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;21:94-9.
- Nyska M, McCabe C, Linge K, Klenerman L. Plantar foot pressures during treadmill walking with high-heel and low-heel shoes. *Foot Ankle Int* 1996;17:662-6.
- McBride ID, Wyss UP, Cooke TD, Murphy L, Phillips J, Olney SJ. First metatarsophalangeal joint reaction forces during high-heel gait. *Foot Ankle* 1991;11:282-8.
- Fulkerson JP, Arendt EA. Anterior knee pain in females. *Clin Orthop* 2000;372: 69-73.
- Fulkerson JP, Arendt EA. The female knee-anterior pain. *Conn Med*;63:661-4.
- Hamill J, Knutzen KM. Anatomia funcional dos membros inferiores. In: Hamill J, Knutzen KM. *Bases biomecânicas do movimento humano*. São Paulo: Manole; 1999. p.201-84.
- Marques AP. Cadeia Posterior. In: Marques AP. *Cadeias musculares: um processo para ensinar avaliação fisioterapêutica global*. São Paulo: Manole; 2000. p.23-54.
- Neto C, Oliveira PL. *Estatística*. São Paulo: Edgard Blücher; 1977. p.252.
- Ramalho Jr A. Mecânica da marcha. In: Leitão A, Leitão VA. *Clínica de reabilitação*. São Paulo: Atheneu; 1995. p.43-67.
- Saad M. Locomoção. In: Chamlian TR. *Medicina física e reabilitação*. São Paulo: Caio Augusto de Souza Nery; 1999. cap. 4, p.20-23.
- 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;75:568-76.
- Ebbeling CJ, Hamill J, Crussemeyer JA. Lower extremity mechanics and energy cost of walking in high-heeled shoes. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994;19:190-6.
- Kerrigan DC, Todd MK, Riley PO. Knee osteoarthritis and high-heeled shoes. *Lancet* 1998;351:1399-401.
- De Lateur BJ, Gianconi RM, Questad K, Ko M, Lehmann JF. Footwear and posture: compensatory strategies for heel height. *Am J Phys Med Rehabil* 1991;70: 246-54.
- Chipkevitch E. Adolescência e puberdade: a dimensão psicossocial. In: Chipkevitch E. *Puberdade & adolescência: aspectos biológicos, clínicos e psicossociais*. São Paulo: Roca; 1995. p.111-61.
- Powers SK, Howley ET. Composição corporal e nutrição para a saúde. In: Powers SK, Howley ET. *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2000. p.317-58.
- Santih R, Mercadante MT. Desigualdade de comprimento dos membros inferiores. In: Hebert S, Xavier R. *Ortopedia e traumatologia: princípios e práticas*. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 1998. p.313-23. ■