AUTORES:
Letícia Parada Moreira [1]
Leonardo Rodrigo Duarte [1]
Débora Dias F Moura Rocco [1]
Alexandre Galvão da Silva [1]

[1] LAFES: Laboratório de Fisiologia do Exercício e Saúde, Faculdade de Educação Física e Esporte da Universidade Santa Cecília – Santos/SP– Brasil

https://doi.org/10.5628/rpcd.15.02.64

Análise cinemática da corrida com pés descalços em indivíduos que normalmente correm calçados. Impacto da utilização do calçado sobre a cinemática da corrida

PALAVRAS CHAVE:
Cinemática. Tecnologia de amortecimento. Corrida de rua.

SUBMISSÃO: 10 de Dezembro de 2014
ACEITAÇÃO: 31 de Agosto de 2015

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi comparar o padrão cinemático de corrida em indivíduos calçados e descalços. Foram recrutados 8 indivíduos, com idades compreendidas entre 18 e 51 anos, praticantes de corrida de rua, que normalmente utilizam calçados com tecnologias de amortecimento em seus treinamentos diários. O indivíduo, primeiramente, correu numa esteira ergométrica, com seus tênis habituais de treino, durante 5 minutos, à velocidade de 8 km/h, para familiarização e ambientação. A cada 1 minuto, a velocidade era incrementada em 1 km/h, até atingir-se 85% da frequência cardíaca de reserva do indivíduo. Atingida a FC alvo, realizou-se uma filmagem digital a uma frequência de 120 Hz, no plano sagital, durante 15 segundos. Após o indivíduo caminhar durante 3 minutos a 5 km/h, repetiu-se o procedimento, desta vez descalço. Foram encontradas alterações significativas nos padrões cinemáticos da corrida descalço em relação a calçado nos ângulos de flexão de tornozelo (112.8 ± 7.91° e 100.8 ± 9.04°, respectivamente) e joelho (163.3 ± 4.03° e 151.1 ± 5.67°); ângulo do joelho em relação ao eixo horizontal (97.1 ± 3.04° e 89.6 ± 3.16°); e no ângulo do tornozelo em relação ao eixo vertical (76.9 ± 6.20° e 93.9 ± 4.55°). Os resultados encontrados sugerem que tais alterações podem estar relacionadas à diminuição da força de reação do solo e à possível ergonomia com pés descalços.

Correspondência: Letícia Parada Moreira. Rua Laurindo Mirabelli, nº 165, Parque Continental São Vicente – SP. CEP: 11348-38. (l_parada_m@hotmail.com).

Kinematic analysis of barefoot running in individuals who usually run with shoes. Impact of using the footwear on the race kinematics

ABSTRACT

The aim of the present study was to compare kinematic patterns of race running with shoes and barefoot. It was recruited 8 individuals, aged between 18 and 51 years old, practitioners of street racing, which typically use shoes with cushioning technologies in their daily training. The individual first ran on a treadmill, with their usual training shoes, during 5 minutes, at a speed of 8 km/h, for familiarization and ambiance. Every 1 minute, the speed was increased by 1 km/h, until it hit 85% of the heart rate reserve. When it hit the target heart rate, it was held a digital footage at a frequency of 120 Hz, in the sagittal plane, during 15 seconds. After the individual walked for 3 minutes at 5 km/h, the procedure was repeated, this time with bare feet. Significant changes were found in the kinematic patterns of racing barefoot in relation to racing with shoes, on ankle flexion angles (112.8 ± 7.91° and 100.8 ± 9.04°, respectively) and knee (163.3 ± 4.03° and ± 5.67 151.1°); knee angle relative to the horizontal axis (97.1 ± 3.04° and 89.6 ± 3.16°); and the ankle angle in relation to the vertical axis (76.9 ± 6.20° and 93.9 ± 4.55°). The results suggest that such changes may be related to decreased ground reaction force and a possible ergonomy in the race with bare feet.

KEY WORDS:
Kinematics. Cushioning technology. Street racing.

INTRODUÇÃO

O movimento do corpo humano é definido fisicamente como um complexo sistema de segmentos articulados em equilíbrio estático ou dinâmico, gerando forças internas e externas no eixo articular, provocando deslocamentos angulares nesses segmentos [1].

Durante o exercício físico, a sobrecarga articular e os efeitos dos mecanismos motores exercidos pela sobrecarga, tanto da dinâmica muscular quanto no dispêndio de energia, são fatores que podem influenciar no desenvolvimento biomecânico da marcha [20].

A corrida é hoje em dia uma das atividades esportivas que mais desperta adeptos por causa dos seus benefícios à saúde, como também por sua conveniência e natureza econômica [21].

O aumento dessa prática esportiva tem elevado o número de lesões. Um estudo recente [7], avaliando a prevalência de lesões por corredores no último ano, demonstrou que 55% dos indivíduos que participaram da pesquisa haviam sofrido lesões musculoesqueléticas nos doze meses anteriores. Refletindo o potencial que a prática regular de corridas tem em provocar lesões musculares e articulares.

A cinemática dos movimentos dos membros inferiores da corrida em adultos vem sendo estudada de maneira extensiva na literatura. Apesar da ampla divulgação – pela mídia, treinadores e, claro, pelos próprios fabricantes de calçados – da ideia de que correr sem um calçado provido de amortecimento e/ou controle de movimentos possa representar um grande risco à integridade dos membros inferiores e pés, os estudos não são conclusivos para comprovarem tal fato [14]. Alguns grandes fabricantes de calçados esportivos, percebendo isso, já começaram a se movimentar, criando uma onda de lançamentos de tênis chamados "minimalistas", com solados baixos e planos, desprovidos de qualquer tecnologia de amortecimento ou controle de movimentos.

Analisando a estrutura anatômica do corpo humano [10], observa-se que temos plenas condições de correr descalços. Vale ressaltar que sempre o fizemos para garantir nossa sobrevivência.

Desde a invenção do tênis moderno – com bolsas de ar nos calcanhares, espumas de diferentes densidades para evitar a pronação, placas estabilizadoras que percorrem toda a entressola – no início da década de 1970, já se foram mais de 40 anos. Ele foi inventado com o intuito de "corrigir" o movimento natural de pronação do pé – que, na verdade, é uma combinação de três movimentos diferentes em três eixos anatômicos: eixo ântero-posterior, látero-lateral e crânio-caudal – e propiciar uma passada mais confortável para corridas de longa distância, aterrissando nos calcanhares – graças à densa "almofada" sob eles – e terminando o movimento no antepé, ganhando alguns centímetros a mais no movimento, que se inicia à frente do centro de gravidade do corpo [11].

Porém, diversos estudos encontraram resultados diferentes dos esperados pelos inventores dos tênis modernos. Neles, o impacto do pé calçado com o solo no momento da aterrissagem, em comparação ao pé descalço, foi maior em todas as medições. Tais resultados sugerem que aterrissar com os calcanhares – e não no médiopé ou antepé, como se faz correndo descalço – pode ser mais lesivo, mesmo contando com toda tecnologia disponível [5, 6, 9, 17, 23, 25]. Os índices de lesões nos últimos 40 anos, ao contrário do que seria o esperado, aumentaram em 10% [11].

Um estudo [20] com corredores profissionais, calçados com tênis minimalistas, foi realizado com o objetivo de relacionar padrões cinemáticos à Economia de Corrida (ECO) – consumo de oxigênio em determinada velocidade submáxima de corrida (corredores mais econômicos tendem a ser mais rápidos consumindo menos oxigênio). Nos resultados, os padrões cinemáticos por ele encontrados nos corredores mais econômicos foram similares aos padrões encontrados por outros autores, que realizaram estudos semelhantes com corredores descalços [5, 17].

Com base nessas informações, sabe-se que a característica mais intrínseca da corrida com pés descalços em relação à corrida com pés calçados é a forma de aterrissagem: no mediopé ou antepé quando descalço, e nos calcanhares quando calçado [5, 6, 9, 17, 25]. A literatura explora aspectos como a força de reação do solo e os movimentos da articulação subtalar ("pronação") na fase de apoio da corrida [3, 5, 6, 8, 9, 18, 19, 21]. Porém, não foi encontrado nenhum estudo que comparasse outros diversos aspectos cinemáticos que possam ser modificados com a simples retirada do calçado de indivíduos que normalmente correm calçados.

A hipótese do estudo é a de que a corrida com pés descalços apresente diferenças cinemáticas em comparação com a corrida utilizando calçados. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo identificar alterações em padrões cinemáticos da corrida, após breve período de adaptação à corrida com pés descalços, em indivíduos que normalmente correm calçados.

METODOLOGIA

AMOSTRA

O estudo foi constituído por 08 indivíduos adultos, praticantes de corrida de rua, de ambos os gêneros, que foram recrutados nas assessorias esportivas e academias instaladas em Santos, São Vicente e Praia Grande. Os sujeitos da pesquisa corriam recreativamente em média 30 minutos, três vezes por semana na rua ou na esteira e também praticavam musculação. A coleta dos dados foi realizada em academia na cidade de Praia Grande, entre Agosto e Setembro de 2012, em dias e horários previamente agendados com os voluntários do estudo e com os pesquisadores.

Foram adotados como critérios de inclusão: indivíduos com idades compreendidas entre 18 e 60 anos, que pratiquem corrida a pelo menos um ano, ininterruptamente, utilizando tênis com tecnologias modernas de amortecimento e/ou controle de movimento em seus treinamentos diários.

Foram adotados como critérios de exclusão: indivíduos que corram, mesmo que ocasionalmente, com os pés descalços ou com tênis minimalistas, que apresentam ou apresentaram lesões osteomioarticulares nos últimos 3 meses, ou então que possuam limitações ortopédicas ou patológicas que os impeçam de correr por 20 minutos em esteira ergométrica.

Todos os sujeitos participantes do estudo assinaram, em duas vias, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, com detalhes sobre o estudo e a garantia do anonimato quanto à sua identidade. Os procedimentos utilizados respeitam as normas internacionais de experimentação com humanos (Declaração de Helsinki, 1997)[24], e tais procedimentos foram realizados pelos próprios pesquisadores, após diversas baterias de testes para determinação de variáveis espaciais e temporais e fixação dos métodos.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Santa Cecília, sob o protocolo número 91.968.

INSTRUMENTO

Os instrumentos utilizados foram: esteira ergométrica da marca *Lion Fitness*, modelo X-4; filmadora digital da marca GoPro, modelo HD Hero2; frequencímetro da marca Garmin, modelo *Forerunner 405*; Frequencímetro da marca Oregon, modelo SE139 *Smart Trainer; software Kinovea – Video Analysis Software for Sports.*

PROCEDIMENTOS

Foram analisados seis padrões cinemáticos no momento do primeiro contato do pé com o solo na corrida com pés calçados e com pés descalços: ângulos articulares do tornozelo (Figura 1), joelho (Figura 2), quadril (Figura 3) e cotovelo (Figura 4); ângulo do joelho em relação ao eixo horizontal – dado por uma linha entre o epicôndilo lateral do fêmur e o maléolo lateral interseccionando com uma linha horizontal a um ângulo reto perpendicular ao solo (Figura 5); e ângulo do tornozelo em relação ao eixo vertical – dado por uma linha correndo paralelamente à sola do tênis ou do pé interseccionando com uma linha vertical a um ângulo reto perpendicular ao solo (Figura 6).

FIGURA 1. Ângulo articular do tornozelo.

FIGURA 2. Ângulo articular do joelho.

FIGURA 3. Ângulo articular do quadril.

FIGURA 4. Ângulo articular do cotovelo.

FIGURA 5. Ângulo do joelho em relação ao eixo horizontal.

FIGURA 6. Ângulo do tornozelo em relação ao eixo vertical.

FIGURA 7. colocação de marcas refletivas em proeminências anatômicas nas seguintes localizações no lado direito: 1. tubérculo maior do úmero; 2. epicôndilo lateral do úmero; 3. processo estilóide da ulna; 4. trocanter maior do fêmur; 5. epicôndilo lateral do fêmur; 6. maléolo lateral; 7. tuberosidade do 5º metatarso.

Os testes foram realizados da seguinte forma:

1. Pré-teste: colocação de marcas refletivas em proeminências anatômicas (Figura 7) nas seguintes localizações no lado direito: 1. tubérculo maior do úmero; 2. epicôndilo lateral do úmero; 3. processo estilóide da ulna; 4. trocanter maior do fêmur; 5. epicôndilo lateral do fêmur; 6. maléolo lateral; 7. tuberosidade do 5º metatarso.
2. Medição da frequência cardíaca de repouso: colocação da cinta do frequencímetro no indivíduo sentado e mensuração da frequência cardíaca de repouso durante 5 minutos;
3. Corrida com pés calçados: calçados com seus tênis de corrida habituais, os indivíduos correram por 5 minutos na esteira ergométrica, à velocidade de 8 km/h, para familiarização e ambientação. Houve um incremento de 1 km/h a cada 1 minuto, até que sua frequência cardíaca atingisse 85% de sua frequência cardíaca de reserva, calculada pela fórmula: FC reserva = ([220-idade] – FC repouso) x 0.85 + FC repouso[4]. Atingida a FC alvo, realizou-se uma filmagem digital a uma frequência de 120 Hz, no plano sagital, durante 15 segundos. A filmadora esteve a uma distância de 1.70 metros da esteira, a uma altura de 1.10 metro do solo, apoiada sobre um tripé. Em seguida, o indivíduo caminhou por 3 minutos à velocidade de 5 km/h para volta à calma;
4. IV. Após 20 minutos para descanso, o mesmo indivíduo realizou procedimento semelhante à etapa III, só que dessa vez com os pés descalços.

ANÁLISE DOS DADOS

Após a realização dos testes, as filmagens digitais foram processadas no *software Kinovea*, separadas quadro a quadro, e selecionado o quadro do momento de primeiro contato do pé direito do indivíduo com o solo na corrida, nas etapas de corrida com pés calçados e descalços. Depois de selecionado o quadro, no mesmo *software* foi realizado, através de ferramenta específica, a medição dos ângulos articulares do tornozelo, joelho, quadril e cotovelo; ângulo do joelho em relação ao eixo horizontal; e ângulo do tornozelo em relação ao eixo vertical.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados estão apresentados como média + ou – erro padrão e utilizamos o programa *Statistics* 12.0 para o procedimento estatístico.

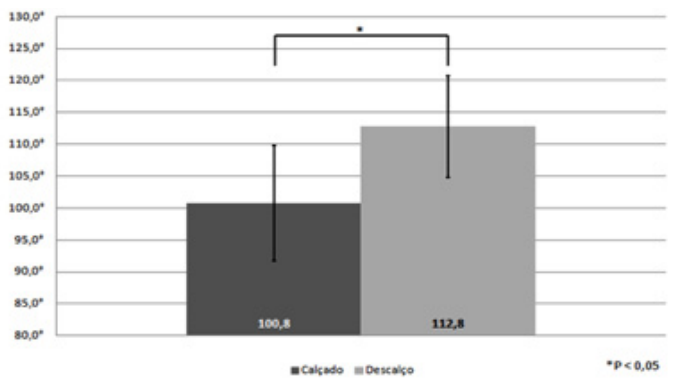
As variáveis utilizadas foram submetidas ao teste de Kolmogorov-Smirnov para considerar a distribuição normal. As variáveis que não apresentaram esta distribuição foram analisadas após transformação logarítima.

Para características de angulações articulares foram submetidos à análise de variância de um caminho *(one away ANOVA)* para amostras repetidas com nível de significância <0.05.

RESULTADOS

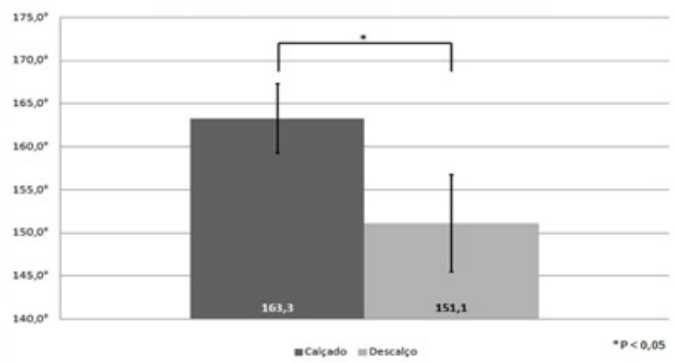
O gráfico 1 apresenta os ângulos articulares do tornozelo. Todos os indivíduos apresentaram uma maior dorsoflexão quando calçados (p=0.013), com média de 100.8 ± 9.04°, ante 112.8 ± 7.91° quando descalços.

GRÁFICO 1. Médias dos ângulos articulares do tornozelo no momento de contato com o solo entre os grupos calçado e descalço.



Também foi encontrado um aumento significativo (p=0.000) na extensão do joelho quando os indivíduos correram com os pés calçados (163.3 ± 4.03°) e com os pés descalços (151.1 ± 5.67°), conforme apresentado no gráfico 2.

GRÁFICO 2. Média da extensão de joelhos no momento de contato com o solo entre os grupos calçado e descalço.



Em relação aos ângulos das articulações do quadril e do cotovelo, não foram observadas diferenças entre os grupos, com médias de 159.8 ± 5.06° para indivíduos calçados e 158.6 ± 8.23° para descalços e 80.8 ± 12.24° no grupo calçado, e nos indivíduos descalços foi de 85.9 ± 15.23° respectivamente (Quadro 1 e Quadro 2).

QUADRO 1. Média, desvio padrão e valor P do ângulo articular do quadril no momento de contato com o solo entre os grupos calçado e descalço.

Calçados	Descalços	Valor P
159,8 ± 5,06°	158,6 ± 8,23°	0,746

QUADRO 2. Média, desvio padrão e valor P do ângulo articular do quadril no momento de contato com o solo entre os grupos calçado e descalço.

Calçados	Descalços	Valor P
80,8 ± 12,24°	85,9 ± 15,23°	0,47

Observamos no gráfico 3 diferenças estatisticamente significativas no ângulo do joelho em relação ao eixo horizontal, (p=0.000) entre os grupos calçado e descalço. Nos indivíduos correndo calçados, a média foi de 97.1 ± 3.04°, e nos indivíduos correndo descalços foi de 89.6 ± 3.16°. Mas a maior diferença se deu no ângulo do tornozelo em relação ao eixo vertical (P=0.000), como podemos ver no gráfico 4. Nos indivíduos calçados, a média foi de 76.9 ± 6.20°; nos indivíduos descalços, encontramos a média de 93.9 ± 4.55°.

GRÁFICO 3. Angulação do joelho em relação ao eixo horizontal no momento de contato com o solo entre os grupos calçado e descalço.

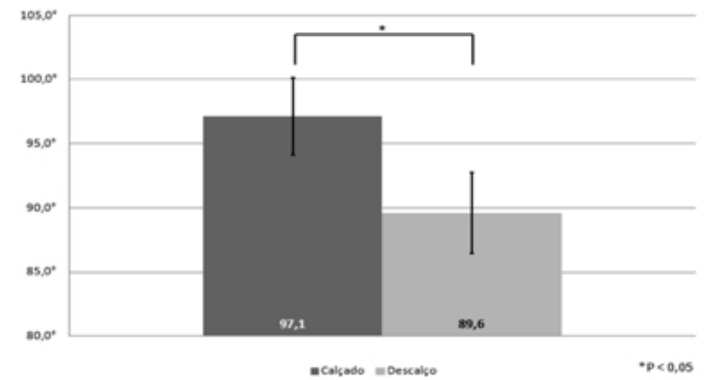
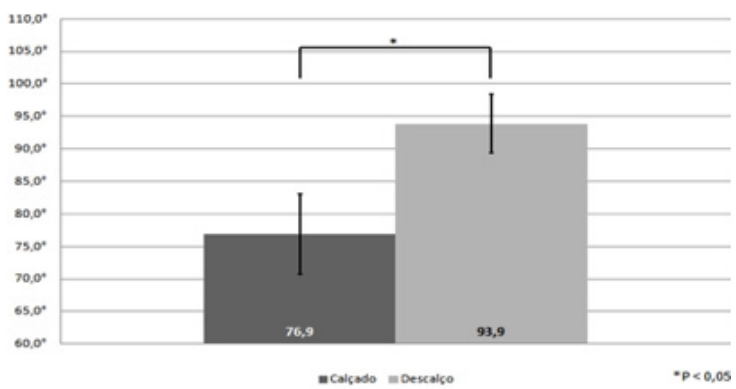


GRÁFICO 4. Angulação do tornozelo em relação ao eixo vertical no momento de contato com o solo entre os grupos calçado e descalço.



DISCUSSÃO

O presente estudo confirmou a hipótese que a corrida com pés descalços e calçados apresenta importantes diferenças cinemáticas em algumas articulações durante a prática da corrida. Dentre as variáveis cinemáticas analisadas o ângulo articular do tornozelo (p=0.013), do joelho (p=0.000), o ângulo do tornozelo em relação ao eixo vertical (p=0.000) e o ângulo do joelho em relação ao eixo horizontal (p=0.000) apresentaram diferenças significativas. Em relação aos ângulos articulares do quadril e cotovelo não foram encontradas diferenças significativas.

Em relação ao ângulo articular do tornozelo, os resultados mostram que há uma dorsoflexão mais acentuada quando o individuo corre calçado, forçando a uma aterrissagem no retropé, corroborando com diversos estudos [5, 6, 9, 17, 23, 25]. Esse tipo de aterrissagem causa maiores forças de reação do solo, elevando as forças que agem nas articulações e, consequentemente, aumenta a probabilidade de lesões.

Estudos utilizando eletromiografia [12, 13, 15] demonstraram que o músculo tibial anterior, principal responsável pela dorsoflexão, sofre uma fadiga precoce quando solicitado concentricamente. Isso leva a crer que a "pronação excessiva" dos pés, no momento da fase de apoio da corrida, e considerada por muitos [8, 16, 18] uma das principais causas de lesões no referido esporte, pode estar relacionada à essa fadiga precoce do músculo tibial anterior. Esse é um dado bastante relevante da pesquisa, pois demonstra um possível benefício da corrida descalço em relação à corrida calçado, tendo em vista a menor probabilidade de lesões no joelho decorrentes da alta solicitação do tibial anterior.

Além da dorsoflexão, o tibial anterior é o responsável pela sustentação excêntrica do arco do pé no momento do apoio na corrida, e participa ativamente do movimento de inversão, antagônico à "pronação". Por isso a queixa constante de ardência na região tibial anterior em corredores que aterrissam no retropé.

O joelho é a principal articulação do membro inferior quanto à absorção de impactos na corrida. Ele é a região anatômica mais acometida por lesões [7, 20]. Em nosso estudo, o ângulo de flexão do joelho dos indivíduos correndo calçados foi mais próximo a 180°, um ângulo raso. E, quanto mais próximos desse valor, maiores as forças de reação do solo [10, 14, 17] que, além de serem prejudiciais aos joelhos, atingem as articulações do quadril e a coluna vertebral. É plausível afirmarmos que, quanto mais flexionados os joelhos na hora do impacto, maior será a capacidade de seus músculos flexores absorverem excentricamente as forças verticais de reação do solo e retorná-las na forma de impulsão.

Os ângulos encontrados na articulação do quadril não apresentaram diferenças significativas entre a corrida calçada e descalça. Porém, levando em consideração que os indivíduos flexionaram mais o joelho quando descalços, a aterrissagem deu-se mais próxima da projeção vertical do centro de massa no solo [22] fazendo com que o movimento translatório do centro de massa fosse mais uniforme, independentemente da angulação do quadril houve menos desacelerações e acelerações.

O ângulo de flexão do cotovelo, apesar de não apresentar significância, não deve ser totalmente desprezado. Quando correndo descalços, os indivíduos apresentaram uma maior extensão do cotovelo, o que faz com que os punhos pendulem mais próximos à região do quadril e mais paralelos ao corpo, baixando o centro de gravidade, provocando menor oscilação vertical, contribuindo com um mais eficiente deslocamento do centro de massa à frente. Tartaruga [20] demonstrou em sua investigação evidências de que, quanto mais estendidos os cotovelos, mais econômicos eram os indivíduos [20].

Como já foi dito, para não haver desacelerações desnecessárias, o ideal seria que o pé tocasse o solo logo abaixo do centro de gravidade do corpo, que seria dado por um ângulo de 90°. Porém, na medição do ângulo do joelho em relação ao eixo horizontal, quando calçados, os indivíduos apresentaram um valor médio de 97.1 ± 3.04°. Esse valor indica que o ponto de contato com o solo estava à frente do centro de gravidade, enquanto que, descalços, a média angular ficou em 89.6 ± 3.16°, muito próxima do ideal.

Corroborando com os resultados encontrados na amplitude de flexão do tornozelo, ao medirmos o ângulo do tornozelo em relação ao eixo vertical, a média dos indivíduos calçados foi de 76.9 ± 6.20°, muito mais obtuso que quando descalços, com média de 93.9 ± 4.55°, mesmo considerando que a altura do solado dos tênis na região dos calcanhares era consideravelmente mais alto que a parte da frente. Ou seja, calçados, os indivíduos aterrissaram no retropé com uma dorsoflexão bastante acentuada. Enquanto isso, descalços, a aterrissagem foi num ângulo raso, maior do que 90°, evidenciando um contato com o solo prevalentemente com o mediopé.

Se relacionarmos a amplitude angular de tornozelo, joelho e quadril, veremos que, descalços, os indivíduos apresentaram um "efeito de mola" do membro inferior, mais capaz de absorver o impacto e acumular energia para a fase de impulsão da corrida. Enquanto isso, o membro inferior dos indivíduos calçados apresentou um aspecto mais rígido, menos capaz de dissipar as forças de reação do solo, podendo aumentar a sobrecarga sobre as articulações.

Algo que não era objetivo de pesquisa e que não teve significância estatística, mas que merece ser comentado foi a maior velocidade de corrida dos indivíduos quando descalços. A 85% da frequência cardíaca de reserva, cinco dos 8 indivíduos atingiram maiores velocidades quando descalços. Os outros 3 mantiveram a mesma velocidade. Esses dados corroboram com um estudo [20], o qual analisou a Economia de Corrida (ECO – consumo de oxigênio em velocidades submáximas de corrida) em corredores profissionais de nível nacional que correm com tênis de perfil baixo. Os padrões cinemáticos encontrados por

ele nos indivíduos mais econômicos foram similares aos do nosso estudo, com um menor ângulo do joelho na fase de apoio, o deslocamento à frente do centro de massa, a maior amplitude do cotovelo e o ângulo de flexão do tornozelo.

A inserção de corridas descalças nos treinamentos, com o intuito de alterar a cinemática, pode ser benéfica aos atletas, assim como a substituição de tênis ditos "modernos" – com calcanhares altos e macios, suportes para o arco do pé e entressolas rígidas, que impedem o movimento natural dos pés – por tênis minimalistas, com solados baixos e sem qualquer tipo de amortecimento e controle de movimentos subtalares.

Sendo assim, os resultados encontrados sugerem que a corrida com pés descalços, comparada à corrida com pés calçados, pode diminuir a incidência de lesões causadas pelo impacto e por movimentos acessórios das articulações. Portanto, fazem-se necessários mais estudos correlacionando as variáveis cinemáticas, cinéticas, anatômicas e fisiológicas da corrida descalço, para determinar com mais precisão a Economia de Corrida e por quais mecanismos ela se dá. Além disso, um estudo epidemiológico comparando os níveis de lesão em corredores que normalmente correm descalços com os que correm calçados seria bem vindo.

Podemos citar algumas limitações desta investigação, como o fato dos indivíduos utilizarem seus próprios calçados para as análises e, eventualmente, o mau estado de conservação dos mesmos pode ser um ponto negativo à cinemática da corrida. Pode-se destacar também que as análises da corrida com pés calçados e descalços foram efetuadas no mesmo dia com apenas 20 minutos de descanso entre ambas e que talvez a fadiga possa ter interferido na segunda avaliação. Por outro lado nos baseamos na hipótese de que os avaliados estivessem bastante adaptados aos seus calçados mesmo que gastos serviam ao propósito do estudo. Vale ressaltar também que a intensidade de exercício proposto foi confortável para esses indivíduos justamente para tentar minimizar a questão da fadiga no segundo teste.

REFERÊNCIAS

1. Amadio AC, Serrão JC. (2007). Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. *Revista Brasileira Educação Física e Esporte.* 21: 61-85.

2. Carvalho ACA. (2011). *Alinhamento mecânico dos membros inferiores e lesões musculoesqueléticas em corredores: descrições, associações e taxas de lesão.* [Dissertação]. São Paulo. USP; Escola de Fisioterapia.

3. Chen WP, Tang FT, Ju CW. (2001). Stress distribution of the foot during mid-stance to push-off in barefoot gait: a 3D finite element analysis. *Clinical Biomechanics.* 16: 614-620.

4. Ciolac EG, Guimarães GV. (2004). Exercício físico e síndrome metabólica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 10(4): 319-324.

5. De Wit B, De Clercq D, Aerts P. (2000). Biomechanical analysis of the stance phase during barefoot and shod running. *Journal of Biomechanics.* 33: 269-278.

6. Divert C, Mornieux G, Baur H, Mayer F, Belli A. (2005) Mechanical Comparison of Barefoot and Shod Running. *International Journal Sports of Medicine.* 26: 593-598.

7. Hespanhol Junior LC, Costa LOP, Carvalho ACA, Lopes DA. (2012). Perfil das características do treinamento e associação com lesões musculoesqueléticas prévias em corredores recreacionais: um estudo transversal. *Revista Brasileira de Fisioterapia.* 16 (1): 46-53.

8. Jorge LH. (2005). *Características da pronação do pé medidas através de parâmetros clínicos e biomecânicos.* [Dissertação]. Santa Catarina. UDESC; Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desporto.

9. Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, Daoud AI, D'Andrea S, Davis IS, Mang'Eni RO, Pitsiladis Y. (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature.* 463: 531-535.

10. Lieberman D. (2012). What We Can Learn About Running from Barefoot Running: An Evolutionary Medical Perspective. *Exercise and Sport Sciences Reviews.* 40: 59-60.

11. Mcdougall C. (2010). *Nascido para correr.* São Paulo: Globo.

12. Munn J, Beard DJ, Refshauge KM, Lee RY. (2003). Eccentric muscle strength in functional ankle instability. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 35(2): 245-250.

13. Neumann DA. (2011). *Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para reabilitação.* Rio de Janeiro: Elsevier.

14. Richards CE, Magin PJ, Callister R. (2008). Is your prescription of distance running shoes evidence-based? *British Journal of Sports Medicine.* 43: 159-162.

15. Santos MCA. (2008). Análise da fadiga muscular localizada em atletas e sedentários através de parâmetros de frequência do sinal eletromiográfico. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 14(6): 509-512.

16. Souza TR de. (2011). Pronação excessiva e varismos de pé e perna: relação com o desenvolvimento de patologias musculoesqueléticas – Revisão de literatura. *Revista Fisioterapia e Pesquisa.* 18(1):92-98.

17. Squadrone R, Gallozzi C. (2009). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 49: 6-13.

18. Tartaruga LAP, Tartaruga MP, Black GL, Coertjens M, Ribas LR, Kruel LFM. (2005). Comparação do ângulo da articulação subtalar durante velocidades submáximas de corrida. *Acta Ortopédica Brasileira.* 13(2): 57-60.

19. Tartaruga MP, Cadore EL, Alberton CL, Nabinger E, Tartaruga LAP, Ávila AOV, Kruel LFM. (2010). Comparação de protocolos para determinação do ângulo de pronação subtalar. *Acta Ortopédica Brasileira.* 18(3): 122-126.

20. Tartaruga MP. (2008). *Relação entre economia de corrida e variáveis biomecânicas em corredores fundistas.* [Dissertação]. Rio Grande do Sul. UFGRS; Escola de Educação Física.

21. Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. (2001). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine.* 36: 95-101.

22. Tucker R, Dugas J, Fitzgerald M. (2010). *O Corpo do Corredor.* São Paulo: Gente.

23. Warburton M. (2001). Barefoot running. *Sportscience.* Disponível em: http://sportsci.org/jour/0103/mw.htm em 05/05/2012 às 11h.

24. World Medical Association – Declaration of Helsinki. (1997). *JAMA* 277: 925-6.

25. Zekhry D, Acquesta F, Serrão JC, Amadio AC. (2007). Adaptação à corrida com os pés descalços: um estudo preliminar. *Net.* Disponível em: http://www2.rc.unesp.br em 05/05/2012 às 11h30.