

Leandro Zardo Padovani¹
Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga²

¹ Graduando, Educação Física, UFRGS
² Professor Doutor, Educação Física UFRGS

Introdução

Do ponto de vista mecânico, sabe-se que a eficiência da corrida, entendida como a razão entre o trabalho mecânico e o trabalho metabólico, está relacionada com o mecanismo elástico de transformação de energia advinda do ciclo alongamento encurtamento das unidades músculo-tendão. Este mecanismo é representado pelo modelo físico matemático denominado sistema massa-mola (Cavagna e Kaneko, 1977). Dentre os parâmetros descritos por este modelo destaca-se a rigidez vertical do sistema (K_{vert}), que é a razão entre a força máxima e o deslocamento máximo vertical do centro de massa, e a rigidez do membro inferior (K_{leg}), que é a razão entre a força máxima e a máxima “compressão” do membro inferior (Morin et al., 2005). No triatlo, o decréscimo da rigidez do mecanismo massa-mola, após o ciclismo, pode comprometer a capacidade que o sistema tem de minimizar o gasto metabólico. Consequentemente haveria um acréscimo do componente metabólico a fim de compensar o trabalho diminuído dos tendões. Contudo, a rigidez do sistema não foi comparada com a corrida sem ciclismo anterior, e por isso não se sabe se o ciclismo afeta K_{leg} e K_{vert} .

Objetivo

O objetivo deste estudo foi verificar o comportamento dos parâmetros do sistema massa-mola rigidez vertical (k_{vert}) e rigidez do membro inferior (k_{leg}) em duas condições (20 min de corrida com e sem ciclismo prévio) e duas medidas temporalmente distintas durante os 20 min de corrida (30 s iniciais e finais) em triatletas de nível médio.

Materiais e Métodos 1

Participaram deste estudo 10 triatletas homens, idade 30 ± 6 (anos), massa corporal $72,9 \pm 7,9$ (kg), estatura $178,6 \pm 8,8$ (cm) e tempo de prática $7,9 \pm 3,9$ (anos). O desenho experimental foi composto por quatro testes, sendo: teste máximo de corrida para determinar a velocidade no segundo limiar ventilatório (LV2); teste máximo de ciclismo para determinar a potência no LV2; teste de 20 min de corrida correspondente à $\approx 80\%$ do LV2 para todos os voluntários ($13,9 \pm 0,7$ km/h) e teste de 20 min de corrida à $\approx 80\%$ do LV2 com 30 min de ciclismo prévio correspondente à $\approx 80\%$ do LV2 para todos os voluntários (250 ± 24 watts) (Figura 1).

Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4
VO_{2max}	Minimo	VO_{2max}	Minimo
	72h		72h
LV2	LV2	80% LV2	80% LV2
		20'	30' 20'

Figura 1. Representação esquemática do desenho experimental da coleta de dados.

Foram coletados os parâmetros mecânicos nos 30 s iniciais e 30 s finais durante os 20 min de corrida em velocidade constante com e sem ciclismo.

K_{leg} ($k.N.m^{-1}$) e K_{vert} ($k.N.m^{-1}$) foram calculadas conforme proposto por Morin et al., (2005) (Figura 2), utilizando massa corporal (kg), velocidade (km/h), tempo de contato do pé com o solo (s), tempo de voo (s), e comprimento de membro inferior (CMI) (cm), onde: F_{max} é a força máxima estimada, Δy o deslocamento vertical do centro de massa estimado durante o contato, e o ΔL o pico de deslocamento do membro inferior, sendo L o CMI.

$$\hat{K}_{leg} = \hat{F}_{max} \cdot \Delta \hat{L}^{-1}$$

$$\Delta \hat{L} = L - \sqrt{L^2 - \left(\frac{v t c^2}{2}\right) + \Delta \hat{y}_c}$$

$$\hat{F}_{max} = mg \frac{\pi}{2} \left(\frac{t a}{t c} + 1\right)$$

$$\hat{K}_{vert} = \hat{F}_{max} \cdot \Delta \hat{y}_c^{-1}$$

$$\Delta \hat{y}_c = \frac{\hat{F}_{max} \cdot t c^2}{m \pi^2} + g \frac{t c^2}{8}$$

Figura 2. Equações para determinação de K_{leg} e K_{vert}

Materiais e Métodos 2

Para análise do tempo de contato (T_c) e tempo de voo (T_v), foi utilizado o deslocamento vertical dos pontos colocados no maléolo e metatarso identificados pelo sistema de cinemática (Vicon/Nexus, Oxford) com frequência de amostragem de 200 Hz (Figura 3).

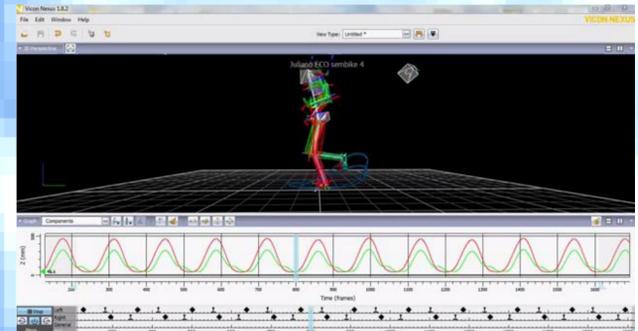


Figura 3. Ilustração dos resultados da avaliação cinemática para T_c e T_v

Foi utilizado ANOVA de medidas repetidas de dois fatores (tempo e condição) e foi verificado o tamanho do efeito (TE). Os testes foram realizados no programa SPSS (versão 17.0) com $\alpha = 0,05$ e poder de 80%.

Resultados

Não foram observadas diferenças significativas relativas ao efeito principal da CONDIÇÃO, com e sem ciclismo prévio (K_{leg} : $F(1,9)=0,260$; $p=0,623$; K_{vert} : $F(1,9)=0,276$; $p=0,612$) e nem do MOMENTO DE AVALIAÇÃO, 30 segundos iniciais e nos 30 segundos finais (K_{leg} : $F(1,9)=0,015$; $p=0,906$; K_{vert} : $F(1,9)=0,015$; $p=0,904$), sendo o tamanho do efeito pequeno para todas as condições (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios com seus respectivos desvios-padrão das variáveis K_{leg} , K_{vert} , T_c e T_v nas condições com e sem ciclismo, mensuradas nos 30 s iniciais e finais, bem como o TE encontrado entre as situações iniciais e finais.

Variáveis	Momento (30' iniciais) Valores médios e DP	Momento (30' finais) Valores médios e DP	Tamanho do Efeito
K_{leg} com ciclismo ($k.N.m^{-1}$)	$6,89 \pm 1,5$	$7,16 \pm 2,2$	0,07
K_{leg} sem ciclismo ($k.N.m^{-1}$)	$7,42 \pm 2,3$	$7,3 \pm 1,6$	0,03
K_{vert} com ciclismo ($k.N.m^{-1}$)	$19,4 \pm 3,7$	$20,12 \pm 5,9$	0,07
K_{vert} sem ciclismo ($k.N.m^{-1}$)	$20,84 \pm 6,4$	$20,53 \pm 4,2$	0,1
T_c com ciclismo (s)	$0,25 \pm 0,02$	$0,25 \pm 0,02$	0,1
T_c sem ciclismo (s)	$0,26 \pm 0,02$	$0,25 \pm 0,01$	0,4
T_v com ciclismo (s)	$0,08 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,01$	0,2
T_v sem ciclismo (s)	$0,08 \pm 0,02$	$0,09 \pm 0,01$	0,1

Discussão

Não foram encontradas diferenças significativas nos resultados entre as condições (corrida com e sem ciclismo prévio). Acredita-se que a eficiência muscular durante a corrida não foi alterada devido à adaptação em resposta ao treinamento, uma vez que os atletas estão adaptados ao exercício prévio de ciclismo (Weineck, 2003). Além disso, o ciclismo é um exercício o qual não ocorre a participação do componente elástico, portanto, este encontrou-se preservado durante a corrida, o que justificaria a manutenção de k_{leg} e k_{vert} (Cavagna e Kaneko, 1977). Os valores de k_{leg} e k_{vert} também não mudaram significativamente ($p>0,05$) entre os 30 s iniciais e os 30 s finais do exercício. Apesar de os atletas correrem durante 20 min na velocidade próxima ao LV2, acredita-se que esta intensidade não foi o suficiente para prejudicar o sistema massa-mola.

Conclusão

Em triatletas treinados os parâmetros do sistema massa-mola não foram modificados pelo efeito da condição e seu comportamento não se alterou durante a corrida em velocidade constante.

Referências

- Cavagna G. A., Kaneko M. The Journal of Physiology. 268 (2): 467-481, 1977.
Morin et al., Journal of Applied Biomechanics 21:167-180, 2005.
Weineck J. Treinamento ideal. 9ª Edição, São Paulo, Ed. Manole, 2003.