



Revista Brasileira de CIÊNCIAS DO ESPORTE

www.rbceonline.org.br



ORIGINAL ARTICLE

Mechanical stiffness: a global parameter associated to elite sprinters performance



Fernando López Mangini^a, Gabriel Fábrica^{b,*}

^a *Universidad de la República (UDELaR), Facultad de Medicina, Unidad de Investigación en Biomecánica de la Locomoción Humana, Montevideo, Uruguay*

^b *Universidad de la República (UDELaR), Facultad de Medicina, Departamento de Biofísica, Montevideo, Uruguay*

Received 24 July 2013; accepted 12 March 2014

Available online 12 March 2016

KEYWORDS

Stiffness;
Sprint;
Biomechanics;
Performance

Abstract This study analyzes vertical stiffness as a global parameter that could be directly associated to sprinter's performance. We evaluated vertical stiffness, performance, heart rate and lactate concentration on fifteen male sprinters that ran on a treadmill at gait transition speed and 13 km h⁻¹. Vertical Stiffness was determined by the ratio of the vertical acceleration peak and maximum displacement of the center of mass. Physiological parameters were measured throughout the experimental procedure and performance was estimated by athlete's time records on 100 m track race. As expected, vertical stiffness and heart rate increased with running speed. We found a high correlation between heart rate and vertical stiffness at gait transition speed. However, at 13 km h⁻¹, lactate peak showed a higher correlation with vertical stiffness, suggesting a greater participation of the anaerobic system. An inverse relationship between performance and vertical stiffness was found, where faster athletes were the stiffer ones. Performance and lactate peak presented the same inverse relationship; faster athletes had higher lactate peaks. As a result, faster athletes were stiffer and consume more energy. All in all, these findings suggest that mechanical stiffness could be a potential global parameter to evaluate performance in sprinters.

© 2016 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

PALAVRAS-CHAVE

Rigidez;
Corrida de
velocidade;
Biomecânica;
Desempenho físico

Rigidez mecânica: um parâmetro global associado com desempenho em velocistas de elite

Resumo Este estudo analisa a rigidez vertical como um parâmetro global que poderia ser diretamente associado ao desempenho em velocistas. Avaliou-se a rigidez vertical, o desempenho, a frequência cardíaca e a concentração de lactato em 15 velocistas do sexo masculino, todos altamente treinados, que correram em uma esteira à velocidade de transição e a 13 km.h⁻¹.

* Corresponding author.

E-mail: cgfabrica@gmail.com (G. Fábrica).

PALABRAS CLAVE

Rigidez;
Sprint;
Biomecánica;
Rendimiento

A rigidez vertical foi determinada pela razão entre o pico de aceleração vertical e o deslocamento máximo do centro de massa. Os parâmetros fisiológicos foram mesurados na coleta de dados e o desempenho foi estimado por registros de tempo em 100 metros de corrida. Como esperado, a rigidez vertical e a frequência cardíaca aumentaram com a velocidade. A rigidez e a frequência cardíaca obtiveram alta correlação na menor velocidade. Contudo, a $13 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ o pico de lactato mostrou alta correlação com a rigidez, o que sugere uma maior participação do sistema anaeróbico. Uma relação inversa foi achada entre rigidez e registros de tempo, nos quais os atletas mais rápidos são os mais rígidos. Além disso, os atletas mais rápidos foram os que apresentaram os maiores picos de lactato. Assim, este estudo sugere que a rigidez vertical poderia ser um parâmetro global para avaliar o desempenho dos velocistas.

© 2016 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Rigidez mecánica: un parámetro global asociado con el rendimiento en velocistas de élite

Resumen Este estudio analiza la rigidez vertical como un parámetro global que podría estar directamente relacionado con el rendimiento en velocistas. Se evaluó la rigidez vertical, el rendimiento, la frecuencia cardíaca y la concentración de lactato en 15 velocistas de sexo masculino, muy entrenados, que corrieron en una cinta a la velocidad de transición y a $13 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. La rigidez vertical se calculó por el cociente entre el pico de aceleración vertical y el desplazamiento máximo del centro de masa. Los parámetros fisiológicos se midieron durante el procedimiento experimental y el rendimiento se estimó a través del tiempo de cada atleta en 100 m llanos. Como era de esperar, la rigidez vertical y la frecuencia cardíaca aumentaron con la velocidad. Se encontró una alta correlación entre frecuencia cardíaca y rigidez vertical a la velocidad más baja. Sin embargo, a $13 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, el pico de lactato mostró una alta correlación con la rigidez vertical, lo que sugería mayor participación del sistema anaeróbico. Se encontró una relación inversa entre el rendimiento y la rigidez vertical, donde los atletas más rápidos fueron más rígidos. Asimismo, el rendimiento y el pico de lactato presentaron la misma relación inversa; los atletas más rápidos mostraron los picos más altos de lactato. Por consiguiente, los atletas más rápidos fueron más rígidos y consumieron más energía. Estos resultados sugieren que la rigidez mecánica podría ser un parámetro global para evaluar el rendimiento de los velocistas.

© 2016 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos los derechos reservados.

Introduction

A running sprinter coordinates the actions of many muscles, tendons, and ligaments in its leg so that the overall leg behaves like a single mechanical spring during ground contact (Farley et al., 1993). In fact, the simplest model of a running sprinter is a spring-mass system consisting of a linear spring representing the stance limb and a point mass equivalent to body mass (Blickhan, 1989; McMahon and Cheng, 1990). During support, vertical force component is acting on the spring and thus mechanical stiffness can be calculated from the ratio of this force to the change in spring length.

The spring mass model has been used in optimization studies (Alexander, 2003) and to test hypothesis that are directly related to sport and training fields (Morin et al., 2011; Di Michele et al., 2012). The reasons for using this model in these areas are mainly its simplicity and globality since evaluations generally have the tendency to analyze one or a few parameters only.

Assuming the spring mass model, previous studies have used different methods and equipments for estimating mechanical stiffness when running (Brughelli and Cronin, 2008). One of the approaches most commonly used is vertical stiffness (K_{vert}) (McMahon et al., 1987; Cavagna et al., 1988; Morin et al., 2005, 2011; Di Michele et al., 2012). This parameter relates to the peak vertical force and the vertical motion of the center of mass during the contact with the ground (Brughelli and Cronin, 2008). Both, the force peak and the displacement of the center of mass depend on muscular activation, fiber type and muscular volume (Herzog, 2000) and is thought to influence several athletic variables, including rate of force development, storage of elastic energy, stride frequency, ground contact time and sprint kinematics (Farley and Gonzalez, 1996; McMahon and Cheng, 1990). In this way, changes in K_{vert} could influence sprinter's performance when running and its quantification could provide a useful tool to evaluate sprinters.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/4085834>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/4085834>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)