

# Aplicació d'un sistema per calcular dèficit de força resistència en atletes de fons

## *Use of a System for Calculating Strength Endurance Deficit in Long-Distance Athletes*

**EDUARDO VALCARCE MERAYO**

Departament d'Educació Física i Esportiva  
Facultat de Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport  
Universidad de León

**Autor per a la correspondència**

**Eduardo Valcarce Merayo**  
*edualbares@hotmail.com*

### Resum

Amb aquest estudi es pretén determinar l'evolució en la longitud de gambada en atletes de resistència que no perioditzen l'entrenament de força. En l'estudi participaren 6 subjectes barons atletes de resistència de 31 anys ( $\pm 4,6$  anys), amb una experiència esportiva de 14 anys ( $\pm 4$  anys) que van fer un entrenament d'interval on es va determinar la velocitat, freqüència i amplitud de gambada mitjana de cada repetició a partir de la zona de gravació. El percentatge de pèrdua d'amplitud de gambada, mesurat a través de l'índex SLS (*stride loss strength*), va comparar aquesta pèrdua de longitud de gambada ( $\text{cm}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) entre grups de repeticions: grup 1 (repeticions 1-7), grup 2 (repeticions 8-14), grup 3 (repeticions 15-21). Es va observar un descens significatiu en l'índex SLS entre el grup 2 i el grup 3 ( $p = 0,05$ ). Es va concloure que aquest indicador és una eina específica per determinar possibles dèficits de força en aquest tipus d'esportistes, i que ajuda entrenadors i atletes que vulguin avaluar els nivells de força resistència en un mesurament de camp.

**Paraules clau:** amplitud de gambada, dèficit de força, força resistència

### Abstract

#### *Use of a System for Calculating Strength Endurance Deficit in Long-Distance Athletes*

*This study seeks to determine the changes in stride length in endurance athletes who do not periodise strength training. The study examined 6 male endurance athletes aged 31 ( $\pm 4.6$  years) with a sports experience of 14 years ( $\pm 4$  years) who did interval training in which their average stride speed, frequency and length in each repetition was determined in the recording area. The percentage loss of stride length, measured by the Stride Loss Strength (SLS) index, compared the loss of stride length ( $\text{cm}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) between groups of repetitions – Group 1 (repetitions 1-7), Group 2 (repetitions 8-14), Group 3 (repetitions 15-21) – and a significant decrease in the SLS index was observed between Group 2 and Group 3 ( $p \leq 0.05$ ). The conclusion is that this indicator is a specific tool for identifying possible strength deficits in this type of athlete and will help coaches and athletes who want to assess strength endurance levels in field measurement.*

**Keywords:** *stride length, strength deficit, strength endurance*

### Introducció

Perioditzar programes d'entrenament de força és més eficaç que no perioditzar, independentment de l'objectiu (Rhea & Alderman, 2004; Peterson, Rhea, & Alvar, 2005). En els últims anys hi ha hagut un creixent interès a avaluar els diferents tipus de perioditzacions de l'entrenament de la força; no obstant això, pocs estudis s'han centrat en la periodització de la força en atletes de resistència. Tradicionalment es creia que els principals factors de rendiment per als esports de resistència eren: el consum màxim d'oxigen ( $\text{VO}_2 \text{ max}$ ), el lliandar làctic i l'eficiència de treball muscular, que desemboca en una millora de l'economia de carrera. Però recents in-

vestigacions posen de manifest la importància d'un altre factor: la capacitat anaeròbica i fins i tot la potència anaeròbica (Hauswirth & Lehénaff, 2001; Jones & Carter, 2000). Una disminució en aquesta capacitat podria afectar el rendiment en la cursa, especialment en la reducció en la longitud de la gambada.

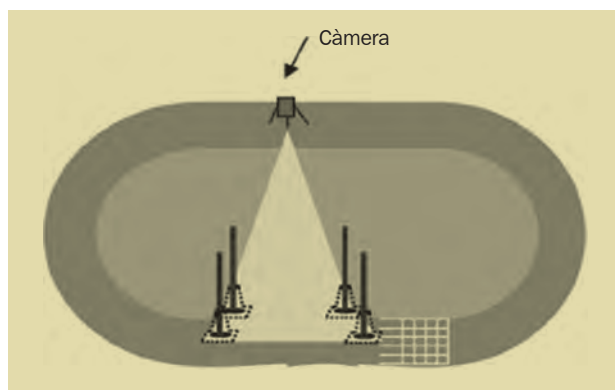
A més dels múltiples beneficis que ofereix l'entrenament de força als atletes de resistència (Saunders et al., 2006; Spurrs, Murphy, & Watsford, 2003), aquest comporta una millora en l'economia de cursa, la qual cosa desemboca en un increment de la capacitat anaeròbica per millores en l'àmbit neuromuscular, reclutant un nombre més gran d'unitats motores i

millorant la contracció i reducció del temps de suport (Jung, 2003). Diversos estudis han identificat canvis cinemàtics de la cursa associats a la fatiga (Gazeau, Koralsztejn, & Billat, 1997; Hayes, Bowen, & Davies, 2004), inclosa la disminució de la longitud de la gambada (Shim, Acevedo, Kraemer, Haltom, & Tryniecki, 2003). A més a més, els corredors que són capaços de mantenir la seva mecànica de cursa durant el major temps possible a la fi són els que mantindran la seva velocitat competitiva durant més temps (Gazeau et al., 1997). Per això el propòsit d'aquest estudi va ser comprovar l'evolució de l'amplitud de gambada durant una sessió d'entrenament d'interval en atletes de resistència que no perioditzen l'entrenament de força. La hipòtesi que es remena és el descens gradual en la longitud de gambada conforme avança el nombre de repeticions mantenint la velocitat de cursa per increment de la freqüència de gambada.

## Material i mètode

La mostra objecte d'estudi es compon de 6 subjectes barons atletes (modalitat de fons). Amb una mitjana d'edat de 31 anys ( $\pm 4,6$  anys), 1,75 metres d'altura ( $\pm 0,03$  m) i 64 quilos de pes ( $\pm 7,66$  kg). Els subjectes tenien una experiència de 14 anys ( $\pm 4$  anys) en l'entrenament de resistència en llarga distància. Les seves millors marques a la mitja marató i marató oscil·laven entre 1 hora 9 minuts 31 segons i 1 hora 25 minuts 14 segons, i 2 hores 36 minuts 10 segons i 2 hores 37 minuts 11 segons, respectivament. Abans de començar l'estudi tots els participants van emplenar un document de consentiment informat de participació voluntària. Es va fer un escalfament estandarditzat consistent en 25 minuts de cursa contínua a ritme lliure i posteriorment es van fer estiraments i progressions de velocitat d'una durada total de 10 minuts.

Seguint el mètode d'Esteve-Lanao, Rhea, Fleck i Lucía (2008), es va determinar una zona de 10 metres de longitud on la càmera enregistraria el pas de l'atleta; aquesta zona se situava a 50 metres de la línia de meta. La càmera (Sony DCR-SR37E) es va col·locar perpendicular, a una distància de 25 metres. Anteriorment es va disposar d'un sistema de referència 2D. Els atletes havien de fer la cursa pel carrer número 1. Es va determinar el criteri del contacte del sòl com "el primer contacte del peu". Es va mesurar la velocitat, freqüència i amplitud de gambada mitjana de cada repetició a la zona de



**Figura 1**

Zona de gravació d'entrenament d'interval

(Font de publicació: Esteve-Lanao, Rhea, Fleck, & Lucía, 2008)

gravació (10 metres). Es van utilitzar 4 gambades per al càlcul de la freqüència, i es va fer una anàlisi temporal a 50 Hz utilitzant el programari TMPGenc 4.0 Express (fig. 1).

Els mesuraments van ser fets durant el període competitiu dels atletes en un dels entrenaments exigents per a ells (21 repeticions de 300 metres al 80-85% de la millor marca en la distància). La recuperació entre repeticions va ser de 60 segons i tots els mesuraments van ser fets pel mateix investigador.

Es van calcular els estadístics descriptius (mitjana  $\pm$  desviació estàndard) de les diferents variables analitzades per a cadascun dels grups que componen la mostra utilitzant-se la prova no paramètrica de Wilcoxon per a dues mostres relacionades, amb l'objectiu de contrastar la hipòtesi sobre la igualtat de mitjana. Es van determinar diferències significatives quan  $p < 0,05$ .

## Resultats

A la *taula 1* es mostren els estadístics descriptius de velocitat, amplitud i freqüència de gambada de l'entrenament d'interval. Per a una anàlisi més exhaustiva, es

Variables	Mitjana	$\pm SD$
Velocitat ( $m/s^{-1}$ )	5,88	$\pm 0,26$
Amplitud (m)	1,84	$\pm 0,060$
Freqüència (Hz)	3,19	$\pm 0,10$

**Taula 1**

Estadístics descriptius de les variables velocitat, amplitud i freqüència de cursa

**Taula 2**

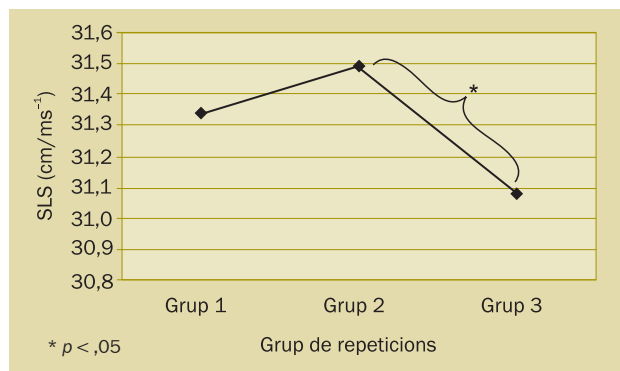
Estadístics descriptius de les variables amplitud i freqüència de carrera en les diferents repeticions de l'entrenament d'interval

Repeticions	Amplitud (mitjana $\pm$ SD)	Freqüència (mitjana $\pm$ SD)
Grup 1	1,84 ( $\pm$ 0,058 m)	3,19 ( $\pm$ 0,085 hz/s)
Grup 2	1,83 ( $\pm$ 0,061 m)	3,18 ( $\pm$ 0,1 hz/s)
Grup 3	1,85 ( $\pm$ 0,065 m)	3,21 ( $\pm$ 0,11 hz/s)

**Taula 3**

Estadístics descriptius de la variable SLS. Evolució en les diferents repeticions de l'entrenament d'interval

SLS. Grups de repeticions	Mitjana (cm)	$\pm$ SD (cm)	Nivell significació (p=)
SLS (cm/m $\cdot$ s <sup>-1</sup> ). Grupo 1	31,34	$\pm$ 0,85	N.S
SLS (cm/m $\cdot$ s <sup>-1</sup> ). Grupo 2	31,49	$\pm$ 1,03	
SLS (cm/m $\cdot$ s <sup>-1</sup> ). Grupo 3	31,08	$\pm$ 1,12	p = 0,017

**Figura 2**

Evolució dades índex SLS (cm/ms<sup>-1</sup>) al llarg de l'entrenament d'interval

va fraccionar aquest entrenament en blocs de 7 repeticions: grup 1 (repeticions 1-7), grup 2 (repeticions 8-14), grup 3 (repeticions 15-21). (taula 2). Es va utilitzar l'índex SLS (*stride loss strength*) seguint les indicacions d'Esteve-Lanao et al. (2008).

A la taula 3 es pot observar l'evolució mitjana de l'índex SLS (cm/m $\cdot$ s<sup>-1</sup>) i com hi ha diferències significatives en SLS entre les repeticions 8-14 i les repeticions 15-21.

En comparar l'evolució de l'índex SLS entre grups de repeticions, la prova de Wilcoxon reflecteix diferències significatives ( $p \leq 0,05$ ) entre el grup 2 i el grup 3. En la figura 2 podem observar l'evolució de l'índex SLS.

## Discussió

En el nostre estudi, el descens de l'índex SLS és significatiu entre el segon terç de les sèries (repeticions 8-14) i l'últim terç (repeticions 15-21), i aquesta és de l'1,3%. Els resultats obtinguts estan d'acord amb els

exposats per Esteve-Lanao et al. (2008), on els atletes de resistència que no perioditzaven l'entrenament de força disminuïen 4,4% en amplitud de gambada entre les sis primeres repeticions i les sis últimes en un entrenament similar al mostrat en l'estudi que es presenta. Petersen, Bugge Hansen, Aagaard i Madsen (2007) van obtenir descensos del 14% en l'amplitud de gambada en maratonians entre el km 8 i el km 38 a causa de la fatiga dels músculs flexors de la planta del peu, ja que el manteniment de l'amplitud de gambada en un esforç submàxim suposa un increment del dany muscular en aquesta zona, la qual cosa obligaria a una reducció de la longitud de pas. Si bé és cert que el descens en l'amplitud de gambada pot explicar-se per l'escàs temps de recuperació entre repeticions, estudis com el de Collins et al. (2000) van determinar que no existien modificacions cinemàtiques de carrera significatives (inclosa l'amplitud de gambada) entre recuperar 60, 120 o 180 segons en fer un entrenament d'interval intens amb atletes de resistència d'alt nivell. Per tant, hi ha evidències que l'entrenament de força resistència retarda la fatiga en esdeveniments d'alta intensitat aeròbica, millorant el rendiment en proves de llarga distància (Chtara et al., 2005). Així, la majoria de treballs que perioditzen l'entrenament de força amb atletes de resistència determinen que la millora en el rendiment està associada a una millora en l'economia de carrera i a la fi a més capacitat de mantenir la força muscular (Esteve-Lanao et al., 2008).

## Conclusions

S'evidencia una disminució significativa de l'índex SLS en l'última part de l'entrenament d'interval en atletes de resistència que no perioditzen l'entrenament de força, d'acord amb la bibliografia utilitzada. La importància de perioditzar l'entrenament de força en atletes de

resistència queda palesa en aquest estudi, i també queda palès com l'índex SLS pot ser una eina útil i de fàcil aplicació per determinar dèficits de força resistència en aquest tipus d'atletes. Es fan necessaris futurs estudis que utilitzin més corredors, que diferenciïn d'acord amb el nivell, i fins i tot, hi ha la possibilitat de comparar entre diferents especialitats (atletes de fons davant d'atletes de mig fons) per comparar els valors obtinguts de l'índex SLS.

## Referències

- Chtara, M., Chamari, K., Chaouachi, M., Chaouachi, A., Koubaa, D., Feki, Y., ... Amri, M. (2005) Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *British Journal of Sports Medicine*, 39(8), 555-560. doi:10.1136/bjism.2004.015248
- Collins, M. H., Pearsall, D. J., Zavorsky, G. S., Bateni H., Turcotte, R. A., & Montgomery, D. L. (2000). Acute effects of intense interval training on running mechanics. *Journal of Sports Sciences*, 18(2), 83-90. doi:10.1080/026404100365144
- Esteve-Lanao, J., Rhea, M. R., Fleck, S. J., & Lucía, A. (2008). Running-specific, periodized strength training attenuates loss of stride length during intense endurance running. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1176-1183. doi:10.1519/JSC.0b013e31816a861f
- Gazeau, F., Koralsztein, J. P., & Billat, V. (1997). Biomechanical events in the time to exhaustion at maximum aerobic speed. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 105(6), 583-590. doi:10.1076/apab.105.6.583.3272
- Hauswirth, C., & Lehénaff, D. (2001). Physiological demands of running during long distance runs and triathlons. *Sports Medicine*, 31(9), 679-689. doi:10.2165/00007256-200131090-00004
- Hayes, P. R., Bowen, S. J., & Davies, E. J. (2004). The relationships between local muscular endurance and kinematic changes during a run to exhaustion at  $\text{VO}_2\text{max}$ . *Journal of Strength & Conditioning Research* 18(4), 898-903. doi:10.1519/00124278-200411000-00037
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 29(6), 373-386. doi:10.2165/00007256-200333070-00005
- Jung, A. P. (2003). The impact of resistance training on distance running performance. *Sports Medicine*, 33(7), 539-552. doi: 10.2165/00007256-200333070-00005
- Petersen, K., Bugge Hansen, C., Aagaard, P., & Madsen, K. (2007). Muscle mechanical characteristics in fatigue and recovery from a marathon race in highly trained runners. *European Journal of Applied Physiology*, 101(3), 385-396. doi:10.1007/s00421-007-0504-x
- Peterson, M. K., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2005). Applications of dose-response for muscular strength development: A review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(4), 950-958. doi:10.1519/00124278-200511000-00038
- Rhea, M. R., & Alderman, B. L. (2004). A meta-analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 75(4), 413-422.
- Saunders, P. U., Pyne, D. B., Telford, R. D., Peltola, E. M., Cunningham, R. B., & Hawley, J. A. (2006). Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 947-954. doi:10.1519/00124278-200611000-00036
- Shim, J., Acevedo, E. O., Kraemer, R. R., Haltom, R. W., & Tryniecki, J. L. (2003). Kinematic changes at intensities proximal to onset of lactate accumulation. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(3), 274-278.
- Spurrs, R. W., Murphy, A. J., & Watsford, M. L. (2003). The effect of plyometric training on distance running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 89(1), 1-7. doi:10.1007/s00421-002-0741-y