

EFFECTOS DEL TRINEO SOBRE LA CINEMÁTICA DE CARRERA EN LA FASE INICIAL DEL SPRINT EN UN ATLETA DE NIVEL INTERNACIONAL

Martínez MA¹ Asuncion.Martinez@uclm.es, Clemente V¹
Vicente.Clemente@uclm.es, Cordente C² Carlos.Cordente@upm.es

¹ Laboratorio Entrenamiento Deportivo, Facultad Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, UCLM.

² Laboratorio de Actividad Física y Deporte, Facultad Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, UPM, Madrid.

Resumen

En atletismo, se ha determinado el entrenamiento con sobrecarga como uno de los métodos de entrenamiento para la mejora de la velocidad. Sin embargo, debido a la importancia de la técnica de carrera sobre el rendimiento en pruebas de velocidad, se ha cuestionado su influencia sobre las variables cinemáticas de carrera. Así, el objetivo del presente estudio era determinar el efecto producido sobre la técnica de carrera, en la fase inicial de un sprint de 30 metros con una carga de 15 kg aplicada sobre un trineo lastrado. Para ello se analizó la técnica de carrera con y sin sobrecarga en un velocista de nivel internacional (21 veces internacional), siendo las variables de análisis: la longitud de carrera (LC), tiempo de apoyo y tiempo de vuelo, inclinación del tronco y ángulos de cadera y rodilla. Para la medición se utilizó el software Kinovea 8.5. para windows. Los resultados muestran una disminución de la LC (3,80 - 4,10%), de los ángulos de cadera y rodilla (~0,2 - 10%) y un aumento del tiempo de apoyo en ambos miembros inferiores (~2- 29%) y tiempo de vuelo (~ 4 - 5%). Se puede determinar que el trabajo con sobrecarga influye sobre las distintas variables de la técnica de carrera.

Palabras Clave: entrenamiento resistido, trineo de arrastre, velocidad

Abstract

In athletics, resisted training has been determined as one of the training methods for improving speed performance. However, due to the importance of running technique on speed performance, it has questioned the influence on the kinematic variables of running. Thus, the objective of this study was to determine the effect on running technique in the initial phase of a 30-meter sprint with 15 kg-load applied on a weighted sled. The kinematic was analyzed with and without overload in an international sprinter (21 times). It was analysed the following variables: stride length (SL), support time and flight time, body lean, hip and knee angles. Kinovea 8.5. was used for analyses. The results show a decrease in the SL (3.80 to 4.10%), hip and knee angles (~ 0.2 - 10%) and increased in support time in both lower limbs (~ 2 - 29%) and flight time (~ 4-5%). It could be determined sled towing have influence on different kinematic variables.

Keywords: resisted training, sled towing, speed

1. INTRODUCCIÓN

En atletismo gran parte de los programas de entrenamiento para la mejora de la velocidad, incluyen un entrenamiento con sobrecarga. Este tipo de trabajo supone la realización de un ejercicio con una resistencia añadida a la resistencia natural de la propia ejecución (Girolid, et al, 2007).

La bibliografía actual muestra la existencia de diferentes estudios que describen los cambios que este tipo de entrenamiento produce sobre variables cinemáticas y cinéticas como la longitud y frecuencia de carrera, tiempo de apoyo, tiempo de vuelo, inclinación del tronco, tobillo y rodilla y la velocidad de ejecución (Alcaraz, Palao, & L. Elvira, 2009; Cronin, y otros, 2008; Lockie, Murphy, & Spinks, 2003; Murphy, Lockie, & Coutts, 2003; Murray, y otros, 2005).

Los dispositivos utilizados para crear la sobrecarga han sido diversos, entre ellos podemos encontrar: Trineo (Letzelter, Sauerwein & Burger, 1994; Lockie, Murphy & Spinks, 2003; Maulder, Bradshaw & Keogh, 2005; Murray, et al., 2005; Spinks, Murphy, Spinks & Lockie, 2007; Maulder, Bradshaw & Keogh, 2008; Alcaraz, Palao & Elvira, 2009; Harrison & Bourke, 2009); paracaídas (Jakalski, 1998; LeBlanc & Gervais, 2004; Elvira, Alcaraz & Palao, 2006; Alcaraz, Palao, Elvira & Linthorne, 2008); chalecos y cinturones lastrados (Bosco, Rusko & Hirvonen, 1986; Cronin, Hansen, Kawamori & McNair, 2008); banda elástica (Jakalski, 1998; Corn & Knudson, 2003; Myer, Ford, Brent, Divine & Hewett, 2007) y entrenamiento con desnivel (Sheppard, 2004; Paradisis & Cooke, 2006; Paradisis, Bissas & Cooke, 2009).

De todos ellos, el implemento más utilizado en la literatura ha sido el trineo. El trineo lastrado es un protocolo de entrenamiento prescrito para futbolistas en un intento de mejorar la aceleración y la velocidad (Jakalski, 1998; Dintiman, Ward & Tellez, 2001). Sin embargo, también se ha utilizado en otras especialidades deportivas, como el hockey, rugby y atletismo (Lockie et al., 2003; Murray et al., 2005; Alcaraz et al., 2008; Maulder et al., 2008; Alcaraz et al., 2009).

Algunos autores recomiendan diferentes métodos resistidos para la mejora de la fase de aceleración y otros para la fase de máxima velocidad. El trabajo con trineo con cargas elevadas y cuesta arriba se ha recomendado para la fase de aceleración (Cronin & Hansen, 2006). El arrastre de trineo con cargas bajas, chalecos, cinturones lastrados y paracaídas (Cronin & Hansen, 2006; Alcaraz et al., 2008) se recomienda para la fase de máxima velocidad. Se debe tener en cuenta (Sheppard, 2004) que el chaleco lastrado puede provocar cambios en la mecánica de carrera de velocidad si se utiliza con excesiva frecuencia. Sin embargo, se observan contraposiciones en este sentido, pues los entrenadores consideran que el trabajo con trineo con cargas aproximadamente del 10% del peso corporal mejora la salida y la aceleración del atleta (Maulder et al., 2008).

Sin embargo, son varios los autores que coinciden en que la carga aplicada no debe influir sobre la velocidad máxima de carrera produciendo una disminución superior al 10% (Letzelter et al., 1994; Jakalski, 1998; Lockie et al., 2003).

Existe la preocupación de que el entrenamiento resistido no transfiera un incremento en la carrera de velocidad, a causa de una posible influencia negativa sobre la técnica de carrera (Jakalski, 1998; Lockie, et al., 2003), por ello el presente trabajo pretende analizar los efectos producido por la carga aplicada en trineo sobre la cinemática de carrera en 30 metros en un velocista de nivel internacional.

2. MATERIAL Y MÉTODO

Muestra

La muestra estaba compuesta por un sujeto varón de 30 años de edad, peso 66kg, talla 1,78 m. 21 veces internacional (2002-2008). Campeón de España de 200m lisos al aire libre (2004 y 2009). Campeón de España de 100m lisos al aire libre (2006, 2007 y 2009). Campeón de España de 60m lisos en pista cubierta (2007, 2008 y 2009). Acreditando las siguientes marcas:

- 100m lisos - 10´14s (2 de julio de 2008, Salamanca)
- 200m lisos - 20´61s (19 de julio de 2008, Barcelona)
- 60 m lisos - 6´65s (9 de febrero de 2008, Valencia)

Procedimiento

Las pruebas se llevaron a cabo en el modulo cubierto del C.S.D. (Madrid).

Tras un calentamiento previo, el sujeto completo un total de 6 sprints sobre una distancia de 30 metros, de los cuales los tres primeros sprints se realizaron sin sobrecarga, y los tres siguientes con una sobrecarga de 15kg aplicada sobre un trineo de arrastre. El descanso entre cada repetición fue completo.

Para el registro de las variables cinemáticas se utilizaron un total de cinco cámaras de alta velocidad Casio (Casio High Speed Exilim EX-F1, Casio España SL, Barcelona), dicha grabación se realizó a 300 fotogramas por segundo. El análisis que se presenta está compuesto por la filmación realiza por dos cámaras, situadas al inicio de los 30 metros.

La situación de las dos cámaras utilizadas se detalla en la figura 1.

Para el análisis posterior de la longitud de zancada y con el objetivo de tener una distancia de referencia, se dispusieron a lo largo de toda la calle marcas distanciadas entre sí por 2 metros.

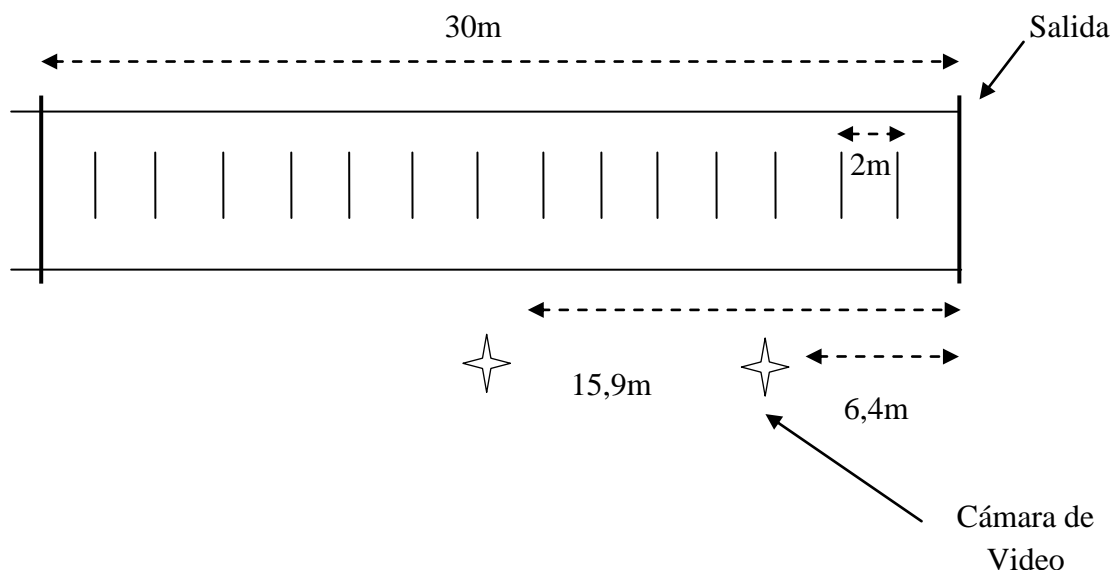


Figura 1. Representación de la disposición de las cámaras.

Para el análisis de las variables cinemáticas se utilizó el software Kinovea 8.5. Las variables analizadas fueron: longitud de zancada (LC), tiempo de apoyo de ambas piernas (TaD, Tal), tiempo de vuelo (Tv), inclinación del tronco (BL-D, BL-I), ángulo de la cadera (H-D, H-I) y de la rodilla (K-D, K-I) en el momento del apoyo en ambas piernas (Figura 2). Todas las variables se tomaron en la parte central de la imagen filmada.

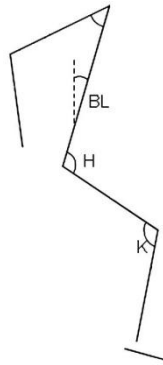


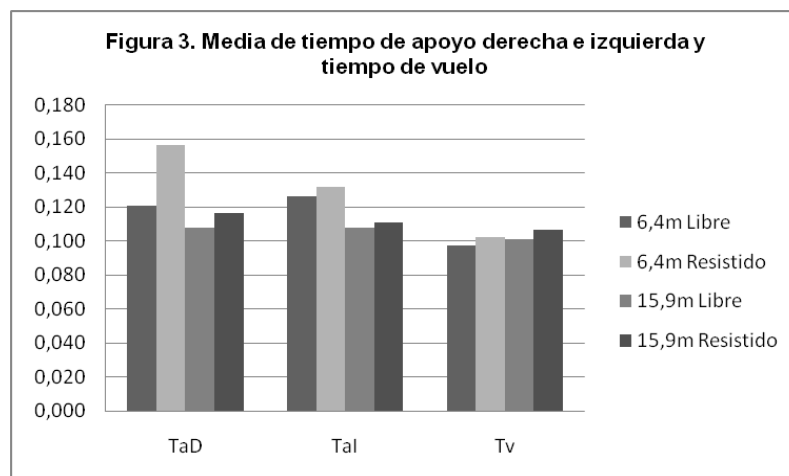
Figura 2. Definición de los ángulos analizados (BL= inclinación del tronco; H= cadera; K= rodilla).

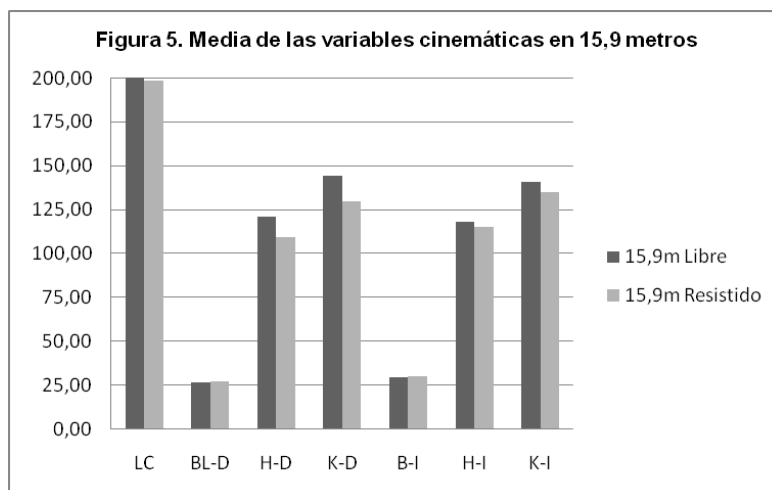
Para determinar la influencia del trabajo con trineo sobre las distintas variables analizadas, se determinó el porcentaje de cambio entre el trabajo realizado con y sin sobrecarga.

3. RESULTADOS

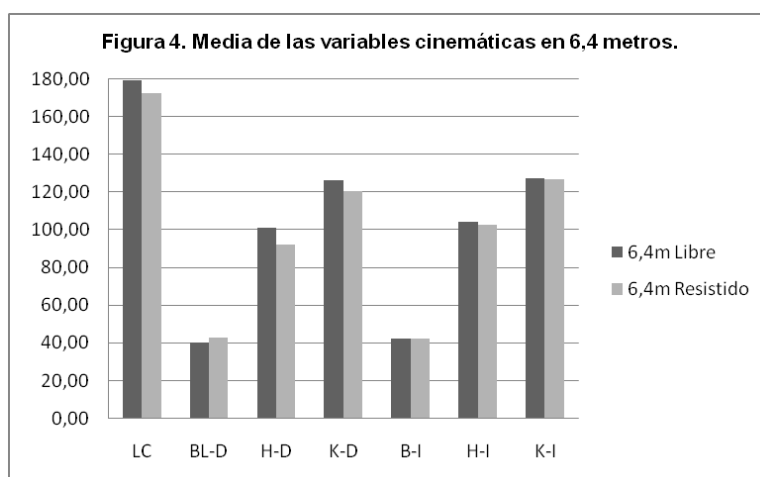
Se observa una disminución de la LC en los dos momentos analizados del sprint (6,4 y 15,9m), 3,80 y 4,10% respectivamente.

El trabajo con sobrecarga supone un aumento del tiempo de apoyo en pierna derecha e izquierda (~2- 29%) y también en el tiempo de vuelo (~ 4 - 5%) (Figura 3).

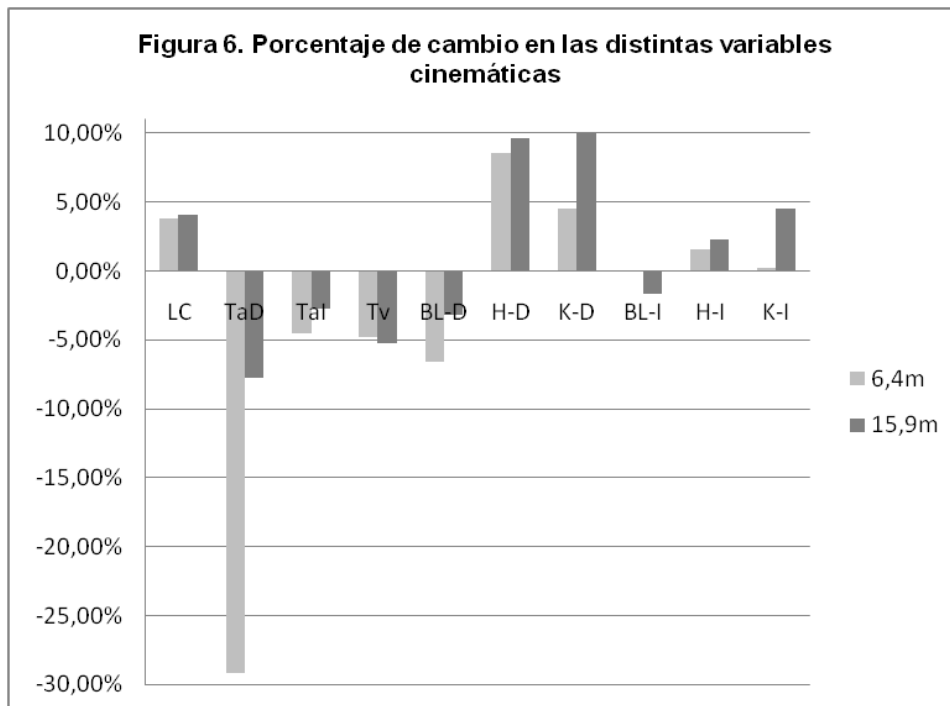




Se detalla una disminución de los ángulos de cadera y rodilla entre el 0,26% y 8,58% en la primera parte del sprint (6,4m) y entre el 2,26 y 9,95% en la filmación realizada en 15,9m. No se observa influencia sobre el ángulo de cadera en el apoyo de la pierna izquierda en la primera fase del sprint (6,4m) (Figura 4 y 5).



A continuación se presenta una gráfica con el porcentaje de cambio en las distintas variables analizadas (Figura 6).



4. DISCUSIÓN

La literatura muestra una disminución de la velocidad derivada de la aplicación de carga en el sprint (Letzelter, et al., 1994; Corn & Knudson, 2003; Lockie, et al., 2003; LeBlanc & Gervais, 2004; Maulder, et al., 2005; Murray, et al., 2005; Elvira, et al., 2006; Alcaraz, et al., 2008; Cronin, et al., 2008; Maulder, et al., 2008; Alcaraz, et al., 2009). Si se tiene en cuenta que la velocidad máxima de carrera es el resultado de la relación entre la frecuencia y la longitud de carrera (Faccioni, 1994; Murphy, Lockie & Coutts, 2003; Babić, Harasin & Dizdar, 2007, Maulder, et al., 2008) uno o ambos factores se verían afectados por el incremento de la resistencia de trabajo, así, la mayoría de los estudios coinciden en que el trabajo con sobrecarga supone una disminución significativa de la longitud de zancada en carrera (Corn & Knudson, 2003; Lockie, et al., 2003; Murray, et al., 2005; Elvira, et al., 2006; Alcaraz, et al., 2008; Cronin, et al., 2008) como así se observa en los resultados obtenidos en esta investigación, tanto en los primeros metros como en los intermedios sobre una distancia de 30 metros.

Unido a la disminución de la longitud de carrera, la literatura describe una disminución del tiempo de vuelo, aspecto que contrasta con los resultados obtenidos, pues en ellos se observa un aumento del tiempo de vuelo tanto en el análisis realizado en 6,4 metros como en 15,9 metros.

Al igual que ocurre en este estudio, las investigaciones previas detallan un incremento del tiempo de contacto con el incremento de la carga, resultado de la necesidad de más tiempo para producir una mayor fuerza muscular (Lockie, et al., 2003).

En cuanto a la inclinación del tronco, el trabajo con trineo produce tanto a largo como a corto plazo un aumento en la inclinación del tronco de los velocistas. Este efecto presenta diferencias en función del método de aplicación de la carga utilizado. El chaleco lastrado tiene un menor efecto sobre la inclinación del tronco, por lo que el atleta mantiene una posición más erguida, y consecuentemente los cambios a largo plazo son menos probables. Sin embargo, se establece que la mayor inclinación del tronco producida por el trineo, permitiría al atleta situarse en una óptima posición para maximizar la propulsión y minimizar la fuerza de frenado (Lockie, et al., 2003). Los resultados muestran un mayor efecto sobre la inclinación del tronco en el momento de apoyo de la pierna derecha, mientras este efecto es mínimo en el apoyo con la pierna izquierda (15,9m) o inexistente (6,4m).

Cronin (2008) describe un aumento en el ángulo de la rodilla con empleo del trineo en el trabajo de velocidad, a diferencia de los resultados obtenidos en esta investigación, donde en ambos miembros inferiores se produce una disminución de dicho ángulo durante la fase de apoyo.

Los resultados muestran una disminución del ángulo de cadera en el momento del apoyo en ambas piernas, sin embargo, la literatura describe que el entrenamiento resistido tiene como consecuencia un aumento de dicho ángulo (Letzelter et al., 1995; Lockie et al., 2003; Mouchbahani et al., 2004), este aumento en la flexión de cadera se explica por un aumento de la actividad de los flexores de la cadera en su intento de conducir la pierna hacia adelante durante la recuperación.

5. CONCLUSIONES

El entrenamiento de la velocidad a través del método resistido ha sido recomendado para la mejora de la fase de aceleración y velocidad máxima, sin embargo, existe el temor de que la aplicación de una carga superior a la carga natural de la propia ejecución influya negativamente sobre la técnica de carrera, siendo este elemento esencial en el rendimiento en pruebas de velocidad. Así, la literatura recomienda la aplicación de cargas que no supongan una disminución de la velocidad de ejecución superior al 10%. La mayoría de los estudios centrados en un programa de entrenamiento con trineo describen una mejora de la velocidad de carrera tanto en el grupo de entrenamiento resistido como en el no – resistido.

Cabe destacar la existencia en la literatura de una gran variedad de cargas estudiadas, distancias de análisis, grupo de sujetos y métodos de aplicación de la resistencia, por lo que se requiere de una mayor investigación para poder determinar los efectos de forma más específica en el trabajo con trineo de arrastre.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaraz, P. E., Palao, J. M., & Elvira, J. L. L. (2009). Determining the optimal load for resisted sprint training with sled towing. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 480-485.

Alcaraz, P. E., Palao, J. M., Elvira, J. L. L., & Linthorne, N. P. (2008). Effects of three types of resisted sprint training devices on the kinematics of sprinting at maximum velocity. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 890-897.

Babić, V., Harasin, D., & Dizdar, D. (2007). Relations of the variables of power and morphological characteristics to the kinematic indicators of maximal speed running. *Kinesiology*, 39(1), 28-39.

Bosco, C., Rusko, H., & Hirvonen, J. (1986). The effect of extra-load conditioning on muscle performance in athletes. / L' effet d' un entraînement par surcharge ponderale sur la performance musculaire chez des athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 18(4), 415-419.

Corn, R. J., & Knudson, D. (2003). Effect of elastic-cord towing on the kinematics of the acceleration phase of sprinting. / Effet du remorquage par une corde elastique sur la cinématique de la phase d' acceleration du sprint. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 72-75.

Cronin, J., & Hansen, K. (2006). Resisted sprint training for the acceleration phase of sprinting. *National Strength & Conditioning Association Journal*, 28(4), 42-51.

Cronin, J., Hansen, K., Kawamori, N., & McNair, P. (2008). Effects of weighted vests and sled towing on sprint kinematics. *Sports Biomechanics*, 7(2), 160-172.

Dintiman, G., Ward, B., & Tellez, T. (2001). *La velocidad en el deporte: el mejor programa de entrenamiento*. Madrid: Tutor.

Elvira, J., Alcaraz, P., & Palao, J. (2006). Effects of different resisted sprint running methods on stride length, stride frequency, and CG vertical oscillation In *International Society of Biomechanics in Sports, Proceedings of XXIV International Symposium on Biomechanics in Sports 2006*, Salzburg, Austria, University of Salzburg, c2006, p.226. Austria.

Faccioni, A. (1994a). Assisted and resisted methods for speed development: part 1. *Modern Athlete & Coach*, 32(2), 3-6.

Girold, S., Maurin, D., Dugue, B., Chatard, J.-C., & Millet, G. (2007). Effects of dry-land Vs. resisted- and assisted- sprint exercises on swimming sprint performances. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 599-605.

Harrison, A. J., & Bourke, G. (2009). The effects of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 275-283.

Jakalski, K. (1998). The pros and cons of using resisted and assisted training methods with high school sprinters: parachutes, tubing and towing. *Track Coach*, 144, 4585-4589; 4612.

LeBlanc, J., & Gervais, P. (2004). Kinematics of assisted and resisted sprinting as compared to normal free sprinting in trained athletes In *XXIInd International Symposium on Biomechanics in Sports*. Ottawa.

- Letzelter, M., Sauerwein, G., & Burger, R. (1994). Resistance runs in speed development. *Modern Athlete & Coach*, 33, 7-12.
- Lockie, R. G., Murphy, A., & Spinks, C. D. (2003). Effects of resisted sled towing on sprint kinematics in field-sport athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 760-767.
- Maulder, P. S., Bradshaw, E. J., & Keogh, J. W. L. (2005). The effects of resisted sled loading on sprint start kinematics XXIII International Symposium on Biomechanics in Sports. Book of Abstract. Beijing (China).
- Maulder, P. S., Bradshaw, E. J., & Keogh, J. W. L. (2008). Kinematic alterations due to different loading schemes in early acceleration sprint performance from starting blocks. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 1992-2002.
- Murphy, A. J., Lockie, R. G., & Coutts, A. J. (2003). Kinematic determinants of early acceleration in field sport athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2(4), 144-150.
- Murray, A., Aitchison, T. C., Ross, G., Sutherland, K., Watt, I., McLean, D., et al. (2005). The effect of towing a range of relative resistances on sprint performance. *Journal of Sports Sciences*, 23(9), 927-935.
- Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., Divine, J. G., & Hewett, T. E. (2007). Predictors of sprint start speed: The effects of resistive ground-based vs inclined treadmill training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 831-836.
- Paradisis, G. P., Bissas, A., & Cooke, C. B. (2009). Combined Uphill and Downhill Sprint Running Training Is More Efficacious Than Horizontal. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 4(2), 229-243.
- Paradisis, G. P., & Cooke, C. B. (2006). The effects of sprint running training on sloping surfaces. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 767-777.
- Sheppard, J. (2004). The use of resisted and assisted training methods for speed development: Coaching considerations. *Modern Athlete and Coach*, 42(4), 9-13.
- Spinks, C. D., Murphy, A. J., Spinks, W. L., & Lockie, R. G. (2007). The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 77-85.

FICHA

- **Título de la comunicación:** EFECTOS DEL TRINEO SOBRE LA CINEMÁTICA DE CARRERA EN LA FASE INICIAL DEL SPRINT EN UN ATLETA INTERNACIONAL
- **Nombre y apellidos del autor o autores:** M^aAsunción Martínez Valencia, Vicente Javier Clemente Suárez, Carlos Alberto Cordente Martínez
- **Centro de trabajo:** Laboratorio Entrenamiento Deportivo, Facultad Ciencias de la Actividad Física y el del Deporte, UCLM, Toledo; Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, UPM, Madrid.
- **Dirección postal del centro de trabajo.** Avenida Carlos III s/n 45071 Toledo
- **E-mail y teléfono de contacto.** Asuncion.martinez@uclm.es, 925.268800 Ext: 5519
- **Área temática del Congreso a la que pertenece el trabajo:** Entrenamiento
- **Breve currículum para la presentación (extensión aproximada 20 líneas):**
 - Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte por la Universidad de Castilla la Mancha (2003-2007) obteniendo el premio extraordinario de la sexta promoción.
 - Doctorado en Rendimiento Deportivo, Facultad Ciencias del Deporte, Toledo. Obtenido el Diploma de Estudios Avanzados, 2009.
 - Máster en Alto Rendimiento Deportivo, Comité Olímpico Español. 2010 – actualmente.
 - Beca Predoctoral JCCM 2008-actualmente. Desarrollando la actividad investigadora en el Laboratorio de Entrenamiento Deportivo, Facultad de Ciencias del Deporte, Toledo.
 - Entrenador de Club de Atletismo (RFEA).
 - Línea principal de investigación. Influencia del entrenamiento resistido sobre el rendimiento en velocidad.
- **Material de apoyo requerido (recursos audiovisuales, conexión internet, etc.)**
- **Fotografía carnet (digital) de los conferenciantes.**

