

Características y efectos de los métodos resistidos en el *sprint*

Characteristics and effects of resisted sprint training methods

Pedro E. Alcaraz¹, José L.L. Elvira², José M. Palao¹

¹ Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad Católica San Antonio de Murcia

² Área de Educación Física y Deportiva; Departamento de Psicología de la Salud. Universidad Miguel Hernández

CORRESPONDENCIA:

Pedro E. Alcaraz

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Universidad Católica San Antonio de Murcia

Campus de los Jerónimos, s/n. 30107 Guadalupe (Murcia)
palcaraz@pdi.ucam.edu

Recepción: mayo 2009 • Aceptación: septiembre 2009

Resumen

Para la mejora del rendimiento en el *sprint* se utilizan distintos métodos de entrenamiento, entre los más populares se encuentran los métodos resistidos. Un método resistido para el *sprint* se caracteriza por utilizar *sprints* con una sobrecarga o resistencia añadida. Dependiendo de las características del dispositivo, tanto la magnitud como la dirección de la resistencia va a ser diferente. Así, existen distintos tipos de métodos resistidos, estos son: arrastres de trineos o ruedas, lastres de chalecos o cinturones, arrastres de paracaídas, carreras cuesta arriba, e incluso carreras sobre la arena de la playa. El principal objetivo al usar métodos resistidos es mejorar la fuerza específica de los deportistas sin producir una modificación significativa de la técnica del deportista. En el presente trabajo se revisan las características y efectos de los métodos resistidos tanto de forma aguda, como sus efectos a corto, medio y largo plazo.

Palabras clave: Rendimiento, fuerza, velocidad, carrera.

Abstract

There are different training methods for improving sprint performance, and resisted sprint training methods are one of the most popular. Sprint resisted methods are characterized by executing sprints with an added load. The direction of the resistance applied to the athlete is different for each device, and so each device has different effects on the athlete's velocity and sprinting mechanics. Thus, there are different resisted sprint training methods, which are: sled or tire towing, weighted belt/vest, speed parachutes, up-hill sprinting, and sand sprinting. The main purpose when using resisted methods is to improve an athlete's specific-strength, or, to achieve the greatest exercise specificity, such that the athlete's movement patterns should remain similar to those observed in unloaded sprinting. Therefore, the acute, short-, medium-, and long-term effects of resisted sprint training methods are reviewed in the present paper.

Key words: Performance, strength, velocity, running.

Introducción

Esprintar es la habilidad de correr a máxima velocidad o cerca de la máxima velocidad durante cortos periodos de tiempo (Baughman, Takaha & Tellez, 1984). Ésta es una cualidad importante en el rendimiento humano, prueba de ello es su manifestación en un gran número de deportes, tanto de equipo como individuales (Bangsbo, Norregaard & Thosoe, 1991; Hay, 1994; Majdell & Alexander, 1991). En atletismo, gran parte de los programas de entrenamiento para la mejora del *sprint* incluyen, además de entrenamiento con sobrecargas, programas de entrenamiento específico de fuerza. En este tipo de trabajo físico el atleta imita el gesto técnico con una resistencia añadida (Costello, 1985; Delecluse, 1997; Delecluse et al., 1995; Mero & Komi, 1994) (Tabla 1). Para que se produzca el principio de especificidad, un ejercicio debe imitar o replicar los rangos de movimiento, la posición del cuerpo y los tipos de activación muscular (patrones de movimiento), y/o reproducir la velocidad del movimiento de competición (Behm & Sale, 1993).

Definición de métodos resistidos

Los métodos resistidos son aquellas formas de entrenamiento en las que se realiza con sobrecargas la técnica específica del *sprint* (Costello, 1985; Delecluse, 1997; Delecluse et al., 1995; Murray et al., 2005). Los métodos más empleados son: los arrastres de trineos

o paracaídas, el lastre de chalecos, las carreras sobre la arena de la playa, y las carreras cuesta arriba (Faccioni, 1994b; Jakalski, 1998; Sheppard, 2004; Tabachnik, 1992; Young, Benton, Duthie & Pryor, 2001). Los ejercicios de entrenamiento resistido buscan que los músculos utilizados en los *sprints* trabajen con una ligera sobrecarga. Esto parece causar una mayor activación neural y un mayor reclutamiento de unidades motoras de contracción rápida (Faccioni, 1994a, 1994b). Los métodos resistidos, además, parecen mejorar la habilidad del atleta para generar una mayor fuerza horizontal, vertical o ambas, dependiendo de la dirección de la aplicación de la carga sobre el ejercicio (Zatsiorsky, 1995). De hecho, se ha estudiado que la dirección de la resistencia aplicada al atleta es diferente dependiendo del método de entrenamiento resistido usado. En consecuencia, cada método resistido tiene diferentes efectos sobre la velocidad del atleta y la mecánica del *sprint* (Alcaraz, Palao, Elvira & Linthorne, 2008) (Figura 1). Se ha documentado que el entrenamiento específico mejora la coordinación inter-muscular y asegura que el músculo está preparado para adquirir un mayor desarrollo de fuerza (Young, 2006). Por ello, añadir una sobrecarga al movimiento específico parece ser una estrategia adecuada para conseguir esta especificidad en atletas entrenados (Alcaraz, 2009).

Esta diferenciación en la dirección de la resistencia y sus consecuencias sobre la mecánica del *sprint* hace que algunos autores recomienden diferentes métodos resistidos para la mejora de la fase de aceleración (fase que se inicia desde una posición estática y finaliza

Tabla 1. Métodos, medios y material necesario para el entrenamiento de la velocidad y fuerza específica (Alcaraz & Palao, 2007)

Método	Medio (ejercicios)	Instalación/material
Desarrollo de la velocidad	Progresivos	Pista tartán/medio natural
	"Ins and outs"	Conos
	Entrenamiento asistido	Zapatillas de clavos
		Cuestas abajo/viento a favor
Desarrollo de la fuerza	Autocargas	Escaleras agilidad
	Entrenamiento de musculación	Gomas (ej. catapulta velocidad)
	Entrenamiento resistido	Halteras/discos/máquinas
	Pliometría (SJ, CMJ, DJ)	Trineos/paracaídas/lastres/cuestas arriba/playa/gomas/viento en contra
	Multilanzamientos	Cajones
	Multisaltos	Balones medicinales
Desarrollo de la técnica	Técnica de carrera	Vallas/vallines/foso saltos
	Fotogrametría	Tacos
		Vallas/vallines/señales/escaleras para aceleración
		Cámara de fotos/vídeo



Figura 1. Comparación de a) un *sprint* sin carga con *sprints* al utilizar tres tipos de dispositivos de entrenamiento resistido; b) trineo; c) paracaídas de velocidad; y d) cinturón lastrado. Las flechas muestran la dirección de la fuerza aplicada al atleta por el dispositivo usado (Alcaraz, Palao, Elvira & Linthorne, 2008).

cuando se consigue la máxima velocidad de carrera) y otros para la fase de máxima velocidad (fase que comprende desde que el atleta consigue la máxima velocidad hasta que ésta empieza a decrecer de forma significativa), basándose en el principio de especificidad del entrenamiento (Cronin & Hansen, 2006). Por ejemplo, desde un punto de vista cinemático se recomiendan los arrastres de trineo con cargas altas y los *sprints* cuesta arriba para simular la fase de aceleración (Cronin & Hansen, 2006). El arrastre de trineo con cargas bajas (Alcaraz, Palao, Elvira & Linthorne, 2008), los chalecos y cinturones lastrados (Alcaraz, Palao, Elvira & Linthorne, 2008; Cronin & Hansen, 2006), y los paracaídas de velocidad (Alcaraz, Palao, Elvira & Linthorne, 2008; Tabachnik, 1992) se recomiendan para entrenar la fase de máxima velocidad.

Establecimiento de la intensidad al usar métodos resistidos

En el entrenamiento de velocidad, la forma más utilizada de controlar la intensidad es por medio de

la máxima velocidad alcanzada por el sujeto. Es decir, correr al 100% de la máxima velocidad será la intensidad mayor, y correr al 80% será una intensidad menor. Esta forma de controlar la intensidad es adecuada para estimar la intensidad en los métodos resistidos. Si la sobrecarga es muy baja, el sujeto correrá a una velocidad cercana a su máxima, y si la sobrecarga es alta, la velocidad decrecerá de forma sustancial y se alejará del principio de especificidad. La escasa bibliografía experimental encontrada recomienda que para que un entrenamiento resistido sea efectivo, éste no debe producir una pérdida en la máxima velocidad superior al 10% (Jakalski, 1998; Letzelter, Sauerwein & Burger, 1995; Lockie, Murphy & Spinks, 2003). De lo contrario, se producirán modificaciones significativas en la configuración de las palancas, proporcionando adaptaciones indeseadas. Varios autores han propuesto ecuaciones para el cálculo de la carga adecuada en el entrenamiento de la aceleración y de la máxima velocidad con arrastres de trineo (Alcaraz, Palao & Elvira, 2009; Lockie, Murphy & Spinks, 2003; Spinks, Murphy, Spinks & Lockie, 2007). No obstante, hasta el momento no se ha desarrollado este tipo de cálculo

para el resto de métodos resistidos. El objetivo principal del trabajo resistido es el desarrollo de los elementos específicos que inciden de forma directa en el *sprint*. Por lo tanto, los componentes de la carga de entrenamiento, como son el volumen, recuperación y frecuencia, deben ser similares a los usados en el entrenamiento estándar para el desarrollo de la máxima velocidad.

Tipos y efectos de los métodos resistidos

A continuación se describen los métodos resistidos de forma individual. Para cada método, se explicarán tanto los efectos agudos como los efectos producidos por el entrenamiento continuado a corto, medio y largo plazo.

Arrastres de trineo

Este método consiste en un pequeño trineo que se engancha por medio de una cuerda a un arnés que el atleta sujeta a su cintura u hombros (Figura 1). Normalmente, sobre el trineo se colocan distintas cargas dependiendo del nivel de resistencia que se desee ofrecer. Cuando se utilizan arrastres de trineo, el incremento de la resistencia experimentada por el atleta se produce, principalmente, por la inercia en la fase de aceleración, y por la fuerza de fricción entre la base del trineo y la superficie en la que se ejecuta la carrera durante todo el desplazamiento. Esta fuerza de fricción es aproximadamente proporcional al peso total del trineo, pudiendo el entrenador manipular la carga cambiando el peso colocado sobre el mismo. Cuanto mayor sea la carga añadida, mayor será la fricción, y en consecuencia más lenta será tanto la aceleración como la máxima velocidad del atleta. El coeficiente de fricción entre el trineo y la superficie de la pista está determinado por el tipo de material que recubre el trineo y por la superficie sobre la que se desliza. Con el fin de producir una carga consistente entre sesiones, el entrenador debe tener cuidado de utilizar siempre el mismo trineo en la misma superficie de carrera (Alcaraz, Palao, Elvira, & Linthorne, 2008). La mayoría de los arrastres van sujetos al atleta por medio de una cuerda que se fija en los hombros o en la cintura con un arnés. El punto de sujeción al trineo está usualmente cerca del nivel del suelo, por lo tanto la fuerza que produce sobre el atleta es dirigida hacia atrás y ligeramente hacia abajo. Cuanto más larga es la cuerda o más bajo es el punto de fijación sobre el cuerpo, la fuerza se transferirá en una dirección más horizontal. De ahí que el punto de sujeción más común sea el de

la cintura, ya que la sujeción de hombros provoca una mayor inclinación del tronco (Alcaraz, Palao, Elvira & Linthorne, 2008).

El uso del trineo produce cambios puntuales en la cinemática del *sprint*, tanto en la fase de aceleración (Cronin & Hansen, 2006; Letzelter, Sauerwein & Burger, 1995; Lockie, Murphy, & Spinks, 2003; Zafeiridis et al., 2005) como en la fase de máxima velocidad (Alcaraz, Palao & Elvira, 2009; Elvira, Alcaraz & Palao, 2006; Zafeiridis et al., 2005) en sujetos poco entrenados y en atletas entrenados. La utilización de trineos en la fase de aceleración produce una disminución de la velocidad del atleta, de la amplitud y la frecuencia de zancada, incrementa los tiempos de contacto, la inclinación del tronco y produce algunos cambios en la configuración del tren inferior del atleta durante la fase de contacto. La utilización de trineos en la fase de máxima velocidad produce un descenso de la velocidad de carrera, un incremento de la inclinación del tronco y una reducción de la amplitud de zancada.

En la revisión realizada sólo se han encontrado tres trabajos que se hayan centrado en los efectos a corto plazo al usar arrastres de trineo sobre la fase de aceleración y de máxima velocidad. Un estudio realizado con estudiantes de educación física (Zafeiridis et al., 2005), otro estudio realizado con jugadores de deportes colectivos (Spinks, Murphy, Spinks & Lockie, 2007), y otro estudio con atletas (Alcaraz, 2009). En el primero, se llegó a la conclusión de que el entrenamiento con arrastres de trineo mejora el rendimiento en la fase de aceleración (0-20 m). Si se tiene en cuenta que las adaptaciones neuromusculares pueden ser diferentes cuando se utilizan sujetos poco entrenados con respecto a deportistas entrenados (Hakkinen, Komi, Alen & Kauhanen, 1987), estos resultados no son transferibles a deportistas experimentados.

En jugadores de deportes de equipo (fútbol, rugby y fútbol australiano), para la fase de aceleración, Spinks et al. (2007) determinaron los efectos del entrenamiento resistido sobre el rendimiento en los primeros 15 m, la potencia de tren inferior (CMJ), test de cinco saltos (5BT), DJ de 50 cm, y la cinemática de la carrera (tiempos de contacto, longitud de zancada, frecuencia de zancada, etc.). Los autores indican que un programa de ocho semanas de entrenamiento resistido: a) mejora significativamente el rendimiento en la fase de aceleración y la potencia de tren inferior (CMJ y 5BT), sin embargo no es más efectivo que un entrenamiento de velocidad no resistido, b) mejora de forma significativa la fuerza reactiva (50DJ) y c) ofrece un impacto mínimo sobre la cinemática del tren inferior y superior en la fase de aceleración (dos primeras zancadas) al compararlo a un entrenamiento de velocidad no resistido

Tabla 2. Carga (kg) requerida en arrastre de trineo en el entrenamiento de la fase de aceleración dependiendo de la masa corporal individual (Alcaraz, Palao & Elvira, 2009, 2003; Spinks, Murphy, Spinks & Lockie, 2007)

Masa Corporal Individual (kg)	Porcentaje de la máxima velocidad		
	90%	92,5%	95%
120	15,11	9,23	3,35
115	14,48	8,84	3,21
110	13,85	8,46	3,07
105	13,22	8,07	2,93
100	12,59	7,69	2,79
95	11,96	7,31	2,65
90	11,33	6,92	2,51
85	10,70	6,54	2,37
80	10,07	6,15	2,23
75	9,44	5,77	2,09
70	8,81	5,38	1,95
65	8,18	5,00	1,81
60	7,55	4,61	1,67
55	6,92	4,23	1,53
50	6,30	3,85	1,40
45	5,67	3,46	1,26

de ocho semanas. En atletas, Alcaraz (2009) encontró que al usar entrenamiento con arrastres de trineo se mejora la velocidad en la fase de transición (15-30 m) y la amplitud de zancada. Este aumento de la amplitud de zancada, con un mantenimiento de la frecuencia, es la causa del incremento del rendimiento.

Los resultados de estos estudios sugieren que el entrenamiento resistido no afecta de forma negativa la cinemática del *sprint*, y que el entrenamiento resistido no es más efectivo que el no resistido. Sin embargo, pese a esto, este método proporciona un estímulo de sobrecarga para la mecánica de la aceleración, reclutando los extensores de cadera y de rodilla, resultando en una mayor aplicación de potencia horizontal (Spinks, Murphy, Spinks & Lockie, 2007). Hay que resaltar que en todos los estudios revisados en los que se aplica un entrenamiento con arrastres de trineo, se produce un aumento significativo en la inclinación del tronco en la fase de aceleración (Alcaraz, 2009; Kristensen, Van den Tillaar & Ettema, 2006; Spinks, Murphy, Spinks & Lockie, 2007; Zafeiridis et al., 2005). Siendo este aspecto un elemento a ser controlado por los entrenadores cuando este método resistido es empleado.

Para la cuantificación de la intensidad en la fase de aceleración, Lockie et al. (2003) y Spinks et al. (2007) desarrollaron una ecuación para deportistas de deportes colectivos. Alcaraz, Palao y Elvira (2009) comprobaron la validez de esta ecuación en atletas entrenados con un error de $\pm 2,2\%$ de diferencia en la velocidad. En la Tabla 2 se presentan valores de referencia de la carga dependiendo del peso corporal individual en relación con el porcentaje de velocidad al que se desea correr (Lockie, Murphy & Spinks, 2003; Spinks, Mur-

Tabla 3. Carga (kg) requerida en arrastre de trineo en el entrenamiento de la fase de máxima velocidad dependiendo de la masa corporal individual (Alcaraz, Palao & Elvira, 2009)

Masa Corporal Individual (kg)	Porcentaje de la máxima velocidad		
	90%	92,5%	95%
120	11,91	9,31	6,71
115	11,41	8,92	6,43
110	10,92	8,53	6,15
105	10,42	8,14	5,87
100	9,93	7,76	5,59
95	9,43	7,37	5,31
90	8,93	6,98	5,03
85	8,44	6,59	4,75
80	7,94	6,21	4,47
75	7,44	5,82	4,19
70	6,95	5,43	3,91
65	6,45	5,04	3,63
60	5,96	4,65	3,35
55	5,46	4,27	3,07
50	4,96	3,88	2,79

phy, Spinks & Lockie, 2007). La ecuación es la siguiente: $\% \text{ Masa corporal} = (-1,96 \cdot \% \text{ velocidad}) + 188,99$.

Para la cuantificación de la intensidad en la fase de máxima velocidad, Alcaraz et al. (2009) llevaron a cabo un estudio con atletas de velocidad para determinar la carga a usar. La ecuación que desarrollaron es la siguiente: $\% \text{ Masa corporal} = (-0,8674 \cdot \% \text{ velocidad}) + 87,99$. En la Tabla 3 se presentan valores de la carga dependiendo del peso corporal individual en relación con el porcentaje de velocidad al que se desea correr.

Estas ecuaciones son útiles para calcular la carga a utilizar en el trineo para el entrenamiento de la fase de aceleración y en la fase de máxima velocidad. Debe tenerse en cuenta que ambas fases tienen características diferentes (Cissik, 2004; Murphy, Lockie & Coutts, 2003; W. Young, Benton, Duthie & Pryor, 2001), por lo que el trabajo de máxima velocidad requiere de un tipo de trabajo y una carga diferente. Se debe tener en cuenta que los datos que se obtienen de estas ecuaciones (Tabla 2 y 3) son orientativos y se basan en la idea de que no se debe perder más del 10% de la máxima velocidad para mantener el principio de especificidad en el *sprint* (Jakalski, 1998; Letzelter, Sauerwein & Burger, 1995; Lockie, Murphy & Spinks, 2003). Se debe recordar que esta afirmación está basada en las observaciones realizadas por entrenadores expertos, pero no está demostrada científicamente. Futuras investigaciones deben confirmar este aspecto. Debido a la especificidad de los arrastres de trineo, así como a su posible uso tanto en la fase de aceleración como en la fase de máxima velocidad, este tipo de método resistido se puede usar durante la última fase de preparación general y en toda la fase de preparación específica.

Paracaídas de velocidad

Este dispositivo es, básicamente, un paracaídas que se coloca tras el deportista, enganchado a la cintura del mismo (Figura 1). Una de las características específicas de este método es que la resistencia se incrementa según aumenta la velocidad del deportista. Cuando se esprinta con un paracaídas de velocidad, el paracaídas tracciona directamente hacia atrás y de esta forma la fuerza de resistencia es horizontal y paralela a la superficie de carrera. La resistencia del paracaídas es proporcional al tamaño y forma del paracaídas y al cuadrado de la velocidad relativa de carrera del atleta. El entrenador debe manipular la resistencia experimentada por el atleta modificando el tamaño del paracaídas. Cuanto mayor sea el paracaídas, mayor será la resistencia, y más lenta será la aceleración y la máxima velocidad conseguida por el atleta.

Los efectos agudos producidos por el paracaídas de velocidad en la cinemática son similares a los encontrados por el trineo en la fase de máxima velocidad: descenso de la velocidad de carrera, un incremento de la inclinación del tronco, y una reducción de la amplitud de zancada (Alcaraz, Palao, Elvira & Linthorne, 2008). No se han encontrado estudios que expliquen el efecto agudo del uso del paracaídas sobre la cinemática del *sprint* en la fase de aceleración.

Tampoco se han hallado estudios que describan los efectos crónicos de este tipo de métodos. Tan sólo existen trabajos que citan recomendaciones para su uso (Breizer, Tabatashnik & Ivanov, 1990; Jakalski, 1998; Pauletto, 1991a, 1991b; Tabachnik, 1992). Estas son: a) cuando el objetivo es trabajar la máxima velocidad, la velocidad de carrera debe ser al 95-100% de la intensidad. En este caso, las distancias son cortas (20-60 m). Las diferencias en tiempo con respecto a *sprints* normales en las distancias cortas deben estar entre 0,1-0,3 s (paracaídas pequeño) y 0,3-0,4 s (paracaídas mediano); b) cuando el objetivo es el desarrollo de la resistencia a la máxima velocidad, ésta ha de estar entre el 90-100% de la máxima. En este segundo caso, las distancias son largas (80-150 m). Para distancias largas (150 m), la diferencia debe ser de 0,3-0,4 s (paracaídas pequeño), o 0,5-0,6 s (paracaídas mediano); y c) la frecuencia de uso debe ser de 2-3 veces por semana.

Uno de los inconvenientes del uso de los paracaídas, sobre todo al aire libre, es que depende del viento predominante en la zona. Así, es difícil cuantificar la resistencia ofrecida ya que la carga interna impuesta puede variar de una sesión a otra, o incluso en la misma sesión. Otro aspecto negativo de los paracaídas es el hecho de que la resistencia aumenta con el aumento de

la velocidad, por lo tanto, se tiene el mismo problema a la hora de cuantificar la carga interna impuesta (Jakalski, 1998). Por último, destacar el efecto que puede producir el movimiento del paracaídas sobre el patrón de movimiento cuando existe viento lateral fuerte. Este efecto puede ser beneficioso en los deportes de equipo, pero no en los *sprints* en línea recta (Jakalski, 1998).

Cinturón o chaleco lastrado

Los cinturones o chalecos lastrados son dispositivos que se colocan sobre el cuerpo del velocista (Figura 1) incrementando ligeramente el peso del mismo. Al correr con estos dispositivos los deportistas experimentan una sobrecarga muscular mayor, produciendo un aumento de la coordinación intra-muscular (Jakalski, 1998). Al esprintar con un chaleco o cinturón lastrado, la carga adicional sobre el atleta proviene del peso del dispositivo, el cual está dirigido de forma vertical hacia abajo. El atleta debe, por tanto, ejercer una gran fuerza vertical sobre el suelo con el fin de elevar el cuerpo y conseguir la suficiente fase de vuelo de la zancada. Sin embargo, esta gran fuerza vertical se produce a expensas de una reducción en la fuerza horizontal, y de esta forma produce una velocidad de carrera más lenta. El entrenador debe manipular la resistencia experimentada por el atleta modificando la suma del peso en el cinturón o chaleco. Cuanto mayor sea el peso añadido, mayor será la fuerza vertical que el atleta debe generar para producir la fase de vuelo. Cuando se esprinta con un cinturón o chaleco lastrado el atleta debe también superar la inercia del dispositivo. La inercia adicional del dispositivo incrementa el tiempo requerido por el atleta para acelerar hasta conseguir la máxima velocidad de carrera.

El uso del cinturón lastrado con una carga del 9% del peso corporal parece no producir efectos agudos sustanciales en la inclinación del tronco y tampoco en el resto de variables cinemáticas (Alcaraz, Palao, Elvira & Linthorne, 2008). No se han encontrados estudios específicos sobre el efecto del cinturón lastrado en el *sprint*. De forma general, Bosco et al. (1985; 1986; 1984) investigaron la utilización de chalecos lastrados en atletas entrenados durante prolongados periodos de tiempo. Sin embargo, no se controló el efecto del entrenamiento sobre el rendimiento del *sprint*. Según estos estudios, los posibles efectos crónicos del uso de estos dispositivos son un desplazamiento de la curva de fuerza-velocidad (F-V) hacia la derecha, una mejora de la fuerza explosiva del tren inferior y una mejora del ciclo de estiramiento acortamiento corto (Bosco, 1985; Bosco, Rusko & Hirvonen, 1986; Bosco et al., 1984).

Este vacío de conocimiento hace necesaria la realización de estudios que determinen el efecto de este entrenamiento sobre todas las variables que influyen en el rendimiento del *sprint*. Este tipo de entrenamiento resistido parece mejorar la fuerza explosiva y el ciclo de estiramiento acortamiento en atletas entrenados (Bosco, 1985; Bosco, Rusko & Hirvonen, 1986; Bosco et al., 1984) y no produce cambios significativos en la mecánica del *sprint* (Alcaraz, Palao, Elvira & Linthorne, 2008). No obstante, esto no está comprobado empíricamente.

La carga producida por el cinturón se debe colocar cercana a las caderas e incluso distribuida alrededor de la cintura, para que el torque total (tendencia a girar) sobre el tronco sea relativamente pequeño. Esto hace que pueda ser más adecuada la utilización del cinturón, ya que si el atleta usa un chaleco lastrado, la carga aplicada se colocaría más lejana de las caderas. La distribución del peso de forma apropiada sobre el pecho y la espalda podría equilibrar los torques sobre las caderas (Alcaraz, Palao, Elvira & Linthorne, 2008) lo que evitaría un cambio sustancial en la inclinación del tronco.

Carreras sobre la arena de la playa

Los sprints sobre la arena de la playa son carreras a máxima intensidad que se realizan con el objeto de mejorar la fuerza específica del *sprint*. Sin embargo, en los *sprints* sobre la playa el mecanismo resistido es diferente al observado en los arrastres, paracaídas y cinturón lastrado. Con este método, la resistencia aplicada al atleta proviene de la superficie inestable de carrera, debido a que la arena se mueve durante la fase de contacto de la zancada (Figura 2).

Cuando se esprinta sobre la arena de la playa, se produce una reducción en la velocidad de carrera, en la longitud de zancada y en la frecuencia de zancada. Al esprintar sobre una pista de atletismo, el atleta ejerce una fuerza horizontal sobre el suelo para acelerar el cuerpo hacia delante y superar la resistencia del aire, y una fuerza vertical para propulsar el cuerpo hacia arriba y producir la fase de vuelo. Al correr sobre arena de playa la superficie se mueve ligeramente, de esta forma parte de la energía generada por el atleta se disipa en la arena, antes de que se mueva el centro de masas del atleta (Lejeune, Willems, & Heglund, 1998). La reducción consecuente en la velocidad horizontal de despegue (i.e. velocidad de carrera) reduce la distancia en la que el atleta se desplaza hacia delante durante la fase de vuelo de la zancada y de esta forma se reduce la amplitud de zancada del atleta. Si el atleta mantiene los mismos patrones y rangos de movimiento durante



Figura 2. Sprint sobre la arena de la playa.

la fase de apoyo de la zancada, la velocidad horizontal más baja incrementa el tiempo necesario para realizar los movimientos y por consiguiente produce un tiempo de contacto mayor. En contraste, la disipación de la energía en la playa no afecta el tiempo requerido por el atleta para realizar los movimientos de la pierna durante la fase de vuelo de la zancada. La suma resultante de un tiempo de contacto mayor y un tiempo de vuelo sin variación es una frecuencia de zancada reducida ligeramente. No se han encontrado estudios experimentales que permitan conocer los efectos crónicos que producen las carreras en la playa sobre los componentes relacionados con el rendimiento del *sprint*. Únicamente se ha sugerido que debido al aumento de los tiempos de contacto al usar este método (Harrison, Jensen & McCabe, 2004), no se produce una estimulación del ciclo estiramiento acortamiento corto, que los velocistas requieren en la fase de máxima velocidad (Jakalski, 1998).

Es difícil establecer las cargas de entrenamiento para los *sprints* en la playa. El único criterio sería el porcentaje de pérdida de velocidad (máx. 10%). Se puede suponer que en las carreras en la playa la magnitud de la fuerza disipada en cada apoyo depende de las propiedades físicas de la arena.

Por lo tanto, si se quiere trabajar la fase de máxima velocidad de forma resistida, la arena debe ser lo más dura posible. A partir de la información disponible, esprintar sobre la arena de playa parece ser un adecuado ejercicio general de acondicionamiento, y quizá puede ser válido, también, para mejorar el rendimiento en la fase de aceleración.

Cuestas arriba

La carrera a máxima velocidad sobre superficies inclinadas busca mejorar la fuerza de propulsión en el *sprint*. A este tipo de método se le conoce “popularmente” con el nombre de cuestas. Los factores mecánicos que producen el aumento de la resistencia están relacionados con la inclinación de la cuesta, según au-

mente ésta la componente vertical de resistencia incrementará proporcionalmente.

Los efectos agudos sobre la cinemática del *sprint* al correr sobre una cuesta con una inclinación de 3° son: 1) una disminución significativa de la longitud de zancada y de la velocidad máxima de carrera; 2) un aumento significativo de las distancias de aterrizaje, despegue y de vuelo; y 3) un aumento significativo de la inclinación del tronco en el apoyo y en el despegue (Paradisis & Cooke, 2001).

En la revisión realizada, sólo se ha encontrado un estudio experimental de entrenamiento a corto plazo donde se utilizó este método de entrenamiento (Paradisis & Cooke, 2006). El objetivo del estudio fue examinar el efecto de esprintar en superficies con cuestas de 3° (cuestas arriba y abajo) sobre la cinemática del *sprint* y algunas variables fisiológicas. Los autores concluyeron que el entrenamiento combinado de cuestas es más efectivo que el entrenamiento horizontal para mejorar el rendimiento en la fase de máxima velocidad (Paradisis & Cooke, 2006). Con el fin de establecer la carga en el *sprint*, Dintiman et al. (2001), basándose en la observación, sugirió que la inclinación de las cuestas debe ser aquella que no comprometa la técnica de carrera. Recomendó, para la fase de aceleración, una inclinación de 8-10°, y reducir estos grados progresivamente con el fin de trabajar la fase de máxima velocidad.

Futuros estudios deben concretar la carga que implica la inclinación para las distintas distancias de trabajo.

A partir de la información disponible, el empleo de las cuestas arriba puede ser adecuado para el trabajo de la fase de aceleración y de la fase de máxima velocidad en la fase de preparación general de la temporada.

Conclusiones y aplicaciones prácticas

Aun teniendo en cuenta la escasez de estudios científicos relativos a los métodos resistidos, parece claro que éstos mejoran el rendimiento tanto en la fase de aceleración como en la fase de máxima velocidad en el *sprint*.

Debido a la diversidad de estos dispositivos, los entrenadores pueden programar el entrenamiento, dependiendo de los objetivos marcados en cada momento de la temporada. Por ejemplo, usar arrastres de trineo con altas cargas o paracaídas grandes cuando se desee mejorar el rendimiento en la fase de aceleración, o usar arrastres con baja carga cuando se quiera mejorar el rendimiento en la fase de máxima velocidad. En la actualidad existen herramientas útiles para programar la intensidad al usar arrastres de trineo, sin embargo, se deben desarrollar otros estudios en esta línea para hacer más sencilla la programación de otros métodos resistidos. Remarcar, por último, que el uso de métodos resistidos es una estrategia útil para mejorar la potencia específica del *sprint*, por lo tanto, el rendimiento. Su uso no debe modificar significativamente la técnica del velocista.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz, P.E. (2009). *Adaptaciones cinemáticas, cinéticas y antropométricas tras un entrenamiento de corta duración con arrastres de trineo en atletas entrenados. [Tesis doctoral]*. Universidad Católica San Antonio de Murcia, Guadalupe (Murcia).
- Alcaraz, P.E. & Palao, J.M. (2007). Medios y métodos de entrenamiento de los especialistas en velocidad y pruebas combinadas de la Región de Murcia. *Kronos*, 6(11), 53-60.
- Alcaraz, P.E., Palao, J.M. & Elvira, J.L.L. (2009). Determining the optimal load for sprint training with sled towing. *J. Strength Cond. Res.*, 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. *J. Strength Cond. Res.*, 22(3), 890-897.
- Bangsbo, J., Norregaard, L. & Thosoe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can. J. Sport Sci.*, 16(2), 110-116.
- Baughman, M., Takaha, M. & Tellez, T. (1984). Sprint training. *NSCA J.*, 6, 34-36.
- Behm, D.G. & Sale, D.G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *J. Appl. Physiol.*, 74(1), 359-368.
- Bosco, C. (1985). Adaptive response of human skeletal muscle to simulated hypergravity condition. *Acta. Physiol. Scand.*, 124(4), 507-513.
- Bosco, C., Rusko & Hirvonen. (1986). The effect of extra-load conditioning on muscle performance in athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 18, 415-419.
- Bosco, C., Zanon, S., Rusko, H., Dal Monte, A., Bellotti, P., Latteri, F., et al. (1984). The influence of extra load on the mechanical behavior of skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 53(2), 149-154.
- Breizer, V., Tabatashnik, B. & Ivanov, V. (1990). Running with a parachute. *Modern Athlete & Coach*, 28, 5-6.
- Cissik, J.M. (2004). Means and Methods of Speed Training, Part I. *Strength Cond. J.*, 26(4), 24-29.
- Costello, F. (1985). Training for speed using resisted and assisted methods. *NSCA J.*, 5(6), 74-75.
- Cronin, J.B., & Hansen, K.T. (2006). Resisted sprint training for the acceleration phase of sprinting. *Strength Cond. J.*, 28, 42-51.
- Delecluse, C. (1997). Influence of strength training on sprinting performance: Current findings and implications for training. *Sports Med.*, 24, 147-156.
- Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willens, E., Van Leemputte, D., Diels, R. & Gordis, M. (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27(8), 1203-1209.
- Dintiman, G.B. (2001). Acceleration and Speed. In B. Foran (Ed.). *High-performance sports conditioning* (pp. 176-179). Champaign, Ill: Human Kinetics.
- Elvira, J.L.L., Alcaraz, P.E., & Palao, J.M. (2006). *Effects of different resisted sprint running methods on stride length, stride frequency, and CG vertical oscillation*. Paper presented at the XXIV ISBS Symposium 2006, Salzburg.
- Faccioni, A. (1994a). Assisted and resisted methods for speed development: Part 1. *Modern Athlete & Coach*, 32(2), 3-6.
- Faccioni, A. (1994b). Assisted and resisted methods for speed development: Part 2. *Modern Athlete & Coach*, 32(3), 8-12.
- Hakkinen, K., Komi, P. V., Alen, M. & Kauhanen, H. (1987). EMG, muscle fibre and force production characteristics during a 1 year training period in elite weight-lifters. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 56(4), 419-427.
- Harrison, A.J., Jensen, R.L. & McCabe, C. B. (2004). *The effects of sand dune and hill running on lower limb kinematics and running speed in elite sprinters*. Paper presented at the XXII ISBS Symposium 2004, Ottawa.
- Hay, J.G. (1994). *The Biomechanics of Sports Techniques* (4th ed.). London: Prentice Hall International.
- 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.
- Kristensen, G.O., van den Tillaar, R. & Ettema, G.J.C. (2006). Velocity specificity in early-phase sprint training. *J. Strength Cond. Res.*, 20(4), 833-837.
- Lejeune, T.M., Willems, P.A. & Heglund, N.C. (1998). Mechanics and energetics of human locomotion on sand. *The Journal of Experimental Biology*, 201, 2071-2080.
- Letzelter, M., Sauerwein, G. & Burger, R. (1995). Resistance runs in speed development. *Modern Athlete & Coach*, 33, 7-12.
- Lockie, R.G., Murphy, A.J. & Spinks, C.D. (2003). Effects of resisted sled towing on sprint Kinematics in field-sport athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 17(4), 760-767.
- Majdell, R. & Alexander, M.J.L. (1991). The effect of overspeed training on kinematic variables in sprinting. *J. Hum. Movement Stud.*, 21, 19-39.
- Mero, A. & Komi, P. (1994). EMG, Force, and power analysis of sprint-specific strength exercises. *J. Appl. Biomech.*, 10, 1-13.
- Murphy, A.J., Lockie, R.G. & Coutts, A. (2003). Kinematic determination of early acceleration in field sport athletes. *J. Sports Sci. Med.*, 2, 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. *J. Sports Sci.*, 23(9), 927-935.
- Paradisis, G.P. & Cooke, C.B. (2001). Kinematic and postural characteristics of sprint running on sloping surfaces. *J Sports Sci*, 19, 149-159.
- Paradisis, G.P. & Cooke, C.B. (2006). The effects of sprint running training on sloping surfaces. *J. Strength Cond. Res.*, 20(4), 767-777.
- Pauletto, B. (1991a). Maximizing speed with speed chute. *Scholastic Coach*, 60(2), 50-51.
- Pauletto, B. (1991b). The speed chute. *Nat Strength Cond Assoc J*, 13(4), 47-48.
- Sheppard, J. (2004). The use of resisted and assisted training methods for speed development: coaching considerations. *Modern Athlete & Coach*, 42, 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. *J. Strength Cond. Res.*, 21(1), 77-85.
- Tabachnik, B. (1992). The speed chute. *NSCA J.*, 14(4), 75-80.
- Young, W., Benton, D., Duthie, G. & Pryor, J. (2001). Resistance training for short sprints and maximum-speed sprints. *Strength Cond. J.*, 23(2), 7-13.
- Young, W.B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 1(2), 74-83.
- Zafeiridis, A., Sarasilanidis, P., Monou, V., Ioakimidis, P., Dipla, K. & Kellis, S. (2005). The effects of resisted sled-pulling sprint training on acceleration and maximum speed performance. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 45, 284-290.
- Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, Ill: Human Kinetics.