

ÁREA DE
Rendimiento

PERFORMANCE AREA



LA CAPACIDAD ACELERATIVA EN EL DEPORTE

ACCELERATIVE CAPACITY IN SPORT

Prof. Dr. Isidoro Hornillos Baz

Facultad de Ciencias del Deporte y de la Educación Física. Universidad de A Coruña
isidoro.baz@udc.es

ABSTRACT

Acceleration capacity becomes very important in sports that require quick movements. It is part of the speed, as motor quality, in its complex dimension. From a bioenergetics perspective, the acceleration depends on the power of anaerobic alactic. It is necessary to exercise at maximum intensity to improve this capacity, with full recovery and with duration no longer than six seconds, in general. Also it is indispensable to develop running and sprint start techniques. The main ways for improving the acceleration are the multiple hops, the slopes, the tows, exercises with belts and anklets, the ballast in form of belts, anklets or races with a parachute, the strength training with loads and sprints in smooth ground. But in some team sports the resistance to acceleration will be decisive, due to the high number of top runs or at high speed during a game. In these cases, the alactic anaerobic capacity and the power and the lactic acid capacity will also be developed. We must also achieve a minimum level of aerobic power, which represents the maximum amount of ATP production per unit of time based on metabolic processes of aerobic nature.

Keywords: acceleration, velocity, acceleration resistance.

RESUMEN

La capacidad acelerativa adquiere una gran relevancia en las disciplinas deportivas que exigen desplazamientos rápidos. Forma parte de la velocidad, como cualidad motora, en su dimensión compleja. Desde una perspectiva bioenergética, la aceleración depende de la potencia del sistema anaeróbico aláctico. Para mejorar esta capacidad será necesario realizar ejercicios a la máxima intensidad, con recuperaciones completas y con una duración no superior a los seis segundos, en general. También desarrollar las técnicas de salida y de carrera. Los principales medios para la mejora de la aceleración son los multisaltos; las cuestas; los arrastres; los ejercicios con cinturones y tobilleras; los lastres en forma de cinturones, tobilleras o carreras con paracaídas; el entrenamiento de fuerza con cargas y los sprints en terreno liso. Pero en algunos deportes colectivos va a ser determinante la *resistencia a la aceleración*, debido al alto número de carreras de máxima o alta velocidad durante un partido. En estos casos será también necesario desarrollar la capacidad anaeróbica aláctica y la potencia y capacidad láctica. Asimismo, hay que alcanzar un mínimo nivel de potencia aeróbica, que representa la máxima cantidad de producción de ATP por unidad de tiempo en base a procesos metabólicos de naturaleza aeróbica.

Palabras clave: aceleración, velocidad, resistencia a la aceleración.

INTRODUCCIÓN

La aceleración es la magnitud física que mide la tasa de incremento de la velocidad respecto del tiempo, en metros/seg². Para ello se precisa de la aplicación de fuerza, bien hacia el propio cuerpo, con el objeto de provocar un desplazamiento, o hacia un artefacto a través de la velocidad gestual, con la intención de arrojarlo a la mayor distancia o velocidad posible.

En esta exposición se aborda, de forma genérica, la aceleración como cualidad compleja basada en la eficiencia de los mecanismos energéticos y en factores coordinativos que posibilita un desplazamiento del deportista (velocidad cíclica), en el menor tiempo posible.

La capacidad acelerativa forma parte de las formas «complejas» de la velocidad y depende de la potencialidad del deportista para coordinar de forma racional sus movimientos en función de las condiciones externas en las que se realiza la tarea motriz (Verchoschanski, 1.990) y representa una combinación de la velocidad pura, la fuerza y/o la resistencia (específica). En algunos deportes colectivos adquiere una gran relevancia la *resistencia a la aceleración*, debido a que deben realizarse muchas aceleraciones de máxima o alta velocidad durante un partido.

Un desplazamiento suele ser precedido de un tiempo de reacción, que representa, junto a la velocidad gestual y frecuencial, una expresión «pura» o elemental de la velocidad que tienen como común denominador la ausencia de cansancio psíquico y/o energético, si bien hay que considerar que a nivel fisiológico ya se producen a los pocos segundos «cansancios internos» en la musculatura a causa de los procesos de abastecimiento energético, pero que no serán «visibles» hasta la degradación de la fosfocreatina (Grosser, 1992).

La velocidad de reacción puede expresarse ante estímulos *simples* (salida de tacos) o *selectivos o complejos*, acciones más propias de los deportes colectivos, en donde los mecanismos de percepción y decisión adquieren, normalmente, un mayor protagonismo. También hay que indicar que el tiempo de la reacción motora tiene un componente perceptivo, es decir, organizativo, del momento, pero no presenta factores limitadores de tipo energético a no ser en situaciones particulares: condiciones de cansancio, numerosas repeticiones de ejercicios, importantes resistencias a vencer (Manno, 1991).

La distancia y número de aceleraciones es muy variable, según la disciplina deportiva. Por ejemplo, Usain Bolt logró acelerar hasta los 60-70 metros (0,81) en su record mundial de 100 m. (9.58), alcanzando en ese tramo 12,42 m/sg (44,72 km/h) (Lee, 2009). Sin embargo, en fútbol profesional la duración media de las aceleraciones es de 2,6 sg, en torno a 18,19 metros (6,99 m/sg), pero repitiéndose más de 100 veces (Pirnay, 1993). En el baloncesto, el reparto de los esfuerzos según Cohen (1980), estaría caracterizado por una aceleración o desaceleración cada 8 segundos, si bien no suelen durar más de 3 segundos y las velocidades alcanzadas no se mantienen más de un segundo. Aunque dependerá del tipo de jugador, por ejemplo, un base realiza en torno a 60 aceleraciones de 3 a 5 metros a máxima intensidad (Leónidas, 2003).

EL DESARROLLO DE LA CAPACIDAD ACELERATIVA

La mejora de esta capacidad debe posibilitar que el deportista: 1. Reaccione con eficacia al estímulo, simple o complejo; 2. Optimice la fase de adquisición de la velocidad necesaria; 3. Aumente su velocidad máxima y 4. Mejore su tolerancia a la resistencia a la aceleración y/o mantenga su máxima intensidad durante el mayor tiempo posible.

Los elementos comunes para la mejora de la capacidad acelerativa en los diferentes deportes son: 1. Dominio técnico de la carrera así como de las diferentes posiciones de salida; 2. Desarrollo muscular armónico. 3. Extensibilidad y elasticidad suficientes. 4. Reservas energéticas desarrolladas y 5. Capacidad de concentración, que permita reaccionar rápido a un determinado estímulo, simple o complejo.

1. EL TIEMPO DE REACCIÓN Y LA SALIDA

La salida o el arranque, tanto desde los tacos como en bipe-destación, constituye una parte de la aceleración y no un hecho aislado de la misma. Su nivel de importancia aumenta a medida que la distancia a recorrer se reduce. Una buena salida no asegura en absoluto el éxito, pero si es defectuosa va a reducir notablemente el rendimiento.

Las principales características de una buena salida son: 1. Una inmediata reacción al tipo de estímulo específico. 2. Una rápida salida de los tacos, en el caso del velocista. 3. Un rápido encadenamiento de zancadas, con perfecta posición del cuerpo sobre el suelo en cada momento. 4. Un primer apoyo de propulsión, sin fase excéntrica, efectuado sobre la vertical de la cadera (apoyo por detrás de la prolongación del centro de gravedad), siempre y cuando la situación del jugador lo permita. 5. Una adecuada dosificación del esfuerzo controlando el gasto energético y nervioso.

Al principio debe asegurarse un *desarrollo general de la reacción*, en especial para deportistas jóvenes, a través de juegos globales con balón que impliquen movimientos coordinativos, globales o parciales, y que exijan una capacidad de reacción, con salidas desde diversas posiciones, estáticas y en movimiento, con estímulos visuales, auditivos o táctiles.; juegos de reacción; juegos con balón... etc. En una segunda etapa se incidirá sobre un *desarrollo específico de la reacción*, con situaciones propias de la competición.

2. LA FASE ACCELERATIVA

La capacidad de adquirir y desarrollar una alta velocidad va a depender, prioritariamente, de la mejora de la *potencia anaeróbica aláctica*, que representa el máximo gasto de energía de los fosfatos, ATP-PC (fosfocreatina) efectuada por unidad de tiempo (energía/tiempo), junto al aumento de la fuerza explosiva y técnicas de salidas y de carrera.

Los ejercicios de potencia anaeróbica aláctica deben de realizarse en un estado de ausencia de fatiga. Por lo tanto los sistemas nervioso y muscular deben poder manifestar su máxima potencialidad. Es por ello que se ubicarán al principio de la sesión, tras el proceso de calentamiento. Las intensidades serán máximas o muy próximas al límite (98-100%), para poder utilizar la máxima energía (ATP y PC) en la unidad de tiempo.

Las pausas entre los ejercicios deberán ser suficientemente amplias como para permitir una adecuada recuperación del sistema neuromuscular y restablecimiento de la fosfocreatina gastada. En general cada 10 metros recorridos corresponde con 1 minuto de pausa. Algunos autores valoran el índice de frecuencia cardíaca para suponer una recuperación satisfactoria, precisando el mismo en torno a 108-115 pulsaciones por minuto (Polischuk, 1.996). Asimismo, se deberán controlar los niveles de esfuerzo en cada ejercicio, con no deberán superar, en general, los seis segundos, así como prestar una especial atención a la ejecución técnica.

Los principales medios para la mejora de la capacidad acelerativa son los siguientes:

Los multsaltos. La realización de este tipo de trabajo explosivo supone una transición brusca de un trabajo negativo o excéntrico hacia otro positivo o concéntrico, al tener que efectuar

un frenado, en primera instancia, e imprimir posteriormente una continuidad a la acción sobre una carga, normalmente el peso del propio cuerpo. Por lo tanto, en función de la duración del CEA (Ciclo Estiramiento Acortamiento) se estará incidiendo sobre la aportación elástica o elástica-refleja, que se añaden, durante la fase concéntrica, a la capacidad muscular contráctil para generar mayor tensión, con los beneficios que ello provoca hacia las diferentes partes de un sprint. Esta circunstancia propiciará, por otra parte, la contribución más acusada de los extensores de la rodilla (en especial el grupo músculo cuádriceps) o de los extensores del tobillo (tríceps sural: gemelos y soleo). Los multsaltos pueden ser agrupados bajo las siguientes formas: horizontales, hasta un máximo de 30 metros (forma alternativa, sucesiva o simultánea); verticales y combinados.

Las cuestas. La carrera realizada en cuesta ascendente es uno de los medios más efectivos para la mejora de la aceleración, a través del desarrollo la capacidad muscular contráctil, al haber un predominio de la fase concéntrica. También se estimula la contribución elástica y parte de la refleja, cuando se expresan tiempos de contacto inferiores a unos 200 milisegundos. Su inclinación oscilará en torno al 20% o menos.

Los arrastres. Los efectos son parecidos a las cuestas. El peso a utilizar no debe ser muy elevado para propiciar mejoras en la curva fuerza-velocidad de forma muy dinámica y para no deteriorar la técnica de carrera. La carga debe permitir realizar la distancia de 30 metros con un tiempo no superior en 1 segundo al que realiza sólo con el peso corporal.

Ejercicios con cinturones y tobilleras. Los lastres en forma de cinturones, tobilleras o chalecos lastrados, pueden utilizarse tanto en la carrera como en el salto, combinándose incluso con ejercicios de supervelocidad o carrera en descenso. Los chalecos lastrados deben distribuir muy bien la carga para la repartición geométrica del peso en el cuerpo y evitar problemas coordinativos y ciertos deterioros técnicos. En este sentido, el uso de cinturones lastrados, ubicados en el entorno de la cintura propician menos problemas.

Carreras con paracaídas. Su empleo provoca un aumento de la resistencia aerodinámica del deportista, tanto mayor cuanto más veloz se desplace. Posee un peso muy escaso y ejerce resistencia en la misma dirección. El principal problema que plantea es que ofrece la misma resistencia tanto en la fase aérea como en la de apoyo, por lo que dificulta la velocidad de carrera durante el tiempo de vuelo, cambiando ligeramente la posición de las articulaciones durante los apoyos (Zatsiorsky, 1.995). Por ello su uso nunca podrá sustituir al arrastre y los cinturones pesados.

El entrenamiento de fuerza con cargas. La mejora de la fuerza máxima y explosiva a través de los diferentes métodos de musculación, y siempre y cuando se provoque la adecuada transferencia al gesto deportivo, supondrá también una de las claves del desarrollo de la capacidad acelerativa. El problema de la mejora de la fuerza máxima es que también se pueden estimular las fibras ST por lo que hace disminuir la relación FT/ST descendiendo también la eficacia muscular para generar velocidad. En este sentido es preciso seleccionar con rigor las cargas, ya que lo importante es conseguir una adecuada hipertrofia selectiva de las fibras FT.

Aceleraciones. Es una evolución natural del trabajo realizado con anterioridad. Las sesiones de potencia anaeróbica aláctica realizadas en pista o en el campo de juego, representa el clásico entrenamiento de velocidad o pruebas de síntesis.

3. LA RESISTENCIA A LA ACCELERACIÓN

En relación al trabajo de *resistencia a la aceleración*, será necesario ampliar la *capacidad anaeróbica aláctica* o energía total generada por

los fosfatos (ATP-PC), como la *potencia y capacidad anaeróbica láctica*, ya que hay que considerar que la fosfocreatina (PC) desciende hasta un 20% de su máximo nivel con trabajos muy intensos. La cantidad de energía existente de PC está condicionada por el nivel de entrenamiento del sujeto, es decir, si ha estimulado suficientemente la supercompensación de esta fuente a través de las cargas de trabajo adecuadas. A su vez, también depende de la composición de las diferentes tipos de fibras musculares, ya que se sabe que las denominadas FTF (*Fast Twitch Fiber*) o fibras de contracción rápida, en especial las IIb, contienen un 50% más de fosfato que las fibras STF (*Slow Twitch Fiber*) o fibras de contracción lenta (Howald, 1.984). A través del entrenamiento, que provoca una alternancia entre desgaste y restitución, el depósito de PC puede llegar a ampliarse entre un 20-75%, según el tipo de trabajo desarrollado (Hollmann y Hettinger, 1.980). Se usarán intensidades por encima del 90%, pero con recuperaciones incompletas. Este aumento de la cantidad de fosfocreatina propiciará una intervención más tardía de la glucólisis anaeróbica, aunque también dependerá del tiempo empleado en gastarla (potencia). El hecho de disponer de pocas reservas de PC incide negativamente sobre la resistencia a la aceleración lo que, por otra parte, estimula la intervención de la glucólisis anaeróbica de forma más temprana.

La restauración de los depósitos de PC, tras su agotamiento, sigue una curva exponencial, existiendo una primera fase de llenado rápido y una segunda más lenta. Durante los primeros 10 a 20 segundos de recuperación se produce la resíntesis de la fosfocreatina a través de la glucólisis, llegando a alcanzar un porcentaje del 50% (Mader y Heck, 1.986). Ello justifica que tras un esfuerzo aparentemente de naturaleza aláctica se produzca ácido láctico justo después de interrumpir el ejercicio. Por ello es preciso mejorar también el sistema glucolítico, tanto en potencia como en capacidad, La vía oxidativa se ocupa a continuación de la refosforilación restante. La velocidad de este proceso es proporcional a la potencia aeróbica del sujeto (Mader y Heck, 1986).

Por ello es necesario también mejorar la *potencia aeróbica* que representa la máxima cantidad de producción de ATP por unidad de tiempo (energía/tiempo), en base a procesos metabólicos de naturaleza aeróbica, expresada en el Máximo Consumo de Oxígeno (VO₂ máx.) para favorecer el proceso de restauración de la fosfocreatina, así como de la eliminación más rápida del ácido láctico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GROSSER, M. (1.992) *Entrenamiento de la velocidad. Fundamentos, métodos y programas*. Barcelona. Ediciones Martínez Roca.
- HARRE, D., HAUPTMANN, M. (1.990) La rapidez y su desarrollo. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, Volumen IV, nº 4: 2-9.
- HOLLMANN, W, HETTINGER, T. (1.980) *Sportmedizin. Arbeits und Trainingsgrundlagen*. Schattauer. Nueva York.
- HORNILLOS I. (2000) *Atletismo*. Barcelona. Inde
- HOWALD, H. (1984). Transformations morphologiques et fonctionnelles des fibres musculaires provoquées par l'entraînement. *Rev. Méd. Suisse Romande* 104, 757-769.
- MADER A, HECK. H. (1986). A theory of the metabolic origin of anaerobic threshold. *Int J Sports Med* 7: 45-65.
- MADER. A., (1991). Evaluation of the endurance performance of marathon runners and theoretical analysis of test results. *Journal of Sports Medicine, Physiology and Fitness* 31:1-19.
- MANNO, R. (1.991) *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Barcelona. Paidotribo.
- PASCUA, M.; GIL, F.; BALLESTEROS, J.M.; CAMPRA, E. (1.990) *Atletismo (1): carreras y marcha*. Comité Olímpico Español. Madrid.
- PIRNAY, F, GEURDE, P, y MARECHAL, R. (1993). Necesidades fisiológicas de un partido de fútbol. *Rev. Revista de Entrenamiento Deportivo (R.E.D.)*, vol. VII, nº 2. Barcelona. (Págs. 44-52).
- POLISCHUK, V. (1996). *Atletismo, iniciación y perfeccionamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- VELEZ, M. (1.992) El entrenamiento de la fuerza para la mejora del salto. *Rev. Apunts*. Vol. XXIX: 139-155.
- VERJOSHANSKI, Y. (1.990) *Entrenamiento deportivo. Planificación y programación*. Barcelona. Martínez Roca.
- VITTORI, C. (1.988) Métodos y medios para el desarrollo de la fuerza rápida en las pruebas de velocidad. *Simposio de fuerza rápida*. E.N.E., Estepona.
- ZATSIORSKIY, V. (1.970) *Le qualità fisiche dello sportivo*. Milano. Atletica Leggera.
- ZATSIORSKY, V. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, IL: Human Kinetics.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- LEE, J. (2009). Usain Bolt 10 meter splits, Fastest Top Speed, 2008 vs 2009. <http://www.speedendurance.com/>. <http://www.speedendurance.com/2009/08/19/usain-bolt-10-meter-splits-fastest-top-speed-2008-vs-2009> publicado el 19 agosto de 2009 y consultado el 1 de noviembre de 2010.
- LEONIDAS BERTORELLO, A. (2003) Análisis descriptivo del básquetbol. Tiempos de juego, tiempos de pausa y distancias recorridas. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital <http://www.efdeportes.com/efd67/basquet.htm> - Buenos Aires - Año 9 - N° 67, publicado en diciembre de 2003 y consultado el 1 de noviembre de 2010.

PERSPECTIVA INTEGRADA DE LA EVALUACIÓN Y CONTROL DEL ENTRENAMIENTO EN EL ÁREA DE SALTOS CON RECURSO A LA BIOMECÁNICA

BIOMECHANICS INTEGRATED ASSESSMENT AND CONTROL OF JUMPS TRAINING

Filipe Conceição

Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal

INTRODUCCIÓN

Al inicio de 2001 se ha dado inicio un proyecto de control del estado de preparación de los atletas del área de saltos de Atletismo en la vertiente biomecánica en la Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, pero intentando llevar el laboratorio al atleta y no al contrario. La razón de esto residió en el hecho de que mucho de lo que se hace en situación de laboratorio está alejado de la acción/movimiento competitivo. Pasados estos años, hemos implementado un programa de evaluación robusto que nos ha permitido trabajar de cerca con nuestros mejores atletas del área de saltos, retirando de la ejecución del movimiento competitivo las variables que consideramos de mayor interés para el análisis y rápido *feedback* para entrenadores y atletas.

Desde los años 50 que se hace investigación en los saltos, particularmente en el Salto de Longitud. Esa investigación en su mayoría de naturaleza experimental, recurrió fundamentalmente a la cinemática del movimiento siendo que otros medios fueron relegados a un plan secundario.

Una revisión del estado de arte en lo que respecta a los saltos en atletismo destaca la carrera de impulso como la fase más importante para el resultado y la batida la más crítica (Conceição, 2005).

Cuanto a las variables limitadoras del resultado la velocidad horizontal surge como la más importante (Hay y Miller, 1985), con correlaciones que varían entre 0.7 e 0.9 para con la distancia oficial y efectiva (Hay et al., 1986; Brüggemann y Nixdorf, 1990). De entre los varios problemas resueltos o esclarecidos en este periodo es de señalar: (i) La caracterización e identificación de los objetivos y tareas de la carrera de impulso (Hay et al., 1986); (ii) punto donde se obtiene la máxima velocidad (Hay et al., 1985); (iii) la identificación y caracterización de la técnica en la subfase entre el final de la carrera de impulso y la batida y su relación con el resultado (Nixdorf y Brüggemann, 1983); (v) la amplitud del paso como indicador del resultado (Popov, 1971); (vii) la necesidad o no de bajar el CM en el final de la carrera de impulso (Diatchkov, 1950; Ridka-Drdracka, 1986; Nixdorf y Brüggemann, 1983); estrategias para regular la carrera de impulso (Hay, 1988; Lee et al., 1982; Robinson, 1990); (viii) momento angular y técnica (Herzog, 1985; Ramey, 1973); y por fin (viii) Posición óptima de queda (Mendoza, 1989).

Aunque mucho trabajo experimental y conocimiento se haya desarrollado y acumulado en este periodo existe una escasez de información sobre la batida en los saltos en general y sobre todo la dinámica del complejo musculo-tendón. Aunque las plataformas de fuerza sean un medio con muchos años de existencia y largamente difundidas raramente han sido utilizadas con ese objetivo. Su utilización permite una mejor comprensión de la mecánica de la batida tanto en saltos horizontales como verticales. El conocimiento del patrón de las fuerzas de reacción del suelo en conjunto con la cinemática del movimiento permitiría una evaluación más completa e eficaz de la técnica, identificando los aspectos débiles. Otra cuestión que acompaña la biomecánica desde su surgimiento es la minimización del tiempo de recoja y transmisión de información significativa y oportuna a

entrenadores e atletas para que puedan tomar decisiones en lo que respecta a la dirección del entrenamiento.

MÉTODO

El programa desarrollado combina la recogida de datos cinemáticos y dinámicos de las distintas fases del salto con información dinámica. Las principales fases analizadas son la carrera de impulso y la batida y cuando necesario la fase aérea y caída. Los medios utilizados son: 2 cámaras de video, una de alta frecuencia, Redlake, y otra normal de 25 Hz, una plataforma de fuerzas extensométricas (Bertec), un velocímetro doppler, células fotoeléctricas y un conversor A/D Biopac. Todos estos sistemas de recoja de datos se encuentran sincronizados electrónicamente a través de las células fotoeléctricas colocadas a cerca de 1m de la tabla de batida. Para la recogida de datos de la carrera de impulso recorrimos a:

- un velocímetro doppler, colocado en un trípode en el extremo final de la caja de arena, en el plan frontal de la línea de desplazamiento del saltador y a una frecuencia de muestreo de 100 Hz. De este modo fueron obtenidos los datos para evaluar la carrera de impulso con respecto a las estrategias usadas por el saltador, respondiendo a la tarea de velocidad optima y precisión (Hay, 1988).
- Una cámara de 25 Hz colocada paralelamente al corredor de saltos para recoger información sobre la amplitud y frecuencia de paso durante toda la carrera de impulso.
- células fotoeléctricas colocadas en la parte final de carrera, esto es, en los 11-6 e 6-1m de la tabla de batida.

Los datos referentes a la batida fueron recogidos a través de: (i) la cámara de video de alta frecuencia colocada en línea con la tabla de batida y el plan sagital de la línea de desplazamiento del saltador para evaluar las acciones cinemáticas, (ii) la plataforma de fuerzas, registrando información de las tres componentes de las fuerzas de reacción del suelo. La cámara de video de alta frecuencia y la plataforma de fuerza recogen datos a una frecuencia de muestreo de 1000Hz. Estos dos equipamientos y el velocímetro estaban sincronizados a través de una célula fotoeléctrica colocada a 1m de la tabla de batida.

Para el tratamiento de datos han sido utilizados: (i) el sistema Ariel para los datos cinemáticos, (ii) hojas de Excel para las curvas de velocidad (iii) programas desarrollados en *Matlab* con base en los estudios de Tiupa et al. (1982) para la batida y la fase aérea. Los principales parámetros a evaluar son: (i) la precisión y reproductibilidad de la carrera de impulso, (ii) punto adonde se da el control visual, (iii) ángulos de entrada y salida en la batida, (iv) velocidades, (v) tiempos de apoyo (vi) fuerzas y impulsos desarrollados en la batida (vii) cantidad de momento angular producido.

RESULTADOS

Determinación del punto donde el atleta recorre al control visual y reproductibilidad

El primer punto de interés es percibir como los atletas crean las condiciones iniciales para un buen desempeño en su evento.

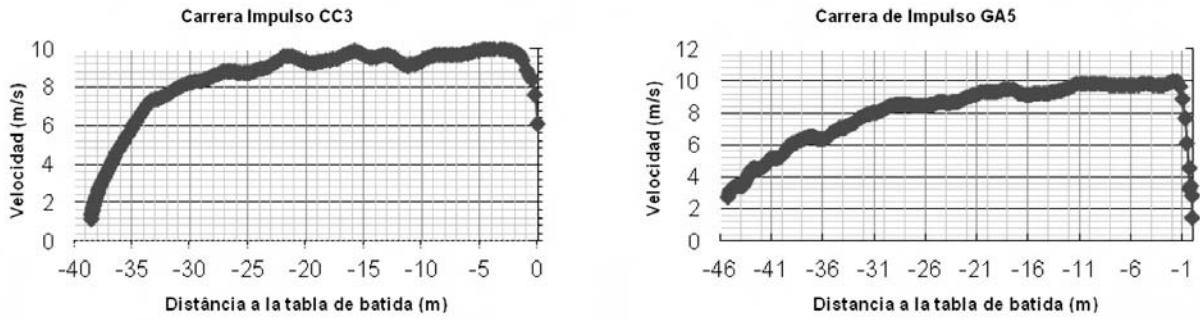


Figura 1. Curvas de velocidad en función de la distancia de dos atletas masculinos obtenidas a través del velocímetro doppler.

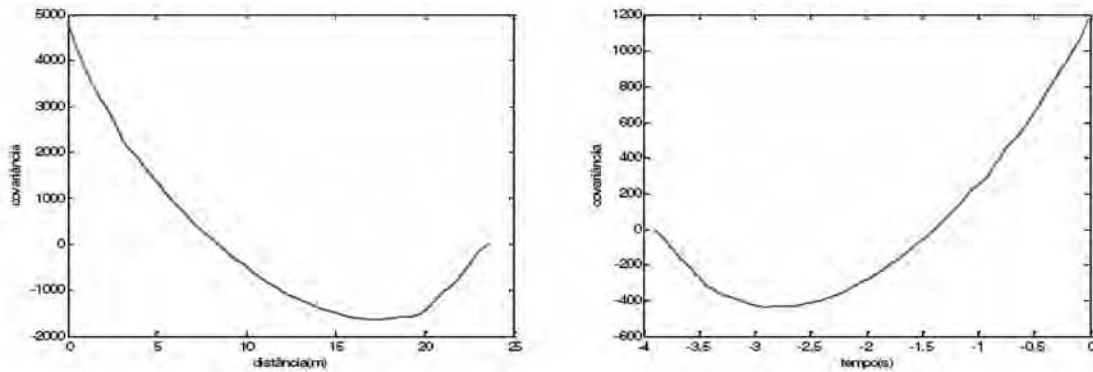


Figura 2. Gráficos de autocorrelación en función de la distancia (m) y tiempo (s) de la carrera de impulso de un atleta de salto de longitud.

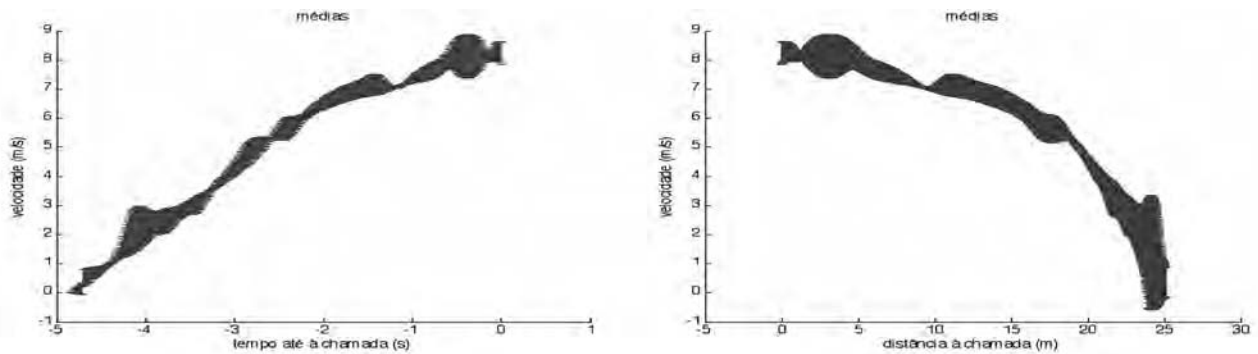


Figura 3. Reproducibilidad de la carrera de impulso representada en función del tiempo(s) y distancia (m) de la tabla de batida.

Así, el primer paso consiste en evaluar las curvas de velocidad, en lo que respecta a la forma de crecimiento de la velocidad y la determinación del punto donde el atleta cambia de estrategia de modo a realizar correctamente la batida. También es necesario conocer la magnitud de velocidad desarrollada y donde su valor máximo ha sido obtenido.

A continuación son presentados dos ejemplos de dos saltadores masculinos que presentan comportamientos distintos en cuanto a la forma de crecimiento de la velocidad a lo largo de la carrera. La máxima velocidad obtenida en ambos casos se sitúa en torno de los 10 m/s. Tal como ya ha sido descrito en la literatura (Hay et al., 1986, 1987), nuestros resultados confirman que el penúltimo paso es donde habitualmente los saltadores obtienen la máxima velocidad en el decurso de la carrera de impulso.

A través de técnicas de correlación cruzada y autocorrelación fueron determinados los puntos donde el atleta cambia de corrida programada para una estrategia de control visual de modo a no fallar en la tabla y no cometer ensayos faltosos (Martins, 2007), (Figura 2). La máxima frecuencia de ocurrencia

se situó entre los 10 y 15 m de la tabla de batida, lo que corresponde aproximadamente a 7 pasos de ese punto. Casos hay que este punto se situó más alejado del local de batida, más de 20 m, cerca 7, 8 o 9 pasos de la tabla de batida. En menos casos, hubo ocurrencias a cerca de 5 m de la tabla. El paso siguiente fue determinar la reproducibilidad de la carrera. En la figura 2 son presentados dos ejemplos de autocorrelación, técnica usada para determinar el punto donde el atleta cambia de estrategia de corrida programada para corrida con recurso al control visual.

La capacidad del atleta de repetir en situaciones extremas un determinado gesto motor también ha sido evaluada, lo que permite al entrenador percibir en qué fase/momento de la carrera debe dedicar más atención, con el intuito de mejorar el desempeño de su atleta en función de la variabilidad observada (Figura 3). Cuanto a la gestión de la parte final de la carrera de impulso, en el cuadro 1 son presentados valores de la velocidad en la parte final de la carrera de impulso, recogidos con células fotoeléctricas situadas a 11-6 e 6-1 m de la tabla de batida en situación de competición y de evaluación en dos momentos distintos de la temporada para una atleta femenina.

Cuadro 1a. Tiempos (T1 y T2), velocidades (V1 y V2), diferencias de tiempo y velocidades (Diff_t, Diff_v) de los últimos 11-6 e 6-1m de la tabla de batida y distancia saltada, recogidos durante los Campeonatos de Portugal Indoor (Pombal).

Tentativa	T1 [11-6] (s)	T2 [6-1] (s)	T total	Distancia (m)	Diff_t (s)	V1 (m/s)	V2 (m/s)	Diff_v (m/s)
1	0.62	0.57	1.19	5.67	0.05	8.06	8.77	-0.71
2	0.55	0.54	1.09	6.49	0.01	9.09	9.26	-0.17
3	0.56	0.55	1.11	Nulo	0.01	8.93	9.09	-0.16
6	0.56	0.55	1.11	6.53	0.01	8.93	9.09	-0.16
Media	0.57	0.55	1.13	6.23	0.02	8.75	9.05	-0.3

Cuadro 1b. Tiempos (T1 y T2), velocidades (V1 y V2), diferencias de tiempo y velocidades (Diff_t, Diff_v) de los últimos 11-6 e 6-1m de la tabla de batida y distancia saltada recogidos durante la evaluación de 26 de Febrero de 2008.

Tentativa	T1 [11-6] (s)	T2 [6-1] (s)	T total	Distancia (m)	Diff_t (s)	V1 (m/s)	V2 (m/s)	Diff_v (m/s)
1	0.55	0.53	1.08	6.75	0.02	9.09	9.43	-0.34
2	0.55	0.53	1.08	6.72 / 6.50	0.02	9.09	9.43	-0.34
3	0.64	nulo	erro	(6.72) / Nulo	Erro	7.81	erro	erro
4	0.56	0.55	1.11	(6.66)	0.01	8.93	9.09	-0.16
Media	0.58	0.54	1.09	6.74	0.02	8.73	9.32	-0.28

Cuadro 2. Valores de los intervalos de tiempo (t1, t2, t3, t4 e t5), fuerzas (F1, F2 y F3) e impulsos (S1, S2, S3, S4 y S5) de la componente vertical y antero posterior de la fuerza de reacción del suelo de un atleta de salto longitud.

	Componente vertical de la fuerza							Componente antero-posterior de la fuerza						
	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	\bar{X}	SD	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	\bar{X}	SD
Dist.	5.9	6.38	6.4	6.42	6.7	6.36	0.3	5.9	6.38	6.4	6.42	6.7	6.36	0.3
t1	15	17	15	16	14	15.4	1.1	14	18	13	16	15	15.2	1.8
t2	26	25	17	19	25	22.4	3.9	92	87	82	71	75	81.4	8.1
t3	12	14	14	12	15	13.4	1.3	7	11	7	19	24	13.6	7.2
t4	53	49	49	40	36	45.4	6.7	5	6	9	10	6	7.2	2.0
t5	12	17	16	29	30	20.8	7.7							
F1	9046	8627	8245	7591	8799	8462	535	-4356	-4436	-3450	-3746	-4545	-4107	453.2
F2	3306	2992	3308	3087	3456	3230	176	295	342	331	301	333	320.4	19.8
F3	4040	3953	4094	3927	4057	4014	67.0							
S1	50	42	55	45	35	45.4	7.2	-20	-25	-18	-21	-21	-21	2.4
S2	125	122	87	96	133	112.6	18.8	-93	-98	-86	-88	-98	-92.6	5.2
S3	43	48	51	43	54	47.8	4.6	1	2	1	1	4	1.8	1.2
S4	138	146	147	136	116	136.6	11.8	1	1	2	1	1	1.2	0.4
S5	5	15	13	39	32	20.8	13.3							
A	64	76	75	88	81	76.8	8.3	-72	-71	-73	-71	-71	-71.6	0.8
M	6	16	14	42	35	22.6	14.3	381	386	360	340	361	365.6	17.4

Los resultados obtenidos relativos a las velocidades medias y diferencias de esas mismas velocidades en los últimos 11-6 m e 6-1 m de la tabla de batida, presentan una diferencia media de 0.3 y 0.28 m/s. Estos valores revelan que esta atleta debería quizás trabajar más la carrera de impulso, en el sentido de disminuir los valores obtenidos entre las dos fracciones finales de carrera una vez que la literatura defiende diferencias en el orden de 0.15 m/s (Zotko, 1991).

Aunque la velocidad sea el parámetro determinante para el resultado en los saltos de una forma general, la fase más crítica del salto parece ser batida – hay muchos atletas rápidos, potenciales saltadores de longitud, pértiga o triple salto que fallan en la batida. Es allí que se procesa la transformación de la translación rectilínea en curvilínea, lo que ocurre en un intervalo de tiempo extremadamente reducido. Por esta razón, para se tenga suceso en estas disciplinas, las transformaciones energéticas, así como el contributo muscular y segmentar, exigen del atleta una grande capacidad técnica, coordinativa y condicional. En el Cuadro 2 se muestra los valores obtenidos por un atleta de salto de longitud durante la batida. Las cur-

vas permiten percibir, en la componente vertical, un intervalo de tiempo reducido entre los dos primeros intervalos (t1 y t2) una gran fuerza aplicada y como consecuencia aumento del impulso durante la batida.

En el intervalo t2 y t3 revela que la capacidad de este atleta aplicar fuerza debería de mejorar. Este intervalo corresponde al pico activo y es posible distinguir sujetos más o menos dinámicos en esta fase.

Aparentemente este atleta parece dejarse ir en el intervalo t2 y t3, aunque después retome el control de las acciones a medio de la fase activa de la componente vertical (t3 y t4). Cuanto a los tiempos de apoyo variaron para la fase excéntrica, concéntrica y total de 87 hasta 106 ms, de 12 hasta 30 ms y de 111 hasta 122 ms respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Conceição, F. (2005). Estudio Biomecánico do Salto em Comprimento. Modelação, simulação e Optimização da Chamada. PhD Tese. Porto
- Diachkov, V.M. (1950): Teaching Track and Field Exercises. In: "Hay et al., 1986" *Physical Culture and Sport*, Moscow.
- Hay, J.G., Miller, J.A. (1985). Techniques Used In The Transition From Approach To Takeoff In The Long Jump. *International Journal Of Sport Biomechanics*, 1, 174-184.
- Hay, J.G.; Miller, J.A.; Canterna, R.W. (1986). The Techniques of Elite Male Long Jumpers. *Journal Biomechanics*, vol. 19. n° 10. Pp 885-886.
- Hay, J. G. (1988). Approach Strategies In The Long Jump. *International Journal of Sport Bomechanics*. 4, pp 114-129.
- Herzog, W. (1985). Maintenance of body orientation in the flight phase of long jumping. *Medicine And Science In Sports Exercise*, Vol 18, (2).
- Lee, D.N.; Lishman, J.R.; Thomson, J.A. (1982). Regulation of Gait in Long Jumping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception Performance*, 8, 448-459.
- Mendoza L. (1989). Individuelle Optimierung der Landeweite beim Weitsprung mit Hilfe der Computersimulation. *Leistungssport* 6, 35-40.
- Martins 2007. Susana, G. G. L. M. (2007). *Avaliação das Estratégias do Controle Visual na Corrida de Aproximação no Salto com Vara. Um Estudo Realizado com Atletas de Elite Masculinos Durante a Época de Pista Coberta*. FADE-UP, Porto.
- Nixdorf, E.; Brüggemann, P. (1983). Zur Absprungvorbereitung beim Weitsprung. Eine Biomechanische Untersuchung zum Problem der Körperschwerpunktsenkung. *Die Lehre der Leichtathletik* 1539-1541.
- Bruggemann, P.; Nixdorf, E. (1990): *Scientific report on the second IAAF world championships in Athletics Rome, 1987*. Biomechanical Analysis of the Long Jump. International Foundation, 1-54.
- Popov, V.P. (1971). "Questiones de la preparacion de velocidad fuerza de los saltadores de longituduad calificados, con carrera de impulso". In V.V.Kuznetsov. *Analisis de la preparacion de velocidad fuerza en los deportistas de alta calificacion*, pp. 81-110. Ed Cientifico Técnica. La Habana.
- Ridk-Drdck, E. (1986). A Mechanical Model of the Long Jump and its Application to a Technique of the Preparatory and Takeoff Phases. *International Journal of Biomechanics*, 2:289-300.
- Robinson, N.S. (1990). *Regulation of Stride Length During the Last Four Steps of the Long Jump Approach*. M.A. Thesis, The University of Yowa.
- Ramey, M.R. (1974). The use of angular momentum in the study of long-jump take-off. *Biomechanics IV*. Ed. Nelson R. C. e Morehouse, C.A. pp. 144-148. University Park Press, Baltimore
- Tiupa, V.V. ; Aleshinsky, S. I.; Primakov, I.N.; Pereverzev, A.P. (1982). The biomechanics of the movement of the body's center of mass during long jump (russian). *Theoria i praktika fizicheskoi kulturi* 5.
- Zotko, R. (1991). "Contrle du processus d'entrnement chez les sauteurs", *Amicale des Entraîneurs Français d'Athltisme*, n° 119, 37 - 41.

EL ENTRENAMIENTO DEL SPRINT CON MÉTODOS RESISTIDOS*

SPRINT TRAINING WITH RESISTED SPRINT TRAINING METHODS

Pedro E. Alcaraz Ramón

Universidad Católica San Antonio de Murcia

* Este documento forma parte de la tesis doctoral del autor.

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; resisted sprint training methods are one of the most popular. Sprint resisted methods are characterized by using sprint 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, they are: sled or tire towing, weighted belt/ vest, speed parachutes, up-hill sprinting, and sand sprinting. The main purpose when using resisted methods is improving athlete's specific-strength, in this sense, to achieve the greatest exercise specificity, 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 current paper.

Key words: Performance, Strength, Velocity, Running

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento del *sprint* es un proceso sistemático y planificado que tiene el objetivo principal de mejorar el rendimiento en el *sprint*. Está determinado por la habilidad de acelerar, conseguir la máxima velocidad, así como por la capacidad de mantener esta máxima velocidad durante la fatiga. El rendimiento en estas fases está influenciado, a su vez, por factores biomecánicos, fisiológicos y psicológicos. Por ejemplo, mejorar la activación muscular y/o aumentar el reclutamiento de las fibras de contracción rápida puede permitir un rendimiento superior en esta modalidad atlética.

El carácter multidimensional del *sprint* hace que distintos autores recomienden una combinación del entrenamiento general y específico para desarrollar todos los factores que contribuyen en el desarrollo del mismo (Cronin, McNair, & Marshall, 2001; DeRenne, Kwok, & Murphy, 2001; Young, 1991). Así los objetivos principales del entrenamiento en el *sprint*

serán aquellos que impliquen una mejora en los factores que inciden en las distintas fases del *sprint*. Debido a que la velocidad máxima es el factor más importante en el *sprint* (Mann, 1986; Mann & Herman, 1985), se debe segmentar los factores que la producen (tanto biomecánicos como fisiológicos) para establecer los objetivos de entrenamiento (Figura 1).

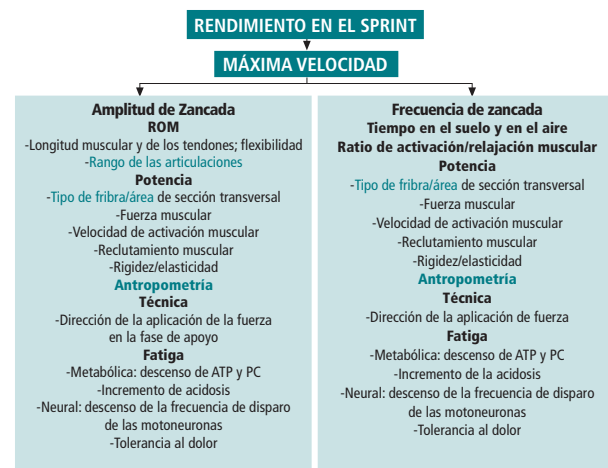


Figura 1. Componentes que inciden en el rendimiento del sprint (Ross, Leveritt, & Riek, 2001). En verde aquellos factores no entrenables.

Por otro lado y debido a las características de intensidad máxima del *sprint*, el principio de especificidad del entrenamiento es determinante en esta modalidad atlética (Ross et al., 2001). Este principio indica que las adaptaciones de los atletas son específicas a la naturaleza del régimen del entrenamiento realizado (Young, 2006). Sale y MacDougall (1981), sugieren que el entrenamiento debe ser específico en términos de patrón de movimiento, velocidad de contracción, tipo de contracción, y fuerza de contracción.

El problema surge cuando el principio se lleva al máximo extremo, pues de esta forma, todos los entrenamientos deberían imitar las demandas de competición. Se sabe que el entrenamiento específico es beneficioso para el rendimiento a corto plazo y en deportistas entrenados. Por el contrario, éste puede producir resultados negativos como el sobreentrenamiento, desequilibrio muscular, incremento del riesgo de lesiones, así como aburrimiento a largo plazo si se utiliza continuamente (Bompa, 1993). De ahí que en el entrenamiento del *sprint* se combinen métodos de entrenamiento general, específico, y competitivo a lo largo de la temporada (McFarlane, 1984).

Además, se debe destacar que el principio de especificidad del entrenamiento es más relevante en relación al nivel de experiencia de entrenamiento y rendimiento (Siff & Verkoshansky, 1999). Es decir, al comienzo de las etapas de formación se aconseja entrenamiento general, mientras que según va aumentando la experiencia de los deportistas se recomienda un aumento de la especificidad en el entrenamiento de los mismos.

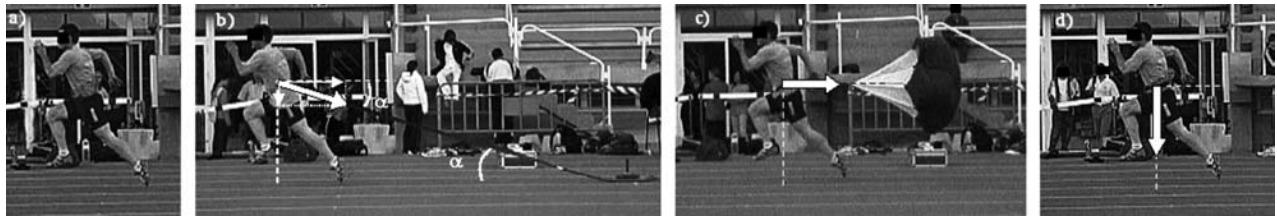


Figura 2. Comparación de a) un sprint sin carga con sprints al utilizar tres tipos de dispositivos de entrenamiento resistido; b) trineo; c) paracaídas de velocidad; d) cinturón lastrado. Las flechas muestran la dirección de la fuerza aplicada al atleta por el dispositivo usado (Alcaraz et al., 2008).

El entrenamiento específico es beneficioso para el rendimiento a corto plazo y en deportistas entrenados, sin embargo éste puede producir resultados negativos, sobre todo si se usa de forma continuada. De hecho, se cree que en el *sprint*, el uso de entrenamiento continuado, principalmente de métodos interválicos y de repeticiones, puede producir la conocida “barrera de velocidad”. De acuerdo con Ozolin (1978), la “barrera de velocidad” es un patrón del sistema nervioso que se desarrolla como resultado del uso de un entrenamiento similar con cargas de entrenamiento parecidas a largo plazo. Es decir, los atletas “aprenden” a correr a una velocidad específica y son incapaces de mejorar. Existen distintos tipos de ejercicios que ayudan a evitar la barrera de velocidad, estos son los métodos resistidos y asistidos, así como los *sprints* variando la intensidad y duración (Faccioni, 1994a; Jarver, 1978; Ozolin, 1978).

MÉTODOS RESISTIDOS

Los métodos resistidos son aquellas formas de entrenamiento en las que se imita la técnica específica del *sprint* añadiendo una sobrecarga al deportista (Costello, 1985; Delecluse, 1997; Delecluse et al., 1995; Murray et al., 2005). Éstos incluyen arrastre de trineos o ruedas, arrastre de paracaídas, lastre de chalecos o cinturones, carreras sobre la arena de la playa, y carreras cuesta arriba (Alcaraz, Elvira, & Palao, 2009; 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 en sobrecarga. Se cree que esto causa 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). Se ha documentado que el entrenamiento específico mejora la coordinación intermuscular y asegura que el músculo está preparado para adquirir un mayor desarrollo de fuerza (Young, 2006). El hecho de añadir una sobrecarga al movimiento específico podría ser una estrategia adecuada para conseguir esta especificidad, aunque la magnitud de la sobrecarga, así como el efecto de la dirección de aplicación de la misma deben ser estudiadas. De nuevo, el beneficio potencial de los métodos resistidos requiere futuras investigaciones.

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 así como en la mecánica del *sprint* (Alcaraz, Palao, Elvira, & Linthorne, 2008) (Figura 2). Por ejemplo, al sprintar con un cinturón lastrado la resistencia adicional en el atleta proviene del peso del dispositivo (que se dirige verticalmente). Al esprintar con un paracaídas de velocidad el dispositivo tracciona directamente hacia atrás, así, la resistencia es dirigida de forma horizontal. Con los arrastres de trineo, el dispositivo también se coloca tras el atleta, pero

en este caso, la resistencia tracciona hacia debajo y atrás, debido a que el punto de sujeción del trineo es más bajo que el del velocista (Alcaraz et al., 2008).

A partir de este estudio (Alcaraz et al., 2008) se puede afirmar que los distintos métodos producen diferentes adaptaciones cinemáticas sobre su uso. El siguiente paso será determinar los efectos que los distintos métodos producen sobre los componentes implicados en el rendimiento del *sprint* (Figura 1).

Esta diferenciación en la dirección de la resistencia y sus consecuencias sobre la mecánica del *sprint* hacen que algunos autores recomienden algunos métodos resistidos para la mejora de la fase de aceleración y otros para la fase de máxima velocidad, basándose en el principio de especificidad del entrenamiento (Cronin & Hansen, 2006). Por ejemplo, desde un punto de vista cinemático recomiendan los arrastres de trineo y los *sprints* cuesta arriba para la mejora del rendimiento en la fase de aceleración, pues parecen replicar dicha fase más estrechamente que otros métodos resistidos (Cronin & Hansen, 2006). Sin embargo, se ha demostrado que el arrastre de trineo con cargas bajas imita, además, la cinemática del *sprint* durante la fase de máxima velocidad (Alcaraz et al., 2008). Aparte del arrastre de trineo, para el entrenamiento de la fase de máxima velocidad, también se recomiendan los chalecos y cinturones lastrados (Alcaraz et al., 2008; Clark, Stearne, Walts, & Miller, 2009; Cronin, Hansen, Kawamori, & McNair, 2008), así como los paracaídas de velocidad (Alcaraz et al., 2008; Tabachnik, 1992).

Otro aspecto por determinar en este tipo de entrenamiento es la carga óptima a usar en los distintos métodos resistidos. Cabe recordar que el control de la intensidad es una de los requisitos más importantes en la programación del entrenamiento deportivo. Ésta va a determinar el efecto producido por el método utilizado, tal y como establece el principio de especificidad. El entrenamiento resistido para el *sprint* se utiliza con el fin de producir adaptaciones similares a las que produce el entrenamiento de velocidad, con la diferencia de añadir una pequeña sobrecarga sobre el atleta, y así mejorar la fuerza específica del mismo. Si la sobrecarga es excesiva se producen cambios indeseables en la cinemática del *sprint* y las adaptaciones podrían no ser específicas.

Normalmente, en el entrenamiento de velocidad, una forma 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 muy adecuada para estimar la intensidad en los métodos resistidos. Ya que 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.

La escasa bibliografía encontrada recomienda que para que un entrenamiento resistido sea efectivo, este 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, proporcionan-

do adaptaciones indeseadas. Así, Lockie et al. (2003) y Spinks et al. (2007) propusieron la siguiente ecuación: $\% \text{ Masa corporal} = (-1.96 \cdot \% \text{ velocidad}) + 188.99$, con el fin de calcular la carga adecuada en el entrenamiento de velocidad con arrastres de trineo. Este estudio se desarrolló con deportistas de distintos deportes de equipo (hockey hierba, rugby, fútbol australiano, fútbol) en la fase de aceleración (15 m) con arrastres de trineo.

Debido a que esta ecuación está hecha con una población no atleta, Alcaraz, Palao y Elvira (2009) demostraron que esta ecuación es válida para atletas entrenados en condiciones específicas (usando zapatillas de clavos y corriendo sobre tartán). Ya que permite establecer la carga del trineo con un error de $\pm 2.2\%$ de diferencia en la velocidad. Este error tiende a ser por defecto y no por exceso. En la Tabla 1 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, para trabajar la fase de aceleración, con arrastres de trineo a partir de la ecuación de Lockie et al. (2003) y Spinks et al. (2007).

Esta ecuación es muy útil para calcular la carga a utilizar en el trineo para el entrenamiento de la fase de aceleración. Sin embargo, debido a que la fase de máxima velocidad tiene características diferentes a las de la fase de aceleración (Cissik, 2004; Murphy, Lockie, & Coutts, 2003; Young et al., 2001), el trabajo de máxima velocidad requiere de un tipo de trabajo y una carga diferente.

En este sentido Alcaraz et al. (2009) llevaron a cabo un estudio con 26 atletas de velocidad para determinar la carga a usar en el entrenamiento de máxima velocidad desarrollando la siguiente ecuación: $\% \text{ Masa corporal} = (-0.8674 \cdot \% \text{ velocidad}) + 87.99$, donde $\% \text{ velocidad}$ = la velocidad de entrenamiento requerida como porcentaje de la máxima velocidad, e.g., 90% de la máxima. 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, para trabajar la fase de máxima velocidad.

Cabe destacar que estas tablas son orientativas 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 et al., 1995; Lockie et al., 2003). Se debe recordar que esta afirmación está basada en las observaciones realizadas por entrenadores expertos, pero no está demostrada científicamente. Así, futuras investigaciones se deben centrar en este aspecto. Quizá, el aspecto más importante a controlar en la cinemática del *sprint*, son los tiempos de contacto en las distintas fases, ya que éstos son el resultado final del patrón de movimiento, la velocidad de contracción, el tipo de contracción, así como la fuerza de contracción, en definitiva, son los que determinan la especificidad del método. Se deben realizar estudios similares a los presentados por Lokie et al. (2003), Spinks et al. (2007), y Alcaraz et al. (2009) con el resto de métodos resistidos con el fin de ayudar de forma práctica a los entrenadores en la programación del entrenamiento resistido.

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, frecuencia, deben ser similares a los usados en el entrenamiento para el desarrollo de la máxima velocidad tradicional.

Arrastres de trineo

El arrastre de trineo es el método resistido más común que proporciona resistencia de arrastre para el desarrollo del rendimiento en el *sprint* (Cronin & Hansen, 2006). Básicamente

Tabla 1. Carga (kg) requerida en arrastre de trineo en el entrenamiento de la fase de aceleración dependiendo de la masa corporal individual.

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

Tabla 2. Carga (kg) requerida en arrastre de trineo en el entrenamiento de la fase de máxima velocidad dependiendo de la masa corporal individual.

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

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 2). Sobre el trineo se puede colocar distintas cargas dependiendo del nivel de resistencia que se desee ofrecer.

Cuando se utilizan arrastres de trineo, por ejemplo, la resistencia adicional 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 (pintura, metal, etc.), así como la superficie en la que se produce la carrera. Con el fin de producir una carga consistente sobre el atleta de una sesión de entrenamiento a otra, el entrenador debe tener cuidado de utilizar siempre la misma superficie de trineo y la misma superficie de carrera.

La mayoría de los arrastres van sujetos al atleta gracias a 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.

Faccioni (1994a), basado en las observaciones hechas por los entrenadores, sugirió que el uso de los arrastres de trineo podía incrementar la carga en el torso del atleta y de esta forma desarrollaría más la estabilización del mismo. Este estímulo de entrenamiento podría incrementar la estabilización pélvica, lo que permitiría aumentar el rendimiento en el *sprint*. Está claro que el uso de métodos de entrenamiento resistido es común tanto en atletismo, como en la mayoría de deportes en los que la velocidad es determinante (Cronin & Hansen, 2006). Sin embargo, existen muy pocos estudios experimentales que expliquen los beneficios y adaptaciones a corto y medio plazo de los métodos resistidos sobre los deportistas (Clark et al., 2009; A. J. Harrison & Bourke, 2009; Kristensen, van den Tillaar, & Ettema, 2006; Matthews, Comfort, & Crebin, 2010; Spinks et al., 2007; Zafeiridis et al., 2005), sobre todo en velocistas.

En la revisión realizada se han encontrado pocos 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), cuatro estudios realizados con jugadores de deportes colectivos (Clark et al., 2009; A. J. Harrison & Bourke, 2009; Matthews et al., 2010; Spinks et al., 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 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.

Lo que si está demostrado es que el uso del trineo produce cambios en la cinemática del *sprint*, tanto en la fase de aceleración (Cronin & Hansen, 2006; Letzelter et al., 1995; Lockie et al., 2003; Zafeiridis et al., 2005) como en la fase de máxima velocidad (Alcaraz et al., 2008; Elvira, Alcaraz, & Palao, 2006; Zafeiridis et al., 2005) tanto en sujetos poco entrenados como en atletas entrenados. La utilización de trineos en la fase de aceleración produce una disminución de la velocidad del atleta, la amplitud y 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. Para la fase de máxima velocidad los principales cambios producidos son un descenso de la velocidad de carrera, un incremento de la inclinación del tronco, y una reducción de la amplitud de zancada. La magnitud de los efectos depende del peso añadido al trineo, y las recomendaciones propuestas por los autores es que los arrastres de trineo son aconsejables siempre que se utilice una carga que no modifique significativamente la técnica del atleta. El hecho de que la utilización de los métodos resistido modifique la técnica de los deportistas, hace que este tipo de trabajo no se recomiende en atletas noveles o con un bajo nivel técnico.

La cuantificación de la carga sigue sin estar determinada por la comunidad científica. Este aspecto es el que condiciona la carga interna impuesta al deportista, y por lo tanto, el que provoca las adaptaciones en una dirección o en otra. Por lo tanto, se deben desarrollar trabajos de investigación orientados en esta línea.

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 fase última fase de preparación general y en toda la fase de preparación específica.

Paracaídas de velocidad

El paracaídas de velocidad, es un dispositivo usado en el entrenamiento de la velocidad cuyo origen está situado en la antigua Unión Soviética. Este dispositivo es, básicamente,

Tabla 3. Cuadro resumen de entrenamiento para los arrastres de trineo.

Intensidad	Carga de entrenamiento				Principio de especificidad			
	Recuperación Rep/series	Duración	Volumen máximo	Frecuencia semanal	Patrón mov.	Vel. cont.	Tipo cont.	Fuerza cont.
Pérdida < 10% de máx. vel. ¿?	3-5 min/ 6-8 min	Aceler. 15-30 m Máx Vel. 30-60 m	900 m	1-3 veces	4-5	4-5	4-5	4-5

Especificidad del método respecto al *sprint*: 1 = poco específico; 5 = máxima especificidad.

Tabla 4. Cuadro resumen de entrenamiento para los paracaídas de velocidad.

Intensidad	Carga de entrenamiento				Principio de especificidad			
	Recuperación Rep/series	Duración	Volumen máximo	Frecuencia semanal	Patrón mov.	Vel. cont.	Tipo cont.	Fuerza cont.
Pérdida < 10% de máx. vel. ¿?	3-5 min/ 6-8 min	Aceler. 15-30 m Máx Vel. 30-60 m	900 m	2-3 veces	4	4	4	4

Especificidad del método respecto al sprint: 1 = poco específico; 5 = máxima especificidad.

un paracaídas que se coloca tras el deportista enganchado a la cintura del mismo (Figura 2). Una de las características específicas de este método es que la resistencia aumenta según aumenta la velocidad del deportista. Además, con este tipo de entrenamiento también se puede trabajar la supervelocidad, soltando el dispositivo cuando se ha alcanzado la máxima velocidad (Tabachnik, 1992).

Cuando se esprinta con un paracaídas de velocidad, el paracaídas tracciona directamente hacia atrás y de esta forma la fuerza de resistencia es directamente horizontal y hacia detrás. La resistencia del paracaídas es proporcional al cuadrado de la velocidad de carrera del atleta y la talla y forma del paracaídas. 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 por lo tanto, más lenta será la aceleración y la máxima velocidad conseguida por el atleta.

Los objetivos que se pueden desarrollar con los paracaídas de velocidad son: incremento de la fuerza específica, resistencia a la velocidad, fuerza-resistencia, mejora de la aceleración, la máxima velocidad, y la explosividad (Tabachnik, 1992). Estas mejoras, sin embargo, se basan en afirmaciones de entrenadores y no están demostradas empíricamente.

Los cambios producidos por el paracaídas de velocidad son similares a los encontrados por el trineo en la fase de máxima velocidad (Alcaraz et al., 2008). No se han encontrado estudios que expliquen el efecto del uso del paracaídas sobre la cinemática del *sprint* en la fase de aceleración. Tan sólo existen estudios que citan recomendaciones para su uso (Breizer, Tabatashnik, & Ivanov, 1990; Jakalski, 1998; Pauletto, 1991a, , 1991b; Tabachnik, 1992). Estas son las siguientes (Tabachnik, 1992):

- Cuando el objetivo sea trabajar la máxima velocidad, la velocidad de carrera debe ser del 95-100%, y si el objetivo es el desarrollo de la resistencia a la máxima velocidad entre el 90-100% de la máxima velocidad. En el primer caso, las distancias son cortas (20-60 m), en el segundo, las distancias son largas (80-150 m). Las diferencias en tiempo con respecto a *sprints* normales en las distancias cortas debe estar entre 0.1-0.3 s (paracaídas pequeño) y 0.3-0.4 s (paracaídas mediano). 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) o 0.8-1.2 (dos paracaídas pequeños o medianos).
- Para la mejora de la máxima velocidad y de la resistencia a la máxima velocidad este método de entrenamiento no se debe usar menos de 2-3 veces por semana. Siempre en condiciones de descanso.

Uno de los principales problemas 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, tendremos el mismo problema a la hora de cuantificar la carga interna impuesta (Jakalski, 1998). Por último, destacar el efecto que produce el movimiento del paracaídas sobre el patrón de movimiento, mayormente 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 2) 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 sprintar 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 producir la 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 sprinta con un cinturón o chaleco lastrado el atleta debe también superar la inercia del dispositivo. Al igual que ocurre con el trineo, la inercia adicional del dispositivo incrementa el tiempo usado para acelerar hasta conseguir la máxima velocidad de carrera, sin embargo no debe producir un gran efecto sobre la máxima velocidad de carrera conseguida por el atleta.

Los posibles efectos del uso de estos dispositivos son un desplazamiento de la curva de fuerza-velocidad hacia la derecha, una mejora de la fuerza explosiva del tren inferior, así como una mejora del ciclo de estiramiento acortamiento corto (Bosco, 1985; Bosco, Rusko, & Hirvonen, 1986; Bosco et al., 1984). Esta serie de estudios han investigado la utilización de chalecos lastrados en atletas entrenados durante prolongados periodos de tiempo (Bosco, 1985; Bosco et al., 1986; Bosco et al., 1984). El primero de esta serie de investigaciones (Bosco et al., 1984) intentó crear una situación de "hiper-gravedad" sobrecargando a los atletas durante un periodo de 3 semanas con un chaleco que pesaba el 13% del peso corporal del atleta. El chaleco se llevaba desde la mañana hasta la noche, incluido el periodo de entrenamiento. El entrenamiento incluía entrenamiento de saltos y pesas habitual en los deportistas, siempre con el chaleco. Tras el entrenamiento, se observó un incremento significativo (~10%) de la fuerza explosiva del tren inferior medida en SJ y DJ's. Además, se encontró un desplazamiento hacia la derecha de la curva de fuerza-velocidad. Se concluyó que las condiciones de hiper-gravedad influyen en la mecánica

Tabla 5. Cuadro resumen de entrenamiento para los chalecos y cinturones lastrados.

Intensidad	Carga de entrenamiento				Principio de especificidad			
	Recuperación Rep/series	Duración	Volumen máximo	Frecuencia semanal	Patrón mov.	Vel. cont.	Tipo cont.	Fuerza cont.
Pérdida < 10% de máx. vel. ¿?	3-5 min/ 6-8 min	Aceler. 15-30 m Máx Vel. 30-60 m	900 m	2-3 veces	4-5	4-5	4-5	4-5

Especificidad del método respecto al sprint: 1 = poco específico; 5 = máxima especificidad.

muscular de los deportistas, incluso en aquellos entrenados.

Bosco (1985) examinó la relación de fuerza-velocidad de la musculatura del tren inferior en 5 saltadores de nivel internacional masculino durante un periodo de 13 meses. Durante los primeros 12 meses de entrenamiento, en los que los deportistas no llevaban chaleco, no se encontraron mejoras en las variables estudiadas. Sin embargo, después de 3 semanas de una situación simulada de hiper-gravedad, en la que los atletas llevaron un chaleco con el 11% del peso corporal, se produjo un incremento significativo en el desplazamiento hacia la derecha de la curva de fuerza-velocidad, al realizar SJ's con sobrecarga. El uso del chaleco lastrado incrementó de forma significativa ($p < 0.001$), además, el rendimiento en los DJ's. Bosco (1985) no estudió si los mecanismos que producían las mejoras eran neurales o musculares. Sin embargo, se demostró que tras un periodo de hiper-gravedad, el tiempo de ejecución para el CEA durante un DJ y los saltos en 15 s decreció, y el desarrollo de fuerza mejoró.

En otro estudio de Bosco et al. (1986) se investigó el efecto del chaleco lastrado con una carga de 7-8% del peso corporal en velocistas que realizaban entrenamiento de saltos y *sprint*. Al igual que en los otros estudios, los deportistas llevaron la carga extra durante 3 semanas, desde por la mañana hasta la noche, incluido el periodo de entrenamiento. Los resultados encontrados fueron similares a los de los estudios previos. Sin embargo, no se controló el efecto del entrenamiento sobre el rendimiento del *sprint*. Por lo tanto, se deben realizar estudios más completos que determinen el efecto de este entrenamiento sobre todas las variables que influyen en el rendimiento del *sprint*.

En un estudio longitudinal en el que se comprobó el efecto del chaleco lastrado (18.5% masa corporal) sobre el rendimiento y la cinemática en jugadores de lacrosse durante 7 semanas, comparándose con arrastre de trineo (10% masa corporal) y con entrenamiento tradicional de velocidad (Clark et al., 2009), se llegó a la conclusión de que se producen pequeñas mejoras en el tiempo al realizar *sprints* entre 18.3 - 54.9 m en el grupo sin sobre-carga, y que se produjeron mejoras triviales para el grupo con trineo y con cinturón. Además, no se observaron mejoras entre grupos. De hecho, el grupo que mejoró más fue el que no usaba cargas. No se observaron modificaciones significativas para ninguna de las variables cinemáticas en ninguno de los grupos.

De hecho, se ha estudiado que con el uso del cinturón lastrado con una carga del 9% del peso corporal no se producen cambios sustanciales en la inclinación del tronco, y tampoco en el resto de variables cinemáticas (Alcaraz et al., 2008). La carga, producida por el cinturón, se coloca cercana a las caderas e incluso distribuida alrededor de la cintura, y por lo tanto el torque total sobre el tronco es relativamente pequeño. Si el atleta fuera a usar un chaleco lastrado en lugar de un cinturón lastrado, la carga aplicada se colocaría más lejana de las caderas. Sin embargo, se cree que un cambio sustancial en la inclinación del tronco podría ser evitado si el peso se coloca

de forma apropiada sobre el pecho y la espalda con el fin de equilibrar los torques sobre las caderas (Alcaraz et al., 2008). Por lo tanto sería adecuado ver los efectos que este tipo de entrenamiento produce sobre el rendimiento en el *sprint*, ya que parece mejorar la fuerza explosiva y el CEA en atletas muy entrenados (Bosco, 1985; Bosco et al., 1986; Bosco et al., 1984) y no produce cambios significativos en la mecánica del *sprint* (Alcaraz et al., 2008).

Carreras sobre la arena de la playa

Esprintar sobre la arena de la playa es otro método común usado para desarrollar la velocidad 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 3).



Figura 3. Sprint sobre la arena de la playa.

Cuando se esprinta sobre la arena de la playa, se produce una reducción en la velocidad de carrera, longitud de zancada, y frecuencia de zancada, reflejo de la carga interna que produce al atleta. Al sprintar 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 COM 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 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

Tabla 6. Cuadro resumen de entrenamiento para los sprints sobre la arena de la playa.

Intensidad	Carga de entrenamiento				Principio de especificidad			
	Recuperación Rep/series	Duración	Volumen máximo	Frecuencia semanal	Patrón mov.	Vel. cont.	Tipo cont.	Fuerza cont.
Pérdida < 10% de máx. vel. ¿?	3-5 min/ 6-8 min	Aceler. 15-30 m Máx Vel. 30-60 m	900 m	2-3 veces	3-4	3	3	3

Especificidad del método respecto al sprint: 1 = poco específico; 5 = máxima especificidad.

zancada. La suma resultante de un tiempo de contacto mayor y un tiempo de vuelo sin variación es una frecuencia de zancada reducida ligeramente.

Del mismo modo que ocurre con la mayoría de métodos resistidos, no existen estudios experimentales que expliquen los efectos que producen los *sprints* 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 (A.J. Harrison, Jensen, & McCabe, 2004), no se produce una estimulación del CEA corto, que los velocistas requieren en la fase de máxima velocidad (Jakalski, 1998). De hecho, en un estudio realizado con velocistas y decatletas se llegó a la conclusión que al esprintar sobre arena seca no es adecuado para el entrenamiento de la máxima velocidad. Aunque este método de entrenamiento ejerce una sobrecarga sustancial sobre el atleta, según se observa en la reducción de la amplitud y la velocidad de carrera, cuando se compara con carreras sin resistencia, además induce cambios indeseados en la técnica de carrera del atleta (Alcaraz, Palao, Elvira, & Linthorne, En revisión; Elvira et al., 2006).

Debido a los escasos estudios encontrados, es difícil establecer las cargas de entrenamiento para los *sprints* en la playa. 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 imitar la fase de máxima velocidad, la arena debe ser lo más dura posible. A partir de los estudios realizados se puede concluir que sprintar sobre arena de playa puede ser un ejercicio general de acondicionamiento, y quizá puede ser válido, también, para mejorar el rendimiento en la fase de aceleración.

Cuestas

Otro de los métodos resistidos más populares es el *sprint* sobre superficies inclinadas. A este tipo de método se le conoce, popularmente con el nombre de cuestas.

Algunos entrenadores han sugerido que las cuestas incrementan la carga sobre los extensores de la cadera, con el fin de maximizar la amplitud de zancada (Faccioni, 1994a). Debido a que los flexores de cadera son unos de los grupos musculares más importantes en el *sprint*, las ganancias producidas por este método en los atletas podrían mejorar la amplitud de zancada al correr en superficie plana.

Sólo hay un estudio experimental donde se utilizó este método de entrenamiento (Paradis & 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. Para ello, 25 estudiantes de Educación Física fueron distribuidos en 4 grupos de entrenamiento (combinación de cuestas; cuestas abajo; cuestas arriba; y horizontal) y en un grupo control, con 7 participantes en cada grupo. Se realizaron test pre y post-entrenamiento para examinar el efecto de 6 semanas (series de 12x40 o 6x80 m, dependiendo del grupo, con un volumen total de 480 m por día, 3 veces por semana) sobre la velocidad máxima de carrera

en 35 m, distintas variables cinemáticas, y la potencia anaeróbica máxima. La velocidad máxima de carrera y la frecuencia de zancada incrementaron de forma significativa ($p < 0.05$) en el test de 35 m, un 3.5 y 3.4% respectivamente en el grupo de entrenamiento combinado. Un 1.1 y un 2.4% en el de cuestas arriba, mientras que el tiempo de vuelo se acortó sólo para el grupo combinado un 4.3%. No se encontraron diferencias significativas en el grupo horizontal y tampoco en el control. Tampoco se encontraron cambios significativos en las características generales de la postura ni en la potencia anaeróbica pico. 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 (Paradis & 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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., Elvira, J. L. L., & Palao, J. M. (2009). Características y efectos de los métodos resistidos en el *sprint*. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 4(12), 179-187.
- 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. (En revisión). Effects of a sand running surface on the kinematics of sprinting at maximum velocity.
- 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.
- Bompa, T. O. (1993). *Periodization of strength*. Toronto, ON: Vertas Publishing.
- 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.
- Clark, K. P., Stearne, D. J., Walts, C. T., & Miller, A. D. (2009). The Longitudinal Effects of Resisted Sprint Training Using Weighted Sleds vs. Weighted Vests. *J Strength Cond Res.*
- Costello, F. (1985). Training for speed using resisted and assisted methods. *NSCA J.*, 5(6), 74-75.
- Cronin, J. B., Hansen, K., Kawamori, N., & McNair, P. (2008). Effects of weighted vests and sled towing on sprint kinematics. *Sports Biomech*, 7(2), 160-172.

- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2006). Resisted sprint training for the acceleration phase of sprinting. *Strength Cond. J.*, 28, 42-51.
- Cronin, J. B., McNair, P. J., & Marshall, R. N. (2001). Velocity specificity, combination training and sport specific tasks. *J Sci Med Sport*, 4(2), 168-178.
- 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.
- DeRenne, C., Kwok, W. H. O., & Murphy, J. C. (2001). Effects of general, special, and specific resistance training on throwing velocity in baseball: a brief review. *J Strength Cond Res*, 15(1), 148-156.
- 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., & Kauhainen, 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., & Bourke, G. (2009). The effect of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. *J Strength Cond Res*, 23(1), 275-283.
- 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.
- 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.
- Jarver, J. (1978). Sprinting in a nutshell. In J. Jarver (Ed.), *Sprints and Relays* (pp. 9-13). Altos, CA: TAFNEWS Press.
- 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.
- Mann, R. (1986). The biomechanical analysis of sprinters. *Track Tech.*, 94, 3000-3003.
- Mann, R., & Herman, J. (1985). Kinematic analysis of Olympic sprint performance: Men's 200 meters. *Int. J. Sport Biomech.*, 1, 151-162.
- Matthews, M. J., Comfort, P., & Crebin, R. (2010). Complex training in ice hockey: the effects of a heavy resisted sprint on subsequent ice-hockey sprint performance. *J Strength Cond Res*, 24(11), 2883-2887.
- McFarlane, B. (1984). Developing maximal running speed. *Nat Strength Cond Assoc J*, 17, 24-28.
- 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.
- Ozolin, N. (1978). How to improve speed. In J. Jarver (Ed.), *Sprints and relays* (pp. 55-56). Los Altos, CA: TAFNEWS Press.
- 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.
- Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural Influences on Sprint Running. *Sports Med*, 31(6), 409-425.
- Sale, D., & MacDougall, D. (1981). Specificity in strength training: a review for the coach and athlete. *Can J Appl Sport Sci*, 16(2), 87-92.
- Sheppard, J. (2004). The use of resisted and assisted training methods for speed development: coaching considerations. *Modern Athlete & Coach*, 42, 9-13.
- Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. V. (1999). *Supertraining*. Denver, Col: Supertraining International.
- 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. B. (1991). The planning of resistance training for power sports. *Nat Strength Cond Assoc J*, 13(4), 26-29.
- Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *Inter. J. Sports Physiol. Performance*.
- Young, W. B., Benton, B., Duthie, G., & Pryor, J. (2001). Resistance training for short sprints and maximum-speed sprints. *Strength Cond. J.*, 23(2), 7-13.
- 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.

RELACIÓN ENTRE COMPOSICIÓN CORPORAL, FUERZA, POTENCIA Y TIEMPOS DE CONTACTO CON EL RENDIMIENTO EN EL SPRINT

Alcaraz, P.E.¹; Romero-Arenas, S.¹; Jiménez-Reyes, P.²; Conesa Ros, S.³; González Ortiz, O.D.⁴

1 UCAM; 2 UAX; 3 L'Agrupació Atlètica de Catalunya; 4 C.A. Playas de Castellón
palcaraz@pdi.ucam.edu

INTRODUCCIÓN

En las pruebas de velocidad el componente biomecánico, el componente bioquímico o de producción de energía, el entrenamiento realizado, los factores relacionados con el aprendizaje y los factores neuromusculares se han mostrado como algunos de los aspectos que más influyen sobre el rendimiento en estas pruebas [1]. Así, el objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre algunas de estas variables (composición corporal, fuerza, potencia y tiempos de contacto) con el rendimiento en el sprint, tanto en la fase de aceleración, de transición y de máxima velocidad.

MÉTODO

Para ello, se realizó un diseño transversal y correlacional el cual fue llevado a cabo en tres días diferentes. En el mismo se estudió la relación entre el rendimiento en las distintas fases del sprint con la composición corporal, la fuerza, la potencia en saltos verticales, y los tiempos de contacto en las diferentes fases. Los participantes fueron 16 sujetos sanos, masculinos ($n = 8$) y femeninos ($n = 8$) (20.3 ± 3.0 años; 63.6 ± 8.1 kg; y 171.7 ± 7.4 cm) de nivel nacional con más de 5 años de entrenamiento específico en pruebas de velocidad en atletismo. El primer día, se realizó un análisis de la composición corporal mediante DEXA: densidad mineral ósea (BMD), % grasa, masa libre de grasa (MLG), y masa grasa (MG). Posteriormente, se realizaron test de salto vertical sobre plataforma de fuerzas extensométrica, se ejecutaron dos saltos para cada tipo, que fueron: squat jump a 90° (SJ), SJ a 120° (SJ120) y salto con contramovimiento (CMJ). Se usó el que mejor rendimiento en la altura de vuelo producía. A partir de estos saltos se analizaron diferentes variables (altura de vuelo y potencia, tanto en valores absolutos como relativos al peso corporal). El segundo día, se realizaron test de velocidad, se registró el tiempo con células fotoeléctricas tanto en la fase de aceleración (15 m), de transición (30 m) y de máxima velocidad (30 m lanzados con 20 m). Se realizaron 2 repeticiones para cada situación y se seleccionó la que mayor rendimiento producía. Simultáneamente, se registraron los tiempos de contacto con una cámara de alta velocidad que registraba fotogramas a 210 Hz, grabando en el plano sagital de los atletas, se tomaron durante los 7 m (aceleración) y a los 21 m (transición). El tercer día se realizó un test de fuerza dinámica máxima (1-RM) en media sentadilla. Se realizó un estudio de correlación lineal de Pearson (r), se estableció como valor estadísticamente significativo a $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de que se han observado correlaciones significativas tanto inversas como directas entre el porcentaje de grasa, la masa libre de grasa, la potencia desarrollada en todos los saltos, el 1-RM y el rendimiento en todas las fases del sprint de toda la

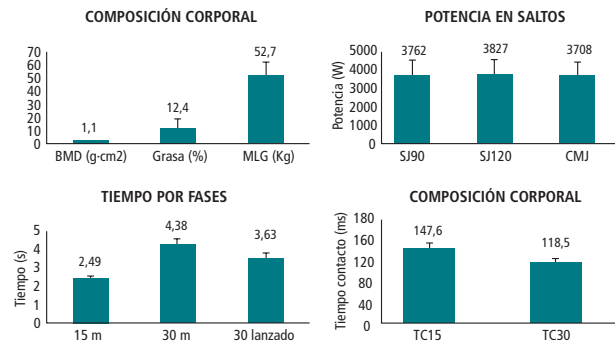


Figura 1. Composición corporal, potencia en saltos verticales, tiempos de contacto y rendimiento en velocistas.

muestra analizada, para evitar errores de inflado estadístico al mezclar chicos y chicas, y teniendo de esta forma la limitación de la baja muestra (8 en cada grupo), se analizarán las correlaciones según el sexo. Para las chicas, se han observado correlaciones significativas inversas entre el % grasa y la BMD con el rendimiento en el sprint, y directas entre la MLG y la potencia desarrollada en el SJ120 y el CMJ. En chicos, se ha observado una correlación directa y significativa entre la MG y el tiempo en 30 m de lanzado y la potencia máxima desarrollada en el SJ, además, se ha observado una correlación significativa entre la MLG y el rendimiento en el SJ120 ($r = -0.883$; $p = 0.008$; $n = 8$); Destacar que, en relación al SJ120°/pc, se han observado correlaciones inversamente proporcionales ($r = -0.876$; $p = 0.004$; $n = 8$) entre la potencia desarrollada en el mismo y el tiempo de contacto en la fase de máxima velocidad. Este tiempo de contacto también ha correlacionado de forma inversa con la potencia al realizar un CMJ. Existen diferentes estudios que han correlacionado distintas variables con el rendimiento en el sprint de forma aislada [2, 3], sin embargo, según nuestro conocimiento, este es el primero que integra muchas de las variables determinantes en el rendimiento en el sprint.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que el % de grasa es una de las variables que determinan un empobrecimiento del rendimiento, y la potencia medida mediante saltos verticales también parece determinante para conseguir altos niveles de rendimiento. Hay que tener siempre en cuenta la limitación de la baja muestra analizada en el presente estudio.

REFERENCIAS

1. Ros A., et al. *Sports Med* 31, 409-425, 2001.
2. Young, W. et al. *J Sports Med Phys Fitness*, 35, 13-9.
3. Hunter, J. et al. *J Appl Biomech*, 21, 31-43.

CONTROL DEL ENTRENAMIENTO EN VELOCIDAD Y SALTOS A TRAVÉS DEL CMJ

Jiménez-Reyes, P.¹; Cuadrado Peñafiel, V.²; Ortega Becerra, M.A.³; González Badillo, J.J.^{4,5}

1 Universidad Alfonso X El Sabio, Madrid

2 Universidad de Castilla La Mancha, Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

3 Universidad de Jaén, Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

4 Universidad Pablo de Olavide, Facultad del Deporte, Departamento de Deporte e Informática

5 Centro Olímpico de Estudios Superiores, Comité Olímpico Español

peterjr49@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El proceso de entrenamiento requiere un complejo control y análisis tanto de la carga como de los efectos de la misma y por ello se necesita un exhaustivo ajuste de la carga de trabajo para la optimización del rendimiento deportivo.

La función del control es regular el proceso de entrenamiento a través del estudio del conjunto de estímulos externos que actúan sobre el deportista y del análisis de los resultados y efectos producidos por los mismos (González-Badillo y Ribas 2002).

El conocimiento de la relación carga-rendimiento es de gran importancia para los entrenadores, pues esta relación es la base para acercarnos al conocimiento de la cantidad óptima de entrenamiento necesaria para mejorar el rendimiento (Avalos y col. 2003; Foster y col. 1996). No obstante, no existe una teoría común del proceso de entrenamiento que describa el tipo, la cantidad o el modelo de un determinado estímulo de entrenamiento o un programa particular de entrenamiento que sea el óptimo para alcanzar una determinada respuesta a la carga de entrenamiento para un atleta (Altenburg 1997; Bannister y col. 1997; Körner y Schwanitz 1985). El principal conocimiento es básicamente empírico. Sin embargo, sí existe consenso en cuanto al hecho de que existe una dependencia entre el entrenamiento y el rendimiento que se refiere a una correlación dosis-respuesta (Bannister y col. 1997; Roth y col. 1983; Steinacker 1993).

Siguiendo con lo anterior, se deduce la importancia del proceso de control de la carga de entrenamiento, ya que el problema de la carga óptima y el de la efectividad del estímulo dentro del proceso de entrenamiento no están resueltos satisfactoriamente (Pampus y col., 1990).

Si el entrenador quiere aproximarse a la respuesta de estas problemáticas que plantea la carga de entrenamiento, debe tomar conciencia de que su tarea fundamental como técnico consiste en definir la carga de manera precisa y exhaustiva, controlar y analizar la relación entre la carga real y la propuesta y entre ambas y el rendimiento, así como validar modelos de medición y cuantificación de las cargas (González-Badillo y Ribas 2002; González-Badillo 2005). El objetivo final fue poder proporcionar una información relevante y útil para poder organizar el entrenamiento de manera racional.

MÉTODO

El estudio consistió en un seguimiento (71 semanas) de la condición física medida a través de 5 CMJ semanales, junto con la cuantificación de la carga de entrenamiento realizada por cada uno de los atletas. Participaron 24 atletas de nivel nacional e internacional de velocidad y saltos. Los saltos con contramovimiento (CMJ) se midieron con una plataforma de infrarrojos Optojump (Microgate, Bolzano, Italia).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 71 semanas que duró el proceso de seguimiento de los sujetos, en 60 de ellas se hizo una medición del salto CMJ los lunes de cada semana. Destacamos que la diferencia entre la altura del salto entre el mejor (54.5cm) y el peor (46.9cm) de ellos fue significativa. Pero, lo más importante es que la altura del salto en la semana que se obtuvo el mejor rendimiento en competición (53.6cm) fue significativamente superior a la alcanzada en la semana en que se alcanzó el peor rendimiento específico (50.4cm). La altura evolucionaba en las cuatro semanas previas a la competición, tanto en la fecha de mejor como de peor rendimiento.

En cuanto a la evolución de la carga de entrenamiento en las cuatro semanas previas a la competición tanto en la fecha de mejor como de peor rendimiento, se halló que los valores de carga en todas las semanas previas a la obtención del mejor rendimiento, excepto en la tercera, son significativamente inferiores a las aplicadas durante las semanas previas al peor rendimiento. Estos valores oscilan entre el 30 y 45% de la máxima carga realizada durante todo el periodo analizado.

Los resultados de nuestro estudio vienen a confirmar las observaciones experimentales y las opiniones expuestas de los diferentes autores (Kuipers, 1996; González-Badillo y col., 2005; González-Badillo y col., 2006; Busso, 2003) sobre los escasos datos experimentales disponibles y la no existencia de relación lineal entre la carga de entrenamiento y los resultados. Por tanto, la literatura científica y los resultados de nuestro estudio parecen coincidir en el hecho de que es importante buscar la carga óptima en cualquier ciclo y especialmente en las cuatro últimas semanas antes de la competición.

CONCLUSIONES

- El control del CMJ en la misma semana de competición puede ser un buen predictor del rendimiento del sujeto dentro de esa misma semana en pruebas de corta duración en las que el rendimiento depende muy directamente de la fuerza y la producción de fuerza en la unidad de tiempo.
- La tendencia a la reducción de la carga durante las cuatro semanas previas a la competición, con una tendencia exponencial en las dos últimas semanas, y valores máximos de carga semanal no superiores al 40-45% de la máxima carga semanal realizada por el sujeto, tienden a producir los mejores resultados en la competición.

EVOLUCIÓN DE LA LONGITUD DE ZANCADA EN LA PRUEBA DE 60 METROS VALLAS

González Frutos P.^{1,2}; Mallo J.¹; Navarro E.¹

1 INEF-UPM

2 UFV

pablo.gonzalez.frutos@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La investigación científica acerca de la longitud de las zancadas en la prueba de vallas altas, tanto en pista cubierta como aire libre, se ha llevado a cabo mediante estudios en dos y tres dimensiones o empleando técnicas similares. Dichos estudios se han desarrollado bien sobre una o dos vallas o analizando el intervalo entre ellas. De este modo, existen referencias sobre la longitud de la zancada en el paso de la segunda valla [3], más frecuentemente sobre la tercera, cuarta o quinta valla [4] y, en ocasiones, analizando la octava o novena valla [2]. En cualquier caso, estos trabajos no han sido realizados sobre todos los deportistas que competían en la serie y, frecuentemente, se han llevado a cabo en condiciones de entrenamiento.

Es por ello que el objetivo de la presente investigación fuese conocer cuáles eran los valores en competición a lo largo de toda la prueba en una amplia muestra de atletas, analizando la posible existencia de variaciones en la longitud de zancada entre las vallas.

MÉTODO

Muestra. Todos los atletas (59 hombres y 51 mujeres) que participaron en la prueba de 60 metros vallas durante el 44º Campeonato de España y el 12º Campeonato del Mundo de la IAAF en pista cubierta (Valencia 2008) fueron los sujetos que formaron parte de la investigación.

Modelo Fase de Vallas. Paso Preparatorio, Paso de Valla (que se descompone en Distancia de Ataque y Distancia de Caída), Paso de Caída y Paso de Transición. Este modelo se repite en las cinco vallas.

Registro y Análisis de Datos. Fotogrametría 2D mediante seis cámaras (50Hz) empleando los algoritmos matemáticos basados en el procedimiento de la "Direct Lineal Transformation" [1].

Estudio estadístico. Análisis de la varianza (ANOVA) con medidas repetidas. En caso de detectarse diferencias significativas se empleó el procedimiento de Bonferroni para la comparación de las medias. El nivel de alfa establecido a priori fue de $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los hombres la longitud del paso preparatorio (LPP) fue menor ($p < 0,05$) en la primera valla y mayor ($p < 0,05$) en la tercera, mientras que en las mujeres sólo se observaba una menor ($p < 0,05$) longitud en la primera valla. La longitud del paso de valla (LPV) resultaba mayor ($p < 0,05$) en la tercera valla, tanto para hombres como para mujeres. La distancia de ataque (DA) fue menor ($p < 0,05$) para hombres y mujeres en la primera valla, y mayor ($p < 0,05$) en la tercera valla en las mujeres. La distancia de caída (DC) presentaba mayores ($p < 0,05$) valores en la primera y la tercera valla en ambos géneros.

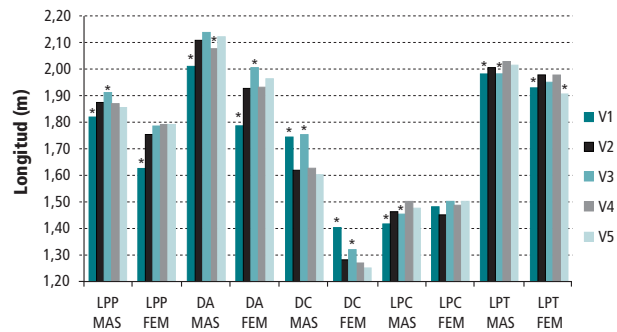


Figura 1. Longitud de paso en la fase de vallas.
* Diferencia significativa ($p < 0,05$).

La longitud del paso de caída (LPC) en la primera y tercera valla fue menor ($p < 0,05$) para los hombres.

Por último, la longitud del paso de transición (LPT) mostró valores menores ($p < 0,05$) en la primera valla tanto para hombres como mujeres, y en la tercera y quinta valla en hombres y mujeres, respectivamente.

CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado la existencia de diferencias en la longitud de zancada en la fase de vallas a lo largo de toda la prueba, siendo la primera y la tercera valla las que más diferencias presentaban.

Es por ello que se requiera de cautela al comparar los datos de estudios que no se realicen sobre la misma valla, así como el empleo de dichos datos como referencias para el entrenamiento por el mismo motivo.

REFERENCIAS

- Abdel Aziz, YI., Karara, H.M. *Proceedings ASPUI Symposium on Close-Range Photogrammetry*. American Society of Photogrammetry, Church Falls, pp. 1-19, 1971
- Mann, R. & Herman, J. (1985) *International Journal of Sport Biomechanics* 1, 163-73, 2004
- Mclean, B. *Biomechanics in sports XII: Proceedings of the 12th symposium of the International Society of Biomechanics in Sports*. Budapest: International Society of Biomechanics in Sports, 333-334, 1994
- Coh, M. *Modern athlete and coach* 42(4), 4-8, 2004

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al profesor José Campos por coordinar y facilitar los estudios biomecánicos desarrollados durante el 44º Campeonato de España Absoluto y el 12º Campeonato del Mundo en pista cubierta en el Palau Velódrom Lluís Puig de Valencia en 2008, así como a la RFEA y la IAAF.

RELACIÓN ENTRE LA CARGA EN 1RM EN SEMI-SQUAT Y LA VELOCIDAD EN SPRINT RESISTIDO

Martínez Valencia, MA.; Clemente Suárez, V.; González-Ravé, JM.; Navarro Valdivielso, F.

Facultad Ciencias del Deporte, Laboratorio Entrenamiento Deportivo, Toledo
asuncion.martinez@uclm.es

INTRODUCCIÓN

En atletismo, el entrenamiento con sobrecarga se ha considerado como uno de los métodos de entrenamiento para la mejora de la fuerza específica en velocistas.

Dentro de esta metodología de entrenamiento, el sistema más empleado ha sido el trineo, determinándose las cargas en función del peso corporal del deportista. En este sentido, Murray [2] sugiere la aplicación de las cargas en porcentaje de la fuerza individual.

Sin embargo, no se encuentran estudios que establezcan la posible relación entre manifestaciones de fuerza con los parámetros del trabajo resistido.

Por lo que el objetivo de esta investigación, fue determinar la relación existente entre una prueba de fuerza máxima y la velocidad en un sprint de 20 metros con cargas incrementales.

MÉTODO

La muestra del estudio está compuesta por 9 atletas velocistas ($22,56 \pm 4,00$ años; $72,39 \pm 7,97$ kg; $1,83 \pm 0,04$ m).

Tras una familiarización previa, los sujetos realizaron un test de 1RM en semi-squat (Multipower, Salter, Barcelona) obteniéndose la carga máxima, siguiendo el protocolo de Thomas et al [3], se utilizó un encoger línea (MuscleLab, Ergotest, Noruega) para la obtención de la velocidad de cada repetición. Posteriormente se llevo a cabo el test de velocidad resistida con trineo lastrado (Byomedic, Barcelona), para el registro de tiempos se utilizó el sistema Newtest 300 (Newtest Oy, Oulu, Finlandia). Los sujetos debían completar dos intentos a máxima velocidad sin carga sobre una distancia de 20 metros, y seis sprints con cargas establecidas en % del peso corporal (PC) (5, 10, 15, 20, 25, y 30%PC). Los sujetos realizaban el sprint partiendo de una posición estática con un pie adelantado, desde una línea situada a 2 metros de la primera fotocélula.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS 17.0. Tras comprobar que las variables cumplían la hipótesis de normalidad y homocedasticidad se realizó un análisis correlacional de Pearson, siendo el nivel de significación $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en relación a la correlación en las distintas variables se pueden observar en la Tabla 1. la velocidad sin carga y con distintos niveles de carga en función del peso corporal se muestran en la Figura 1.

Los resultados obtenidos, muestran que no existe correlación significativa entre la carga máxima movilizada en 1RM en semi-squat y la velocidad en 20 metros sin carga. Por otro lado, no se observan correlaciones con la velocidad resistida en 20 metros con distintos niveles de carga. En este sentido,

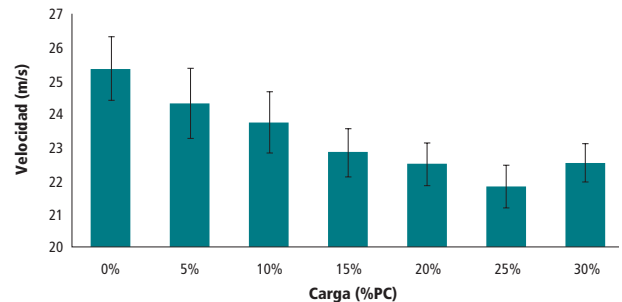


Figura 1. Velocidad media en el test de velocidad resistida con cargas incrementales aplicadas en porcentaje del peso corporal.

Tabla 1. Correlación de Pearson entre la carga máxima en 1Rm en semi-squat y la velocidad con distintos niveles de carga.

Carga (%PC)	Velocidad de Carrera (m-s-1)						
	0	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Carga 1RM (Kg)	-0,129	-0,470	-0,376	-0,443	-0,073	0,032	0,239

se encuentra el estudio de Letzelter [1], donde muestra que la disminución de la velocidad producida por el incremento de la carga no se encuentra influenciada por el nivel de fuerza máxima de los sujetos. En este caso la fuerza fue medida de forma isométrica. Esta ausencia de correlación está de acuerdo con los resultados obtenidos en nuestra investigación. Murray [2] establece que el peso corporal puede no estar relacionado con la fuerza individual del deportista, y por tanto al aplicar cargas en función de dicho peso corporal, un mismo porcentaje de carga, puede ser más "pesado" para un atleta con menor nivel de fuerza. De esta forma, sugiere la utilización de un test de medida de la fuerza de miembros inferiores y posteriormente determinar las cargas como proporción de dicha fuerza.

CONCLUSIONES

La existencia de una correlación baja y no significativa entre la carga movilizada en 1RM en semi-squat y la velocidad en sprint resistido, sugiere que esta variable de fuerza no debe utilizarse para establecer las cargas en función de la fuerza individual de cada sujeto y debiendo realizarse una mayor investigación al respecto, con el fin de encontrar una variable de fuerza y así establecer las cargas de forma individual sobre cada deportiva en proporción a una variable de fuerza.

REFERENCIAS

1. Letzelter, M, et al. *Modern Athlete & Coach*, 33, 7-12, 1994.
2. Murray, A, et al. *J Sports Sci.*, 23(9): 927-935, 2005.
3. Thomas, G, et al. *J Strength Cond Res*, 21(2): 336-342, 2007.

ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD DE BATIDA DEL CM EN EL SALTO DE ALTURA EN FUNCIÓN DE LA EDAD

Bermejo Frutos, J.¹; López Elvira, J.L.²; Palao Andrés, J.M.³

¹ UCAM

² Universidad Miguel Hernández

³ Universidad de Alcalá

javier_bermejo_frutos@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del salto de altura es proyectar el CM lo más alto posible ajustándose a las limitaciones del reglamento. La altura alcanzada por el CM está determinada principalmente por la velocidad adquirida al final de la fase de batida (Dapena, 1993), denominada velocidad resultante (VR). Esta velocidad se puede simplificar en dos componentes que no se afectan y se pueden estudiar por separado, velocidad horizontal y velocidad vertical. No se tiene constancia de cómo influye el paso de la edad (evolución antropométrica, física, y técnica) en la capacidad del saltador para producir velocidad durante la batida (Malina y Bouchard, 1991). El objetivo del estudio fue determinar cómo varía la velocidad del CM durante la batida en relación al proceso de formación en saltadoras de élite nacionales.

MÉTODO

Se analizó a las saltadoras de altura finalistas en el Campeonato de España en pista cubierta de la temporada 2008/2009. La muestra estuvo formada por: 11 saltadoras cadetes, 9 juniors, y 12 absolutas (tabla 1). Se seleccionó el mejor salto válido.

Se utilizó fotogrametría 3D a través del proceso de transformación lineal directa (TLD). Se utilizaron tres cámaras digitales sincronizadas por software (una frontal a la colchoneta y las otras dos situadas lateralmente) con una frecuencia de muestreo de 50 Hz. El marco de calibración fue un prisma rectangular compuesto por cuatro barras verticales independientes y cuyas dimensiones eran de 10 x 5 x 2.92 m. Se fijaron 28 puntos perimetrales (7 puntos en cada poste). La representación del saltador se realizó a través de la creación de un modelo inalámbrico habitual de 14 segmentos y 22 puntos, de los cuales 20 son reales (los que se marcan en los fotogramas para digitalizar) y dos auxiliares (centro de hombros y centro de caderas, que se crean automáticamente al unir dos puntos reales). Los valores de las coordenadas 3D de los marcadores se extrapolaron a un programa específico de análisis en el que se calculó la posición del CM. Las velocidades se obtuvieron mediante fórmulas matemáticas que utilizaban los valores de las coordenadas espaciales. Se calcularon las siguientes velocidades: velocidad horizontal al inicio de la batida (VhTD), velocidad horizontal al final de la batida (VhTO), velocidad vertical al inicio de la batida (VvTD), velocidad vertical al final de la batida (VvTO), y velocidad resultante (VR).

Se realizó una estadística descriptiva e inferencial de los resultados. El test de *Kolmogorov-Smirnov para una muestra* dio una distribución normal de la muestra en todos los grupos.

El test de *Spearman* correlacionó las velocidades con el rendimiento. La prueba *ANOVA de un factor con Post Hoc Tukey* (asumiendo varianzas iguales) estableció las diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos de edad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los valores de velocidad para los diferentes grupos de saltadoras. Las velocidades más importantes para lograr un elevado rendimiento son: para saltadoras cadetes VvTD ($r = 0.680$, $p = 0.021$) y VvTO ($r = 0.603$, $p = 0.049$), mientras que para saltadoras absolutas VhTD ($r = 0.642$, $p = 0.024$) y VvTO ($r = 0.733$, $p = 0.007$).

Los resultados muestran que sólo para las categorías cadete y absoluta las velocidades de batida correlacionan con el rendimiento final del salto. Sólo se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre saltadoras de diferente edad entre estas dos categorías. Estas diferencias se producen en todas las variables de velocidad, excepto para la VvTD. A nivel global, las velocidades alcanzadas por las saltadoras son más bajas en categoría cadete y más altas en categoría junior o senior. Se observa que a medida que se aumenta la edad de las saltadoras, se obtiene una mayor componente vertical de la velocidad resultante cuanto mayor es la velocidad de llegada. La combinación de maduración y años de entrenamiento (trabajo físico y técnico) hace que la ejecución se realice a más velocidad y aplicando más fuerza para elevar el cuerpo sobre el listón. Existe una pérdida de velocidad horizontal entre el inicio y el final de la batida que parece tener relación con la velocidad de llegada. Cuanto mayor es la edad de las saltadoras, se obtienen mayores valores en la pérdida de velocidad horizontal cuanto mayor es la velocidad de llegada.

CONCLUSIONES

La velocidad de ejecución de la batida experimenta variaciones en función de la edad de las saltadoras. A mayor edad y experiencia mayor velocidad de ejecución. Se debe tener en cuenta que el presente estudio es un estudio transversal, el número de atletas estudiadas es reducido y sólo analiza las finalistas del campeonato de España. Los resultados obtenidos pueden servir de ayuda a los entrenadores para guiar el proceso de formación de las saltadoras de altura nacionales.

REFERENCIAS

- Dapena, J. Biomechanical studies in the high jump and the implications for coaching. *Modern athlete and coach*, 31, 7-12, 1993.
- Malina, R.M. y Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Tabla 1. Características de las saltadoras y valores medios de las velocidades de batida.

Categoría	Edad	Estatura	Resultado	VhTD (m/s)	VhTO (m/s)	ΔVh (m/s)	VvTD (m/s)	VvTO (m/s)	ΔVv (m/s)	VR (m/s)
Cadete	13.72 \pm 0.46	1.63 \pm 0.06	1.55 \pm 0.03	5.39 \pm 0.37	3.66 \pm 0.41	-1.73 \pm 0.32	0.25 \pm 0.17	3.20 \pm 0.21	2.94 \pm 0.32	4.87 \pm 0.38
Junior	17.88 \pm 0.60	1.67 \pm 0.07	1.59 \pm 0.05	5.73 \pm 0.30	3.80 \pm 0.34	-1.93 \pm 0.37	0.14 \pm 0.20	3.28 \pm 0.20	3.13 \pm 0.25	5.03 \pm 0.30
Absoluta	22.50 \pm 5.82	1.69 \pm 0.10	1.73 \pm 0.08	6.03 \pm 0.23	4.02 \pm 0.24	-2.00 \pm 0.30	0.11 \pm 0.14	3.50 \pm 0.22	3.39 \pm 0.26	5.34 \pm 0.18

INCIDENCIA DE LAS LESIONES DEPORTIVAS EN EL CORREDOR POPULAR

Vilchez Conesa, M. P.

Colegio San Pablo Ceus

mp.vilchezconesa@um.es

INTRODUCCIÓN

La carrera o *running* es una modalidad emergente que se extiende a lo largo de todo el mundo y cada vez es más popular, por lo que la investigación científica también debe empezar a estudiar esta interesante población. El presente estudio trata de contextualizar las lesiones del corredor popular en la literatura científica. En la fisioterapia deportiva, el *running* ocupa un 12% de las investigaciones realizadas (Sousaa, Cabria y Donaghy, 2007). Buist y cols. (2007) afirman que la incidencia de las lesiones en corredores es alta, variando de un 30-79%, y confirman los pocos estudios relacionados con las lesiones en corredores. Según Sousaa, Cabria y Donaghy (2007) la literatura se centra más en estudiar atletas de elite, sin embargo, hablando de lesiones deportivas los corredores populares las sufren en la misma medida (corredores populares: 37%, y profesionales: 37%) en las lesiones deportivas, con sólo un 17% de los casos de atletas universitarios. Este estudio ayuda a conocer mejor al corredor popular y sus necesidades en cuanto al entrenamiento y la competición.

MÉTODO

Se registró una muestra de 100 corredores, representativa de la IV Edición de la Media Maratón de San Javier 2009. El diseño del estudio fue descriptivo retrospectivo con cuestionarios auto-administrados. Se utilizó un cuestionario titulado "Cuestionario sobre la incidencia de lesiones deportivas en el corredor popular". Las lesiones registradas en este estudio se clasifican en siete categorías: tendinitis o tendinosis, lesiones musculares, lesiones agudas, ligamentosas, óseas, cartilaginosa u otras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los datos del presente estudio, en los corredores populares aparece como la lesión más común el síndrome de la cintilla iliotibial o *rodilla del corredor*. No obstante, el total de tendinitis registradas supusieron el 35.4% de las lesiones producidas en los corredores populares. Las lesiones musculares resultaron ser el segundo tipo de lesión más frecuente en los corredores populares con el 32.74% de los registros totales de las lesiones registradas. Un 11.5% de las lesiones deportivas registradas fueron de tipo ligamentoso (como distensiones o esguinces). En las lesiones óseas, aunque no resultan ser muy frecuentes (un 7.07% de las lesiones totales), sí cabe destacar que un 62.5% de las mismas fueron periostitis tibial, y un 37.5% de fracturas por fatiga o estrés. Tan solo se registraron un 1.7% de lesiones agudas o accidentales.

Tabla 1. Lesiones deportivas registradas entre los corredores de la IV Media Maratón de San Javier 2009 agrupadas en seis categorías.

Tendinitis	35.398	Fascia lata	25 %
		Fascitis plantar	17,5 %
		Resto	57.5 %
Musculares	32.743	Roturas parciales o totales	16.216%
		Contracturas	8.108%
		Puntos de gatillo	2.702%
Lesiones agudas	1.769	Traumatismo	100%
Ligamentosas	11.504		
Óseas	7.079	Periostitis tibial	62,5%
		Fracturas de fatiga o estrés	37,5%
Cartilaginosa	3.539		
Sin lesión	7.964		
Total de lesiones deportivas: 113			

CONCLUSIONES

La frecuencia de competición de un corredor popular es mucho mayor (registrada una media de dos veces al mes, habiendo corredores populares que compiten todos los fines de semana, incluso varias competiciones un fin de semana) que los corredores de elite. Dada la incidencia e importancia de los corredores populares y sus lesiones (sólo un 7.96% de los corredores populares de la muestra no se habían lesionado nunca), sería interesante que la investigación científica dedicara más recursos en seguir estudiando este ámbito emergente.

REFERENCIAS

1. Arufe Giráldez V, García Soidán JL. Frecuencia y tipología lesional en fondistas con relación a la edad. *I Congreso Internacional de las Ciencias Deportivas*, Pontevedra, España, Colección Congresos nº1, 2006.
2. Buist, I, et al. The GRONORUN study: is a graded training program for novice runners effective in preventing running related injuries? Design of a Randomized Controlled Trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 8 (24), 1-8, 2007.
3. Rauh MJ, et al. Epidemiology of Musculoskeletal Injuries among High School Cross-Country Runners. *American Journal of Epidemiology*, 163 (2), 151-159, 2006.
4. Sousaa J, Donaghy M. Case research in sports physiotherapy: A review of studies. *Physical Therapy in Sport*, 8, 197-206, 2007.
5. Taunton JE, et al. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 95-101, 2002.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS MODELOS DE SALIDA A LA PRIMERA VALLA EN LA PRUEBA DE 60 METROS VALLAS

Sánchez Delgado, M.¹; Cordente Martínez, C.A.¹; Martínez Valencia M.A.²; Miguel Tavares, F.D.¹

¹ Laboratorio de Análisis de la Actividad Física y del Deporte "James Stirling", Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad Politécnica de Madrid

² Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Castilla-La Mancha.
msd@alumnos.upm.es

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este estudio es la comparación entre dos modelos técnicos diferentes en la acción de salida a la primera valla en una prueba de 60 metros vallas mediante una descripción analítica de ambos modelos.

Un modelo lo lleva a cabo el vallista Dayron Robles, actual campeón del mundo de 60 metros vallas, que realiza siete apoyos para llegar a la primera valla y el otro modelo lo realiza Felipe Vivancos, campeón de España en varias ocasiones y subcampeón de Europa en 60 metros vallas, que realiza una salida con ocho apoyos.

MÉTODO

Se tomaron imágenes con cámaras de alta velocidad (300 imágenes/seg.) Casio Exilim F-1 colocadas lateralmente, a la misma distancia del atleta, de forma que se recogiera toda la secuencia de apoyos de los atletas, durante los 13,72 metros correspondientes de la salida a la primera valla.

Los atletas fueron filmados por separado y en similares condiciones: misma instalación y material.

Después del proceso de filmación, se analizaron exhaustivamente los datos con tecnología informática usando los programas DartFish© y Kinovea© para conocer con claridad los parámetros de interés para el estudio. En este trabajo, se expondrán la amplitud de zancada, el tiempo de contacto de cada apoyo y el tiempo de vuelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados respecto de la amplitud en cada uno de los pasos realizados por los atletas, el tiempo de vuelo de cada uno de los mencionados pasos y el tiempo de contacto de cada uno de los apoyos pueden observarse en las figuras 1, 2 y 3 respectivamente.

Estos datos nos proveen de abundante información acerca de los detalles de ambos modelos técnicos, observándose claras diferencias entre uno y otro.

CONCLUSIONES

El tiempo de vuelo de los primeros apoyos en Vivancos es muy inferior al de Robles aunque la amplitud de los apoyos de Robles es mucho mayor, lo que posibilita que llegue al ataque de la primera valla sólo 9,8 centímetros más lejos que Vivancos. Por lo tanto, para llevar a cabo el modelo de siete apoyos, la amplitud desempeña un papel fundamental.

En los tiempos de contacto de los apoyos puede observarse que Robles es más reactivo en sus apoyos que Vivancos, más aun si tenemos en cuenta el desplazamiento (amplitud) que supone cada apoyo. Todo ello facilita así la prematura llegada de Robles a la primera valla (1,676s. vs 1,791s.).

Por todo ello, podemos concluir que la aplicación de fuerza rápida (explosiva; elástico-explosiva y reflejo-elástico-explosiva) en los apoyos resulta muy importante para el rendimiento final.

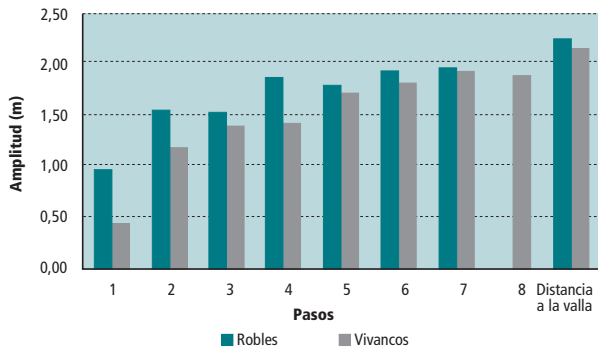


Figura 1. Amplitud de los pasos de carrera.

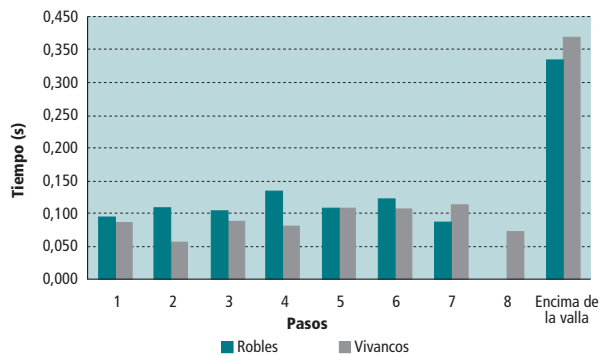


Figura 2. Tiempo de vuelo.

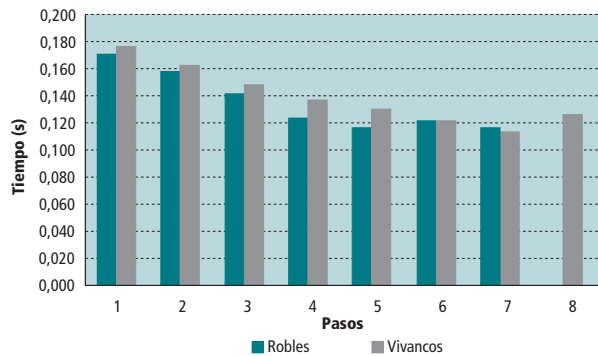


Figura 3. Tiempo de contacto.

REFERENCIAS

1. Piasenta, J. *Aprender a observar: formación para la observación del comportamiento del deportista*. INDE, Barcelona, España, 2000.

AGRADECIMIENTOS

A ambos atletas y a sus entrenadores por la colaboración prestada.

ANÁLISIS DE LA INGESTA DE LÍQUIDOS EN JÓVENES ATLETAS

Brazo Sayavera, J.; Barrientos Vicho, G.; Olcina Camacho, G.J.; Muñoz Marín, D.; Timón Andrada, R.; Maynar Mariño, M.

Facultad de Ciencias del Deporte. UEX

jbsayavera@unex.es

INTRODUCCIÓN

El porcentaje de agua contenido en la musculatura esquelética oscila alrededor del 75%. Teniendo en cuenta que la masa muscular corresponde al 50% de la masa corporal en los atletas, casi la mitad del agua somática se encuentra en los músculos.

La necesidad diaria de agua depende del balance que se establece entre la cantidad de agua que se pierde o se excreta y los ingresos por vía oral, o como resultado del almacén de agua metabólica. En condiciones normales, el organismo trata de mantener una cantidad constante de líquido tanto en el espacio intra como extracelular. Se puede estimar que cada 24 horas se pierden unos 2,5 litros de agua, la mitad de los cuales se reponen por la bebida y la otra mitad gracias al aporte hídrico que supone la ingesta alimentaria. La pérdida de líquido debe ser adecuadamente compensada en relación al esfuerzo físico y a la temperatura ambiental [1].

Es por esto por lo que el objetivo de este estudio es conocer qué tipo de líquidos toma un grupo de atletas, así como si hay diferencias entre una semana normal de entrenamiento o una de competición en la que la necesidad de líquidos es mayor.

MÉTODO

Diez jóvenes varones atletas fueron seleccionados para el presente estudio (15,80 ± 1,03 años; 66,50 ± 4,55 kg; 1,78 ± 0,04 mts). El protocolo realizado conllevaba el registro de la ingesta de líquidos durante una semana en un periodo de entrenamiento general y durante otra semana en el periodo competitivo. Ambos registros fueron realizados en invierno y con condiciones climatológicas similares, para evitar el aumento en la ingesta por la sudoración que produce el periodo estival.

A cada sujeto se le entregó una hoja de registro en la que aparecían diferentes tipos de bebida y debían ir anotando la cantidad (ml) de cada bebida que ingerían cada día durante las dos semanas anteriormente citadas.

El análisis de los datos se ha realizado mediante el software estadístico SPSS en su versión 18.0, siendo expresados los datos como media y desviación típica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de que ha habido un aumento del promedio de ingesta de líquidos entre los dos periodos medidos, del análisis de los resultados no se extraen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las cantidades de las diferentes bebidas en una semana del periodo general y una semana de competición, lo que indica que probablemente los atletas no han tenido en cuenta las recomendaciones de hidratación extra en periodo competitivo [2].

La mayor diferencia entre una semana y otra se obtiene en el agua, sin embargo este aumento probablemente sea insuficiente para cubrir las necesidades extra del periodo de competición.

Durante la semana del periodo general la bebida fundamental es el agua (54,49%), seguida de los zumos (24,88%), repitiéndose estas preferencias también en la semana de competición (54,65% y 24,70% respectivamente).

CONCLUSIONES

En el grupo de atletas estudiado no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre la ingesta de líquidos en una semana del periodo general de entrenamiento y una semana del periodo competitivo.

REFERENCIAS

1. Kreider, R.B., et al., ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr*, 2010. 7: p. 7.
2. Sawka, M.N., et al., American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*, 2007. 39(2): p. 377-90.

Tabla 1: Ingesta semanal de líquidos (ml).

	Leche	Bebidas isotónicas	Agua	Batidos	Zumos	Total
Semana normal	1875,80 ± 378,19	1852,80 ± 809,99	13758,20 ± 2391,71	1478,70 ± 388,01	6282,30 ± 1594,95	25247,80 ± 3008,04
Semana competición	1884,50 ± 426,57	1860,50 ± 817,83	13850 ± 2306,44	1487,50 ± 411,85	6260 ± 1392,40	25342,50 ± 2972,66
% Cambio	0,08	0,58	0,84	0,45	0,15	0,41

APLICACIÓN DEL CMJ COMO ELEMENTO DE CONTROL DEL ENTRENAMIENTO EN LAS SESIONES DE VELOCIDAD

Jiménez-Reyes, P.¹; Cuadrado Peñafiel, V.²; Ortega Becerra, M.A.³; González Badillo, J.J.^{4,5}

1 Universidad Alfonso X El Sabio, Madrid

2 Universidad de Castilla La Mancha, Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

3 Universidad de Jaén, Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

4 Universidad Pablo de Olavide, Facultad del Deporte, Departamento de Deporte e Informática

5 Centro Olímpico de Estudios Superiores, Comité Olímpico Español

peterjr49@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El deporte actual ha sufrido un gran desarrollo motivado por la necesidad imperiosa de una mejora del rendimiento deportivo. Esta situación se ha reflejado en la necesidad de llevar a cabo un proceso de entrenamiento muy sofisticado a nivel científico, técnico y tecnológico, hecho que, origina un empleo de la metodología científica cada vez mayor, como herramienta de trabajo. Por tanto, si el objetivo del entrenamiento para cualquier atleta o entrenador es la mejora del rendimiento, para ello necesitará poner en práctica los medios y recursos más avanzados, aplicar las cargas adecuadas y conocer de manera precisa los efectos del entrenamiento (Jiménez-Reyes y col., 2008).

Dada la necesidad de encontrar pautas orientativas para el control y la carga de entrenamiento a través de la utilización de instrumentos sencillos, que den información sobre la misma, nuestro estudio puede aportar información relevante sobre:

- Las respuestas mecánicas y metabólicas de los atletas ante el empleo de diferentes distancias de carrera., lo que puede contribuir a la mejor individualización del entrenamiento
- Si estas respuestas metabólicas y mecánicas al esfuerzo tienen relación con la fuerza y la potencia muscular.

MÉTODO

Los sujetos realizaron las carreras de 40, 60 y 80 metros en tres sesiones diferentes distanciadas en una semana. Al inicio de cada sesión los sujetos realizaron un calentamiento previo de 10 minutos de carrera suave seguido de aceleraciones. La prueba terminaba cuando el tiempo de la carrera correspondiente se incrementaba en un 3% en dos ocasiones consecutivas, con respecto al mejor registro realizado.

Se realizaron muestras de lactato tras finalizar el primer y último bloque. Éstas se realizaron con el analizador de lactato Dr. Lange LP 20 (Bruno Lange, Alemania). Éste fue calibrado antes de cada sesión. El tiempo fue medido con células fotoeléctricas Omron (China).

Los saltos con contramovimiento (CMJ) se midieron con una plataforma de infrarrojos Optojump (Microgate, Bolzano, Italia). Los valores de fuerza, velocidad y potencia del tren inferior se realizaron a través de los tests de CMJ sin cargas, CMJ con cargas progresivas, Squat Jump (SJ) y Sentadilla completa, medidos con el medidor lineal de posición Isocontrol (JLML I+D, Madrid, España) Conjuntamente se emplea una plataforma de fuerza (JLML I+D, Madrid, España) sincronizada con un medidor lineal de posición del modelo descrito anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un aspecto relevante y de gran aplicación práctica es la relación entre las pérdidas en las sucesivas carreras, que en todos los casos fue del 3%, y la disminución del CMJ después de la última serie en cada una de las distancias. La pérdida en los velocistas presentó una alta relación entre las distancias

y la disminución del salto. En los 40 metros esta pérdida fue equivalente a la pérdida de velocidad, 3.1% para 40 metros, pero aumentó al 6.7% en los 60 metros y al 8.3% en los 80 metros. Esta relación entre las pérdidas en CMJ y las distancias recorridas podría utilizarse como indicador del grado de fatiga que producen los distintos tipos de esfuerzos realizados, y, por tanto, serían útiles para el control y dosificación de la carga de entrenamiento (Figura 1).

Uno de los hallazgos adicionales relevantes de este estudio es la relación entre la carga con la que los sujetos alcanzan la máxima potencia en el CMJ con cargas y los tiempos en 30, 40, 50, 60 y 80 metros.

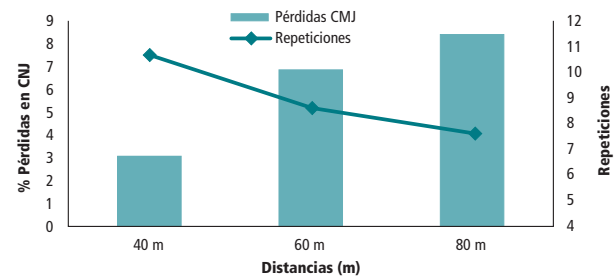


Figura 1. Porcentaje de pérdida en la altura del CMJ final ante una misma pérdida porcentual de velocidad en las diferentes distancias y número de series realizadas.

CONCLUSIONES

- Las pérdidas de rendimiento a medida que se realizan series repetidas en distancias cortas se producen en mayor proporción en la fase de máxima velocidad dentro de la distancia recorrida que en la fase acelerativa.
- Aunque la pérdida porcentual en rendimiento en carrera sea la misma, la fatiga, medida a través de la pérdida de altura en el salto, es mayor a medida que aumenta la distancia.
- Las pérdidas en CMJ se podrían considerar como un buen indicador de la fatiga por depender muy directamente, al igual que los sprints, de factores neurales y por su relación con las distancias recorridas. Además, través del control del CMJ se puede estimar el estrés metabólico que se está produciendo durante el esfuerzo.
- Si durante una sesión de entrenamiento no se puede medir de manera precisa la velocidad, ni la concentración de lactato, el test de CMJ debe ser utilizado para el control y dosificación de la carga, porque la reducción de la capacidad de producción de fuerza en la unidad de tiempo, factor determinante de la velocidad, viene expresada por la pérdida de altura en el salto vertical. Por tanto, la pérdida de altura en el salto nos proporciona una información razonablemente precisa para tomar la decisión sobre el momento en el que el sujeto debería interrumpir la sesión de entrenamiento.

DETERMINACIÓN DEL MODELO BIOMECÁNICO DEL SALTO DE ALTURA EN FUNCIÓN DE LA EDAD

Bermejo Frutos, J.¹; López Elvira, J.L.²; Palao Andrés, J.M.³

1 UCAM

2 Universidad Miguel Hernández

3 Universidad de Alcalá

javier_bermejo_frutos@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El objetivo del salto de altura es proyectar el CM lo más alto posible y superar el listón. La altura que alcance el CM depende de cuatro alturas (Hay, 1973), y que son: H0 (altura del CM al inicio de la batida), H1 (altura de despegue), H2 (altura de vuelo), y H3 (eficacia de franqueo). No se ha encontrado en la revisión realizada ningún trabajo que estudie cómo varían estas alturas en función de la edad del deportista. Por ello, se desconoce cómo influyen en estas la evolución antropométrica, sus capacidades físicas (por ejemplo la fuerza), y la técnica de las saltadoras (Malina y Bouchard, 1991). El objetivo del estudio fue determinar cómo varían las alturas de salto en función de la edad en saltadoras de élite nacionales.

MÉTODO

Se analizó el mejor salto válido de las saltadoras de altura finalistas en el Campeonato de España en pista cubierta durante la temporada 2008/2009. En total se analizaron: 11 cadetes, 9 juniors, y 12 absolutas. Sus características se exponen junto con los resultados (tabla 1).

El análisis de los saltos se realizó mediante fotogrametría tridimensional. Se utilizaron tres cámaras de video digitales (ubicadas una frontal a la colchoneta y las otras dos lateralmente) sincronizadas mediante software. El ángulo de grabación entre cámaras se fijó entre 45° y 90°. La frecuencia de muestreo utilizada fue de 50 Hz. La frecuencia de obturación se fijó a 1/1000 s. El marco de calibración fue un prisma rectangular formado con barras verticales independientes con unas medidas de 10 x 5 x 2.92 m y constaba de 28 puntos perimetrales (7 puntos en cada poste). Para la representación del cuerpo humano se creó un modelo inalámbrico habitual de 14 segmentos formados por 22 puntos. Las coordenadas 3D se obtuvieron mediante Transformación Linear Directa (TLD). Se aplicó interpolación a 100 Hz a través de funciones *Splines de 5º orden*. Sobre las coordenadas reales se aplicó un filtro de paso bajo *Butterworth de 2º orden* con una frecuencia de corte fijada en 6 Hz. A partir del cálculo del CM según De Leva (1996), se calcularon las siguientes variables cinemáticas: altura del CM al inicio de la batida, altura de despegue, recorrido vertical de aceleración del CM (ΔH), altura de vuelo, eficacia de franqueo y máxima altura del CM (Hmax).

En el programa SPSS se aplicó el test de *Kolmogorov-Smirnov para una muestra*, dando una distribución normal en todos los grupos de saltadoras. Se correlacionaron las variables medidas

con el rendimiento por medio del test de *Spearman*. Para comparar las tres categorías entre sí se aplicó la prueba ANOVA *de un factor* con *Post Hoc Tukey* (asumiendo varianzas iguales).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los resultados encontrados en cada categoría de edad. El análisis de correlación muestra que las variables cinemáticas más importantes para la consecución de una gran altura de salto son: H0 ($r = 0.637$, $p = 0.035$) y H1 ($r = 0.667$, $p = 0.025$) para las cadetes; H3 ($r = 0.773$, $p = 0.015$) y ΔH ($r = 0.679$, $p = 0.044$) para las juniors; H2 ($r = 0.872$, $p = 0.000$) y ΔH ($r = 0.605$, $p = 0.037$) para las absolutas.

Los resultados muestran que, en las saltadoras cadetes, con menos años de trabajo técnico y físico, el rendimiento parece estar más asociado a las características antropométricas. En la siguiente categoría de edad, categoría junior, la efectividad de la acción técnica sobre el listón parece ser el factor más determinante, aumentándose ΔH . El valor de H2 refleja las capacidades físicas de fuerza del saltador. Este valor se incrementa en categoría absoluta y es el factor más importante en esta categoría de edad. Esta altura está relacionada directamente con ΔH , que determina cuánta fuerza se aplica. Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas en H2 y Hmax entre las saltadoras de categoría absoluta y el resto de categorías.

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados muestran que la forma de ejecución del salto de altura varía en función de la categoría de edad. Estos resultados también muestran qué variaciones se están produciendo en las distintas categorías. Se debe tener en cuenta que el presente estudio es un estudio transversal, el número de atletas estudiadas es reducido y sólo analiza las finalistas del campeonato de España. Los resultados obtenidos pueden servir de ayuda a los entrenadores para guiar el proceso de formación de las saltadoras de altura nacionales.

REFERENCIAS

- Hay, J.G. *The Biomechanics of Sports Techniques*. New Jersey, Prentice Hall, 1973.
- Malina, R.M. y Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- De Leva, P. *Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters*. *J Biomechanics*, 29, 1223-1230, 1996.

Tabla 1. Características de las saltadoras y valores medios de las alturas de salto.

Categoría	Edad	Estatura	Resultado	Diferencial	H0	H1	ΔH	H2	H3	Hmax
Cadete	13.72 \pm 0.46	1.63 \pm 0.06	1.55 \pm 0.03	-0.07 \pm 0.04	0.88 \pm 0.05	1.17 \pm 0.07	0.28 \pm 0.03	0.47 \pm 0.05	0.09 \pm 0.02	1.65 \pm 0.03
Junior	17.88 \pm 0.60	1.67 \pm 0.07	1.59 \pm 0.05	-0.07 \pm 0.08	0.86 \pm 0.03	1.17 \pm 0.06	0.31 \pm 0.03	0.49 \pm 0.05	0.07 \pm 0.04	1.66 \pm 0.08
Absoluta	22.50 \pm 5.82	1.69 \pm 0.10	1.73 \pm 0.08	0.03 \pm 0.07	0.91 \pm 0.05	1.21 \pm 0.05	0.29 \pm 0.02	0.58 \pm 0.08	0.06 \pm 0.02	1.79 \pm 0.10

MEJORAS EN EL TIEMPO DE CONTACTO EN JÓVENES ATLETAS DE VELOCIDAD Y SALTOS

Brazo Sayavera, J.; Barrientos Vicho, G.; Olcina Camacho, G.J.; Muñoz Marín, D.; Timón Andrada, R.; Maynar-Mariño, M.

Facultad de Ciencias del Deporte. UEX

jbsayavera@unex.es

INTRODUCCIÓN

La carrera de velocidad se puede analizar en base a tres parámetros: la frecuencia, la amplitud y el tiempo de contacto (Tc). Sobre este último hay que decir que será determinante en la velocidad de carrera, ya que a mayor velocidad de carrera le corresponde un menor tiempo de contacto en el suelo [1].

Los efectos del entrenamiento no son perdurables y se reducen de manera significativa en periodos de inactividad. La mayoría de los cambios metabólicos, cardiorrespiratorios y musculares involucionan en 4-8 semanas de inactividad [2].

Los jóvenes atletas disponen de un periodo de descanso que va de 4 a 8 semanas según el caso, con lo que las adaptaciones en la musculatura estabilizadora del pie pueden verse resentidas tras este periodo de descanso, con el posible perjuicio sobre el tiempo de contacto. Por tanto, en jóvenes atletas de las especialidades de velocidad y saltos es muy relevante recuperar esta capacidad y así poder continuar con el desarrollo atlético.

Por todo ello, en este estudio nos planteamos estudiar qué efectos produce una batería de ejercicios específicos para el fortalecimiento de la musculatura estabilizadora del pie en el tiempo de contacto registrado en un drop jump en jóvenes atletas de velocidad y saltos.

MÉTODO

Doce jóvenes atletas de pruebas de velocidad y saltos fueron seleccionados para participar en el presente estudio (15,58 ± 0,90 años; 66,58 ± 4,14 kg; 1,78 ± 0,04 m), ya que para ambos grupos la velocidad de carrera es un factor determinante del rendimiento.

El presente estudio está compuesto por tres fases: el test inicial, la aplicación de la batería de ejercicios durante cuatro semanas y el test final. El protocolo de medición en los test consistía en la realización de un drop jump desde una superficie elevada, cuya altura era de 40 cms (altura recomendada para los sujetos estudiados). La medición se realizó a través de un dispositivo optoelectrico (Optojump, Microgate, Italia). Previamente se había llevado a cabo un test-retest que aportaba fiabilidad a la medida del instrumento y en la medición se realizaban dos repeticiones de la que se registraba la mejor. Tras la realización de las cuatro semanas de entrenamiento en diferentes grupos incluyendo dos series de diez repeticiones de la batería de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura estabilizadora del pie en tartán, a lo largo de tres días a la semana (lunes, miércoles y viernes), se realizó nuevamente el test para poder estudiar los cambios producidos en el tiempo de contacto. La batería de ejercicios estaba compuesta por nueve ejercicios de fortalecimiento del pie y pierna, que conllevaban la realización en desplazamiento y contacto con el suelo (caminar apoyando diferentes partes del pie, diferentes tipos de saltos, etc).

El análisis de los datos se ha realizado mediante el software estadístico SPSS en su versión 18.0, siendo expresados los datos como media y desviación típica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal y como se puede observar en los resultados obtenidos (Figura 1), se dan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el tiempo de contacto en un salto drop jump entre los test realizados antes y después de la intervención.

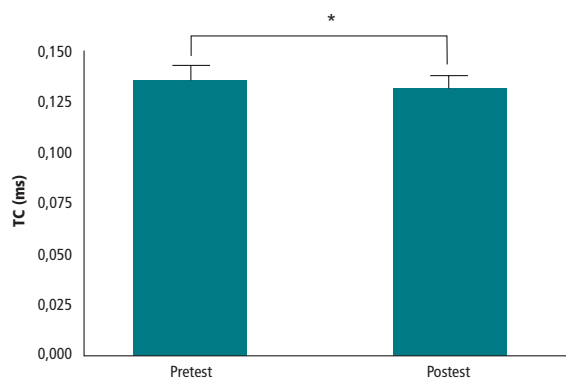


Figura 1. Tiempo de contacto en el drop jump.

La diferencia entre el primer test y el segundo ha sido de 0,003 ms, lo que supone un promedio del 2,82% de reducción del tiempo de contacto.

La literatura no aporta datos sobre tiempos de contacto en este tipo de diseños, si bien los resultados obtenidos están en concordancia con los obtenidos por Zotko [3] para jóvenes atletas, aunque de un nivel ligeramente inferior a los aportados por este autor.

CONCLUSIONES

La batería de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura estabilizadora del pie y la frecuencia propuesta han producido mejoras del tiempo de contacto en un test de drop jump en un grupo de velocistas y saltadores jóvenes.

REFERENCIAS

1. Rius J. Metodología y técnicas del atletismo. Barcelona: Paidotribo; 2005.
2. Serra JR. Salud integral del deportista. Barcelona: Springer; 2000.
3. Zotko R. La estrategia para el desarrollo de los saltos. Cuaderno de atletismo n° 27. Madrid: RFEA; 1998.

TEACHING VALUES THROUGH ATHLETICS BY USING AN EDUCATIVE PROGRAMME IN ETHIOPIA

Soraya Casla Barrio¹; David Ramos Prada¹; María Zakyntinaki^{1,2}; Carlos Alberto Cordente Martínez¹

¹ Laboratory of Analysis of Physical Activity and Sports "James Stirling". Faculty of Science of Physical Activity and Sports-INEF. Technical University of Madrid.

² Institute of Mathematical Sciences (CSIC-UAM-UM3C-UCM)

INTRODUCTION

Ethiopia is a country with serious economic problems¹. It is also, as sport results show, a country full of athletic talents². This project is developed by the sport line of the development cooperation DIM (Sport, Engineering and Mode) group of the Technical University of Madrid (UPM) whose aim is to use the values of sport in the education of children and adolescents and to simultaneously take advantage of the resources of promote talents in order to generate economic and social benefits for the community^{3,4,5}.

Objectives

Identify the different ways of achieving the following:

- Provide education of values through sport in general and through athletics in particular, as a fundamental tool.
- Provide the knowledge and the means in order to enable the development of a sustainable sports structure
- Carry out training programs regarding both sport and education, the ultimate aim of which will be the development of the community.

METHODS AND MATERIALS

This project is being developed under the support of local institutions, in the cities of Dilla, Gighessa and Adigrat, and with the collaboration of 183 adolescents who are considered to be local leaders and are interested in being trained in the areas of sport and education.

The programs developed have a typical duration of four weeks, focusing on training the participants in the area of education of different sports, including football, volleyball, basketball and, above all, athletics. These programs are divided into two parts: the first part is focused on the acceptance of universal values (effort, cooperation, solidarity, respect, etc), while the second part is focused on "teaching how to teach" these values through sport.

In order to evaluate the achievement of the objectives of the project, a Likert type questionnaire especially designed for the purposes of the program was used, which included the project's core issues: content, teachers, training sessions, level of knowledge acquired, facilities, etc. A series of systematic observations was also carried out, during both the theoretical and the practical classes, focusing on the students' participation, their attitude towards the different activities, as well as the way these activities were carried out.

The data were analyzed quantitatively by use of the SPSS statistics software. The results of the analysis included the frequency and the proportion of the questions. The results were compared to the information obtained by the systematic observations, focusing on the more relevant points of the project.

RESULTS AND DISCUSSION

The results obtained by the analysis of the questionnaire demonstrate that the environment created by the teachers has been very positive, and so have been the learning expectations of the students during the program (90% positive answers). The teachers and the contents of the courses have been positively evaluated by more than 80% of the participants. The length of the program and the installations obtained less positive answers (only 40%).

CONCLUSIONS

By comparing the questionnaire responses with the results of the observations we conclude that the teachers' attitude and the content of the programs that have been developed until now should be maintained. The teachers who developed the program should teach the next volunteers, especially regarding aspects of encouragement in the classes, in order to maintain the positive environment that has been achieved during the previous years.

It would also be interesting to include more videos as well as photographs in the theoretic classes as examples, to link in a more clear way the theoretic concepts with the practice, to carry out programs of larger duration and of different levels, as well as to translate the documents not only into English, but also into the native language of the students.

ACKNOWLEDGEMENTS

To the University of Dilla, Salesian Monks and all the participants that went to make fact our project.

REFERENCES

1. Ethiopia in serious economic depression. Ethioguardian: <http://www.ethioguardian.com/news.php?item.1752>
2. IAAF Statistics: <http://www.iaaf.org/statistics/records/inout=O/index.html>
3. Touriñán J. *Educación en valores, educación intercultural y formación para la convivencia pacífica*. Revista galega do ensino, (2005), 47, (1367-1418).
4. Pavesio M, Trigueros C. *Los valores en educación física*. Revista de educación de la Universidad de Granada, (2003) 16, (345-358)
5. Arévalo C. El deporte, una potencial herramienta formativa. *Apuntes: Educación física y deportes*. (2004) 77 (97-101).

EFFECTO DE 4 SEMANAS DE ENTRENAMIENTO AERÓBICO SOBRE LA FUERZA EXPLOSIVA DEL MIEMBRO INFERIOR

Clemente Suárez, V.; Martínez Valencia, A.; González Ravé, JM.

Laboratorio Entrenamiento Deportivo. Facultad CC Deporte. UCLM. Toledo. España
vicente.clemente@uclm.es

INTRODUCCIÓN

Numerosos autores han investigado el efecto de diferentes entrenamientos en el rendimiento de deportistas de resistencia, pero no se ha estudiado el efecto de la distribución y la secuenciación de las tareas de entrenamiento para la mejora de la resistencia aeróbica en la fuerza explosiva de piernas. Por ello esta investigación pretende analizar el efecto de un mesociclo de entrenamientos de 4 semanas para la mejora de la resistencia aeróbica en la expresión de fuerza explosiva de la musculatura de las piernas.

MÉTODO

Se analizó a 10 corredores de clubes de atletismo de Toledo (38.7±9.8 años; 174.7± 6.5 cm; 72.0±9.8 kg; 23.5±2.2 IMC; 8.6±3.2 % grasa). Los sujetos entrenan una media de 76.5± 21.3 minutos diarios y una media de 7.0±2.4 horas semanales. Realizan una media de 5.5±0.8 sesiones de entrenamiento semanales. Se efectuó una batería de 9 saltos, 3 squat jump (SJ), 3 saltos con contramovimiento (SCM) y 3 saltos de SCM con ayuda de brazos. Los resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados del test de fuerza explosiva.

	Variable	Valores	% Cambio
Test 1	SJ (cm)	25,20±5,83	
	SCM (cm)	29,51±5,60	
	SCMV (cm)	33,41±6,55	
	CE	4,31±1,87	
	CRySM	8,20±2,79	
	CCyCUB	3,89±1,95	
Test 2	SJ (cm)	25,81±4,91	2,4
	SCM (cm)	29,36±5,83	-0,5
	SCMV (cm)	33,36±7,15	-0,1
	CE	3,70±2,52	-14,2
	CRySM	7,64±3,16	-6,8
	CCyCUB	3,97±2,65	2,1

Los sujetos realizaron 4 semanas de entrenamiento con una distribución creciente en intensidad de trabajo aeróbico. Los volúmenes totales de entrenamiento se muestran en la tabla 2. Se utilizó el programa estadístico SPSS 17.0 para tratar los datos obtenidos. Primero para comprobar si se cumplen las hipótesis de normalidad y de homocedasticidad de varianzas se realizó la prueba de Shapiro-Will.

Tabla 2. Volúmenes y carga de entrenamiento de los diferentes grupos de entrenamiento.

Distribución de carga de Entrenamiento	TRIMPS	Tiempo Total Entrenamiento (min)	Ar (min)	Al (min)	Am (min)	Ai (min)
Creciente	1744,1±2,1	1105,4±1,3	86,2±0,3	810,8±0,3	134,0±0,6	74,4±0,6

Ar- Aeróbico regenerativo; Al- Aeróbico ligero; Am- Aeróbico medio; Ai- Aeróbico intenso.

Para las variables que cumplían la hipótesis de normalidad y homocedasticidad se realizó un Análisis de la Varianza con un post hoc de Bonferroni. Para las variables que no cumplían la hipótesis de normalidad y homocedasticidad se realizó la prueba Friedman para ver si existían diferencias significativas para posteriormente realizar el test de Wilcoxon con post hoc de Bonferroni. Para todas las comparaciones se aceptó el índice de significación de $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la prueba de fuerza explosiva de piernas muestran un ligero aumento en la toma final de los parámetros de SJ y CCyCUB (Capacidades coordinativas, capacidad de Utilización de Brazos) y un descenso del SCM, SCMV, CE (Capacidad Elástica) y CRySM (Capacidad de reclutamiento y sincronización muscular). Estas modificaciones están en consonancia con las obtenidas por Silvestre et al [1] después de 16 semanas de entrenamiento con futbolistas, también están en consonancia con el estudio de Hoffman et al [2] que analizó un equipo de jóvenes futbolistas después de 16 semanas de entrenamiento resistido. Similar a este estudio fueron los resultados obtenidos por Gorostiaga et al [3] donde los valores de SJ y SCM se mantuvieron constantes después de que un grupo de balonmanistas adolescentes realizara un entrenamiento de balonmano durante 12 semanas. Por el contrario difiere de los resultados del estudio de McMillan et al [4], en el cual aumentaron significativamente los valores de SJ después de 10 semanas de entrenamientos interválicos al 90-95% de la FCmax (4x4'/3').

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran como una distribución de cargas de entrenamiento creciente en la intensidad de trabajo aeróbico parece no afectar negativamente a la manifestación de fuerza explosiva de la musculatura del tren inferior en nuestra muestra.

REFERENCIAS

- Silvestre, R., et al. *J Strength Cond Res.* 20(4): 962-970, 2006.
- Hoffman, J., Et al. *J Appl Sport Sci Res.* 4(3): 76-82, 1990.
- Gorostiaga, E., et al. *Eur J Appl Physiol.* 91: 698-707, 2004
- McMillan, K., et al. *Br J Sports Med.* 39: 273-277, 2005.

MODIFICACIONES DEL LACTATO SANGUÍNEO Y RPE EN UNA PRUEBA DE ULTRARESISTENCIA DE ALTA MONTAÑA

Clemente Suárez, V; Martínez Valencia, A; Parrilla Briega, I; González Ravé, JM.

Laboratorio Entrenamiento Deportivo. Facultad CC Deporte. UCLM. Toledo. España
vicente.clemente@uclm.es

INTRODUCCIÓN

Existen numerosos estudios en los que se han analizado la respuesta orgánica en pruebas de ultraresistencia (2, 3, 4, 5). Muchos de ellos se han realizado en pruebas como Ironman, maratón, ciclismo pero existen pocos estudios realizados en pruebas de ultraresistencia de carrera en alta montaña. Por ello planteamos como objetivo de esta investigación el estudiar los cambios en la concentración sanguínea de Lactato y la percepción subjetiva de esfuerzo, en una prueba de ultraresistencia de 12 horas de carrera en alta montaña.

MÉTODO

Se analizaron 5 sujetos (30±6,9 años; 169,6±3 cm; 69,3±8,7 kg; 23,2±1,7 kg/m²) que realizaron una prueba de ultraresistencia todos juntos de 45 km en 12 horas y 31 minutos en la *Ruta Cóndor* de la sierra de Gredos (España). El recorrido era de alta montaña y acumulaba 4500 m de desnivel. Se registró el RPE y se tomaron muestras de sangre (5 µl) para medir lactato antes de la prueba, a las 6 horas y al finalizar la prueba. Se utilizó el analizador de lactato Lactate Pro y la escala de 6-20 de RPE [1]. El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS 17.0. Primero se determinó la normalidad de la muestra con la prueba de Shapiro-Will. Después se realizó un ANOVA de medidas repetidas cuando se asumieron la homogeneidad de varianza, la normalidad y la esfericidad, con un post hoc de Bonferroni para comparar los valores de RPE y Lactato. Para todas las comparaciones se aceptó el índice de significación de p<0.05.

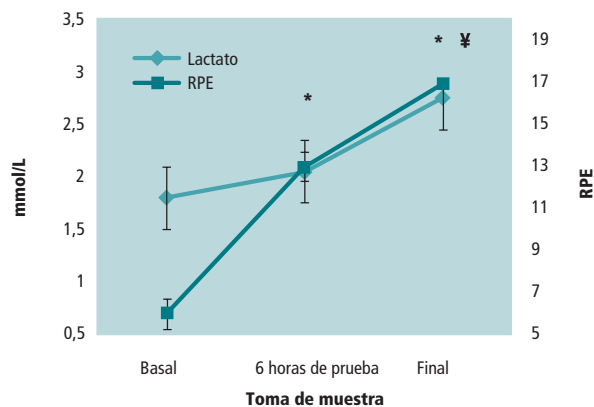


Figura 1. Valores obtenidos en la prueba.

* p < 0.05 vs Toma basal † p < 0.05 vs Toma 6 horas de prueba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de lactato muestran cómo estos aumentaron hasta los 2.05±0.3 mmol/L en el intermedio de la prueba y volvieron a aumentar hasta 2.75±0.3 mmol/L al finalizar la prueba siendo este aumento significativo (p<0.05) con respecto al valor basal. Estos valores están todos por debajo del umbral anaeróbico. Coinciden con los obtenidos por Linderman y Laubach [4] tras una prueba de 21 horas corriendo y son inferiores a los de Clemente et al [2] después de una prueba de ultraresistencia de carrera por relevos, posiblemente a que la intensidad desarrollada es inferior debido al mayor tiempo de prueba y a la falta de recuperación. Los resultados de RPE muestran un aumento significativo en la segunda toma (13±1.2), al igual que en la toma final (17±0.7). Los valores finales coinciden con otras pruebas de ultraresistencia de ciclismo [5] y triatlón [3]. Esta diferencia entre los valores de RPE y Lactato puede ser debida a la posibilidad de que la fatiga que se produce sea por acumulación de metabolitos sino por fatiga del sistema nervioso central [6].

CONCLUSIONES

En conclusión, los resultados de la presente investigación muestran cómo este tipo de esfuerzo de ultraresistencia se realiza a una intensidad inferior a la de umbral anaeróbico pero alcanzan valores elevados en la percepción subjetiva de esfuerzo. Lo que muestra como los mecanismo de fatiga en este tipo de pruebas no están relacionados con un acumulo de metabolitos, si no mas bien por otros factores descritos en la bibliografía como el descenso en la concentración de electrolitos, daño muscular, hipertermia, depleción de sustratos [7] o fatiga del sistema nervioso [6].

REFERENCIAS

- Borg, G. *Scan J Rehab Med* 2(2), 92-98, 1970
- Clemente, V et al. *Motricidad*. 24, 1-21, 2010
- Laursen, P, et al. *Eur J Appl Physiol*, 3, 28-33, 2000.
- Linderman, J, et al. *J Ex Physiol*, 7, 37-44, 2004.
- Wirnitzer, K. *Mladi Evropané ve vědě* (p113-121). Univerzita Karlova v Praze: Praha, 2006.
- Clemente, V et al. *CCD*. 13(5), 33-30, 2010.
- Navarro, F. *La resistencia*. 1992.

AGRADECIMIENTOS

A la asociación MILMAS de Torrejoncillo y los participantes por su colaboración desinteresada.

RELACIÓN ENTRE FRECUENCIA Y LONGITUD DE ZANCADA EN CARRERA DE VELOCIDAD RESISTIDA Y LA CARGA EN 1RM EN SEMI-SQUAT

Martínez Valencia, MA.; Clemente Suárez, V.; Parrilla Briega, I., González-Ravé, JM.

Facultad Ciencias del Deporte, Laboratorio Entrenamiento Deportivo, Toledo
asuncion.martinez@uclm.es

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento resistido se ha considerado uno de los métodos de entrenamiento de la fuerza específica en velocistas, siendo el trineo el sistema más utilizado.

La aplicación de las cargas en este tipo de entrenamiento se establece principalmente en porcentaje del peso corporal del deportista, teniendo en cuenta a su vez, la pérdida de velocidad producida por el incremento de la carga, así, son varios los estudios que han establecido una ecuación para conocer las cargas que se deben aplicar sobre el trineo [1, 2]. Sin embargo, Murray [4] sugiere la aplicación de las cargas en porcentaje de la fuerza individual.

Si se tiene en cuenta que la velocidad máxima de carrera es el resultado de la relación entre la frecuencia (FC) y la longitud de zancada (LC) [3], el objetivo de esta investigación es conocer la relación entre la fuerza máxima y las variables técnicas que determinan la velocidad de carrera en un sprint resistido sobre una distancia de 20 metros.

MÉTODO

La muestra del estudio está compuesta por 9 velocistas ($22,56 \pm 4,00$ años; $72,39 \pm 7,97$ kg; $1,83 \pm 0,04$ m).

Tras familiarización previa, los sujetos realizaron un test de 1RM en semi-squat (Multipower, Salter, Barcelona) obteniéndose la carga máxima según protocolo de Thomas et al [6]. Se utilizó un encoder lineal (MuscleLab System, Ergotest, Noruega) para la medición de la velocidad de cada repetición. Posteriormente se realizó el test de velocidad resistida con trineo lastrado (Byomedic, Barcelona) sobre una distancia de 20m. El registro de tiempos se realizó con el sistema Newtest 300 (Newtest Oy, Oulu, Finlandia), para la obtención de la FC y LC, se dispuso una cámara de alta velocidad Casio HS Exilim F1 (Casio España SL, Barcelona), siendo la velocidad de filmación 300fps. Los sujetos debían completar dos intentos a máxima velocidad sin carga y seis sprints con cargas establecidas en % del peso corporal (PC) (5, 10, 15, 20, 25, y 30%PC), partiendo de una posición estática con un pie adelantado, desde una línea situada a 2 metros de la primera fotocélula.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS 17.0. Tras comprobar que las variables cumplían la hipótesis de normalidad y homocedasticidad se realizó un análisis correlacional de Pearson, siendo el nivel de significación $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en relación a la correlación en las distintas variables técnicas se pueden observar en la Tabla 1. La FC y LC en el test de velocidad resistida se muestran en la Figura 1. Los resultados, muestran que no existe correlación significativa entre la carga máxima movilizada en 1RM en semi-squat y la FC y LC en 20 metros, tanto sin carga como con el incremento de la carga en velocidad resistida. En línea con esta investigación, se encuentra el estudio de Letzelter [1], donde muestra que no existe correlación entre la fuerza isométrica máxima en miembros inferiores y la velocidad en sprint resistido, sin embargo, no hace referencia a las variables técnicas de carrera.

Si se parte de la idea, de que un mayor nivel de fuerza derivará en un aumento de la frecuencia de carrera [5], podría considerarse la relación entre ambas variables. La ausencia de correlación entre los parámetros técnicos y la fuerza máxima en semi-squat, puede deberse a las diferencias técnicas entre la carrera de velocidad y el trabajo en semi-squat.

Tabla 1. Correlación de Pearson entre la FC y LC en velocidad resistida y la carga máxima en 1Rm en semi-squat.

Carga	Frecuencia de Carrera (Hz)						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1RM (Kg)	0,057	-0,395	-0,394	-0,293	-0,058	-0,150	0,131
1RM (Kg)	Longitud de Zancada (m)						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1RM (Kg)	-0,194	0,115	0,115	0,031	0,038	0,208	0,031

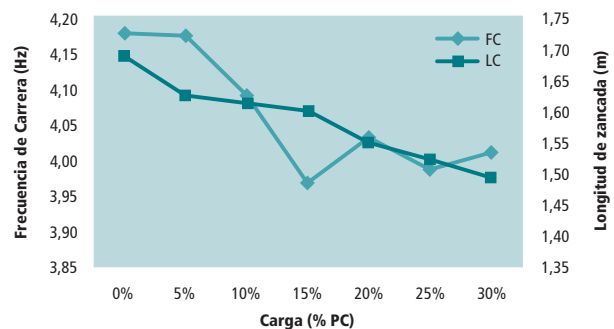


Figura 1. FC y LC en el test de velocidad resistida con cargas incrementales aplicadas en porcentaje del PC.

CONCLUSIONES

La existencia de una correlación baja y no significativa entre la carga movilizada en 1RM en semi-squat y la FC y LC en velocidad sobre una distancia de 20 metros sin carga y con cargas entre el 5 y 30% del peso corporal, sugiere que la disminución de dichas variables durante el entrenamiento resistido no atienden al nivel de fuerza de los atletas, medida a través del 1RM en semi-squat.

REFERENCIAS

- Alcaráz, PE, et al. *J Strength & Cond Res*, 23(2), 480-485, 2009.
- Lockie, RG, et al. *J Strength & Cond Res*, 17(4), 760-767, 2003.
- Murphy, AJ, et al. *J Sports Sci & Med*, 2(4), 144-150, 2003.
- Murray, A, et al. *J Sports Sci*, 23(9): 927-935, 2005.
- Spinks, CD, et al. *J Strength & Cond Res*, 21(1), 77-85, 2007.
- Thomas, G, et al. *J Strength & Cond Res*, 21(2), 336-342, 2007.