

APLICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SALTO PARA EL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO EN LAS SESIONES DE VELOCIDAD

Jiménez-Reyes P¹ - peterjr49@hotmail.com, Cuadrado-Peñafiel V² – victor.cuadrado@uclm.es, González-Badillo JJ^{1,3} - jjgonbad@upo.es

¹Departamento de Deporte e Informática, Facultad del Deporte, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla; ²Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad de Castilla la Mancha; ³Comité Olímpico Español

RESUMEN:

Como respuesta a la necesidad de ajustar las cargas de entrenamiento de los velocistas en el periodo competitivo, se plantea una investigación que permitiera conocer las cargas de entrenamiento más adecuadas en cada periodo de entrenamiento en función de las características de los atletas. Veintiocho atletas (20 velocistas especialistas de diferentes distancias y ocho fonderos), encontrándose una gran parte de ellos en la elite nacional. Los sujetos realizan series de 40, 60 y 80 m, en diferentes sesiones, a la máxima velocidad, con recuperaciones completas, registrando el tiempo con células fotoeléctricas. En cada distancia se registra el tiempo de lanzado en 10m. Antes y después de cada serie, cada atleta realiza tres CMJ, medidos con plataforma de infrarrojos. Cada atleta realiza en cada sesión el número de series necesario hasta incrementar el tiempo empleado en recorrer la distancia un 3% con relación al mejor registro en dicha distancia. Paralelamente a las carreras se realizan tomas de Ácido Láctico (reposo activo, después de la primera serie y después de la última serie), medidas con el analizador Dr Lange. Posterior a las series de velocidad se realiza un perfil individual de fuerza de cada sujeto donde se realizan medidas de CMJ, CMJ con cargas, SJ y Sentadilla, empleando para ello plataforma de fuerza, plataforma de infrarrojos y medidor lineal de fuerza (Isocontrol). Entre otras relaciones, se observa que los atletas con mayores registros de fuerza y potencia experimentan una mayor pérdida en la capacidad de salto y en la velocidad de carrera, independientemente del estrés metabólico. Se observa también una relación significativa entre los mayores registros de fuerza y potencia con los tiempos de lanzado. Cabe destacar que diversas variables pueden experimentar cambios a medida que se incrementa la distancia de carrera. Con el presente estudio se pretende aportar una herramienta útil para la individualización de las sesiones de entrenamiento propias del "TAPERING" (fase decisiva de cara al rendimiento del atleta en competición). No obstante se requieren más investigaciones en esta línea de trabajo para el control de todos los factores que intervienen en el rendimiento en este tipo de pruebas.

PALABRAS CLAVE: sprint, maxima velocidad, potencia, cmj

I. INTRODUCCIÓN:

En la actualidad, la consecución del éxito deportivo se ha convertido en una ardua tarea a conseguir tanto por atletas como por entrenadores. El proceso de entrenamiento requiere un mayor control y análisis tanto de la carga como de los efectos de la misma y por ello se necesita un mayor ajuste de la carga de trabajo para la optimización del rendimiento deportivo.

En los últimos años la aplicación de la metodología científica para mejorar el rendimiento del atleta ha recibido gran atención. A su vez, debido al gran número de factores que influyen en el rendimiento, tanto del sprint (Radford 1990) como de la fuerza (Cronin y Sleivert, 2005), y al desconocimiento de cuál es el método óptimo

de entrenamiento de la fuerza o velocidad (Cronin y Sleivert., 2005; Fowler y col., 1998; Holcomb y col., 1996), se hace necesario optimizar el conocimiento acerca de la preparación del deportista y el efecto del entrenamiento sobre el rendimiento. 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.

Si el principal objetivo del entrenamiento atlético es mejorar el rendimiento y alcanzar el pico de forma en el momento correcto, en las últimas décadas para elevar la capacidad de rendimiento a sus niveles más altos, se han realizado unas cantidades elevadas de entrenamiento intenso. Y aunque se conoce poco acerca de la cantidad óptima de entrenamiento de alta intensidad, los atletas generalmente realizan demasiado entrenamiento.

Todos los atletas en cualquier deporte deben entrenar duro para mejorar. Y para ello al comenzar una temporada si el entrenamiento es duro se produce una bajada de rendimiento, pero si se permite una recuperación adecuada, se produce una supercompensación y mejora del rendimiento (Morton., 1997). Los atletas toleran diferentes niveles de entrenamiento, de competición y de estrés en diferentes momentos, dependiendo de sus niveles de salud y capacidad física a lo largo de una temporada. La carga de entrenamiento debe por consiguiente ser individualizada y reducirse o incrementarse, dependiendo de las respuesta del atleta (Budgett., 1995), así como la carga que cada sesión de entrenamiento representa para cada atleta.

Conseguir el rendimiento atlético óptimo requiere un conocimiento de los efectos del entrenamiento durante una temporada de competición para que las estrategias que se puedan diseñar lleven a un atleta a alcanzar su pico de forma en el momento exacto de competición. El entrenamiento todavía se basa demasiado en la experiencia e intuición, pero sería posible una mayor mejora si los efectos del entrenamiento pudieran ser cuantificados y optimizados.

Por consiguiente, para aproximarnos al estudio de esta problemática sobre la carga de entrenamiento, su efecto y el ajuste de las mismas para las pruebas de velocidad y en el atletismo, vamos a presentar la experiencia práctica a través de un estudio que fue diseñado para tal fin. Para ello, se analizó, parcialmente, una de las cuestiones más problemáticas del entrenamiento, como es la dosis de carga y sus efectos inmediatos sobre el organismo, ya que las cargas son la causa de la respuesta del deportista al entrenamiento. En este estudio se analizó el efecto del empleo de diferentes distancias de carrera repetidas realizadas a la máxima velocidad posible sobre la pérdida de velocidad, el estrés metabólico y la capacidad de salto. Dada la falta de conocimiento sobre estos factores y por la gran variabilidad en el número de series que los entrenadores utilizan con sus velocistas y el desconocimiento sobre cuántas series realizar, cuándo deben interrumpir un entrenamiento o qué herramienta usar para controlar de forma óptima el entrenamiento de carrera en los velocistas, se llevó a cabo este estudio, en el que se intentó abordar la relación entre el grado de carga y la fatiga, medida a través de las pérdidas en velocidad, de capacidad de salto y por el estrés metabólico.

La realización de carreras a la máxima velocidad produce determinados efectos metabólicos y mecánicos que pueden ser medidos a través de la pérdida de tiempo o la capacidad de salto. Los resultados de esta medición pueden reflejar cierto grado de fatiga si disminuye la capacidad de salto o si aumenta el tiempo de realización de las carreras, lo que podría considerarse una pérdida de producción de fuerza en la unidad de tiempo (Spencer y col., 2005; Dawson y col., 1997; Holmyard y col., 1987; Hirvonen y col., 1987; Bogdanis y col., 1998). Sin embargo, no hemos encontrado ningún trabajo en el que se hayan realizado saltos previos y posteriores a cada sprint con recuperaciones completas como reflejo del efecto de cada una de las carreras sobre la capacidad de salto y la evolución de la fatiga a lo largo de la sesión de entrenamiento de sprint. Tampoco se han observado estudios que analicen los efectos de diferentes distancias de carrera con una pérdida porcentual de rendimiento entre las distancias ni la posible relación que tendrían los valores de fuerza y potencia del tren inferior en las pérdidas de rendimiento. Por tanto, en todos estos estudios, independientemente del protocolo empleado para analizar la evolución de los valores de potencia, se desconoce la acumulación de lactato, la fatiga producida y las posibles relaciones entre los valores de fuerza, velocidad y potencia del tren inferior con la capacidad de salto y el rendimiento en sprint.

El conocimiento sobre el ajuste de las cargas de entrenamiento en carreras de velocidad en función de los efectos metabólicos y mecánicos producidos durante su realización evitaría que los entrenadores llegaran a conclusiones falsas sobre el efecto del entrenamiento, alejándose de ese modo de cometer el error de que el entrenamiento realizado (la carga real o estrés orgánico producido en el sujeto) fuera distinto al programado. Si se pudiera comprobar en la misma sesión de entrenamiento los efectos producidos por el entrenamiento que los atletas están realizando (a través de instrumentos sencillos como puede ser una plataforma de infrarrojos o un analizador de lactato portátil), el control de estos efectos informaría con más precisión sobre qué grado de esfuerzo real se está realizando en cada momento, lo que permitiría a los entrenadores un mejor ajuste entre la carga propuesta y la carga real que realiza el atleta.

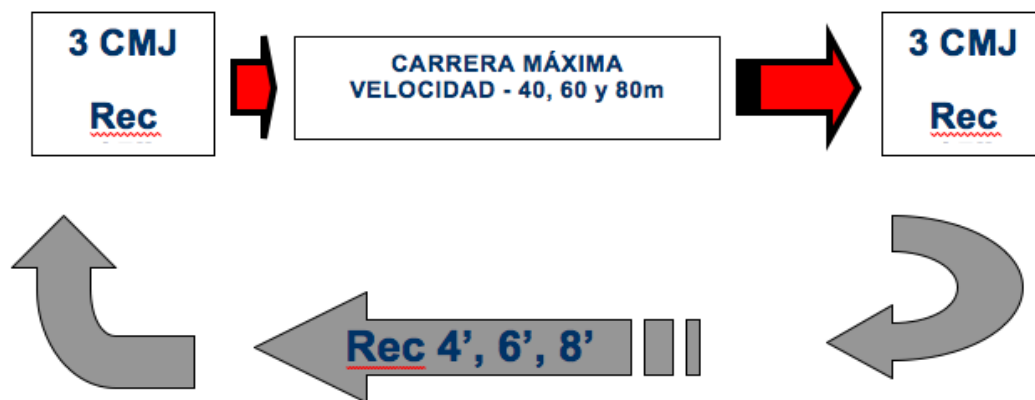
Por ello, ante la necesidad de dar una respuesta a estas cuestiones nuestro objetivo será analizar el efecto mecánico y metabólico de la realización del máximo número de series posibles hasta alcanzar una pérdida del rendimiento del 3% en distancias de 40, 60 y 80 metros, así como comprobar si existe alguna relación entre la respuesta de los sujetos a estos esfuerzos y la fuerza y la potencia muscular medidas a través de tests convencionales. Por consiguiente, dada la necesidad de encontrar pautas orientativas para el control de 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 estas 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 del tren inferior.

II. METODOLOGÍA:

Los sujetos (18 velocistas; 23 ± 4.4 años, 177.6 ± 5.9 cm y 73.7 ± 4.6 kg) 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. Posteriormente realizaron bloques de ejercicios formados por tres saltos, la carrera correspondiente y otros tres saltos. La recuperación entre la carrera y los saltos posteriores fue aproximadamente de un minuto. La recuperación entre cada uno de los saltos antes y después de la carrera fue de 15". Esta secuencia se repitió con recuperaciones de 4, 6 y 8 minutos para las carreras de 40, 60 y 80 metros, respectivamente. Para las carreras se estableció una distancia parcial que fue de 30 metros para la carrera de 40, de 50 metros para la de 60 y de 60 metros para la de 80. 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 tomaron muestras de lactato tras finalizar el primer y último bloque.



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). Se realizaron tomas de lactato con el analizador de lactato Dr. Lange LP 20 (Bruno Lange, Alemania). Éste fue calibrado antes de cada sesión.

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.

III. RESULTADOS:

Tabla 1. Variables asociadas a las series de 40m, 60m y 80m.

n = 18	40 metros	60 metros	80 metros
Nº Series realizadas	10.47 ± 3.93	8.61 ± 2.89	7.61 ± 2.50
Mejor tiempo	5.20 ± 0.24	7.28 ± 0.34	9.61 ± 0.45
Peor tiempo	5.40 ± 0.22***	7.60 ± 0.36***	10.00 ± 0.49***
Mejor tiempo parcial ¹	4.10 ± 0.18	6.20 ± 0.29	7.40 ± 0.33
Peor tiempo parcial ¹	4.27 ± 0.17**	6.46 ± 0.30***	7.67 ± 0.35***
Mejor tiempo entre parcial y final	1.09 ± 0.06	1.07 ± 0.05	2.20 ± 0.12
Peor tiempo entre parcial y final	1.12 ± 0.6*	1.14 ± 0.06***	2.32 ± 0.14***
Lactato inicial tras la primera serie	5.42 ± 1.10	7.00 ± 2.13	8.35 ± 2.65
Lactato final	8.38 ± 2.71***	10.55 ± 2.85***	13.80 ± 1.89***
CMJ inicial	46.66 ± 5.76	47.57 ± 5.50	47.68 ± 6.29
CMJ final	45.22 ± 6.64	44.40 ± 6.05***	43.73 ± 6.18***

CMJ: Salto con contramovimiento.

¹Tiempo parcial: tiempo hasta 30 metros para la distancia de 40 metros, hasta 50 metros para la distancia de 60 metros y hasta 60 metros para la distancia de 80 metros.

Los asteriscos indican las diferencias significativas entre el mejor y el peor valor en cada uno de los casos, así como las diferencias entre el lactato y el CMJ inicial y final.

*: p<0.05; **: p<0.01; ***: p<0.001

Tabla 2. Relación entre los valores de fuerza y potencia en CMJ con cargas y los valores de las carreras.

	Nºseries (n=18)	Pérdidas CMJ (n=18)	Cambios LAC (n=18)	T' PARCIAL (n=18)	T' FINAL (n=18)
40 METROS					
CMJ	-0.264	0.146	-0.500*	-0.77**	-0.74**
Altura / Peso Corporal	-0.17	0.45	-0.21	-0.51*	-0.54*
RFD MAX	-0.13	-0.15	-0.18	-0.43	-0.33
RFD al pico MAXIMO	-0.08	-0.22	-0.11	-0.48	-0.47
Carga-POT-MÁX	-0.22	0.18	-0.52*	-0.65**	-0.62*
Carga relativa	---	---	---	-0.67**	-0.69**
60 METROS					
CMJ	-0.465	0.536*	-0.479	-0.72**	-0.71**
Altura / Peso Corporal	-0.32	0.53*	-0.08	-0.65*	-0.64*
RFD MAX	-0.16	0.20	-0.35	-0.37	-0.34
RFD al pico MAXIMO	-0.14	0.22	-0.31	-0.39	-0.37
Carga-POT-MÁX	-0.41	-0.53*	-0.43	-0.66**	-0.65**
Carga relativa	---	---	---	-0.79***	-0.79***
80 METROS					
CMJ	-0.353	0.122	-0.150	-0.79**	-0.78**
Altura / Peso Corporal	-0.03	-0.05	-0.24	-0.65*	-0.62*
RFD MAX	0.01	0.23	0.06	-0.29	-0.29
RFD al pico MAXIMO	0.02	0.23	0.01	-0.30	-0.30
Carga-POT-MÁX	-0.35	0.22	0.17	-0.62**	-0.63**
Carga relativa	---	---	---	-0.77***	-0.78***

Altura/Peso Corporal: relación entre la altura (cm) en el CMJ y el peso corporal (kg).

RFD MAX: máxima producción de fuerza en la unidad de tiempo.

RFD al pico MAXIMO: máxima producción de fuerza por unidad de tiempo hasta alcanzar el pico máximo de fuerza en el salto.

Carga-POT-MÁX: carga con la que el sujeto alcanza la máxima potencia en salto.

Carga relativa: valor que representa la carga con la que el sujeto alcanza su máxima potencia en el salto con respecto al peso corporal del sujeto.

*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$

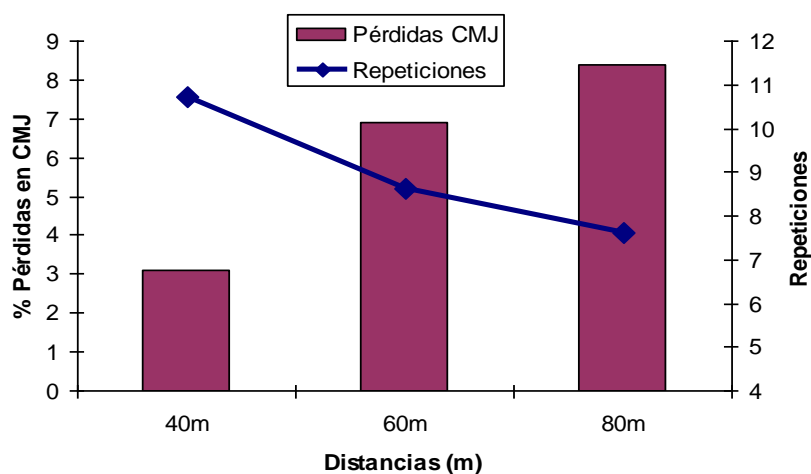


Figura 2. Porcentaje de pérdida de altura en el CMJ al final de la última repetición de cada distancia (barras del gráfico) ante una misma pérdida del 3% de velocidad y el número de repeticiones realizadas (línea del gráfico).

*** <0.001 - Los asteriscos indican las diferencias significativas entre el CMJ inicial y final.

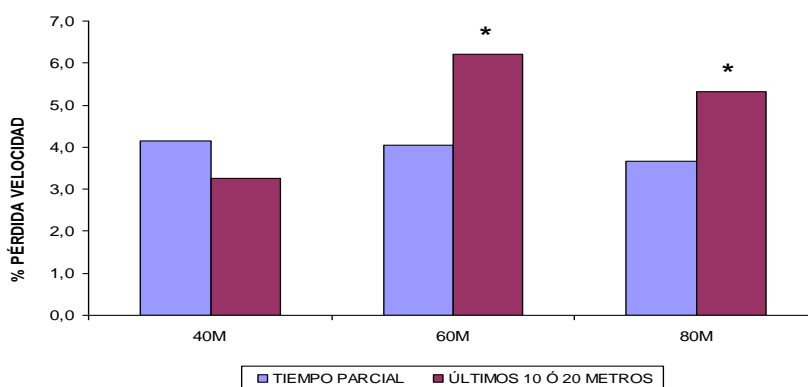


Figura 3. Pérdidas relativas con respecto a la pérdida total en los tiempos parciales y en los últimos 10m ó 20m. Los tiempos parciales son hasta 30m cuando se corren 40m, hasta 50m para los 60m y hasta 60m para los 80m. Por tanto, los últimos 10 metros se consideran al correr 40m y 60m y los últimos 20 metros al correr 80m.

* <0.05 - Los asteriscos indican las diferencias significativas de la pérdida de velocidad entre tiempo parcial y últimos 10 ó 20 metros.

IV. DISCUSIÓN:

Uno de los principales hallazgos de nuestro estudio ha sido la comprobación de cómo la pérdida de velocidad o el descenso de rendimiento en 60 y 80 metros es proporcionalmente superior en la fase de máxima velocidad (de 50 a 60 y de 60 a 80 metros) de manera significativa que en la fase acelerativa (0 a 50 y 0 a 60 metros).

Una posible explicación a esta distribución de las pérdidas podría estar en el hecho de que la fatiga se manifiesta en mayor medida cuanto menor es el tiempo disponible para aplicar fuerza (Hakkinen et al, 1986 y 1989), y esto es lo que ocurre durante la fase de máxima velocidad, en la que el tiempo disponible para aplicar fuerza es menor que en la fase de aceleración. En la misma línea encontramos los hallazgos de Spencer et al., (2005), Dawson et al., (1997), Holmyard et al. (1987), Hirvonen et al. (1987) y Bogdanis GC et al., (1998) sobre la pérdida de potencia y la fatiga en carreras cortas de velocidad. Por tanto, la mayor pérdida porcentual en la fase de máxima velocidad se podría justificar por el menor tiempo de apoyo y su correspondiente mayor producción de fuerza en la unidad de tiempo en esta fase con respecto a la fase acelerativa. El incumplimiento de esta tendencia en la distancia de 40 m en velocistas podría explicarse por el hecho de que estos deportistas aún no están en la fase de máxima velocidad cuando alcanzan los 30 metros y, por tanto, los tiempos de apoyo no se han reducido suficientemente.

Por otra parte, en las actividades de sprint máximo que requieren una importante contribución de PCr para proporcionar energía, es probable que la capacidad para mantener el sprint se vea afectada por la disponibilidad de PCr en el músculo. Esto se apoya por la relación directa ($r = 0.74$; $p < 0.05$) entre el grado de recuperación de la PCr tras un periodo de recuperación y la consiguiente recuperación del rendimiento, expresado como porcentaje de la potencia media desarrollada (Bogdanis y col., 1995). Estos autores hallaron una relación de $r = 0.86$ ($p < 0.05$) entre la resíntesis de la PCr y la recuperación de la potencia en sprint, sugiriendo que la recuperación de los valores de fuerza explosiva (RFD) durante los primeros minutos de recuperación de este tipo de ejercicio también podría dar una idea del grado de recuperación de las reservas musculares de CPr. Estos resultados nos permiten sugerir que la depleción de PCr también está en la base de las pérdidas de velocidad y de altura de salto observadas en nuestro estudio.

Las pérdidas de velocidad y altura del salto también podrían estar relacionadas con la reducción de la fuerza y la rigidez músculo-tendinosa de las extremidades inferiores (Toumi y col., 2006).

Generalmente se acepta que la fatiga en ejercicios de corta duración está causada principalmente por factores metabólicos y sus metabolitos (Billaut y Basset, 2007), y se ha sugerido que uno de los mecanismos de la fatiga en este tipo de actividades intermitentes y de máxima intensidad es una insuficiente resíntesis de los fosfatos intramusculares de alta energía (Balsom y col. 1992). Además, la incapacidad para reproducir el rendimiento en sprints sucesivos durante sprints repetidos se ha sugerido que principalmente se debe a cambios dentro del músculo (Glaister 2005). En este sentido, se ha propuesto como algunos de los mecanismos responsables la acumulación de metabolitos (Bishop y col. 2004), la degradación de la fosfocreatina (Glaister 2005) o la influencia negativa sobre el mecanismo de contracción-relajación (Ortenbland y col. 2000). Los ajustes neurales tales como la reducción de la conducción nerviosa del sistema hacia la musculatura activa (Drust y col. 2005; Racinais y col. 2007), la reducción de la activación muscular (Kinugasa y col. 2004; Racinais y col. 2007) y alteraciones en la coordinación muscular (Billaut y col. 2005) también se consideran relacionadas con el desarrollo de la fatiga durante los sprints repetidos. Por tanto, las pérdidas en CMJ se podrían considerar como un buen

indicador de la fatiga por depender muy directamente, al igual que los sprints, de estos factores neurales y por su relación con las distancias recorridas. Por tanto, serían muy útiles para el control y dosificación de la carga de entrenamiento.

Otro 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. Estos resultados sugieren que aunque la pérdida porcentual en rendimiento en carrera sea la misma, la fatiga producida es mayor a medida que aumenta la distancia (Toumi H et al. 2006). De nuevo se pone de manifiesto que la fatiga influye notablemente sobre la producción de fuerza en la unidad de tiempo, puesto que la altura del salto está altamente relacionada con esta variable ($r=0.81$, González Badillo, datos de laboratorio no publicados). 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. Estas pérdidas porcentuales se corresponden con las pérdidas en CMJ en términos absolutos, que fueron significativas en 60 y 80 metros (Tabla 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 (Tabla 2). Hallazgos similares encontraron McBride J.M et al. (2002) y McBride J.M et al. (2005) que observaron una relación significativa entre el SJ con carga y la carrera de 40 metros, a su vez, Cronin J.B & Hansen K.T. (2005) encontraron una relación entre la fuerza y la potencia al realizar CMJ con cargas y el tiempo en los primeros apoyos (tiempo a 5 metros), la aceleración (tiempo a 10 metros) y la velocidad máxima (tiempo a 30 metros). En la misma línea encontramos a Wisloff U et al. (2004) que hallaron una alta correlación entre la fuerza máxima en media sentadilla con el rendimiento en sprint y la altura de salto.

V. CONCLUSIONES Y APLICACIONES PRÁCTICAS:

- 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.
- A través del control del CMJ se puede estimar el estrés metabólico que se está produciendo durante el esfuerzo.

- La relación existente entre el CMJMP y el rendimiento en carreras de distancias cortas con el control del peso corporal sugiere que un aumento de la carga con la que se puede saltar 20 cm tiende a mejorar los tiempos en distancias cortas.
- La relación entre el CMJMP y los tiempos es mayor que con el CMJ. Estos resultados confirman la importancia de este hallazgo y la aplicación práctica que tienen para el control del efecto del entrenamiento.
- Como entrenadores nos servirá para encontrar pautas orientativas para la dosificación del entrenamiento de fuerza tomando como referencia la capacidad de salto previa al inicio de cada sesión de entrenamiento.

Por consiguiente, y como aplicación de carácter eminentemente práctica, y para nuestra labor como entrenadores, 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.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AZIZ A.R., CHIA M AND THE K.C. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*; 40: 195-200. 2000.

BALSOM P.D, SEGER J.Y, SJÖDIN B AND EKBLÖM B. Maximal-Intensity Intermittent Exercise: Effect on Recovery Duration. *Int J. Sports Med*; 13: 528-533. 1992.

BALSOM P.D, SEGER J.Y, SJÖDIN B. AND EKBLÖM B. Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol*; 65: 144-149. 1992.

BOGDANIS GC, NEVILL ME, BOOBIS LH, LAKOMY H.K.A. AND NEVILL AM. Recovery of power output and muscle metabolites following 30s of maximal sprint cycling in man. *J Physiol (Lond)*; 15: 467-80. 1995.

BOGDANIS GC, NEVILL ME, BOOBIS LH. AND LAKOMY H.K.A. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl Physiol*; 80: 876-84. 1996.

BOGDANIS GC, NEVILL ME, LAKOMY H.K.A. AND BOOBIS LH. Power output and muscle metabolism during and following recovery from 10 and 20 s of maximal sprint exercise in humans. *Acta Physiol Scand*; 163: 261-272. 1998.

BOSCO C. La valutazione della forza con il test de Bosco. Ed. Societa Stampa Sportiva. 1992.

BOSCO C, LUHTANEN P. AND KOMI PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. Eur J Appl Physiol Occup Physiol; 50(2): 273-282. 1983.

BOSCO C, TARKKA I AND KOMI P.V. Effect of elastic energy and myoelectrical Potentiation of triceps surae stretch-shortening cycle exercise. Int J Sports Med.; 3(3): 137-40. 1982.

CRONIN J.B. AND HANSEN K.T. Strength and Power Predictors of Sports Speed. Journal of Strength and Conditioning Research; 19(2): 349-357. 2005.

DAWSON B, GOODMAN C, LAWRENCE S, PREEN D, POLGLAZE T, FITZSIMONS M. AND FOURNIER P. Muscle phosphocreatine repletion following single and repeated short sprint efforts. Scand J Med Sci Sports.; 7(4): 206-13. 1997.

DONA L, TOMLIN AND WEENGER H.A. The relationship between Aerobic Fitness and Recovery from High Intensity Intermittent Exercise. Sports Med; 31(1): 1-11. 2001.

GAITANOS GC, WILLIAMS C, BOOBIS LH. AND BROOKS S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. J Appl Physiol; 75: 712-9. 1993.

GLAISTER M. Multiple Sprint Work. Physiological Responses, Mechanisms of Fatigue and the Influence of Aerobic Fitness. Sports Med; 35(9): 757-777. 2005.

GONZALEZ BADILLO JJ. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Ed. Inde. 1995.

GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. (2000) Bases teóricas y experimentales para la aplicación del entrenamiento de fuerza al entrenamiento deportivo. Infoco.es. 5(2): 3-14

GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. Y RIBAS, J. (2002) Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: INDE

GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. (2003). Análisis de datos en la evaluación del entrenamiento deportivo. COE: Madrid

GONZALEZ BADILLO JJ. Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la fuerza. Modulo 2.3. Capítulo 6 – Evaluación de la fuerza páginas 48 a 76 en González Badillo y Gorostiaga. COE. Madrid 2002.

HAKKINEN, K. Y KAUHANEN H. (1989). Daily changes in neural activation, force-time and relaxation-time characteristics in athletes during very intense training for one week. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* 29: 243-249.

HAKKINEN, K. Y KOMI, P. V. (1986). Effects of fatigue and recovery on electromyographic and isometric force- and relaxation-time characteristics of human skeletal muscle. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55:588-596

HARGREAVES M, MCKENNA MJ, JENKINS DG, WARMINGTON S.A, LI J.L, SNOW R.J. AND FEBRAIO M.A. Muscles metabolites and performance during high-intensity, intermittent exercise. *J Appl Physiol*; 84: 1687-91. 1998.

HIRVONEN J, REHUNEN S, RUSKO H. AND HARKONEN M. Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*; 56(3): 253-9. 1987.

HOLMYARD DJ, CHEETHAM ME, LAKOMY HKA AND WILLIAMS C. Effect of recovery duration on performance during multiple treadmill sprints. In: Reilly T., Lees A., Davids K.,Murphy W.J. (eds). *Science and Football*. E & FN Spon, London, pp 134-142, 1988.

LINNAMO V, HÄKKINEN K. AND KOMI P.V. Neuromuscular fatigue and recovery in maximal compared to explosive strength loading. *Eur J Appl Physiol*; 77: 176-181. 1998.

MCBRIDE J.M, NIMPHIUS S. AND ERICKSON T.M. The Acute Effects of Heavy-Load Squats and Loaded Countermovement Jumps on Sprint Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 19(4): 898-897. 2005.

MCBRIDE J.M, TRIPLETT-MCBRIDE T, DAVIE A. AND NEWTON R.U. The Effect of Heavy-Vs. Light-Load Jump Squats on the Development of Strength, Power, and Speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 16(1): 75-82. 2002.

RODAKCI AL, FOWLER NE AND BENNETT SJ. Vertical jump coordination: fatigue effects. *Med Sci Sports Exerc.*; 34(1): 105-116. 2002.

SAHLIN K. AND REN J.M. Relationship of contraction capacity to metabolic changes during recovery from a fatiguing contraction. *J. Appl Physiol*; 67 (2): 648-654. 1989.

SKURVYDAS A, JASCANINAS J AND ZACHOVAJEVAS P. Changes in height of jump, maximal voluntary contraction force and low-frequency fatigue after 100 intermittent or continuous jumps with maximal intensity. *Acta Physiol Scand.*;169(1): 55-62. 2000.

SLEIVERT G. AND TAINGAHUE M. The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *Eur J Appl Physiol*; 91: 46-52. 2004.