

Monograph

Especificidad de la Velocidad del Entrenamiento con Sobrecarga: Velocidad Real de Movimiento versus Intención de Movimiento Explosivo

Robert U Newton y Naoki Kawamori

Edith Cowan University, Joondalup, Western Australia, Australia.

RESUMEN

Este artículo explora la cuestión de si que es más importante al determinar las respuestas específicas de la velocidad en el entrenamiento con sobrecarga: ¿la velocidad real de movimiento o la intención de movimiento explosivo?.

Palabras Clave: velocidad, especificidad, entrenamiento, rendimiento, fuerza, atleta

INTRODUCCION

La especificidad de la velocidad es una consideración importante cuando se diseñan programas para el entrenamiento con sobrecarga. Esto indica que las adaptaciones al entrenamiento (e.g., incremento de la fuerza/potencia) son mayores a la velocidad o casi a la velocidad del entrenamiento (7, 17, 26). Sin embargo, existe una hipótesis conflictiva de que la intención de mover la barra, o el propio cuerpo, o cualquier otro objeto en forma explosiva es más importante que la velocidad real de movimiento para determinar, las respuestas específicas de la velocidad, del sistema neuromuscular al entrenamiento con sobrecarga (1). En otras palabras, es posible mejorar la fuerza a alta velocidad intentando realizar movimientos rápidos contra cargas pesadas, aunque la velocidad real de movimiento sea lenta o incluso cero (isométrica). Dicha sugerencia ha derivado en controversias entre los profesionales del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento y entre los científicos del deporte. La cuestión es, "¿Qué es más importante para determinar las respuestas específicas de la velocidad en el entrenamiento con sobrecarga: la velocidad real de movimiento o la intención de realizar un movimiento en forma explosiva? La respuesta a esta cuestión dictará la selección apropiada de las cargas de entrenamiento y por lo tanto es de gran interés para los profesionales del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento. El propósito de este artículo es revisar los hallazgos de las diferentes investigaciones en las que se basa esta controversia y determinar las implicaciones para la apropiada selección de las cargas de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza/potencia a alta velocidad.

Especificidad de la Velocidad

El principio de la especificidad del entrenamiento es una consideración importante cuando se diseñan programas para el entrenamiento de la fuerza. Se sabe bien que los diferentes programas de entrenamiento con sobrecarga provocan diferentes adaptaciones neuromusculares que son específicas del tipo de estímulo aplicado al sistema neuromuscular en

términos de acción muscular, patrón de movimiento, magnitud y tasa de producción de fuerza, velocidad de movimiento y rango de movimiento (27, 28). La especificidad de la velocidad es uno de los principios que indica que las adaptaciones inducidas por el entrenamiento (e.g., incremento de la fuerza/velocidad) se maximizan a la velocidad o casi a la velocidad de entrenamiento (2).

La mayoría de las investigaciones previas acerca de la especificidad de la velocidad se ha llevado a cabo mediante la utilización de dinamómetros isocinéticos tanto para el entrenamiento como para la evaluación (6, 7, 17, 22). Los resultados de dichas investigaciones generalmente concuerdan que el entrenamiento a alta velocidad provoca mayores incrementos en la fuerza/potencia a mayores velocidades de movimiento y que el entrenamiento con movimientos lentos desarrolla la fuerza/potencia a velocidades substancialmente más lentas con pocos efectos sobre la fuerza/potencia a altas velocidades, lo que indica que el entrenamiento isocinético provoca adaptaciones específicas de la velocidad (6, 17, 22). Por otra parte, aparentemente el entrenamiento isocinético también provoca incrementos en la fuerza/potencia por encima y por debajo de la velocidad de entrenamiento, aunque disminuyen a medida que la velocidad de evaluación se desvía de la velocidad de entrenamiento (7, 20, 22).

Debido a que las acciones musculares isocinéticas son consideradas menos específicas que los movimientos deportivos reales, que característicamente implican aceleraciones y desaceleraciones (i.e., cambios en la velocidad), la aplicación práctica de los resultados de las investigaciones en las que se utilizaron entrenamientos isocinéticos son algo cuestionables (9, 19). En términos de validez externa, la carga isoinercial (i.e., masa constante) parece ser más específica de los movimientos deportivos y sería de mayor aplicación (9). En un entrenamiento isoinercial con un movimiento dado, la velocidad real de movimiento es determinada por el impulso aplicado por el sistema músculo-esquelético y por la magnitud de la carga externa, dado que la intención es acelerar la carga con el máximo esfuerzo dinámico (21). Kaneko et al (18), por ejemplo, observaron adaptaciones específicas de la velocidad de movimiento en los flexores del codo con cargas del 0, 30, 60 y 100% de una contracción voluntaria máxima isométrica (MVC), de manera que el entrenamiento con cargas altas (100% de la MVC) mejoró la porción de la fuerza en la curva fuerza-velocidad, mientras que el entrenamiento con cargas bajas (0% de la MVC) influyó la porción de la velocidad. Moss et al (23) mostraron respuestas específicas de la velocidad similares para los flexores del codo con cargas isoinerciales de 15, 35 y 90% de una repetición máxima (1RM), excepto que el entrenamiento con cargas pesadas (90% de 1RM) también incremento la producción de potencia con cargas ligeras (e.g., 15% de 1RM). Por el contrario McBride et al (12) y Jones et al (16) reportaron una falta de especificidad aparente de la velocidad, por lo que el pico de velocidad y el pico de potencia se incrementaron en un amplio rango de cargas entrenando con cargas livianas mientras que la fuerza pico se incrementó en un amplio rango de cargas, entrenando con cargas pesadas. Por lo tanto, parece que la teoría clásica de la especificidad de la velocidad, respaldada por los estudios que utilizaron entrenamientos isocinéticos, no siempre es cierta para el entrenamiento isoinercial. Se requieren más estudios para determinar los efectos de los métodos de entrenamiento isoinerciales sobre las adaptaciones específicas de la velocidad y en particular la contribución relativa de las adaptaciones neurales y musculares.

Intento de Movimiento Explosivo

El concepto de que es más importante intentar realizar el movimiento en forma explosiva que la velocidad real de movimiento se hizo ampliamente conocido entre los profesionales del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento y entre los científicos del deporte luego de la publicación de un artículo llevado a cabo por Behm y Sale (1), el cual es uno de los artículos de investigación más citados cuando se trata este tema. En este estudio estudiantes de educación física varones y mujeres entrenaron ambas piernas unilateralmente para investigar los efectos de diferentes modos de entrenamiento de la fuerza sobre las respuestas específicas de la velocidad en los músculos dorsiflexores del tobillo. El pie de una pierna fue sujetado para asegurar acciones isométricas, mientras que el pie de la otra pierna fue sujetado a un dispositivo isocinético para realizar acciones musculares concéntricas a 5.23 rad/s. Los sujetos intentaron realizar los movimientos lo más rápidamente posible con ambas piernas de manera que el intento neural de realizar movimientos rápidos fue el mismo con ambas piernas pero las velocidades reales de movimiento difirieron.

Los resultados de este estudio indicaron que tanto la pierna entrenada isométricamente como la pierna entrenada isocinéticamente mostraron similares respuestas específicas a altas velocidades cuando fueron evaluadas a diferentes velocidades angulares (0-5.23 rad/s) en un dinamómetro isocinético. Por lo tanto, el incremento en el torque durante la dorsiflexión del tobillo inducido por el entrenamiento fue mayor a la mayor velocidad de evaluación y progresivamente menor con las menores velocidades de evaluación para ambas piernas. Además, se hallaron adaptaciones al entrenamiento similares en ambas piernas respecto de las características de la curva fuerza-tiempo en contracciones isométricas voluntarias como evocadas. Los autores concluyeron que los principales estímulos respecto de las respuestas específicas de altas velocidades durante el entrenamiento de sobrecarga son la intención de realizar el movimiento de forma explosiva y una alta tasa de desarrollo de la fuerza (RDF), y por lo tanto la carga externa y la velocidad real de movimiento son menos importantes. Estos autores además sugirieron que intentar mover una carga pesada lo más rápidamente posible es el mejor método para mejorar el rendimiento de fuerza a altas velocidades debido a que la utilización de cargas altas permite una mayor producción de fuerza. Dicha sugerencia contrasta con la teoría clásica de la especificidad de la

velocidad, la cual indica que es necesario realizar entrenamientos de la fuerza explosiva con cargas ligeras a altas velocidades de movimiento para así mejorar la fuerza/potencia a altas velocidades (14, 18, 27). Dicha contradicción ha creado confusión respecto de que carga de entrenamiento es la mejor para obtener adaptaciones de fuerza/potencia a altas velocidades y para la mejora del rendimiento dinámico. La siguiente sección examina las opiniones, las evidencias científicas y los posibles mecanismos subyacentes que respaldan cada escuela de pensamiento e intentará clarificar la controversia acerca de “velocidad real de movimiento versus intención de movimiento explosivo”.

Que es Más Importante ¿La Velocidad Real de Movimiento o la Intención de Realizar el Movimiento en Forma Explosiva?

Antes de comparar las dos escuelas de pensamiento, sería apropiado establecer que la intención de mover una carga de forma explosiva es importante sin considerar cual es la carga utilizada para el entrenamiento. Fielding et al (13) compararon dos grupos de entrenamiento, ambos entrenaron al 70% de 1RM, pero uno de los grupos enfatizó la intención de mover la carga de forma explosiva (entrenamiento rápido) mientras que el otro grupo completó las repeticiones de una forma más lenta y controlada (entrenamiento lento). Los investigadores hallaron que el grupo que realizó el entrenamiento rápido incrementó significativamente la potencia muscular en mayor medida que el grupo que realizó el entrenamiento lento, aunque los incrementos en la fuerza máxima fueron similares en ambos grupos. Asimismo, Young y Bilby (30) hallaron una tendencia en el grupo que enfatizó la intención de mover la carga explosivamente (entrenamiento rápido) a alcanzar mayores incrementos en la producción de fuerza rápida (i.e., máxima tasa de desarrollo de la fuerza), en comparación con el grupo control que realizó el entrenamiento con movimientos lentos y controlados (entrenamiento lento). Ambos grupos utilizaron la misma intensidad relativa de entrenamiento (8-12 RM), y por lo tanto la velocidad real de movimiento/potencia de entrenamiento fue mayor en el grupo que entrenó tratando de mover la carga de forma explosiva. Los resultados de estos estudios indican que cuando se utiliza la misma carga relativa de entrenamiento, el entrenamiento realizado con la intención de mover la carga de forma explosiva es superior al entrenamiento con movimientos “lentos” y controlados en términos de desarrollo de la fuerza explosiva y la potencia y la fuerza a altas velocidades. Por lo tanto, la siguiente discusión se enfocará en si la intención de realizar los movimientos en forma explosiva en si mismo es un estímulo suficiente para provocar adaptaciones de fuerza/potencia a altas velocidades o si la velocidad real de movimiento controlada por la carga externa contribuye a que se produzcan adaptaciones neuromusculares.

Durante un programa para el entrenamiento de la fuerza, el estímulo provocado por el entrenamiento dispara ciertas adaptaciones neuromusculares, las cuales se manifiestan posteriormente a través del incremento en la fuerza y la potencia (Figura 1). Bhem y Sale (1) han sugerido que los principales estímulos para provocar adaptaciones específicas de una alta velocidad de movimiento son: (a) el comando motor y las características del patrón de activación de las unidades motoras asociadas con la intención de mover una carga de forma explosiva (b) una alta tasa de desarrollo de la fuerza en la realización de las acciones musculares. Behm y Sale (1) propusieron que si el entrenamiento incluye la intención de mover una carga de forma explosiva, el estímulo es el mismo sin considerar el tipo de movimiento o la velocidad, y esto se debe a que los movimientos balísticos son pre programados por lo que los nuevos comandos motores o la retroalimentación propioceptiva, a partir de los órganos sensoriales, no pueden modificar la descarga de las unidades motoras (2, 11). En base a dicha afirmación y a sus resultados, los cuales mostraron similares respuestas entre la pierna entrenada isométricamente y la pierna entrenada isocinéticamente, Bhem y Sale (1) concluyeron que la velocidad real de movimiento o el acortamiento real del músculo no provee un estímulo crucial para provocar respuestas específicas de altas velocidades en el sistema neuromuscular. Sin embargo, existe evidencia que indica que la velocidad real del movimiento podría influenciar las respuestas específicas de la velocidad durante el entrenamiento de sobrecarga. Por ejemplo, McBride et al (21) investigaron los efectos del entrenamiento con saltos utilizando tanto cargas pesadas (80% de 1RM) como cargas livianas (30% de 1RM), y en ambos casos se intento realizar el movimiento de forma explosiva y hallaron que las respuestas al entrenamiento fueron diferentes entre los grupos. El entrenamiento con cargas ligeras incrementó la velocidad pico, el pico de potencia, y la altura del salto durante un test de salto con una carga ligera (30% de 1RM) mientras que el entrenamiento con altas cargas no produjo estos incrementos. Análogamente Kaneko et al (18) hallaron que el entrenamiento de los flexores del codo con diferentes cargas, tratando en todos los casos de mover la carga de forma explosiva, provocó diferentes adaptaciones neuromusculares similares a las previamente descritas. Debido a que en ambos estudios se enfatizó la intención de realizar los movimientos en forma explosiva sin considerar la carga de entrenamiento utilizada, las diferentes adaptaciones al entrenamiento observadas entre las diferentes condiciones de entrenamiento se debieron a las diferentes cargas de entrenamiento utilizadas y por lo tanto a la velocidad real de entrenamiento. Por lo tanto, los hallazgos de MacBride et al (21) y de Kaneko et al (18) proveen evidencia de que la velocidad real de movimiento durante el entrenamiento de la fuerza podría desempeñar un papel significativo en la determinación de las respuestas específicas a la velocidad. En otras palabras, el entrenamiento con cargas ligeras y con la intención de mover la carga de forma explosiva podría proveer un estímulo diferente de entrenamiento y provocar diferentes adaptaciones respecto del entrenamiento con altas cargas y con la intención de mover la carga de forma explosiva. Sin embargo todavía no queda claro si es el entrenamiento con cargas altas o con cargas ligeras el que proveerá la mayor transferencia al rendimiento deportivo.

La investigación llevada a cabo por Duchateau y Hainaut (12) puede ayudar a aclarar estas aparentes contradicciones. Estos investigadores eliminaron la variable de confusión (inervación neural), y solo consideraron los cambios contráctiles que se produjeron en el músculo. Los sujetos completaron 12 semanas de entrenamiento utilizando o contracciones dinámicas voluntarias con una carga del 30% de la MVC (contracción voluntaria máxima), o contracciones isométricas de los músculos aductores. Ambos grupos fueron evaluados utilizando contracciones estimuladas eléctricamente contra 6 cargas diferentes en el rango del 0 al 100% de la MVC. El grupo que entrenó utilizando movimientos dinámicos, tuvo incrementos en la máxima velocidad contráctil (carga del 0%) mientras que el grupo que entrenó isométricamente no obtuvo esta mejora, sino que en cambio incrementó la velocidad en condiciones de una alta carga mecánica. Duchateau y Hainaut (12) señalaron que la velocidad de movimiento para cargas pequeñas está esencialmente relacionada con la velocidad de desarrollo de la fuerza mientras que la velocidad con altas cargas está relacionada con la máxima capacidad de ejercer fuerza.

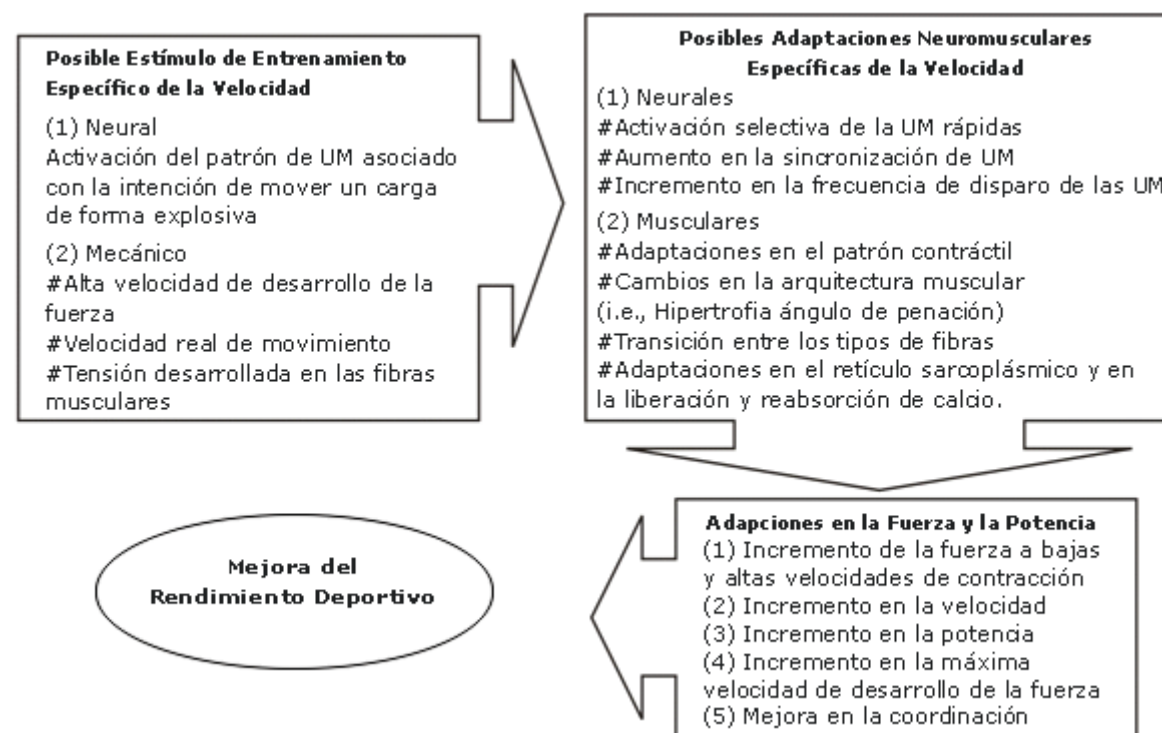


Figura 1. Proceso del entrenamiento de la fuerza y de las adaptaciones al entrenamiento. UM = unidades motoras.

Ambos tipos de entrenamiento mostraron aumentar la potencia muscular con diferentes cargas, pero la potencia pico se incrementó luego del entrenamiento isométrico en mayor medida que luego del entrenamiento dinámico (51 vs 19%). Además, solo el entrenamiento isométrico provocó el cambio de la potencia pico óptima hacia las cargas más pesadas. Duchateau y Hainaut (12) especularon que el entrenamiento isométrico provocó incrementos en el área de sección cruzada muscular, resultando en un incremento en la fuerza máxima. El entrenamiento dinámico pudo haber provocado el incremento de la actividad de la ATPasa y/o la liberación de calcio desde el retículo sarcoplásmico. Asimismo, la cantidad y/o calidad del retículo sarcoplásmico pudo haber mejorado. Si la velocidad real de acortamiento de las fibras musculares o la frecuencia de los impulsos neurales fueron los estímulos para estas adaptaciones en la fuerza a velocidades específicas es algo que continúa siendo una especulación. Claramente tanto las adaptaciones neurales como las musculares contribuyen a los cambios resultantes en la relación fuerza - velocidad - potencia, y los conflictivos resultados de los diferentes estudios pueden reflejar en realidad la experiencia en el entrenamiento. Esto es, en los estudios (e.g., Bhem y sale [1]) en donde se utilizaron sujetos si experiencia en el entrenamiento de la fuerza o se utilizó un músculo que normalmente no se entrena (e.g., los dorsiflexores), las adaptaciones son predominantemente neurales y la velocidad real de movimiento tiene menos consecuencias. Sin embargo, en los estudios que utilizaron músculos entrenados (e.g., McBride et al [21]), la adaptaciones dentro del músculo fueron más importantes como así también los efectos de la velocidad de contracción. Esto es claramente importante para la preparación de atletas.

También existe evidencia que respalda los cambios en la arquitectura muscular como consecuencia del entrenamiento a velocidades específicas (3). En tan poco tiempo como 5 semanas, Blazevich et al (3) demostraron que cuando se utilizaron cargas ligeras para el entrenamiento (e.g., entrenamientos de sprints y saltos con solo el peso corporal como carga), los ángulos de penación se redujeron luego del entrenamiento, lo cual es una adaptación arquitectónica que favorece la velocidad de acortamiento muscular. Sin embargo, en los grupos que completaron el entrenamiento con sobrecarga combinado con entrenamientos de sprints y saltos, el ángulo de penación se incrementó, lo cual es una adaptación arquitectónica que favorece la producción de fuerza, posiblemente a costas de la velocidad de contracción. Interesantemente, todos los participantes fueron instruidos para que trataran de llevar a cabo los movimientos en forma explosiva de manera que los cambios específicos en la arquitectura muscular fueron estimulados por la velocidad real de movimiento utilizada durante el entrenamiento y/o el nivel de tensión desarrollado en los músculos.

Adaptaciones Específicas de la Velocidad y Efecto de Transferencia del Entrenamiento

Los profesionales del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento deben interesarse por los efectos que tienen los programas de entrenamiento con sobrecarga sobre el rendimiento deportivo más que por las adaptaciones neuromusculares. Por lo tanto, en esta sección, revisaremos algunos de los estudios que han investigado los efectos del entrenamiento con diversas cargas sobre el rendimiento deportivo.

Wilson et al (29) hallaron que el entrenamiento con saltos desde media sentadilla con una carga aproximada del 30% de una MVC produjo ganancias significativamente mayores en el salto vertical que el entrenamiento de sentadillas con cargas altas (6-10RM). Sin embargo, este hallazgo probablemente estuvo relacionado a que los movimientos balísticos imitan más estrechamente los patrones de fuerza-tiempo y velocidad-tiempo del salto que las sentadillas, en las cuales la fase final del movimiento implica una reducción de la activación muscular, de la fuerza y de la velocidad. Una explicación de este fenómeno fue provista por Newton et al (25). En un intento por comparar movimientos de entrenamiento con características similares pero que se diferenciaban únicamente en la carga utilizada, McBride et al (21) reportaron que el entrenamiento con saltos desde media sentadilla con cargas del 30% de 1RM provocó un incremento en el rendimiento de sprints, mientras que el entrenamiento con saltos desde media sentadilla con cargas del 80% de 1RM redujo significativamente el rendimiento de sprint. Por lo tanto, parece que el entrenamiento con cargas ligeras y con la intención de realizar el movimiento en forma explosiva es más efectivo que el entrenamiento con cargas altas para mejorar el rendimiento en deportes que requieren de movimientos a máxima velocidad. Sin embargo, cuando la práctica de movimientos deportivos se combina con el entrenamiento con sobrecarga, la respuesta al entrenamiento parece algo diferente y los resultados de las investigaciones son inconsistentes.

Bobbert et al (5), sugirieron que el entrenamiento con sobrecarga debería combinarse con la práctica de los movimientos deportivos para obtener todos los beneficios de las adaptaciones neuromusculares inducidas por el entrenamiento. También es más aproximado a la realidad que el entrenamiento con sobrecarga se combine con la práctica de movimientos deportivos. Por lo tanto, los profesionales relacionados con el entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento podrían obtener información más significativa y práctica de aquellas investigaciones en las cuales se incorporaron entrenamientos de la fuerza en combinación con la práctica de movimientos deportivos. Cronin et al (8) compararon los efectos del entrenamiento con sobrecarga para el tren superior con cargas del 80 y 60% de 1RM, y en ambos casos los sujetos intentaron realizar los movimientos en forma explosiva. También se realizaron pases de netball como movimiento deportivo específico dentro de la misma sesión de entrenamiento. Estos investigadores hallaron similares mejoras en la velocidad de lanzamiento en ambos grupos y sugirieron que lo importante es el intento repetido de realizar movimientos explosivos en conjunción con movimientos específicos del deporte, y esto sin considerar la carga externa y la velocidad de movimiento del entrenamiento con sobrecarga. Sin embargo, este hallazgo debería ser tomado con precaución ya que los sujetos no poseían historia previa de entrenamiento con sobrecarga. Blazevich y Jenkins (4) reportaron resultados similares con velocistas júnior de elite quienes tenían experiencia previa en el entrenamiento de la fuerza. Los entrenamientos con cargas del 30-50% de 1RM y con cargas del 70-90% de 1RM, que fueron llevados a cabo con la intención de realizar los movimientos en forma explosiva y que se combinaron con la práctica de carreras de sprint, provocó mejoras significativas pero similares en el rendimiento de sprint. Por el contrario, Delecluse et al (10) hallaron que el entrenamiento de alta velocidad con cargas externas ligeras o sin cargas provocó una mejora significativamente mayor en el rendimiento en una carrera de 100 metros que el entrenamiento de la fuerza con cargas altas, cuando ambos entrenamientos fueron combinados con entrenamientos específicos de sprint. Por lo tanto, parece no haber consenso respecto de si el entrenamiento con cargas altas o con cargas bajas con la intención de realizar los movimientos en forma explosiva y en combinación con el entrenamiento específico del deporte, es más efectivo para mejorar el rendimiento deportivo.

Existe otra implicación posible del entrenamiento llevado a cabo con un rango de cargas es superior al entrenamiento con cargas bajas o altas por sí solo. Newton et al (24) mostraron que el entrenamiento balístico con saltos desde media sentadilla con cargas del 30, 60 y 80% de 1RM, provocó una mejora significativamente mayor en el rendimiento en saltos verticales en jugadores de voleibol de elite que el entrenamiento con sentadillas y prensa de piernas con cargas de 6RM. Los sujetos de ambos grupos también completaron las prácticas de voleibol normales, que implicaron un gran volumen de

saltos. Harris et al (15), respaldaron esta idea mostrando la superioridad de una combinación de entrenamiento con cargas altas y bajas que cualquier método de entrenamiento por si solo para mejorar diversos aspectos del rendimiento en jugadores de fútbol americano. Por lo tanto, los atletas se pueden beneficiar en mayor medida con el entrenamiento de la fuerza utilizando un rango de cargas y tratando de realizar los movimientos en forma explosiva y combinando estos entrenamientos con la práctica de los movimientos deportivos.

CONCLUSIONES

En resumen, de lo expuesto podemos concluir que (a) la clásica teoría de la especificidad de la velocidad no necesariamente se aplica al entrenamiento con cargas isoinerciales, (b) tanto la intención de mover una carga de forma explosiva como la velocidad real de movimiento son un estímulo importante y crucial que provocan adaptaciones musculares específicas; y (c) se recomienda que los atletas utilicen un rango de cargas de entrenamiento intentando levantar una carga dada lo más rápido posible, lo cual debe realizarse conjuntamente con la práctica de la técnica deportiva particular de cada deporte, para maximizar de esta forma el efecto de transferencia. También es recomendable utilizar movimientos que maximicen la fase de aceleración a través del rango de movimiento y minimicen la desaceleración. Ejemplos de dichos ejercicios incluyen los ejercicios derivados del levantamiento de pesas (e.g., envión, arranque de potencia, cargadas de potencia), y los ejercicios balísticos explosivos (e.g., saltos, press de banca, lanzamientos) (25).

REFERENCIAS

1. Behm, D.G., and D.G. Sale (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *J. Appl. Physiol.* 74:359-368
2. Behm, D.G., and D.G. Sale (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports Med.* 15:374-388
3. Blazevich, A.J., N.D. Gill, R. Bronks, and R.U. Newton (2003). Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35:2013-2022
4. Blazevich, A.J., and D.G. Jenkins (2002). Effect of the movement speed of resistance training exercises on sprint and strength performance in concurrently training elite junior sprinters. *J. Sports Sci.* 20:981-990
5. Bobbert, M.F., and A.J. Van Soest (1994). Effects of muscle strengthening on vertical jump height: A simulation study. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26:1012-1020
6. Caiozzo, V.J., J.J. Perrine, and V.R. Edgerton (1981). Training-induced alterations of the in vivo force-velocity relationship of human muscle. *J. Appl. Physiol.* 51:750-754
7. Coyle, E.F., D.C. Feiring, T.C. Rotkis, R.W. Cote, 3rd, F.B. Roby, W. Lee, and J.H. Wilmore (1981). Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. *J. Appl. Physiol.* 51:1437-1442
8. Cronin, J., P.J. McNair, and R.N. Marshall (2001). Velocity specificity, combination training and sport specific tasks. *J. Sci. Med. Sport.* 4:168-178
9. Cronin, J.B., P.J. McNair, and R.N. Marshall (2002). Is velocity-specific strength training important in improving functional performance?. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 42:267-273
10. Delecluse, C., H. Van Copenolle, E. Willems, M. Van Leemputte, R. Diels, and M. Goris (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27:1203-1209
11. Desmedt, J.E., and E. Godaux (1979). Voluntary motor commands in human ballistic movements. *Ann. Neurol.* 5:415-421
12. Duchateau, J., and K. Hainaut (1984). Isometric or dynamic training: Differential effects on mechanical properties of a human muscle. *J. Appl. Physiol.* 56:296-301
13. Fielding, R.A., N.K. Lebrasseur, A. Cuoco, J. Bean, K. Mizer, and M.A. Fiatarone Singh (2002). High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *J. Am. Geriatr. Soc.* 50:655-662
14. Hakkinen, K., and P.V. Komi (1985). Effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scand. J. Sports Sci.* 7:65-76
15. Jones, K., P. Bishop, G. Hunter, and G. Fleisig (2001). The effects of varying resistance-training loads on intermediate- and high-velocity-specific adaptations. *J. Strength. Cond. Res.* 15:349-356
16. Kanehisa, H., and M. Miyashita (1983). Specificity of velocity in strength training. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 52:104-106
17. Kaneko, M., T. Fuchimoto, H. Toji, and K. Sueti (1983). Training effects of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand. J. Sports Sci.* 5:50-55
18. Kovaleski, J.E., R.H. Heitman, T.L. Trundle, and W.F. Gilley (1995). Isotonic preload versus isokinetic knee extension resistance training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27:895-899

19. Kraemer, W.J., S.A. Mazzetti, N.A. Ratamess, and S.J. Fleck (2000). Specificity of training modes. In: Isokinetics in Human Performance. L.E. Brown, ed. Champaign, IL: Human Kinetics. pp. 25-41
20. McBride, J.M., T. Triplett, A. Davie, and R.U. Newton (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *J. Strength. Cond. Res.* 16:75-82
21. Moffroid, M.T. and R.H. Whipple (1970). Specificity of speed of exercise. *Phys. Ther.* 50:1692-1700
22. Moss, B.M., P.E. Refsnes, A. Abildgaard, K. Nicolaysen, and J. Jensen (1997). Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, crosssectional area, load-power and load-velocity relationships. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 75:193-199
23. Newton, R.U., W.J. Kraemer, and K. Hakkinen (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:323-330
24. Newton, R.U., W.J. Kraemer, K. Hakkinen, B.J. Humphries, and A.J. Murphy (1996). Kinematics, kinetics, and muscle activation during explosive upper body movements. *J. Appl. Biomech.* 12:31-43
25. Pereira, M., and P. Gomes (2003). Movement velocity in resistance training. *Sports Med.* 33:427-438
26. Sale, D., and D. Macdougall (1981). Specificity in strength training: A review for the coach and athlete. *Can. J. Appl. Sport. Sci.* 6:87-92
27. Siff, M.C (2004). Supertraining. Denver, CO: Supertraining Institute
28. Wilson, G.J., R.U. Newton, A.J. Murphy, and B.J. Humphries (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25:1279-1286
29. Young, W.B., and G.B. Bilby (1993). The effect of voluntary effort to influence speed of contraction on strength, muscular power, and hypertrophy development. *J. Strength. Cond. Res.* 7:172-178

Cita Original

Naoki Kawamori; Robert U. Newton. Velocity Specificity of Resistance Training: Actual Movement Velocity versus Intention to Move Explosively. *Strength and Conditioning Journal* 28(2):86-91.