

Monograph

Movimientos del Levantamiento de Pesas: ¿Son Mayores los Beneficios que los Riesgos?

Allen Hedrick¹ y Hiroaki Wada²

¹*National Strength and Conditioning Association, Colorado Springs, Colorado.*

²*Colorado State University-Pueblo, Pueblo, Colorado.*

RESUMEN

En el presente artículo se define en primer lugar el deporte del levantamiento de pesas para que el lector tenga una clara idea de la actividad. Posteriormente se presenta un resumen detallado de los beneficios que pueden obtenerse de incluir los movimientos del levantamiento de pesas en los programas de entrenamiento para atletas de diferentes deportes. Por último se realiza una revisión de la literatura que ha evaluado los riesgos de lesión asociados con la realización de los movimientos del levantamiento de pesas. El objetivo del presente artículo es proveer a los profesionales del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento con información relevante para la toma de decisiones respecto de la inclusión de los movimientos del levantamiento de pesas en los programas de entrenamiento de sus atletas.

Palabras Clave: mejora de las destrezas deportivas, potencia, levantamiento de potencia, riesgo de lesión en el levantamiento de pesas, levantamiento de pesas

INTRODUCCION

La inclusión de los movimientos del levantamiento de pesas y sus derivados se ha vuelto una práctica común en el diseño de programas de entrenamiento para atletas de diferentes deportes. Sin embargo, a pesar del incremento en la utilización de los movimientos del levantamiento de pesas, persisten cuestiones relacionadas tanto con la efectividad como con la seguridad de este tipo de ejercicios. El propósito del presente artículo es examinar los beneficios que provee el entrenamiento con los movimientos del levantamiento de pesas y revisar la literatura relacionada con la seguridad y la incidencia de lesiones asociada con el levantamiento de pesas y así asistir a los entrenadores a determinar cuál es la mejor forma de utilizar los movimientos del levantamiento de pesas para el entrenamiento.

DEFINICION DEL LEVANTAMIENTO DE PESAS

El levantamiento de pesas es un deporte en el cual los atletas intentan levantar la mayor cantidad de peso posible en los movimientos de arranque y envión (5, 19, 32). El arranque y el envión (y sus ejercicios derivados) son ejercicios explosivos. Es importante que los profesionales del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento diferencien entre los términos

levantamiento de pesas (los cuales describen al deporte y los movimientos asociados) y entrenamiento de pesas o entrenamiento con sobrecarga, lo que puede pensarse como cualquier tipo de ejercicio realizado contra una resistencia. El término "levantamientos olímpicos" aunque común, es incorrecto, excepto para aquellos atletas de elite que compiten en el deporte de levantamiento de pesas en los Juegos Olímpicos. El término "levantador de pesas" queda reservado para aquellos individuos que entrenan y compiten en el deporte del levantamiento de pesas (25).

COMPARACION DEL LEVANTAMIENTO DE PESAS Y EL LEVANTAMIENTO DE POTENCIA Y SU VALOR PARA EL DEPORTE

Existen dos formas principales de levantamientos competitivos, el levantamiento de pesas y el levantamiento de potencia. Como se mencionara previamente, el levantamiento de pesas consiste de los ejercicios de arranque y envión mientras que el levantamiento de potencia incluye los ejercicios de sentadilla, peso muerto y press de banca. En ambos deportes, el objetivo es levantar la mayor cantidad de peso posible. El término "levantamiento de potencia" es erróneo ya que los ejercicios del levantamiento de pesas producen mayores valores de potencia que los ejercicios del levantamiento de potencia. Durante los movimientos del levantamiento de potencia, que se realizan a una velocidad relativamente baja, los atletas varones producen una potencia de aproximadamente 12 watts por kilogramo de peso corporal. En contraste, en la segunda fase del arranque o del envión se llega a producir cuatro veces más potencia, promediando los 52 watts por kilogramo de peso corporal en atletas varones (13).

Además, en base a las observaciones de Garhammer (13), tanto en el levantamiento de potencia como en el levantamiento de pesas, la producción de potencia disminuye a medida que la carga se incrementa hacia el 100% de una repetición máxima (1RM). Este efecto es más significativo en el levantamiento de potencia debido a la biomecánica de los levantamientos. Por ejemplo, en el levantamiento de potencia, la producción de potencia puede ser dos veces mayor durante un levantamiento llevado a cabo con una carga del 90% de 1RM que durante un levantamiento llevado a cabo con una carga del 100% de 1RM. Este es el resultado del dramático incremento en el tiempo que requiere completar el movimiento a medida que se incrementa la carga en los ejercicios de press de banca, sentadilla y peso muerto (13). Los levantadores de potencia requieren de la máxima producción de fuerza a bajas velocidades. Si bien el inicio del movimiento durante el levantamiento de potencia es explosivo, el resto del movimiento es lento debido a las altas cargas utilizadas y a la biomecánica de los levantamientos. Como resultado, los levantadores de pesas generan mayor potencia y realizan movimientos a mayores velocidades que los levantadores de potencia en todo el espectro de carga (5, 10).

El desarrollo y la valoración de la fuerza máxima ha recibido gran atención por parte de investigadores y entrenadores, sin embargo, la fuerza máxima se requiere solo en algunas actividades deportivas tal como el levantamiento de potencia. La mayoría de los deportes requieren la aplicación de fuerza a grandes velocidades (2, 18). Muchos entrenadores de la fuerza creen que, a medida que se incrementa la fuerza a baja velocidad, la producción de potencia y el rendimiento dinámico también mejoran; sin embargo, no existe evidencia para respaldar esta creencia. Para maximizar las mejoras en la potencia, se deben entrenar tanto el componente de fuerza como el componente de velocidad (2, 17, 18, 26). Un programa que combine el entrenamiento de la fuerza con altas cargas con el entrenamiento a altas velocidades de movimiento resultará en mayores mejoras en la generación de fuerza a altas velocidades. Esta combinación de entrenamiento de la fuerza con altas cargas y entrenamiento de la potencia parece resultar en adaptaciones que afectarán la porción más crítica de la curva de fuerza-velocidad y por lo tanto tendrá un mayor impacto sobre el rendimiento deportivo (26). A medida que la velocidad del movimiento se incrementa, es menor la magnitud de la fuerza que puede aplicarse (16). Sin embargo, con el entrenamiento combinado de la fuerza y la potencia (como en el levantamiento de pesas), se puede mejorar la capacidad de generar grandes niveles de fuerza a altas velocidades, incrementando así la producción de potencia (9, 26), lo cual es una ventaja en términos de mejorar el rendimiento deportivo. Como resultado, puede ser ventajoso desarrollar programas de entrenamiento con sobrecarga para provocar incrementos tanto en la fuerza como en la potencia (19). Sin embargo, aun no se ha llegado a un acuerdo respecto de que combinación de carga, velocidad de movimiento, producción de potencia y ejercicios debe incluirse en los programas de entrenamiento con sobrecarga para optimizar el desarrollo de la potencia muscular y mejorar el rendimiento físico (22).

De acuerdo con Hoffman et al (18), los estudios que han combinado altas cargas con altas velocidades de movimiento han mostrado que esta combinación puede ser más efectiva que el entrenamiento con altas cargas o con altas velocidades por si solos (18). Los programas de entrenamiento que hacen énfasis en el entrenamiento con cargas altas y bajas velocidades (i.e., levantamiento de potencia) parecen mejorar la fuerza en la porción de fuerza de la curva de fuerza-velocidad mientras que el entrenamiento con altas producciones de potencia o el entrenamiento con altas velocidades de movimiento parece provocar mejoras en la fuerza hacia la porción de altas velocidades del espectro (18). Existe cierta evidencia que sugiere que si los ejercicios se realizan con la intención de acelerar la carga lo más rápido posible, aun si la velocidad real de

movimiento es baja, se producirán incrementos en la fuerza a alta velocidad (potencia) (22). Por ejemplo, el entrenamiento de la fuerza con el ejercicio de sentadillas utilizando altas cargas (70-120% de 1RM) ha mostrado mejorar la fuerza isométrica máxima (26). Si bien algunos ejercicios (i.e., saltos) siempre requieren del rápido desarrollo de la fuerza, otros ejercicio (i.e., sentadillas) pueden ser llevados a cabo de manera que se desarrolle la fuerza en forma rápida (26). En contaste, las actividades que requieren que los atletas intenten desarrollar la fuerza en forma rápida, tal como el entrenamiento con saltos con cargas del 30-60% de 1RM, incrementan la capacidad de los atletas de desarrollar la fuerza en forma rápida (26). Más específicamente, el entrenamiento de la fuerza explosiva provoca el incremento de la pendiente en la primera porción de la curva fuerza-tiempo, o la potencia máxima. Si bien el entrenamiento de la fuerza con altas cargas provoca el incremento de la fuerza máxima, este tipo de entrenamiento no provoca una mejora apreciable del rendimiento de potencia, especialmente en aquellos atletas que ya han desarrollado su fuerza base (i.e., más de seis meses de entrenamiento de la fuerza). Eso ocurre porque el tiempo de movimiento durante actividades explosivas es característicamente menor a los 300 ms y no puede aplicarse la mayor parte de la fuerza en un período de tiempo tan corto (26).

LEVANTAMIENTO DE PESAS Y MEJORA DE LAS DESTREZAS DEPORTIVAS

Si bien existe evidencia empírica que sugiere que hay una relación entre el entrenamiento con movimientos del levantamiento de pesas y la mejora en el rendimiento deportivo (5, 30), solo algunos estudios han evaluado la los efectos de entrenar con los ejercicios del levantamiento de pesas sobre la mejora en actividades tales como esprints, detenciones, cambios de dirección y lanzamientos (17, 19). Muchos creen que los movimientos del levantamiento de pesas tienen patrones de reclutamiento articular/muscular similares a los que se observan en diversos movimientos deportivos y que los requerimientos de fuerza, potencia y desarrollo de la fuerza durante la realización de los ejercicios del levantamiento de pesas son similares a los de muchos movimientos deportivos. Además, a pesar del hecho de que los movimientos del levantamiento de pesas requieren un mayor tiempo de aprendizaje que los ejercicios tradicionales, los efectos a corto plazo del entrenamiento con los movimientos del levantamiento de pesas parecen ser más beneficiosos para la mejora del rendimiento (34). La mayor complejidad de los movimientos del levantamiento de pesas facilita el desarrollo de un amplio espectro de destrezas físicas, lo cual parece transferirse al rendimiento deportivo (4, 5, 11, 13, 19, 20, 30, 34). Si bien son pocos los estudios que han investigado los efectos del entrenamiento con movimientos del levantamiento de pesas, en comparación al entrenamiento con otros tipos de ejercicios para el entrenamiento con sobrecarga, sobre la mejora del rendimiento deportivo (13, 18, 24), no existe razón para creer que los beneficios obtenidos con los ejercicios del levantamiento de pesas no se transferirán positivamente al rendimiento de diversos deportes (5, 21, 26, 34). Esta transferencia a la mejora del rendimiento será mayor en aquellos deportes en los cuales se realicen movimientos biomecánicamente similares a los movimientos del levantamiento de pesas (e.g., generación de fuerzas contra el suelo, como cuando se corre y la triple extensión de tobillos, rodillas y caderas, como cuando se salta) y menos efectivos en aquellos deportes con movimientos biomecánicamente menos similares a los movimientos del levantamiento de pesas (e.g., natación en aguas abiertas)

DEFINICION DE POTENCIA

La definición de potencia es una consideración importante ya que, para la mayoría de los atletas, el rendimiento deportivo óptimo se basa en la capacidad para desarrollar potencia (14). La potencia se ha definido como la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo (9, 16, 26). En la mayoría de los deportes, y en relación con la mejora del rendimiento, la potencia es más importante que la producción de fuerza (5, 25). La combinación específica de fuerza, velocidad y potencia requerida para el rendimiento óptimo, varía de un deporte a otro. El entrenamiento que tiene como objetivo reclutar el máximo número de unidades motoras en el período de tiempo más eficiente requiere de la utilización de ejercicios multiarticulares (14). Se cree que la mayoría de los movimientos del levantamiento de pesas cubren estos requerimientos y que la naturaleza compleja de los movimientos del levantamiento de pesas asiste en el desarrollo de un amplio rango de destrezas físicas, lo cual se transferirá en la mejora del rendimiento (4, 5, 19, 20, 30, 34).

DESARROLLO DE LA POTENCIA

El entrenamiento con movimientos del levantamiento de pesas se ha vuelto una práctica bastante común, especialmente entre los atletas que participan en eventos con altos requerimientos de potencia (i.e., fútbol americano, voleibol, lanzamientos en el atletismo). Esta popularidad se basa parcialmente en el hecho de que el levantamiento de pesas mejora la potencia y parcialmente en la opinión de muchos autores (5, 19, 20, 32). Los levantadores de pesas competitivos son quizás los atletas más potentes de todos. En efecto, se podría decir que el levantamiento de pesas es uno de los mejores ejemplos de un deporte de potencia (32). Por ejemplo en la segunda fase del envión y del arranque (que es en donde se produce el mayor desarrollo de potencia) (6), la producción de potencia es significativamente mayor que la exhibida en los ejercicios de sentadillas, press de banca y peso muerto (13, 14, 18, 20, 27). Debido a que la potencia es importante en muchos deportes, la capacidad para generar potencia puede ser utilizada como una medida del rendimiento (12). En contraste con el levantamiento de pesas, los programas de entrenamiento para el levantamiento de potencia hacen énfasis en la producción de altos niveles de fuerza y bajas velocidades de movimiento. Por esta razón, este método de entrenamiento puede ser más beneficioso para desarrollar la fuerza muscular. La razón por la cual estos atletas realizan entrenamientos con altas cargas y baja velocidad se basa en el hecho de que todos los movimientos explosivos comienzan a una velocidad lenta (o nula) y es en esta fase del movimiento que la fuerza a baja velocidad puede contribuir al desarrollo de la potencia a medida que el cuerpo intenta superar la inercia de la masa sobre la que actúa (2, 9, 26). En contraste con el entrenamiento para el levantamiento de potencia, o de los programas de entrenamiento que hacen énfasis en ejercicios del levantamiento de potencia, el levantamiento de pesas hace énfasis en ejercicios que combinan altas cargas (i.e., sentadillas) y altas velocidades (i.e., cargadas). De acuerdo con Hoffman et al (18) este enfoque es más adecuado para desarrollar la fuerza, la potencia y la velocidad. Este método permite el uso de altas cargas y altas velocidades en forma simultánea, lo que resulta en altas producciones de potencia (24, 34).

Se ha sugerido que los movimientos clásicos del levantamiento de pesas (arranque y envión) y sus derivados (tirones colgantes, cargadas colgantes, arranque de potencia, cargadas de potencia, empujes, segundo tiempo de potencia) son de gran valor para el desarrollo de la potencia (13, 21). Esto probablemente se deba a que durante la ejecución de los movimientos del levantamiento de pesas, a pesar de la significativa carga utilizada, el intento es siempre mover la carga lo más rápido posible. El énfasis en la velocidad de movimiento puede estimular una mayor sincronización de unidades motoras y así incrementar la capacidad para producir potencia (14, 31). Se cree que los programas de entrenamiento que hacen énfasis en la utilización de altas velocidades de movimiento, tal como en el levantamiento de pesas, son superiores para provocar incrementos en la potencia y la velocidad (34). Esto se basa en los altos niveles de fuerza desarrollados y en la mejora de la velocidad contráctil asociada con el entrenamiento de sobrecarga con altas cargas y altas velocidades de movimiento. La principal ventaja de utilizar esta forma de entrenamiento se observa en los deportes que implican movimientos dinámicos explosivos (5, 14, 19, 20, 34). El entrenamiento a altas velocidades combinado con el entrenamiento pliométrico puede ser ventajoso (9, 28, 34). De acuerdo con Harris et al (17), este tipo de entrenamiento desarrolla mejor las propiedades elásticas de los músculos que el entrenamiento a bajas velocidades. Por esta razón, los programas de entrenamiento para atletas que requieren de fuerza explosiva deberían incluir tanto ejercicios pliométricos como ejercicios de sobrecarga que involucren movimientos de estiramiento-acortamiento (en los cuales una contracción muscular concéntrica es precedida por una contracción muscular excéntrica) (28) haciendo énfasis en realizar una rápida fase de amortiguación. El acortamiento de la fase de amortiguación (el tiempo entre la rápida desaceleración del cuerpo y la rápida aceleración en la dirección opuesta) es entrenable siempre que se utilicen los métodos correctos de entrenamiento.

Este ciclo de estiramiento-acortamiento puede observarse en los levantadores experimentados durante la realización tanto del arranque como del envión (11). Es esta fase del levantamiento (que ocurre inmediatamente después del primer tirón tanto en el arranque como en el envión y que comúnmente se conoce como segunda flexión de rodillas) la que deben desarrollar los atletas para obtener los mayores beneficios de entrenar con los movimientos del levantamiento de pesas y transferir estos beneficios al rendimiento deportivo (32). Esto es importante ya que, de acuerdo con Stone et al (32), la mayor parte de los aspectos críticos del rendimiento deportivo se producen en períodos de tiempo muy cortos (< 250 milisegundos). Si los atletas pueden desarrollar la capacidad de producir grandes niveles de fuerza en este marco de tiempo mínimo, entonces se observarán mayores aceleraciones y por ende mayores velocidades.

BENEFICIOS ADICIONALES DE LOS MOVIMIENTOS DEL LEVANTAMIENTO

DE PESAS PARA LOS ATLETAS

Como se ha establecido previamente, el desarrollo de la potencia puede ser el factor fisiológico principal que les permita a los atletas tener rendimientos elevados, y el entrenamiento con movimientos del levantamiento de potencia resulta en altas producciones de potencia. Sin embargo, el entrenamiento con los movimientos del levantamiento de pesas puede tener algunos beneficios adicionales para los atletas, tal como se discute a continuación.

Beneficios a Nivel Biomecánico

Una examinación de los movimientos más comunes de diversos deportes indica que la mayoría de los ejercicios que comprenden los programas de entrenamiento de los atletas deben ser movimientos de cadena cinética cerrada, ya que la mayoría de los deportes involucran acciones de esta característica (1). Además, estos ejercicios deberían resultar en la generación de altas producciones de potencia en los grandes grupos musculares (especialmente en los grupos musculares de las piernas, caderas y tronco). El entrenamiento con los movimientos del levantamiento de pesas cumple específicamente con estos requerimientos. Otro beneficio biomecánico de los movimientos del levantamiento de pesas es la rápida aceleración de la carga que se produce sin que exista intención de desacelerar la misma al final del rango de movimiento (2, 20). En el levantamiento de pesas, no existe necesidad de limitar la velocidad del movimiento ascendente para desacelerar la barra ya que esto se produce naturalmente como resultado de la gravedad. Si bien la gravedad siempre actúa sobre la masa, sin considerar la velocidad de movimiento, la diferencia radica en que, a diferencia de lo que ocurre en el levantamiento de pesas, en los ejercicios tradicionales para el entrenamiento de la fuerza los sujetos deben desacelerar la carga hacia el final del rango de movimiento (2, 19). Si no se produce esta desaceleración, se debería soltar la barra para que no se produzcan lesiones debido al alto impacto sobre el sistema musculoesquelético. Por ejemplo, cuando se realiza el ejercicio de press de banca, el atleta debe desacelerar la barra al alcanzar la posición de completa extensión de codos para evitar que se produzca una lesión en los codos o en los hombros. Además, a medida que se incrementa la velocidad de movimiento la fase de desaceleración deben iniciarse antes en el rango de movimiento. Nuevamente, esta necesidad de desacelerar la barra no existe en los movimientos del levantamiento de pesas debido a que esto se produce por la influencia de la gravedad. Durante los movimientos del levantamiento de pesas los atletas nunca desaceleran la barra intencionalmente durante el movimiento ascendente hasta la completa extensión. Por esta razón, los ejercicios del levantamiento de pesas, desde una perspectiva biomecánica, son una forma excelente para entrenar con altas cargas y altas velocidades. En contraste, los ejercicios tradicionales del entrenamiento de la fuerza contienen fases intrínsecas de desaceleración. Un beneficio adicional de los movimientos del levantamiento de pesas es su relación con la mejora del rendimiento en deportes explosivos (4, 5). Canavan et al (4) señalaron que las observaciones empíricas sugieren que existe una fuerte correlación entre el entrenamiento con movimientos del levantamiento de pesas y la mejora del rendimiento deportivo, y Chiu y Schilling (5) señalaron la similitud en la estructura mecánica entre los movimientos del levantamiento de pesas y los movimientos de los deportes explosivos. Si bien algunos afirman que la inclusión de ejercicios específicos del deporte no aporta beneficio alguno debido a que los ejercicios no pueden replicar los movimientos deportivos, el método más comúnmente utilizado para la selección de los ejercicios durante el diseño de programas de entrenamiento de la fuerza/potencia para atletas se basa en el concepto de especificidad (4, 5, 18, 30, 31, 33). Esto es, los ejercicios son seleccionados en base a su similitud con los movimientos deportivos tanto en términos de acciones musculares como de fuerzas contráctiles.

Los músculos involucrados cuando se realizan los movimientos del levantamiento de pesas (i.e., dorsiflexión del tobillo, extensión de las rodillas y caderas) son los extensores de la cadera y de la rodilla y los flexores plantares en la articulación del tobillo (5, 19). El patrón de movimiento de los movimientos del levantamiento de pesas es muy similar, en términos biomecánicos, a los movimientos que se realizan en diversos deportes (4, 5, 19). Este requerimiento de “empujar” agresivamente contra el suelo cuando se realizan los movimientos del levantamiento de pesas es evidente en la fuerte relación biomecánica observada entre el rendimiento en los movimientos del levantamiento de pesas y el rendimiento en el salto vertical (4, 12, 19). Se ha reportado que el entrenamiento con movimientos del levantamiento de pesas mejora significativamente el rendimiento en el salto vertical. Por ejemplo, Carlock et al (3) observaron una fuerte correlación ($r = 0.98$) entre el rendimiento en los movimientos del levantamiento de pesas y el rendimiento en el salto con contramovimiento. Si bien, estos estudios no son definitivos, si sugieren que los ejercicios del levantamiento de pesas son efectivos para mejorar el rendimiento en el salto vertical. Esta aseveración es respaldada por el hecho de que los levantadores de pesas han mostrado estar consistentemente entre los atletas más potentes, en relación con el rendimiento en el salto vertical (3, 26).

El simple incremento en la fuerza máxima, en individuos desentrenados, incrementará el rendimiento en el salto vertical. Sin embargo, en individuos entrenados en la fuerza, el entrenamiento de la fuerza máxima por sí solo no mejorará el rendimiento en el salto vertical (5), lo cual sugiere que el entrenamiento de la potencia es más importante para que los sujetos entrenados en la fuerza exhiban mejoras en el salto vertical. Por lo tanto, si bien el entrenamiento de la fuerza con

cargas altas es necesario para inducir adaptaciones óptimas para el rendimiento, este tipo de entrenamiento debería llevarse a cabo de forma explosiva, tal como ocurre en el levantamiento de pesas (5). En los programas de entrenamiento para deportes de potencia que involucran acciones de rotación y movimientos laterales y unilaterales, se deberían incluir los ejercicios del levantamiento de pesas ya que, estos movimientos pueden no mejorarse en forma óptima sin la utilización de los derivados del levantamiento de pesas (26). Además, dependiendo del deporte, puede ser apropiado incluir ejercicios específicos para la prevención de lesiones, si es que las articulaciones vulnerables no son efectivamente fortalecidas con la utilización de los movimientos del levantamiento de pesas (e.g., fortalecimiento de los flexores de la cadera para los sprints) (27).

Beneficios a Nivel Neuromuscular

Un aspecto importante relacionado con la utilización de los ejercicios del levantamiento de pesas es que este tipo de entrenamiento puede ayudar con las adaptaciones neuromusculares, lo que potencialmente puede resultar en la mejora del rendimiento deportivo (14). Debido a que los movimientos del levantamiento de pesas involucran múltiples articulaciones y grupos musculares, estos movimientos requieren de la coordinación secuencial intra e intermuscular, lo cual tiene un efecto positivo sobre la eficiencia neural y el equilibrio (4, 12-14, 26, 33) (Figura 1). Como en cualquier deporte que tenga un alto componente técnico, el entrenamiento del levantamiento de pesas está asociado con mejoras en el control motor. Los cambios más sobresalientes en el control motor son la mejora en la coordinación de la activación de los grupos musculares y las unidades motoras. Con respecto a la activación de las unidades motoras, los levantadores de pesas son capaces de activar más fibras musculares durante contracciones musculares submáximas que los individuos que no son levantadores de pesas (10).

Adaptaciones a Nivel de las Fibras Musculares

Los atletas de los deportes de fuerza o potencia (i.e., fútbol americano, voleibol, básquetbol, lanzamiento o pruebas de velocidad en el atletismo) poseen un mayor porcentaje de fibras rápidas que los atletas de los deportes de resistencia (10). Si bien los factores genéticos contribuyen mayormente a las características de los tipos de fibras, los factores no genéticos, tales como los ambientes neurales y endócrinos y las demandas funcionales, también pueden influenciar la morfología y la fisiología muscular (10). El músculo esquelético es una estructura bastante elástica y posee la capacidad de adaptarse a las demandas funcionales. Es probable que los diferentes programas de entrenamiento utilizados por los atletas de los deportes de fuerza/potencia (i.e., fisicoculturismo, levantamiento de potencia, levantamiento de pesas) resulten en adaptaciones musculares específicas del entrenamiento. Se requieren estudios adicionales sobre las características musculares de los atletas entrenados en la fuerza para diferenciar entre los diferentes tipos de atletas y métodos de entrenamiento específicos de su deporte (10).



Figura 1. La ubicación de la barra durante la sentadilla de arranque puede tener ciertos efectos positivos sobre la estabilidad del núcleo corporal, el equilibrio y el rendimiento en algunos deportes o actividades deportivas.

Una de las principales características del levantamiento de pesas es la gran producción de potencia. Un levantador de pesas de elite de 125 kg puede producir casi 7000 watts durante la última parte del tirón en el envión. Esta producción de potencia extrema expone a estos atletas a un estímulo físico único (10). En contraste, los levantadores de potencia realizan movimientos caracterizados por la producción de altas fuerzas pero bajas velocidades, produciendo niveles de potencia relativamente bajos. Los físicoculturistas entrenan con el objetivo de maximizar la hipertrofia y llevan a cabo protocolos de entrenamiento que optimizan los procesos anabólicos y se enfocan menos en la producción de fuerza máxima y potencia. Debido a que es probable que cada protocolo de entrenamiento resulte en adaptaciones fisiológicas específicas, el estudio de las características musculares de los atletas entrenados en la fuerza puede ayudar a diferenciar entre los diferentes atletas y el tipo de entrenamiento que utilizan (10). Los diferentes atletas entrenados en la fuerza, incluyendo los levantadores de pesas, exhiben un porcentaje de fibras rápidas que se encuentra en el rango del 53-60% (10). Si bien esta proporción entre las fibras rápidas y lentas no es mayormente de las proporciones halladas entre individuos desentrenados, el área de sección cruzada de las fibras rápidas es considerablemente mayor en los levantadores competitivos y en los atletas de los deportes de fuerza (10). Las adaptaciones musculares que se producen como resultado del entrenamiento con sobrecarga incluyen tanto la conversión de los tipos de fibras como la hipertrofia de las fibras musculares. Con el entrenamiento, las cadenas pesadas de miosina (las proteínas responsables de la fuerza y velocidad de contracción), cambian desde el tipo IIx al tipo IIa. Las fibras que contienen cadenas pesadas de miosina tipo IIx tienen la mayor capacidad para hipertrofiarse. En levantadores de pesas de nivel nacional de EE. UU. Virtualmente no se han observado fibras musculares que contengan cadenas pesadas con proteínas IIx. Con la hipertrofia, el área de sección cruzada de los músculos se incrementa, resultando en un incremento de la capacidad muscular para producir fuerza (10). Es interesante señalar que se han identificado diferencias en el área de sección cruzada entre los levantadores de pesas y los levantadores de potencia (10). Los autores de investigaciones previas han agrupado a los levantadores de pesas con otros atletas de fuerza o han reportado solo porcentajes de fibras rápidas y lentas dejando pasar algunas diferencias menores entre los levantadores de pesas y otros atletas de fuerza (10). Se ha observado que el área de sección cruzada de las fibras musculares de los levantadores de pesas era similar a la reportada previamente para individuos altamente entrenados en la fuerza, aunque mayores que la reportada en estudios de entrenamiento de la fuerza a corto plazo. En comparación con los levantadores de potencia competitivos, los levantadores de pesas tienen un área de sección cruzada de las fibras musculares ligeramente mayor, para todos los tipos de fibras musculares principales. En comparación con levantadores de potencia, los levantadores de pesas exhibieron un área de sección cruzada de las fibras tipo IIa ligeramente mayor y un área de sección cruzada de las fibras tipo I ligeramente menor. La mayor área de sección cruzada de las fibras tipo IIa para los levantadores de pesas puede atribuirse a la mayor generación de potencia requerida por los

levantadores de pesas en comparación con los levantadores de potencia (10).

Incremento en la Masa Magra Corporal

En individuos desentrenados y durante la fase de preparación general para el entrenamiento del levantamiento de pesas, la cual está caracterizada por un alto volumen de entrenamiento, se ha observado un incremento de la masa magra corporal y una reducción de la masa grasa en un período de tiempo tan corto como 5-8 semanas. El porcentaje de grasa corporal promedio en levantadores de pesas varones se encuentra en el rango del 6-12%, lo que parcialmente resulta de las diferencias en el tamaño corporal entre los levantadores de pesas, ya que los atletas de mayor tamaño tienden a tener un mayor porcentaje de grasa corporal (7). A medida que se incrementa la hipertrofia, el área de sección cruzada de los músculos se incrementa, mejorando la capacidad de los músculos para producir fuerza. Estos incrementos en la masa muscular se producen simultáneamente con la reducción de la grasa corporal, lo cual permite que los atletas expresen mayores niveles de fuerza y potencia permaneciendo dentro de los límites de su categoría de peso (10).

El entrenamiento con pesas, incluyendo el levantamiento de pesas, también puede provocar el incremento de la densidad y la fuerza ósea. Los ejercicios de velocidad-fuerza en particular pueden ser importantes para estimular la remodelación ósea y mejorar la fuerza de los huesos (33). El incremento en la masa magra corporal es el resultado del incremento en la densidad ósea y de las adaptaciones de los músculos esqueléticos.

Adaptaciones Neuroendócrinas

Otro beneficio del entrenamiento prolongado utilizando los movimientos del levantamiento de pesas es la influencia positiva sobre el sistema neuroendócrino, que provee el ambiente bioquímico para la mejora del rendimiento (5). Los autores de estudios previos han demostrado el potencial para incrementar la concentración de testosterona durante un período de entrenamiento de dos años en levantadores de pesas (23). Este incremento en los niveles de testosterona tiene una buena correlación con la capacidad para generar potencia (23). Cuando se compararon levantadores de pesas de diferentes niveles de experiencia, aquellos con más de dos años de experiencia en el deporte exhibieron mayores niveles de testosterona en respuesta al entrenamiento, mientras que aquellos con menos de dos años de experiencia no exhibieron la misma capacidad (23).

Equilibrio, Coordinación, Flexibilidad y Consciencia Cinestésica

Además, el entrenamiento con los movimientos del levantamiento de pesas puede resultar en la mejora del equilibrio, la coordinación y la flexibilidad (34). El sentido cinestésico desarrollado como resultado de realizar los movimientos del levantamiento de pesas puede también reducir el riesgo de lesión cuando se participa en otros deportes, debido a que estos levantamientos no solo fortalecen los músculos, tendones y ligamentos sino que también provocan el incremento de la coordinación general de los atletas (19, 27).

Consumo de Oxígeno y Tasa de Trabajo Mecánico

Debido a que el levantamiento de pesas implica la realización de esfuerzos de corta duración y de alta intensidad, se asume que el levantamiento de pesa no resulta en adaptaciones significativas en el sistema energético aeróbico. Sin embargo, se ha reportado que los levantadores de pesas tienen un consumo máximo de oxígeno considerablemente mayor al observado en individuos sedentarios (5). Además, los levantadores de pesas, al igual que otros atletas de deportes de fuerza y potencia, tienen la capacidad de realizar trabajos a mayores niveles que los atletas con mayores consumos de oxígeno. Las adaptaciones asociadas con el consumo máximo de oxígeno pueden estar relacionadas con la fuerza o la capacidad funcional del corazón (5). Estas adaptaciones parecen ser subproductos del entrenamiento debido a que no existe relación aparente entre el nivel de rendimiento en el levantamiento de pesas y el rendimiento aeróbico o anaeróbico (5). La fuente energética para el levantamiento de pesas es principalmente el sistema de los fosfágenos. Las adaptaciones de los sistemas oxidativo y glucolítico son el resultado de los procesos de recuperación que se producen durante el entrenamiento para el levantamiento de pesas. La recuperación entre las series durante las sesiones de entrenamiento se produce a través del sistema glucolítico, seguido del metabolismo oxidativo para restaurar los fosfatos de alta energía. La gran demanda impuesta sobre la vía metabólica anaeróbica a partir de los ejercicios y la posterior recuperación deriva en un elevado consumo de oxígeno post ejercicio, en el cual el metabolismo anaeróbico se mantiene elevado hasta unos 90 minutos post entrenamiento. La restauración de la homeostasis puede llevar hasta 36 horas luego del entrenamiento (5). Debido a la duración de estas respuestas metabólicas, los programas de entrenamiento deberían manipularse para permitir que los atletas se recuperen en forma apropiada (5), ya que la realización de series repetidas de ejercicio de alta intensidad, sin que haya un tiempo de recuperación suficiente, puede derivar en la reducción del rendimiento y en sobreentrenamiento.

Además, los levantadores de pesas entrenados son capaces de realizar más trabajo mecánico y alcanzar mayores valores de lactato sanguíneo que los individuos desentrenados (5). Asimismo, los levantadores de pesa tienen menores niveles de lactato sanguíneo y menores índices de esfuerzo percibido, al a misma intensidad de ejercicio, que los individuos

desentrenados. Estas adaptaciones parecen ser el resultado del entrenamiento, ya que parece haber poca relación entre la capacidad de rendimiento en el levantamiento de pesas y el rendimiento aeróbico o anaeróbico. Probablemente, estas adaptaciones en los sistemas aeróbico y anaeróbico se producen durante la fase de preparación general, la cual está caracterizada por un gran volumen de entrenamiento a menores intensidades en comparación con la fase de entrenamiento específica (5).

Beneficios No Fisiológicos del Levantamiento de Pesas: Efectividad y Economía de Tiempo

Las barras deben ser de gran calidad de manera que rote suavemente durante la fase de agarre en el arranque y el envión y se eviten lesiones en las muñecas, codos y hombros (19). Si bien los costos pueden ser algo elevados, la adquisición de barras, discos y plataformas permitirá que los atletas realicen diversos ejercicios que les permitirán entrenar casi todos los grupos musculares principales. La adquisición de equipamientos para el levantamiento de pesas es mucho menos costosa que la adquisición de varias máquinas para entrenar solo un movimiento, y esto es una ventaja adicional de esta forma de entrenamiento. Además, los movimientos del levantamiento de pesas pueden ser llevados a cabo por varios atletas en forma simultánea. Si bien la recomendación de fabricantes específicos no encuentra dentro de los objetivos de este artículo, sí se puede establecer que una barra de alta calidad y un conjunto de discos puede ser adquirido por u\$s 2000 o menos y que una plataforma simple pero funcional puede construirse por menos de u\$s 500. Además de la efectividad relativa a los costos, los movimientos corporales totales del levantamiento de pesas hacen a la economía de tiempo - una consideración importante cuando el tiempo de entrenamiento es limitado (27). Los movimientos del levantamiento de pesas involucran virtualmente a casi todos los grupos musculares del cuerpo, incluyendo muchos grupos musculares pequeños que actúan como estabilizadores (27). Como resultado, es más sencillo entrenar todos los grupos musculares principales realizando 1 o 2 ejercicios del levantamiento de pesas en comparación con realizar múltiples ejercicios monoarticulares para la misma masa muscular. Por supuesto, la selección de los ejercicios dependerá de los objetivos específicos de entrenamiento. Por ejemplo, si el objetivo es desarrollar la fuerza máxima en los ejercicios de sentadilla o press de banca, estos ejercicios deberán ser llevados a cabo en lugar o además de los movimientos del levantamiento de pesas.

Diversidad de los Movimientos del Levantamiento de Pesas

Los movimientos del levantamiento de pesas incluyen el arranque, el envión y los derivados de estos movimientos tales como el arranque colgante, las cargadas colgantes y los tirones colgantes. Quizás la variación más utilizada de los movimientos del levantamiento de pesas son las cargadas de potencia colgantes. Sin embargo, las cargadas de potencia colgantes son solo una variación de los ejercicios que pueden y deberían ser utilizados para mejorar el rendimiento. Los beneficios del levantamiento de pesas pueden obtenerse de mejor manera utilizando en forma estratégica diversos ejercicios derivados del levantamiento de pesas (5). La mayor parte del entrenamiento debería estar ocupada por ejercicios tales como la sentadilla y las versiones de potencia del arranque y el envión, así como también por empujes y segundo tiempo con desliz en tijera. Dependiendo de las necesidades de los atletas, los levantamientos llevados a cabo en forma colgante o desde soportes pueden ser de gran utilidad, así como las cargadas y el arranque con desliz en tijera. Una variación importante de los movimientos del levantamiento de pesas que no ha recibido la atención que debe son los tirones tanto de arranque como de envión (21). El tirón es responsable de la mayor parte de la producción de potencia tanto en el arranque como en el envión. Por ejemplo, un levantador de pesas de elite de 125 kg puede generar casi 7000 watts de potencia durante la última porción del tirón de envión (21). Como resultado, cuando se entrena para un deporte que no sea el levantamiento de pesas, se debería hacer mayor énfasis en desarrollar apropiadamente la técnica del tirón más que cualquier otra fase de movimiento (21). Cuando se decide el valor de incluir los tirones dentro de un programa de entrenamiento, la producción de potencia pico debería ser una de las primeras consideraciones. La potencia pico es la mayor cantidad de potencia que puede producir un individuo. Cualquier atleta que requiera de muy altas producciones de potencia en períodos de tiempo muy cortos debería entrenar para desarrollar la potencia pico (21). Los tirones en sí mismos no deberían reemplazar al arranque y al envión, ya sea desde el suelo o colgantes, sino que deberían complementar estos ejercicios. Existen numerosos beneficios que pueden obtenerse mediante el entrenamiento con los movimientos de arranque y envión, ya sea desde el suelo o en forma colgante, incluyendo la mejora en el equilibrio, la coordinación la flexibilidad y la capacidad atlética.

IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE INSTRUCCION

La utilización de la técnica apropiada es esencial cuando se utilizan los movimientos del levantamiento de pesas (19, 30, 33). Como resultado, los entrenadores que utilizan estos movimientos deberían, al menos, haber completado un curso de estudio que incluya prácticas del arranque, envión y sus derivados (5). Debido al alto nivel de dificultad técnica que implica la realización de los movimientos del levantamiento de pesas, es esencial que estos ejercicios sean enseñados por instructores calificados y experimentados que sepan las técnicas correctas de estos ejercicios. Igualmente importante es el

conocimiento de la correcta progresión que llevará a realizar estos movimientos, minimizando así las potenciales lesiones (31). Algunos entrenadores son reacios a utilizar los movimientos del levantamiento de pesas, aun cuando pueden ser de gran valor para los atletas que entrenan. Existe tres razones para esto (33): 1) los entrenadores no comprenden la utilidad de los ejercicios del levantamiento de pesas para mejorar el rendimiento deportivo, 2) los entrenadores creen que estos ejercicios no son seguros y pueden provocar lesiones excesivas, y 3) los entrenadores no conocen como enseñar a sus atletas la técnica apropiada. Debido a que los principiantes tienen ciertas dificultades para aprender la técnica correcta del arranque y el envión desde el suelo, puede ser mejor para los entrenadores introducir primero estos ejercicios en forma colgante para que así simplificar la enseñanza técnica y para que los atletas puedan sacar ventaja de la fase de segundo tirón. Se ha propuesto una progresión de doce pasos para la enseñanza de la cargada (19): educación, modelación, posición de los pies, posición de las manos, agarre, posición de partida, con la barra a la altura de la cintura realizar saltos encogiendo los hombros (*jump shrugs*), tirón bajo, tirón alto, agarre, ajuste de la posición de los pies y sentadilla de envión. Esta progresión de enseñanza puede aplicarse también para la enseñanza del arranque. Siguiendo estos doce pasos, los atletas pueden aprender la segunda fase del tirón del arranque y el envión de manera más sencilla. Para aprender las técnicas correctas del levantamiento de pesas los atletas deberían comenzar la progresión utilizando cargas que puedan levantarse fácilmente. Al iniciar el entrenamiento, los atletas pueden utilizar barras de madera y luego utilizar las barras sin adicionar carga. A media que la técnica mejora se deberían adicionar 10 a 20 libras en cada serie. Si el entrenador observa que un atleta no utiliza la técnica adecuada, este debería señalar al atleta que utilice cargas menores hasta que aprenda la técnica correcta (19).

RIESGO DE LESION EN EL LEVANTAMIENTO DE PESAS

Un limitado número de estudios ha evaluado la incidencia de lesiones al utilizar ejercicios de velocidad-fuerza, tales como los utilizados en el levantamiento de pesas (31). Un problema es que este tipo de estudios es difícil de llevar a cabo desde un punto de vista práctico ya que este tipo de entrenamiento comúnmente se lleva a cabo concomitantemente con otros tipos de entrenamientos.

Desafortunadamente, como lo señalaran Faigenbaum y Polakowski (8), se ha sugerido incorrectamente que los movimientos del levantamiento de pesas son más peligrosos que los ejercicios tradicionales para el entrenamiento de la fuerza. Además, como lo sugirieran Newton y Kraemer (26), algunos profesionales del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento son más prefieren utilizar ejercicios monoarticulares con la creencia de que estos tipos de ejercicio son más efectivos que los movimientos del levantamiento de pesas en términos de incrementar la potencia y mejorar el rendimiento. Sin embargo, siempre que los movimientos del levantamiento de pesas se realicen con buena técnica y con el equipamiento apropiado, estos son tan seguros como cualquier otra actividad deportiva. No existe evidencia de que los movimientos del levantamiento de pesas provoquen lesiones excesivas. En efecto, la incidencia de lesiones en el levantamiento de pesas es menor que la de muchos deportes entre los que se incluyen el fútbol americano, el básquetbol y la gimnasia (Tabla 1). Si bien sí se producen lesiones con el levantamiento de pesas y con el entrenamiento de sobrecarga, las lesiones son poco comunes (15, 31, 33). Las lesiones más comunes en el levantamiento de pesas se producen en los tejidos blandos de las muñecas, hombros, caderas, espalda, rodillas y tobillos. Característicamente, las lesiones que se producen en el levantamiento de pesas parecen ser resultado del sobreuso, una técnica deficiente o de colisiones excesivas con la barra, particularmente cuando se realizan los ejercicios de arranque y envión con cargas altas. Por esta razón se debería considerar limitar el número de repeticiones en los ejercicios de arranque y envión que se realizan con cargas altas (27, 29, 33).

Deporte	Lesiones por cada 100 horas de participación
Fútbol Escolar	6.2
Rugby en el Reino Unido	1.92
Básquetbol en los Estados Unidos	1.03
Atletismo de Pista y Campo en EE. UU.	0.57
Squash	0.10
Badminton	0.05
Levantamiento de Potencia	0.0027
Tenis en los Estados Unidos	0.001
Levantamiento de Pesas	0.0017

Tabla 1. Comparación de la incidencia de lesiones en diferentes deportes. Adaptado de Hamill (15).

Sin embargo, en comparación con la mayoría de los deportes, las lesiones que se producen en el levantamiento de pesas no parecen ser excesiva y generalmente no son serias. Para reducir adicionalmente el riesgo de lesión, se debería prestar atención al equipamiento, al calzado y la vestimenta que utilizan los atletas, a los protocolos de entrenamiento (diseño del programa), a la entrada en calor y a la utilización de la técnica correcta (19). Para aquellos atletas que entrenan en otros deportes que no sean el levantamiento de pesas, se ha sugerido que la utilización de los movimientos del levantamiento de pesas puede en realidad reducir el riesgo de lesión. Esta reducción en el riesgo de lesión se produce al incrementarse el sentido cinestésica, el fortalecimiento de los músculos, tendones y ligamentos, a la vez que se mejora la coordinación (27, 33).

La baja incidencia de lesiones en el levantamiento de pesas parece también darse en el entrenamiento de los niños y en la competencia. Utilizando datos obtenidos en un período de dos años, se determinó que a la vez que los atletas mejoraban su rendimiento, no se produjeron lesiones y no se perdieron días de entrenamiento por lesiones en un grupo de niños que participó en un promedio de 8 competencias (5). Los autores enfatizaron que estos niños eran supervisados por profesionales del entrenamiento y el levantamiento de pesas, lo cual podría explicar la baja incidencia de lesiones.

Debido a la naturaleza compleja de los movimientos del levantamiento de pesas, se requiere de un entrenador altamente calificado (15). Además, para reducir la incidencia de lesiones se deberían aprender los movimientos del levantamiento de pesas utilizando cargas bajas (8). De hecho, es común en algunos países que los niños de hasta 8 años comiencen a aprender los movimientos del levantamiento de pesas, pero no se adiciona peso a la barra hasta que hayan perfeccionado los movimientos y tengan la coordinación y destreza necesaria (19). Debido a que los niños aprenden los movimientos del levantamiento de pesas con cargas bajas a la vez que son supervisados por entrenadores experimentados, estos movimientos pueden ser más seguros que otros métodos de entrenamiento comúnmente utilizados (8). También es interesante señalar que en una revisión sobre la incidencia de lesiones en levantadores de pesas suecos retirados demostró la misma incidencia de dolor lumbar y de dolor en las rodillas que en la población general (5). No parece que el levantamiento de pesas incremente la incidencia de enfermedades articulares degenerativas. Como resultado de la relativamente baja incidencia de lesiones en relación con las altas fuerzas generadas durante algunos de los movimientos del levantamiento de pesas, parece que se producen adaptaciones al entrenamiento que reducen el riesgo de lesión (33). La impresión general es que el levantamiento de pesas es mucho más seguro que muchos otros deportes, especialmente cuando este es supervisado por entrenadores calificados (15).

CONCLUSIONES

Existe cierta preocupación acerca de la eficacia de incluir los movimientos del levantamiento de pesas dentro de los programas de entrenamiento con sobrecarga para atletas de deportes que no sean el levantamiento de pesas. Estas preocupaciones generalmente caen en tres amplias categorías: 1) la percepción del tiempo requerido para aprender los movimientos, debido a la complejidad de los patrones de movimiento requeridos para realizar los ejercicios; 2) la falta de comprensión de los potenciales beneficios que pueden obtenerse al realizar los movimientos del levantamiento de pesas; 3) la preocupación por las potenciales lesiones que pueden resultar de realizar los movimientos del levantamiento de pesas. No se puede discutir que los movimientos del levantamiento de pesas requieren de mayor tiempo de aprendizaje en comparación con los ejercicios más tradicionales. Sin embargo, como se ha mostrado, la extensa lista de potenciales beneficios que pueden obtenerse al utilizar los movimientos del levantamiento de pesas garantiza la inclusión de estos ejercicios en los programas de entrenamiento con sobrecarga. Por último, se puede afirmar con confianza que el riesgo de lesión es tan bajo o menor que el de otros deportes, siempre que se cuente con la supervisión de entrenadores calificados y de especialistas en el entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento con conocimientos de los movimientos del levantamiento de pesas.

REFERENCIAS

1. Armstrong D. F (1993). Power training: the key to athletic success. *Strength Cond J* 15: 7-10
2. Baechle TR, Earle RW and Wathen D (2008). Resistance training. In: *Essentials of Strength & Conditioning* (3rd ed.). TR Baechle

- and RW Earle, eds.. *Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 381-412
3. Carlock JM, Smith SL, Hartman MJ, Morris RT, Ciroslan DA, Pierce KC, Newton RU, Harman EA, Sands WA and Stone MH (2004). The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field test approach. *J Strength Cond Res* 18: 534-539
 4. Canavan PK, Garrett GE and Armstrong LE (1996). Kinematic and kinetic relationships between an Olympic-style lift and the vertical jump. *J Strength Cond Res* 10: 127-130
 5. Chiu L and Schilling BK (2005). A primer on weightlifting: From sport to sports training. *Strength Cond J* 27: 42-48
 6. Chiu L and Schilling BK (2004). The stop clean and stop snatch: alternatives to the hang. *Strength Cond J* 26: 10-12
 7. Fahey TD, Akka L and Rolph R (1975). Body composition and V_{O2} max of exceptional weight-trained athletes. *J Appl Physiol* 39: 559-561
 8. Faigenbaum AD and Polakowski C (1999). Olympic-style weightlifting, kid style. *Strength Cond J* 21: 73-76
 9. Fleck SJ and Kraemer WJ (2004). Advanced training strategies In: Designing Resistance Training Programs (3rd ed.). *Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 209-239
 10. Fry AC, Schilling BK, Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS and Thrush JT (2003). Muscle fiber characteristics and performance correlates of male Olympicstyle weightlifters. *J Strength Cond Res* 17: 746-754
 11. Garhammer J (1980). Power production by Olympic weightlifters. *Med Sci Sports Exerc* 12: 54-60
 12. Garhammer J, Gregor R (1992). Propulsion forces as a function of intensity for weightlifting and vertical jump. *J Appl Sports Sci Res* 6: 129-134
 13. Garhammer J (1993). A review of power output studies of Olympic and powerlifting: 633 methodology, performance prediction, and evaluation tests. *J Strength Cond Res* 7: 76-89
 14. Haff GG and Potteiger JA (2001). A brief review: explosive exercises and sports performance. *Strength Cond J* 23: 13-20
 15. Hamill BP (1994). Relative safety of weightlifting and weight training. *J Strength Cond Res* 8: 53-57
 16. Harmon E (2008). Biomechanics of resistance exercise. In: Essentials of Strength & Conditioning (3rd ed). *TR Baechle and RW Earle, eds. Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 65-91
 17. Hoffman JR, Cooper J, Wendell M and Kang J (2004). Comparison of Olympic vs. traditional power lifting training programs in football players. *J Strength Cond Res* 18: 129-135
 18. Hori N, Newton RU, Nosaka K and Stone MH (2005). Weightlifting exercises enhance athletic performance that requires high-load speed strength. *Strength Cond J* 27: 50-55
 19. Hori N, Newton RU, Andrews WA, Kawamori N, McGurgan MR and Nosaka K (2008). Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and change of direction. *J Strength Cond Res* 22: 412-418
 20. Hydock D (2001). The weightlifting pull in power development. *Strength Cond J* 23: 32-37
 21. Kawamori N and Newton R (2006). Velocity specificity of resistance training: Actual 658 movement velocity versus intention to move explosively. *Strength Cond J* 28: 86-91
 22. Kraemer WJ, Fry AC, Warren BJ, Stone MH, Fleck SJ, Kearney JT, Conroy BP, Marsh CM, Wesaman CA and Triplett N (1992). Acute hormonal responses in elite junior weightlifters. *Int J Sports Med* 13: 103-109
 23. Newton H (1999). Weightlifting? Weight lifting? Olympic lifting? Olympic weightlifting?. *Strength Cond J* 21: 15-16
 24. Newton RU and Kraemer WJ (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength Cond J* 16: 20-31
 25. Piper T and Erdmann LD (1998). A combined weightlifting/powerlifting program. *Strength Cond J* 20: 15-20
 26. Potach DH and Chu DA (2008). Plyometric Training. In: Essentials of Strength & Conditioning (3rd ed.). *TR Baechle and RW Earle, eds. Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 413-456
 27. Raske A and Norlin R (2002). Injury incidence and prevalence among elite weight and power lifters. *Am J Sports Med* 30: 248-255
 28. Souza A, Shimada SD and Koontz A (2002). Ground reaction forces during the power clean. *J Strength Cond Res* 16: 423-427
 29. Stone M. H (1993). Literature review: Explosive exercise and training. *NSCA J* 15: 7-15
 30. Stone MH, Pierce KC, Sands WA and Stone ME (2006). Weightlifting, a brief overview. *Strength Cond J* 28: 50-66
 31. Tricoli V, Lamas L and Carnevale R, Ugrinowitsch C (2005). Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. *J of Strength Cond. Res.* 19 (2):433-437

Cita Original

Allen Hedrick and Hiroaki Wada. Weightlifting Movements: Do the Benefits Outweigh the Risks? *Strength and Conditioning Journal*; 30(6):26-34; 2008.