PubliCE, (PubliCE) 2010

Monograph

Determinación de la Carga Óptima para Alcanzar la Producción de Potencia Máxima en la Cargada de Potencia y el Arranque en Varones Universitarios Jugadores de Fútbol Americano

Jon K Linderman, Loyd L Laubach, George M De Marco y Justin Pennington

Department of Health and Sport Science, University of Dayton, Dayton, Ohio, Estados Unidos.

RESUMEN

En numerosos deportes la potencia explosiva se asocia con el rendimiento. Se sabe que los ejercicios explosivos de estilo olímpico (i.e, arranque y cargadas de potencia) producen la mayor producción de potencia, y también simulan los diferentes movimientos de las articulaciones involucradas en muchos deportes. Por lo tanto, el propósito de la presente investigación fue determinar el porcentaje de una repetición máxima (1 RM) que provoca la producción de potencia máxima durante cargadas de potencia y arranque. Un objetivo secundario de esta investigación fue determinar las diferencias en las características de potencia dentro del equipo, entre el grupo de participantes experimentados y el grupo de participantes no experimentados. En este estudios participaron atletas varones de la 1ra división de fútbol americano (n=20). Se midieron la composición corporal, producción de potencia máxima, producción de potencia media, velocidad máxima, y la velocidad media desde el 30 a 90% de 1 RM a incrementos de 10% en los ejercicios de cargada de potencia y arranque. La potencia máxima se observó en ≥80% de 1 RM en el caso de la cargadas de potencia (1859,3±56,6 Watts) y arranque (1632,6±64,3 Watts). La producción de potencia máxima fue significativamente mayor ($p<0,05$) en ambos ejercicios, en el grupo de participantes no experimentados, pero cuando se realizó un ajuste según el peso corporal, la potencia fue significativamente mayor en el grupo de participantes experimentados. Sin embargo, no se observaron diferencias en la producción de potencia cuando se ajustó en función de la masa corporal magra. Este estudio sugiere que la carga óptima para producir el mayor valor de producción de potencia es ≥80% de 1 RM. El presente estudio también sugiere que en atletas con entrenamiento neuromuscular, la masa magra corporal ejerce influencia en la producción de potencia máxima.

Palabras Clave: fútbol americano, rendimiento deportivo, TENDO

INTRODUCCION

La potencia explosiva es un componente asociado con el buen rendimiento en múltiples deportes. El entrenamiento para aumentar la producción de potencia máxima es ampliamente discutido entre quienes pertenecen al campo de la fuerza y el acondicionando (2, 12). Se sabe que los ejercicios explosivos de estilo olímpico (i.e, arranque y cargada de potencia) producen la mayor producción de potencia, y también simulan los movimientos involucrados en muchos deportes tales como el fútbol americano**,** carrera en pista, fútbol y básquetbol (3, 6). La extensión de cadera y de rodilla y la flexión plantar, son los componentes claves en la carrera y el salto, y son los movimientos principales involucrados en los levantamientos olímpicos explosivos. Wilson et al. y Kaneko et al., informaron que el entrenamiento con una carga que produce la producción de potencia máxima, provoca los mayores incrementos en la potencia máxima (9, 18). Kawamori recomienda que el porcentaje de una repetición máxima que provoca la producción de potencia máxima, debe ser determinado independientemente para cada ejercicio multi-articular que involucre diferentes grupos musculares (12). Varios investigadores han intentado determinar el porcentaje de una repetición máxima que provoca la producción de potencia máxima en las cargadas de potencia y arranque, pero los resultados varían entre el 70% y el 80% (1, 2, 4, 11, 14). Hasta la fecha nadie ha intentado establecer el porcentaje de una repetición máxima que permite alcanzar la producción de potencia máxima en el arranque.

Es difícil determinar cual es la carga más adecuada, debido a las variaciones en las cargas probadas y en las técnicas utilizadas. La interpretación de los datos puede complicarse aún más, cuando se estandarizan los resultados según la masa corporal. Miller et al. informaron que a medida que aumenta la masa corporal, aumenta el rendimiento en cargadas de potencia, y cuando aumenta la grasa corporal, disminuye el rendimiento en cargadas de potencia ($p<0,05$) (16). Además, Schmidt comparó la potencia en el tren inferior mediante salto vertical en jugadores de fútbol americano de diferentes posiciones tales como *tight ends* de posición ofensiva, *linebackers*, y las posiciones defensivas *defensive backs ydefensive linemen*. Se observó que los *defensive backs* presentaban una producción de potencia de los miembros inferiores significativamentemayor que la observada en las otras posiciones($p<0,05$) (18), lo que indica que la posición puede también afectar la producción de potencia.

El propósito de esta investigación fue resolver los siguientes interrogantes: 1) ¿Qué porcentaje de una repetición máxima provoca la producción de potencia máxima en las cargadas de potencia y el arranque?; 2) ¿Hay diferencia en la carga que produce la producción de potencia máxima en las cargadas de potencia y en el arranque**,** 3) ¿La clasificación según el nivel de experiencia, afecta la producción de potencia?; (4) ¿Las diferencias en la producción de potencia pueden ser explicadas por la masa corporal magra?.

METODOS

Sujetos

En este estudio participaron voluntariamente veinte varones jugadores de fútbol americano no becados, de la Universidad de Dayton, OH DI de 19-22 años de edad, entre los que se incluyeron a atletas de categoría experimentados (n=8) y no-experimentados (n=12). Antes de comenzar con el registro de datos se obtuvo la aprobación, por parte del Comité de Revisión Institucional de la Universidad de Dayton, de todos los procedimientos utilizados en este estudio. Todos los sujetos fueron autorizados por un entrenador deportivo certificado para participar en el estudio. Además, antes de comenzar la recolección de los datos para participar en el estudio, se exigió que los sujetos presentaran un certificado médico actualizado y firmaran un consentimiento informado.

Procedimientos

Los sujetos asistieron a cuatro sesiones de evaluación durante un período de una semana. Las medidas antropométricas de los sujetos se registraron en la primera sesión. En la segunda sesión de evaluación se determinó la repetición máxima de los sujetos en los ejercicios de cargada de potencia yarranque. En la tercera y cuarta sesión se realizó la determinación de producción de potencia máxima, velocidad máxima, producción de potencia media y velocidad media para la cargada de potencia y el arranque, con cargas de 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% y 90% de 1RM.

Entre la segunda, tercera y cuarta sesión se les dio a los sujetos un descanso de 48 hs.

Mediciones Antropométricas

La talla de los sujetos fue determinada mediante un estadiómetro de pie libre. Se solicitó a los sujetos que se colocaran de pie derechos y con los pies descalzos, con los talones juntos, y con la cabeza derecha sin inclinarla hacia adelante o hacia atrás. Se solicitó a los sujetos que inhalaran profundamente y mantuvieran la posición mientras un técnico colocaba una marca de nivel por encima y en el centro de la cabeza. La talla se registró con un nivel de error de 0,1 cm.

El peso de los sujetos se obtuvo mediante en una balanza electrónica adosada al analizador corporal *Bod Pod*. Se solicitó a los sujetos que permanecieran de pie, derechos, descalzos en la balanza, con shorts de *lycra* o de *spandex*. Mientras se realizaba la medición, los sujetos debían permanecer quietos, con los talones juntos, mirando hacia adelante.

La composición corporal de los participantes se determinó mediante el analizador de composición corporal *Bod Pod*. Se les solicitó que no consumieran diuréticos, como cafeína y suplementos, que se abstuvieran de consumir bebidas o realizar ejercicios en las tres horas previas a la evaluación y que orinaran una hora antes de la prueba. Se solicitó que vistieran shorts de ciclismo de *lycra* o traje de baño de *lycra* y que retiraran todos los objetos de metal de sus cuerpos. Se colocó un gorro de natación en la cabeza de los participantes y se les solicitó que permanecieran sentados, quietos y que mantuvieran la respiración normal mientras se registraban las medidas. Se estimaron los volúmenes pulmonares torácicos. Se utilizó la ecuación de Siri para convertir la densidad corporal a porcentaje de grasa corporal.

Test de determinación de 1RM

La repetición máxima (1RM) se obtuvo tanto para la cargada de potencia como para el arranque, en la segunda sesión de prueba. El orden en que los ejercicios fueron realizados fue establecido al azar y se fijó un descanso de 30 minutos entre los tests (19).

Los sujetos realizaron una entrada en calor liviana con 10 repeticiones en sentadilla con el peso corporal y 10 saltos desde sentadilla con el peso corporal.

Luego realizaron una entrada en calor dinámica con los movimientos reales de las cargadas de potencia y arranque. En la entrada en calor se utilizaron porcentajes de su 1 RM estimada. La entrada en calor consistió en 5 repeticiones al 30% de 1RM, 4 repeticiones al 50% de 1RM, 3 repeticiones al 70% de 1RM y 1 repetición al 90% de 1RM. El profesional que supervisó el test corrigió a aquellos sujetos cuya técnica fuera incorrecta durante la entrada en calor, para evitar que el ejercicio se realizara incorrectamente durante el test y reducir el riesgo de lesión. A partir de éste punto se les permitió realizar 4 intentos para alcanzar su 1 RM real**.** Entre las series de entrada en calor se les otorgó un período de descanso de tres minutos. Este procedimiento fue diseñado por Winchester et al (20).

Determinación de la Producción de Potencia

La producción de potencia se determinó mediante el dispositivo *TENDO FiTROdyne Powerlizer* (*Fitro-Dyne; Fitronic, Bratislava, Eslovaquia*). Se ha informado previamente, que la unidad TENDO mide la producción de potencia de manera confiable (R=0,97) (8). Este dispositivo es considerado un transductor de colocación lineal y por lo tanto, mide la velocidad y la potencia en dirección vertical. Kraemer informó que si el movimiento horizontal desde el centro es menor al 7%, este efecto se minimiza y puede ser ignorado (15). La técnica adecuada tanto en la cargada de potencia como en el arranque, especifica que la barra debe ser desplazada verticalmente y derecho desde el inicio hasta el fin, por lo que el movimiento horizontal en estos dos levantamientos debe ser mínimo y la unidad *TENDO* aportaría una medición confiable y válida de la producción de potencia. Se utilizó una cámara de video colocada perpendicularmente al atleta para identificar aquellos levantamientos que se desviaran mucho del centro y estos levantamientos fueron excluidos. Se han obtenido correlaciones significativas entre los transductores de velocidad lineales y las plataformas de fuerza de reacción contra el suelo en la medición de la producción de potencia (17).

En la tercera y cuarta sesión de prueba, se realizó la determinación de producción de potencia máxima, velocidad máxima, producción de potencia media y la velocidad media de cargada de potencia y arranquecon cargas de 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% y 90% de 1 RM. El orden en que los ejercicios fueron realizados en la tercera y cuarta sesión de prueba fue establecido al azar. Los sujetos realizaron una entrada en calor liviana con 10 repeticiones de sentadilla con el peso corporal y 10 saltos desde sentadilla con el peso corporal. Luego realizaron una entrada en calor dinámica con los movimientos reales de las cargadas de potencia y arranque. Para la entrada en calor se utilizaron porcentajes de la 1RM estimada. La entrada en calor consistió en 5 repeticiones con el 30% de 1RM, 4 repeticiones con el 50% de 1RM y 3 repeticiones con el 70% de 1RM. El profesional que tomó la prueba corrigió a aquellos sujetos cuya técnica fuera incorrecta durante la entrada en calor, para evitar que el ejercicio fuera realizado de manera incorrecta durante el test y reducir el riesgo de lesión.

El orden de las cargas de prueba también fue establecido al azar en ambas sesiones de prueba.

Análisis Estadísticos

Una vez que se realizaron las pruebas, la producción de potencia máxima y la producción de potencia media fueron ajustadas según la masa corporal magra. Las unidades utilizadas fueron watts por kg de masa corporal magra. Para realizar todos los cálculos estadísticos se utilizó el software SPSS versión 16.0.

Para todas las variables se calcularon los estadísticos descriptivos. Para determinar si había diferencias significativas en la producción de potencia máxima, producción de potencia máxima por kilogramo de masa corporal magra, velocidad máxima, producción de potencia media, producción de potencia media por kilogramo de masa corporal magra, y velocidad media entre las diferentes cargas para cada ejercicio, se utilizó un modelo lineal general de medidas repetidas. En aquellos casos donde se observara significancia estadística se aplicó el test *post-hoc* de LSD. Para analizar las diferencias significativas en la producción de potencia máxima, producción de potencia máxima por kilogramo de masa corporal magra, velocidad máxima, producción de potencia media, producción de potencia media por kilogramo de masa corporal magra y velocidad media entre diferentes categorías de nivel de experiencia y entre cada ejercicio a cada carga se utilizó el ANOVA de una vía. Para fijar la significancia estadística se utilizó un $p<0,05$ en todos los cálculos estadísticos.

RESULTADOS

Sujetos

En la Tabla 1 se presentan los datos correspondientes a talla, peso y composición corporal de los sujetos.

	Talla (cm)	Peso (Kg)	% de Grasa Corporal	Masa Magra (kg)	Masa Grasa (kg)
Grupo experimentado (n=8)	181,3 ± 2,9	86,7 ± 3,2	13,6 ± 3,2	74,9 ± 3,6	11,8 ± 2,9
Grupo no experimentado (n=12)	188,0 ± 4,0	113,3 ± 10,1	23,4 ± 6,4	86,5 ± 5,9	26,9 ± 9,1

Tabla 1. *Datos descriptivos de los participantes. Los datos se expresan en forma de Media±DS.*

Cargada de Potencia

Al analizar lo datos de todos los sujetos, las cargas de 80%, 90% y 100% de 1 RM permitieron alcanzar la producción de potencia máxima (Watts) ($p<0,05$) (Figura 1). Cuando los datos fueron ajustados según la masa corporal y la masa magra corporal, se observó la misma relación estadística. La velocidad máxima en la cargada de potencia alcanzó su valor mas alto con el 30% de 1 RM y el menor a 100% de 1 RM (Tabla 2; $p <0,05$). Cuando se ajustó según la masa corporal y la masa corporal magra, se observó la misma relación.

Arranque

Para el grupo completo, en el arranque, la producción de potencia máxima (Watts) se incrementó desde 30 hasta 80% de 1 RM (Figura 1; $p<0,05$) pero no fue significativamente mayor al pasar de 80 a 100% de 1RM. Cuando se realizó el ajuste en función de la masa corporal y la masa corporal magra, se observó la misma relación. La velocidad máxima de arranquefue significativamente diferente en todas las cargas y fue máxima a 30% de 1 RM y mínima a 100% de 1 RM (Tabla 2; $p <0,05$).

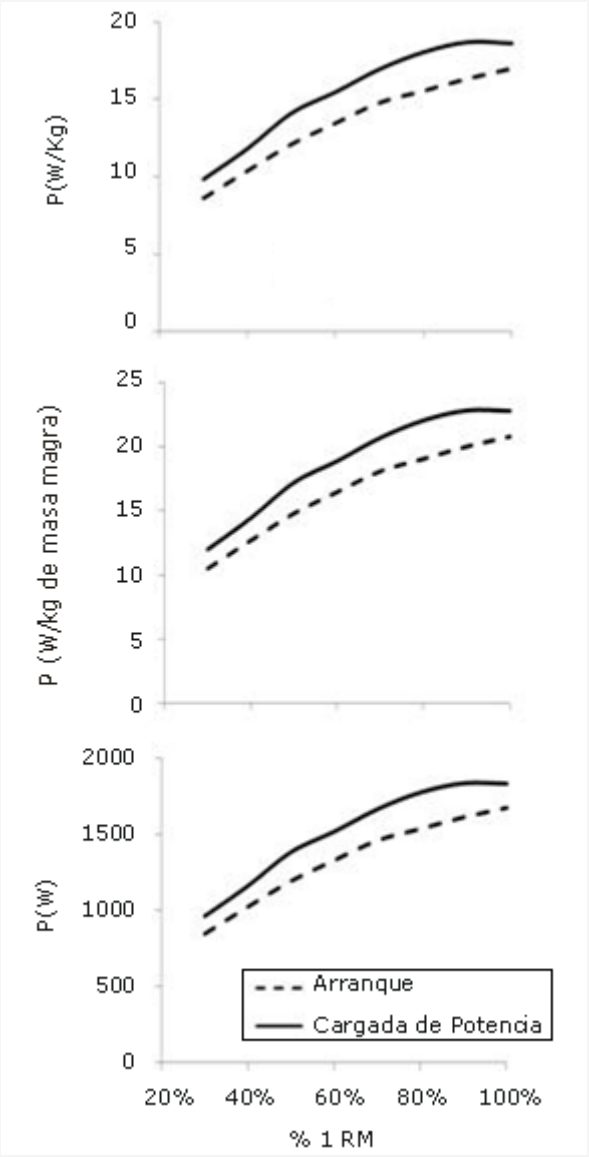

Figura 1. *Producción de potencia máxima absoluta, producción de potencia máxima relativa al peso corporal y producción de potencia máxima relativa a la masa magra corporal, observadas con cargas que variaron desde el 30% al 100% de 1RM en los ejercicios de cargada de potencia y arranque.*

Ejercicio/ Grupo	Potencia Máxima (Watts)	Potencia Máxima (Watts/ kg)	Potencia Máxima (Watts/ kg de masa magra)	Velocidad máxima (m/s)	Carga (kg)	% de 1RM
Experimentados						
Cargada de potencia	1723,3 ± 106,8	19,8 ± 1,2	22,9 ± 1,1	1,6 ± 0,08	113,9 ± 9,2	100%
Arranque	1582,8 ± 126,4	18,3 ± 1,5	21,1 ± 1,3	2,1 ± 0,12	78,1 ± 7,9	100%
No Experimentados						
Cargada de potencia	1949,9 ± 284,3	17,3 ± 2,9	22,6 ± 2,9	1,6 ± 0,13	123,8 ± 11,3	100%
Arranque	1761,6 ± 240,7	15,7 ± 2,7	20,4 ± 2,7	2,1 ± 0,20	86,2 ± 8,4	100%
Experimentados						
Cargada de potencia	1758,1 ± 149,7	20,3 ± 1,7	23,4 ± 1,3	1,8 ± 0,24	102,9 ± 7,9	90%
Arranque	1512,4 ± 105,1	17,5 ± 1,2	20,2 ± 0,86	2,2 ± 0,12	70,3 ± 6,9	90%
No Experimentados						
Cargada de potencia	1920,5 ± 290,2	17,1 ± 3,2	22,2 ± 2,9	1,7 ± 0,15	111,1 ± 9,9	90%
Arranque	1709,0 ± 174,2	15,2 ± 2,1	19,8 ± 1,9	2,3 ± 0,17	77,5 ± 7,7	90%
Experimentados						
Cargada de potencia	1666,3 ± 121,2	19,3 ± 1,7	22,2 ± 1,3	1,9 ± 0,13	91,1 ± 7,4	80%
Arranque	1431,3 ± 99,0	16,5 ± 1,1	19,1 ± 0,7	2,4 ± 0,15	62,5 ± 6,6	80%
No Experimentados						
Cargada de potencia	1891,8 ± 265,7	16,9 ± 3,0	21,9 ± 2,6	1,9 ± 0,16	98,8 ± 9,1	80%
Arranque	1637,8 ± 161,1	14,6 ± 1,9	18,9 ± 1,7	2,4 ± 0,18	68,9 ± 6,6	80%

Tabla 2. *Datos descriptivos obtenidos a 100%, 90%, 80% de 1RM. Los datos se presentan en forma de media±DS.*

Cargada de Potencia vs. Arranque

La carga en la cargada de potencia fue significativamente mayor que la carga en el arranque en todos los porcentajes de 1 RM (Tabla 2; $p<0,05$).

Los watts máximos en la cargada de potencia fueron significativamente mayores que los watts máximos en el arranque en todas las cargas ($p<0,05$). La velocidad máxima en el arranque fue significativamente mayor que la de la cargada de potencia en todas las cargas ($p <0,05$). Cuandose los equiparó respecto a la potencia máxima, dónde este valor para la cargada de potencia y para el arranque no eran significativamente diferentes, la velocidad máxima del arranque fue significativamente más alta que la velocidad máxima de la cargadas de potencia ($p<0,05$).

Clasificación Según el Nivel de Experiencia

Los watts máximos en la cargada de potencia fueron significativamente mayores en los grupos de participantes no experimentados en porcentajes ≥80% de 1 RM (Tabla 2 $p<0,05$). La potencia máxima relativa (w/kg) en el grupo de participantes experimentados fue significativamente mayor que la del grupo no experimentado excepto en el 80% de 1 RM ($p<0,05$). La potencia máxima relativa (w/kg de masa corporal magra) en la cargada de potencia, no fue significativamente diferente entre los grupos de participantes experimentados y no experimentados en ninguna carga ($p<0,05$). No se observaron diferencias significativas los grupos experimentados y no experimentados en la velocidad máxima de la cargada de potencia en ninguna carga ($p<0,05$). La carga en el arranque fue significativamente mayor en el grupo no experimentado en todas las cargas ($p<0,05$). Los watts máximos en el arranque fueron significativamente mayores en el grupo de participantes no experimentados en las cargas ≥ 40% de 1 RM (Tabla 2; $p<0,05$). La potencia máxima relativa (w/kg) en el grupo de participantes experimentados fue significativamente más alta que en el grupo de participantes no experimentados en todas las cargas excepto con el 40% de 1 RM ($p<0,05$). Cuando se realizaron ajustes en función de la masa magra, no se observaron diferencias significativas en los watts máximos del arranque entre los grupos experimentados y no experimentados, en ninguna carga ($p<0,05$). Tampoco se observaron diferencias significativas entre los grupos experimentados y no experimentados en la velocidad máxima del arranque en ninguna carga.

DISCUSION

Carga Óptima

El objetivo principal de esta investigación consistió en determinar la carga óptima de 1 RM que permitía alcanzar la mayor producción de potencia, en ejercicios de cargadas de potencia y arranque. En esta población en particular, la carga óptima que provocó la producción de potencia máxima absoluta y la producción de potencia máxima relativa se obtuvo en valores ≥80% (Figura 1, Tabla 2). Aunque la producción de potencia continuó incrementándose desde el 80% al 100% de 1 RM, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Los resultados de este estudio son similares a resultados publicados previamente. Investigaciones previas han demostrado que en atletas, tanto de nivel universitario como profesional, el porcentaje óptimo de 1 RM se alcanzaba entre 70% y 80% (2, 12, 14, 20). Sin embargo en estos estudios, la producción de potencia máxima fue mucho mayor en todas las cargas que en el presente estudio (Tabla 2).

Pocos investigadores han intentado establecer el porcentaje de 1RM que provoca la producción de potencia máxima en el ejercicio de cargada de potencia. Los resultados de cada uno de estos intentos varían. Winchester et al. evaluaron a 18 atletas de tercera división, con por lo menos un año de experiencia en entrenamiento en cargada de potencia y observaron que el porcentaje de su 1RM que permitió obtener los mayores valores de producción de potencia máxima y producción de potencia media era 70% de 1RM (20). Este valor fue significativamente mayor que los obtenidos con 50% y 90% de 1RM ($p<0,05$) (20).Este estudio no contempló un amplio intervalo de cargas, ya que solo utilizó 50%, 70% y 90% de una repetición máxima.

Cormie et al. observaron que la producción de potencia máxima y media en cargadas de potencia, eran mayores con el 80% de 1 RM en comparación con la que obtenían al 30%, 40%, 50%, 60%, 70% y 90% de 1RM en dos estudios diferentes en los que participaron 10 y 12 atletas de 1ra división ($p<0,05$) (1,2). Haff et al. estudiaron a 8 varones entrenados y evaluaron la producción de potencia media y máxima con el 80%, 90% y 100% de su 1 RM en el ejercicio de cargada de potencia y observaron que ambas variables alcanzaron el máximo a 80% de sus 1RM y fueron significativamente diferentes ($p<0,05$) (4).

Este estudio también careció de un amplio intervalo de cargas.

Kawamori et al. encontraron resultados similares con una versión modificada de la cargada de potencia.

Estos investigadores estudiaron 15 varones que tenían seis meses de experiencia en la realización de cargada de potencia colgado y observaron que al 70% de una repetición máxima, la potencia máxima y media fueron significativamente superiores a las obtenidas con el 30%, 40%, 50%, 60%, 80% y 90% de 1RM ($p <0,05$) (12). Kilduff et al. estudiaron a 12 jugadores profesionales de rugby y observaron que la potencia media y máxima alcanzaban un máximo con el 80% de 1RM en el ejercicio de cargada de potencia colgado (14). Notablemente, no se observaron diferencias significativas en la producción de potencia con el 50%, 60%, 70%, 80% y 90% de una repetición máxima.

Los valores informados en la literatura actual van desde 3896,8±1035,0 hasta 4467,0±477,2 Watts (2, 12, 14, 20). Estos valores son mayores al doble de los observados en este estudio (Figura 1, Tabla 2). Haff et al. (5) y Kawamori et al (7) midieron en el ejercicio de tirón de la cargada de potencia y cargada de potencia colgado y observaron que la producción de potencia máxima absoluta se alcanzó con el 60% y 80%, con valores de producción de potencia máxima de 2228,9±192,3 y 2440,2±236,9 Watts (17, 18).

Estos valores de producción de potencia máxima son más semejantes a los valores máximos observados en el presente estudio (Figura 1, Tabla 2). Estos dos estudios no consideraronel peso corporal al calcular la producción de potencia máxima. El método utilizado en el presente estudio tampoco consideró el peso corporal, lo que podría explicar la gran variación en los valores de producción de potencia máxima absoluta.

Las velocidades máximas en todas las cargas fueron similares a los datos previos, pero en este estudio, las cargas fueron en promedio, más elevadas (Tabla 2).

Las variaciones en la producción de potencia después de excluir el peso corporal sólo podrían explicarse a causa de las diferentes técnicas de medición utilizadas en estos estudios, y por las diferencias en los ejercicios. Tres estudios previos realizaron mediciones mediante plataformas de fuerza, mientras que otro empleó dos transductores de ubicación lineal para medir los desplazamientos verticales y horizontales, y fueron utilizados ejercicios como la cargada de potencia

colgado y el tirón de la cargada de potencia colgado, a diferencia de las cargadas de potencia desde el suelo que se utilizaron en la presente la investigación (2, 12, 14, 20). Este estudio empleó solamente un transductor de velocidad lineal para medir el desplazamiento en la dirección vertical.

Las diferencias en las técnicas de medición y en las técnicas de los ejercicios podrían haber provocado las diferencias que se observaron en los resultados.

Las investigaciones previas no analizaron el porcentaje óptimo de 1 RM que provoca la mayor producción de potencia en el arranque ni tampoco han efectuado comparaciones entre las características de la producción de potencia en la cargada de potencia y en el arranque. El presente estudio demostró que tanto la producción de potencia máxima absoluta como la relativa fueron máximas con cargas ≥80% de 1 RM en el arranque (Figura 1).

Cuando se compararon la cargada de potencia con el arranque, la cargada de potencia presentó cargas significativamente mayores en todos los porcentajes de 1 RM y a causa de esto provocó el mayor nivel de producción de potencia (Tabla 2). En el arranque se observaron velocidades significativamente mayores en todas las cargas de 1 RM y también presentó velocidades significativamente mayores cuando los dos ejercicios fueron equiparados en cuanto a la potencia (Tabla 2). Es importante destacar esto, ya que mientras uno se entrena para aumentar la potencia, debe entrenar para mejorar velocidad máxima de una acción y la fuerza máxima que uno puede ejercer. En los deportes basados en la carrera y el salto, se pone un énfasis especial en la velocidad máxima de extensión de cadera y de rodilla, y en la flexión plantar en el tobillo, así como también en la fuerza que se ejerce en estos movimientos. Éstos son los mismos movimientos en los que se hace hincapié en los movimientos de la cargada de potencia y el arranque, por lo que estos ejercicios deben ser utilizados en el entrenamiento para aumentar el rendimiento de carrera y salto en valores iguales o superiores al 80% de 1 RM.

Comparación entre los Niveles de Experiencia

El objetivo secundario de esta investigación fue determinar las diferencias dentro del equipo en las características de potencia entre las categorías de participantes experimentados y no experimentados.

La producción de potencia máxima absoluta fue significativamente mayor en el grupo no experimentado tanto en el arranque como en las cargadas de potencia (Figuras 2 y 3). La producción de potencia máxima relativa al peso corporal fue significativamente mayor en el grupo de participantes experimentados (Figuras 2 y 3). Esto puede explicarse por el bajo porcentaje de grasa corporal observado en este grupo y elevada cantidad de masa grasa observada en el grupo de participantes no experimentados (Tabla 1). No se observaron diferencias entre los grupos, en la producción de potencia máxima relativa a la masa magra corporal (Figuras 2 y 3). Contrariamente a lo informado en la literatura actual, parecería que las diferencias en las variables de producción de potencia podrían ser explicadas por la cantidad de masa magra que un atleta posee y por la masa grasa adicional que un atleta carga. Esto podría explicar las diferencias en el salto vertical entre los jugadores de las posiciones *defensive backs* y *linemen*, de posiciónofensiva, informadas previamente (18). Miller et al. observaron que a medida que aumentaba la masa corporal, aumentaba el rendimiento en la cargada de potencia (16). Esto coincide con lo observado en el presente estudio dado que el grupo de participantes no experimentados, con mayor masa corporal, presentaron un mayor rendimiento absoluto en la cargada de potencia.

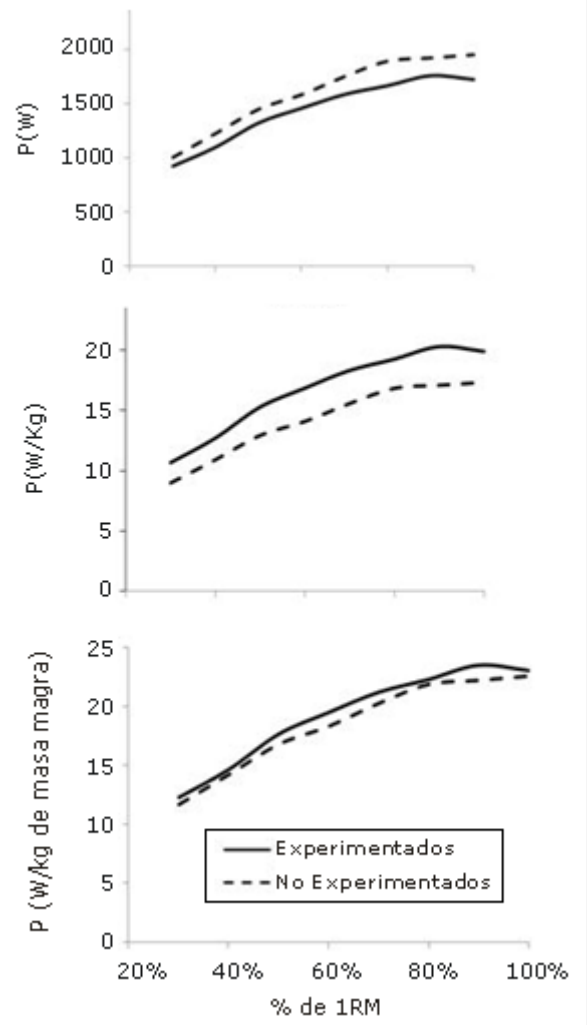

Figura 2. *Producción de potencia máxima absoluta, producción de potencia máxima relativa al peso corporal y producción de potencia máxima relativa a la masa magra corporal, observadas con cargas que variaron desde el 30% al 100% de 1RM en el ejercicio de cargada de potencia en cada grupo.*

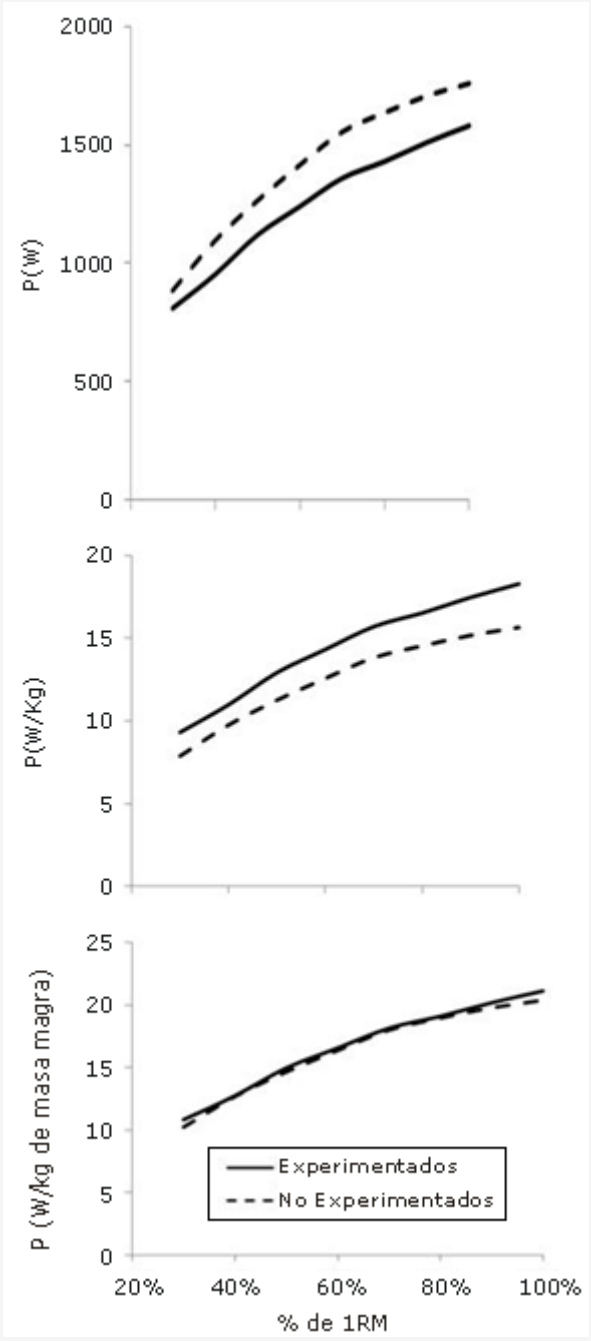

Figura 3. *Producción de potencia máxima absoluta, producción de potencia máxima relativa al peso corporal y producción de potencia máxima relativa a la masa magra corporal, observadas con cargas que variaron desde 30% a 100% de 1RM en el ejercicio de arranque en cada grupo.*

Se ha informado que en los individuos sin entrenamiento, la ganancia de fuerza inicial se debe a las adaptaciones nerviosas, seguidas por las adaptaciones hipertróficas (17). Esto explicaría la ausencia de diferencias en la producción de potencia máxima relativa a la masa corporal entre los grupos.

Todos los sujetos que participaron en el presente estudio habían estado entrenando durante un año aproximadamente; esto los colocaría en una categoría de sujetos entrenados. Durante el entrenamiento inicial de un atleta aumentaría el reclutamiento de unidades motoras, la tasa de disparo, la sincronización y disminuiría la inhibición nerviosa (16). Luego de estas mejoras iniciales, parecería que la producción de potencia máxima depende de la acumulación de masa corporal magra, sin embargo, se ha demostrado que las adaptaciones nerviosas se producen aún en atletas altamente entrenados tal como se observa en las mediciones por EMG (9). El presente estudio no fue diseñado para investigar el mecanismo que se encuentra detrás de los aumentos en la fuerza y la potencia, pero los datos actuales sugieren que la mayor producción de

fuerza debida a la acumulación de masa magra en el cuerpo es un factor contribuyente, ya que las velocidades no fueron diferentes entre los grupos. (Tabla 2)

Conclusiones

En este estudio la carga óptima para producir el mayor valor de producción de potencia en los ejercicios de cargada de potencia y arranque se produjo en porcentajes ≥80% de 1 RM. Cuando los atletas entrenan para alcanzar la máxima producción de potencia, la carga utilizada debería ser igual o superior al 80% y debería variar de modo progresivo.

Los resultados del presente estudio sugieren, además, que la masa magra corporal influye en la producción de potencia máxima en atletas con entrenamiento neuromuscular, probablemente a causa de aumentos en la producción de fuerza asociados con los aumentos en la masa magra corporal.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Departamento de Deportes de la Universidad de Dayton, así como también al equipo de fútbol americano de la Universidad por participar voluntariamente en esta investigación.

Dirección para Envío de Correspondiencia

Jon K. Linderman, PhD, FACSM, EPC, Department of Health and Sport Science, University of Dayton, Dayton, Ohio, USA, 45469. jonlinderman@udayton.edu.

REFERENCIAS

1. Cormie P., McBride J. and McCaulley G (2007). Validation of power measurement techniques in dynamic lower body resistance exercises. *J Appl Biomech 2007; 23(2):103-118*
2. Cormie P., McCaulley G., Triplett T. and McBride J (2007). Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises. *Med Sci Sports Exerc; 39(2):340-349*
3. Garhammer J (1985). Biomechanical profiles of olympic weightlifters. *Int J Sport Biomech 1985;1 (2):122-130*
4. Haff G., Stone M., O'Bryant H., Harman E., Dinan C., Johnson R. and Ki-Hoon H (1997). Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *J Strength Cond Res; 11 (4):269-272*
5. Haff G., Whitley A. and Potteiger J (2001). A brief review: explosive exercises and sports performance. *Strength Condition J 2001; 23 (3): 13-20*
6. Hori N., Newton R. U., Andrews W., Kawamori N., McGuigan M. and Nosaka K (2007). Comparison of four different methods to measure power output during the hang power clean and the weighted jump squat. *J Strength Cond Res; 21 (2): 314-320*
7. Hori N., Newton R. U., Andrews W. A., Kawamori N., McGuigan M. and Nosaka K (2008). Does performance of the hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction. *J Strength Cond Res; 22 (2):412-418*
8. Jennings C., Viljoen W., Durandt J. and Lambert M (2005). The reliability of the FitroDyne as a measure of muscle power. *J Sports Sci; 19 (4):859-863*
9. Judge L., Moreau C. and Burke J (2003). Neural adaptations with sport-specific resistance training in highly skilled athletes. *J Sports Sci; 21 (5):419-427*
10. Kaneko M., Fuchimoto T., Toji H. and Suei K (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scan J Sports Sci; 5(2):50-55*
11. Kawamori N. and Haff G (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *J Strength Cond Res; 18 (3): 675-684*
12. Kawamori N., Crum A., Blumert P., Kulik J., Childers J. and Wood J (2005). Influence of different relative intensities on power output during the hang power clean: identification of the optimal load. *J Strength Cond Res; 19 (3):698-708*
13. Kilduff L., Bevan H., Owen N., Kingsley M., Bunce P., Bennett M. and Cunningham D (2007). Optimal loading for peak power output during the hang power clean in professional rugby players. *Int J Sports Physiol Perf; 2 (3): 260-269*
14. Kraemer W. and Fleck S (2007). Optimizing. Strength training: designing non-linear periodization workouts. *Human Kinetics 144*
15. Miller T., White E., Kinley K., Congleton J. and Clark M (2002). The effects of training history, player position, and body composition on exercise performance in collegiate football players. *J Strength Cond Res 16 (1): 44-49*
16. Sale D (1988). Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc 20 (5 Suppl):S135-45*
17. Schmidt W (1999). Strength and physiological characteristics of NCAA Division III American football players. *J Strength Cond Res 13 (3):210-213*
18. Wilson G., Newton R., Murphy A. et al (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med Sci Sports Exerc 25 (11): 1279-1286*
19. Winchester J., Erickson T., Blaak J. and McBride J (2005). Changes in bar-path kinematics and kinetics after power-clean training. *J Strength Cond Res 19 (1): 177-183*

Cita Original

Pennington J. M., Laubach L. L., De Marco G. M., Linderman J. K. Determining the Optimal Load for Maximal Power Output for the Power Clean and Snatch in Collegiate Male Football Players. JEPonline; 13 (2): 10-19, 2010.