

Monograph

Relación entre la Velocidad de Carrera y las Medidas de Fuerza y Potencia en Jugadores de la Liga Profesional de Rugby League

Daniel Baker¹ y Steven Nance²

¹Brisbane Broncos Rugby League Club, Red Hill, QLD, Australia.

²Australian Rugby Union, Queensland, Australia.

RESUMEN

El propósito de este estudio fue investigar la relación entre la velocidad de carrera y diferentes tests comunes de fuerza y potencia, en términos absolutos y en relación a la masa corporal. Se evaluó la velocidad de carrera en 10 m y 40 m, la fuerza máxima en 3 repeticiones máximas (RM) en sentadilla y 3 RM en cargada de potencia colgado y la potencia de piernas, en veinte jugadores profesionales de rugby league. La potencia se evaluó mediante un *Plyometric Power System* (PPS) con salto desde sentadilla con barras con cargas de 40, 60, 80 y 100 kg. Los resultados indicaron que, aunque los rendimientos de esprint de 10 y 40 m están muy relacionadas ($r = 0,72$, $p < 0,05$), existe variación considerable en los factores que contribuyen con el rendimiento en cada distancia de esprint. Aunque ninguna puntuación absoluta de fuerza o potencia se relacionó significativamente con ningún rendimiento de esprint, casi todas las puntuaciones relativas a la masa corporal se relacionaron significativamente con el rendimiento en esprint. Para el esprint de 10 m, las relaciones significativas fueron de $r = -0,52$ a $r = -0,61$ ($p < 0,05$). Para el esprint de 40 m, las relaciones significativas fueron de $r = -0,65$ a $r = -0,76$ ($p < 0,05$). Sobre la base de esta investigación, los jugadores de rugby profesionales necesitarían hasta cierto punto un entrenamiento diferente para las capacidades de esprint de 10 m y 40 m, ya que las distancias más largas tendrían una mayor dependencia del rendimiento del ciclo de estiramiento-acortamiento.

Palabras Clave: esprints, sentadilla, salto desde sentadilla, concéntrico, ciclo de estiramiento-acortamiento

INTRODUCCION

La velocidad de carrera en distancias cortas, sería fundamental para alcanzar el éxito en varios deportes de campo y cancha. En los deportes como la liga de rugby, la distancia media de esprint recorrida por los jugadores que se desempeñan a nivel de la liga nacional puede ser 10-20 metros (9). Esta distancia sería indicativa de la capacidad de aceleración de los atletas de deportes de campo, quienes, según se ha postulado (18), completan sus fases de aceleración antes de los 30-50 m requeridos por los esprinters de élite (11). Sin embargo, la velocidad en distancias más largas que 40-60 m o incluso mayores, tiene aún importancia considerable en jugadores que ocupan ciertas posiciones en diferentes deportes. Por consiguiente, la velocidad debería ser analizada a lo largo de 2 distancias diferentes, como 10-20 m y 40-50 m, para los atletas de deportes de campo que participan en deportes como rugby, fútbol, hockey sobre césped, fútbol

australiano y el fútbol americano. Probablemente estas distancias indicarían la capacidad de aceleración y de velocidad máxima de los atletas (5, 6, 17).

El esprint requiere una gran producción de fuerza (11-13). Sobre la base de este conocimiento, los métodos de entrenamiento de fuerza y potencia son defendidos casi universalmente como una forma de entrenamiento para mejorar la velocidad de carrera (6). Así la relación entre la fuerza y potencia, y velocidad de carrera, es de mucho interés para los investigadores y entrenadores que intentan identificar los posibles mecanismos para mejorar el rendimiento (6, 7, 17, 18).

Varios investigadores han analizado la relación entre las diferentes medidas de los tests de fuerza y potencia muscular y la capacidad de esprint con resultados variables (1, 3, 7, 12, 13, 17). Estos resultados variables podrían deberse al diferente nivel de los sujetos, a los métodos de valoración de la fuerza y a la distancia de esprint involucrada. En respuesta a estos resultados, Young et al. (18) investigaron la relación entre 27 mediciones de fuerza y potencia y el rendimiento en esprint en distancias que iban de 2,5 a 50 m en atletas jóvenes de pista y campo. Young et al (18) observaron que la fase de aceleración inicial (2,5 m) presentó una elevada correlación ($r = -0,86$) con la fuerza aplicada un salto desde sentadilla solamente concéntrico, relativo a la masa corporal. Los autores postularon que esto podría deberse a las similitudes en el ángulo de la rodilla, al tiempo para la producción de fuerza y a la naturaleza predominantemente concéntrica de ambas actividades.

Sin embargo, el intervalo más rápido de 10 metros (velocidad máxima) presentó casi la misma correlación elevada ($r = -0,77-0,79$) con el ciclo de estiramiento y acortamiento concéntrico (CEA) y con las medidas isométricas de fuerza o potencia. Además, algunas medidas de fuerza, relativas a la masa corporal, obtenidas durante el salto desde sentadilla con barra (tanto solamente concéntricas como con CEA) estuvieron altamente relacionadas con el rendimiento de máxima velocidad. En aparente oposición a este hallazgo, la fuerza isométrica absoluta, independientemente de la masa corporal, también se correlacionó con el rendimiento. La fuerza isométrica relativa a la masa corporal no se relacionó significativamente con el rendimiento de velocidad máxima. Por lo tanto existen diferencias acerca de si las medidas relativas o absolutas de fuerza y potencia son buenos estimadores de rendimiento de esprint a velocidad máxima.

Estos resultados plantean varias preguntas para el investigador y para los entrenadores de fuerza y acondicionamiento, con respecto a las capacidades para iniciar el esprint y para alcanzar la velocidad máxima de esprint. Aunque la habilidad de iniciar un esprint en una distancia muy corta de 2,5 m estaría fuertemente relacionada con los parámetros de la fuerza muscular concéntrica (relativos a la masa corporal), ¿la relación entre las medidas del CEA aumentan a medida que aumentan las distancias típicas de los requerimientos de los atletas de deportes de campo, de 10-20 m? ¿Las cargas superiores a las de las barras de 9 y 19-kg utilizadas por Young et al. (18) para el salto desde sentadilla, aumentan la relación entre las mediciones de fuerza y potencia con la velocidad de carrera? ¿La relación entre las medidas de fuerza y potencia son diferentes entre 10-20 m y 40-50 m? ¿Hay una relación significativa entre las diferentes medidas simples de fuerza y potencia y la capacidad de realizar esprint? ¿Los atletas de deportes de campo, como los jugadores del rugby que pueden usar una técnica de carrera diferente de los atletas de pista, presentan relaciones diferentes entre las medidas de fuerza y potencia y la velocidad de carrera?

El propósito de este trabajo fue informar sobre la relación entre las diferentes medidas simples de fuerza y potencia (en términos absolutos y en relación a la masa corporal) y la capacidad de realizar esprint en 10 y 40 m, en atletas de deportes de campo de elite. Pensamos que esta información será de importancia para los entrenadores de fuerza y acondicionamiento para analizar y planear en entrenamiento de esprint y de fuerza para los atletas de deportes de campo.

MÉTODOS

Sujetos

Veinte jugadores profesionales de rugby league dieron su consentimiento informado para participar y realizaron los tests como parte de su programa de entrenamiento deportivo, al finalizar sus programas de entrenamiento pretemporada. Los valores medios de masa corporal, talla y edad (\pm SD) fueron $93,4 \pm 11,7$ kg, $181,9 \pm 7,0$ centímetros y $24,2 \pm 3,8$ años, respectivamente. Todos los sujetos habían realizado entrenamiento intensivo de sobrecarga y esprint durante un mínimo de 4 años y se consideraba que estaban en óptimas condiciones en el momento en que realizaron los tests.

Evaluaciones

Los tests se realizaron durante 1 semana, al finalizar el entrenamiento pretemporada. Todos los sujetos estaban familiarizados con los procedimientos y ejercicios de evaluación, ya que los habían estado realizando como parte de su

rutina de entrenamiento. Los tests de 3 repeticiones máximas (RM) y los tests de salto desde sentadilla con carga estaban separados por un período de 3-días, y los tests de 3RM fueron realizados el primer día. Los tests de velocidad de esprint fueron realizados el mismo día que los tests de salto desde sentadilla. Debido a lesiones menores, 3 atletas debieron realizar los tests de esprint en una fecha posterior, lo que no permitió la medición de los datos correspondientes al esprint de 10 m.

Evaluación de la Velocidad de Esprint

Los tests de velocidad de esprint consistieron en medir la velocidad en 10 m y 40 m. Se cree que estas 2 distancias son indicativas de la aceleración inicial y de la capacidad de realizar esprints máximos, respectivamente, que tiene un atleta (5, 6,15,18). Después de su rutina de entrada en calor habitual, los atletas realizaron 2 tests de esfuerzo máximo, esprint 40 m en la superficie de césped de entrenamiento habitual. Detectores ópticos integrados al sistema de cronometraje (*DDHE, Bungendore, Australia*) fueron colocados en marcas de 0, 10 y 40 m. Esto proporcionó datos que correspondían al tiempo de esprint de 10m y 40m. El test con mejor tiempo de esprint de 40-m fue seleccionado para el análisis de los tiempos de esprint de 10 m y 40 m. La confiabilidad intra test de los procedimientos anteriores se estableció en $r = 0,86$ y $r = 0,98$ para los esprints de 10 m y 40 m respectivamente.

Evaluación de 3 RM

La medición de fuerza máxima mediante 3RM se evaluó en ejercicios de sentadilla y cargadas de potencia colgado. En este caso se utilizaron 3RM, porque era un test estándar en ésta etapa de los programas deportivos de los sujetos (14).

Para todas los test de 3RM, se realizaron los siguientes procedimientos. La entrada en calor consistió en estiramientos y luego la realización de 4-5 series submáximas de 5-1 repeticiones con cargas progresivamente mayores, finalizando con 10-15 kg menos de la meta de 3RM individualmente prescrita. Luego los atletas intentaron realizar 3RM con una carga predeterminada por su entrenador de fuerza, sobre la base de los antecedentes recientes de entrenamiento y de los resultados previos de los tests máximos. Si los atletas tenían éxito con esta carga, se les permitía intentar otra carga(s) hasta que el atleta y el entrenador de fuerza estuvieran seguros que se había alcanzado las 3RM, normalmente con 1 esfuerzo extra.

Para la sentadilla profunda, el atleta descendía hasta que el muslo se encontrara paralelo al suelo. Esta profundidad fue evaluada visualmente por el entrenador de fuerza, un entrenador de levantamientos de potencia de nivel nacional. Durante el levantamiento desde sentadilla, se les colocó un cinturón de levantamientos de potencia, pero no se permitió el uso de rodilleras o de otros implementos de soporte.

Para las 3RM en cargada de potencia colgado, los atletas se colocaron de pie derechos con la barra de pesas, luego bajaron la barra de pesas hasta colocarla en posición suspendida, aproximándose al nivel de la rodilla. Desde esta posición con la barra suspendida, los atletas levantaron inmediatamente hacia arriba, finalizando con la barra de pesas en la posición de catch para la cargada de potencia. Se permitió que los atletas se colocaran un cinturón de levantamientos y muñequeras si lo deseaban.

Evaluación de la Potencia

Se evaluó la potencia máxima durante un salto desde sentadilla con barra con carga. El salto desde sentadilla con barra con carga se ha utilizado extensivamente para evaluar la potencia de los miembros inferiores (2, 17, 18). Las pruebas de salto desde sentadilla se realizaron en el *Plyometric Power System* (PPS) que ha sido descrito en otros trabajos (2, 16). Brevemente, el PPS es un dispositivo en el cual el desplazamiento de la barra de pesas está limitado al plano vertical, al igual que en una máquina Smith de entrenamiento con sobrecarga. Los cojinetes lineales que están adosados al final de la barra de pesas permiten que la barra de pesas se deslice entre 2 barras de acero templado con un mínimo de fricción. Un codificador rotatorio unido a la máquina produce pulsos que indican el desplazamiento de la barra. El número de pulsos (que hacen referencia al desplazamiento de la barra) y el tiempo del movimiento de la barra, se mide mediante una pantalla de registro de tiempo instalada en la computadora. A partir de estos datos, el software de PPS calcula la producción de potencia durante el salto desde sentadilla.

Para el test de potencia de salto desde sentadilla, el atleta realizó 3 movimientos de CEA consecutivos contra cargas absolutas de 40, 60, 80 y 100 kg (2). La producción de potencia mecánica media para la fase concéntrica de vuelo de cada salto desde sentadilla con cada carga, fue determinada por el software del PPS, y se registró el puntaje mas más alto para cada carga.

Nivel de Entrenamiento

Antes de realizar los tests, los atletas realizaron sus programas de entrenamiento pre temporada prescritos. Este

comprendía entrenamiento con sobrecarga 4 veces por semana (2 X tren superior y tren inferior) y entrenamiento de esprint dos veces por semana. También realizaron sesiones de acondicionamiento dos veces por semana. Por lo tanto todos los atletas estaban en su condición máxima en el momento en que realizaron los tests.

Análisis Estadísticos

La relación entre la velocidad de esprint y los diferentes tests de fuerza y potencia fue determinada mediante la correlación momento de producto de Pearson. El coeficiente de determinación, utilizado para interpretar el significado de la relación, se desarrolló elevando la correlación al cuadrado, multiplicando por 100 y expresándola en forma de porcentaje. La significancia estadística se fijó en $p < 0,05$ para todas las variables medidas.

RESULTADOS

Los resultados para los tiempos de esprint de 10 m y 40 m fueron $1,71 \pm 0,09$ y $5,32 \pm 0,26$ segundos, respectivamente. La relación entre estas 2 medidas de rendimiento de esprint fue significativa ($r = 0,72$). Los resultados de las diferentes mediciones de fuerza y potencia se presentan en la Tabla 1. La relación entre la salida del esprint de 10m y las diferentes medidas de fuerza y potencia absolutas y relativas se presentan en la Tabla 2. La relación entre el esprint de 40m y las diferentes medidas de fuerza y potencia absolutas y relativas se presentan en la Tabla 3.

Tests de 3RM (kg)	
3RM en sentadilla profunda	157,9 ± 18,8
3RM en cargadas de potencia (con barra suspendida/colgante)	102,2 ± 13,4
Producción de potencia en salto desde sentadilla (W)	
Potencia máxima	1894 ± 226
Potencia 40 kg	1626 ± 238
Potencia 60 kg	1739 ± 209
Potencia 80 kg	1842 ± 221
Potencia 100 kg	1856 ± 252

Tabla 1. Medidas de fuerza y potencia en términos absoluto

	Relación con el sprint de 10 metros		
	<i>R</i>	<i>R</i> ²	
Medición de fuerza/potencia			
Puntajes absolutos			
<i>3RM en sentadilla</i>	-0,06	0,0036	NS*
<i>3RM en cargadas de potencia (con barra suspendida/colgante)</i>	-0,36	0,13	NS
<i>Potencia máxima</i>	-0,07	0,0049	NS
<i>Potencia 40 kg</i>	-0,02	0,0003	NS
<i>Potencia 60 kg</i>	-0,03	0,0009	NS
<i>Potencia 80 kg</i>	-0,07	0,005	NS
<i>Potencia 100 kg</i>	-0,08	0,006	NS
Puntajes relativos a la masa corporal			
<i>3RM en sentadilla/kg</i>	-0,39	0,16	NS
<i>3RM en cargadas de potencia (con barra suspendida/colgante)/kg</i>	-0,56	0,31	<i>p</i> < 0,05
<i>Potencia máxima/kg</i>	-0,56	0,31	<i>p</i> < 0,05
<i>Potencia 40 kg /kg</i>	-0,52	0,27	<i>p</i> < 0,05
<i>Potencia 60 kg /kg</i>	-0,57	0,32	<i>p</i> < 0,05
<i>Potencia 80 kg /kg</i>	-0,53	0,28	<i>p</i> < 0,05
<i>Potencia 100 kg /kg</i>	-0,61	0,37	<i>p</i> < 0,05

Tabla 2. Relación entre las diferentes medidas de fuerza y potencia y el rendimiento en sprint de 10 metros. NS*= Diferencias no significativas

	Relación con el esprint de 40 m		
	<i>R</i>	<i>R</i> ²	
Medición de fuerza/potencia			
Puntajes absolutos			
<i>3RM en sentadilla</i>	-0,19	0,036	NS*
<i>3RM en cargadas de potencia (con barra suspendida/colgante)</i>	-0,24	0,06	NS
<i>Potencia máxima</i>	-0,1	0,01	NS
<i>Potencia 40 kg</i>	-0,02	0,0004	NS
<i>Potencia 60 kg</i>	-0,07	0,003	NS
<i>Potencia 80 kg</i>	-0,17	0,03	NS
<i>Potencia 100 kg</i>	-0,09	0,008	NS
Puntajes Relativos a la masa corporal			
<i>3RM en sentadilla/kg</i>	-0,66	0,43	<i>p</i> < 0,05
<i>3RM en cargadas de potencia (con barra suspendida/colgante)/kg</i>	-0,72	0,52	<i>p</i> < 0,05
<i>Potencia máxima/kg</i>	-0,76	0,58	<i>p</i> < 0,05
<i>Potencia 40 kg /kg</i>	-0,52	0,27	<i>p</i> < 0,05
<i>Potencia 60 kg /kg</i>	-0,68	0,46	<i>p</i> < 0,05
<i>Potencia 80 kg /kg</i>	-0,75	0,57	<i>p</i> < 0,05
<i>Potencia 100 kg /kg</i>	-0,65	0,42	<i>p</i> < 0,05

Tabla 3. Relación entre las diferentes medidas de fuerza y potencia y el rendimiento en sprint de 40 metros. NS*= Diferencias no significativas

DISCUSION

Los tiempos de esprint exhibidos por el grupo actual de sujetos eran más rápidos que los informados previamente para los jugadores de la liga de rugby profesional (14). Los datos agrupados, vueltos a analizar de O'Connor (14), indicaron tiempos medios de 1,87 y 5,45 segundos, para el esprint de 10 metros y 40 metros respectivamente. Las diferencias de 9,3 y 2,4% para los esprints de 10 metros y 40 metros, respectivamente, observadas en el grupo actual (a diferencia de los sujetos del estudio de O'Connor [14]) pueden deberse a las diferencias en la calidad de los atletas involucrados o a diferencias en las metodologías o filosofías de entrenamiento entre los equipos de la liga de rugby.

Los resultados de esta investigación revelan que la capacidad de realizar esprint de 10 m, la cual indica capacidad de salida y de aceleración, y el esprint de 40 m, el cual indica capacidad de velocidad máxima, comparten solamente 52% de la varianza, tal como se determinó a través del coeficiente de determinación. Aunque la relación fue significativa, esto también sugiere que muchos de los factores que contribuyen con el rendimiento en estas 2 distancias pueden ser bastante diferentes. Por lo tanto el entrenamiento para mejorar la velocidad en ambas distancias puede involucrar hasta cierto punto, diferentes métodos de entrenamiento (5, 6, 18).

Es necesario destacar que la naturaleza de la evaluación podría probablemente, haber influido en este resultado. Dado que para el análisis se seleccionó el esprint de 40 metros, es posible que los atletas adoptaran una estrategia de esprint o una posición corporal inicial que podría favorecer los tiempos de esprint de 40 metros en detrimento de los tiempos de esprint de 10 metros. No se dispone de datos que comparen los tiempos de esprint de 10-m realizados específicamente con esa distancia, con los tiempos de esprint de 10 m registrados durante un esprint de 40-m. Sin embargo, Delecluse et al. (5, 6) establecieron 3 fases distintas para el esprint que incluyen las fases de 10 m y 40 m como si fueran componentes o habilidades independientes. Estas diferencias entre las fases de 10 m y 40 m fueron identificadas incluso cuando los atletas realizaron esprints de 100 m. Por lo tanto no es sorprendente que el estudio presente encontrara una relación significativa, aunque no necesariamente alta, entre los tiempos de esprint en las 2 distancias. No obstante, las investigaciones futuras deberían investigar si los atletas adoptan estrategias diferentes para realizar un esprint de 10 m como una entidad separada o como parte de un esprint mas largo (40-50 m). Si éste fuera el caso, entonces es necesario desarrollar estrategias de entrenamiento de esprint y de entrenamiento de fuerza apropiadas.

En el esprint de 10 m, ninguna medida absoluta de fuerza o potencia se correlacionó significativamente con el rendimiento. Sin embargo, todas las medidas de potencia (evaluadas durante el salto desde sentadilla con barra con CEA) y la cargada de potencia colgado, relativa a la masa corporal, se relacionaron significativamente con el rendimiento de comienzo de esprint. Esto no es inesperado, dado que la realización de esprints requiere una elevada producción de fuerza durante el soporte de la masa corporal. En coincidencia con este hallazgo, Young et al (18) informaron que las medidas de fuerza o potencia relativas a la masa corporal tenían mas probabilidad de correlacionarse con el rendimiento de esprint, independientemente de la distancia.

En el esprint de 10 m, la fuerza máxima, evaluada con la sentadilla profunda, no se relacionó significativamente con el rendimiento ni en condiciones absolutas ni en términos relativos a la masa corporal. Se pensó que la fuerza máxima presentaría una elevada correlación con el rendimiento de esprint de 10 m debido al lo inverso de la segunda ley de Newton (es decir, aceleración = fuerza/masa). Así atletas que tienen fuerza por kilogramo de masa corporal deberían, teóricamente, tener un buen rendimiento en esprint de 10 m. Sin embargo, las capacidades de fuerza deberían probablemente ser medidas a través de métodos concéntricos solamente (18), no durante ejercicios de fuerza máxima con CEA como la sentadilla profunda, porque la salida del esprint es altamente dependiente de la producción de fuerza concéntrica. Las futuras investigaciones deberían centrarse en la relación entre el rendimiento máximo en sentadilla profunda solamente concéntrica (por ejemplo, realizada en una máquina Smith) y el comienzo de esprint de 10 metros para determinar plenamente el efecto que tiene un test simple de fuerza sobre la capacidad para comenzar un esprint.

El hecho que las 3 RM en cargada de potencia colgado, en relación a la masa corporal, se relacionaran significativamente con el esprint de 10 m podría deberse al hecho que este ejercicio de sobrecarga se realiza típicamente como una actividad predominantemente concéntrica con un ángulo de la rodilla similar al del comienzo del esprint. Así las altas producciones de fuerza y potencia asociadas con este tipo de levantamiento (4) y su naturaleza altamente concéntrica, indican que es un mejor estimador del rendimiento en esprints de 10 m que las sentadilla profundas. Sin embargo, sobre la base de la magnitud del coeficiente de determinación, sólo 31% del rendimiento de esprint puede ser estimado mediante la cargada de potencia colgado.

Todas las medidas de potencia de salto desde sentadilla, relativas a la masa corporal, presentaron una relación similar al rendimiento en esprint de 10 m ($r = -0,52-0,61$). Young et al. (17) también informaron correlaciones de magnitud similar entre rendimiento de esprint de 20-m, un salto contramovimiento sin carga extra ($r = -0,66$), y un salto de sentadilla

profunda con CEA con una barra con una carga del 50% de la masa corporal ($r = -0,47$) en jugadores de fútbol americano jóvenes de *Australian Rules*. En la investigación presente, la correlación más alta se observó entre un salto desde sentadilla con una carga de 100 kg y el inicio del esprint de 10 m. No está claro por qué una carga más pesada, como la de 100 kg utilizada por el presente grupo de sujetos, puede exhibir una relación más fuerte que la carga más liviana de 50% masa corporal exhibida por los sujetos en Young et al. (17). Podría deberse a que los sujetos del estudio actual probablemente tenían una mayor fuerza; por lo tanto una carga de 100 kg para este grupo podría haber proporcionado menor resistencia relativa en comparación con el 50% de la masa corporal utilizada por los sujetos de estudio de Young et al. (17).

Sin embargo, aunque estas relaciones fueron significativas, también indican que sólo 27-37% del rendimiento de esprint de 10 m podría ser estimado por el test de salto desde sentadilla. La naturaleza altamente concéntrica de la salida del esprint excluye a muchas de las pruebas populares actuales de fuerza y potencia como estimadores aceptables del rendimiento en esprint de 10 metros. Por consiguiente estas pruebas no serían lo suficientemente sensibles para estimar ya sea el rendimiento en esprint de 10-m o, más lo que es mas importante, los cambios en el rendimiento inducidos por el entrenamiento. Un test de salto desde sentadilla solamente concéntricas con carga alta (por ejemplo, 80-100 kg) o una sentadilla máxima concéntrica podría ser un mejor estimador de la de velocidad de salida.

En el esprint de 40 m, ninguna medida absoluta de fuerza o potencia se correlacionó significativamente con el rendimiento. Sin embargo, todas las medidas de fuerza y potencia relativas a la masa corporal se relacionaron significativamente con el rendimiento en esprint y presentaron relaciones muy más fuertes en comparación con el esprint de 10 m. Esto podría deberse, en parte, al mayor uso del CEA durante el esprint de 40 m y, como resultado, es posible suponer que aquellos tests que involucran movimientos de gran fuerza con CEA tengan una fuerte relación (13, 18).

El hecho que las 3RM en sentadilla profundas, relativas a la masa corporal presentaran una correlación mayor con el esprint de 40 m que con el esprint de 10m, fue inicialmente sorprendente. Debido a que el tiempo del contacto de los pies para los esprinters de élite está en el orden de 0,1 segundos (10), comparados con los 1-2 segundos de realizar sentadilla fuertemente (8), esto indicaría que una porción grande de la fuerza de baja velocidad, es accesible para realizar esprints a gran velocidad. Este hallazgo indicaría que la fuerza máxima con CEA/kilogramo es importante para atletas que necesitan realizar esprints de distancias mayores (40-50 m).

Por lo tanto, dado que la fuerza está relacionada con el rendimiento en esprints de 40 m y que el rendimiento de fuerza sustenta en gran medida el rendimiento de potencia (2), no fue sorprendente encontrar relaciones cada vez mas fuertes a medida que aumentaba la carga en el salto desde sentadilla. La potencia relativa producida contra una carga de 40-kg presentó la correlación mas baja mientras que la potencia máxima, que puede ser obtenida con diferentes cargas por diferentes atletas, presentó la correlación más alta con el rendimiento de esprint de 40 m. La potencia producida con 80 kg también exhibió una fuerte relación con el esprint de 40m, dado que esta carga es similar tanto a la carga de potencia máxima como a la masa corporal de los sujetos. Además, la cargada de potencia colgado, con una carga media de 102,25 kg y el salto desde sentadilla con 100 kg presentaron una relación similar con el rendimiento en esprint de 40 m. Esto podría ser atribuido a una biomecánica similar involucrada en la fase de empujón de ambos ejercicios (4) y la similitud en la resistencia externa.

Con respecto al rendimiento en esprint de 40 m, parecería que existe una tendencia en donde las crecientes cargas involucradas en los tests de fuerza y potencia, aumentarían la fuerza de la relación. Sin embargo, cuando las cargas se vuelven demasiado grandes (quizás encima de los 90-100 kg para el grupo actual), la relación comienza a disminuir ligeramente, probablemente debido a la disminución en la velocidad de levantamiento asociada con las mayores cargas. Así, aunque la carga más rápida y liviana, y la carga más pesada y más lenta, estén ambas relacionadas significativamente con el rendimiento en esprint de 40 m, no son tan convenientes como la carga de potencia máxima o la carga óptima (10). Este hallazgo tiende a apoyar la noción que habría cargas de potencia de entrenamiento óptimas para las diferentes fases del ciclo de entrenamiento periodizado. En este estudio, el salto desde sentadilla con 80 kg fue el mejor estimadro simple del rendimiento de esprint en cualquier distancia, seguido por los saltos desde sentadilla con 60-kg y 100-kg, los cuales presentaron relaciones de magnitud similar. Estas cargas estarían en el rango de 35-60% de 1RM en sentadilla para el grupo sujetos del presente estudio.

Es necesario destacar que aquellos atletas en diferentes fases de su ciclo de entrenamiento o atletas que estén poco familiarizados con algunos de los ejercicios de sobrecarga (por ejemplo, con las cargadas de potencia colgado) podrían no presentar relaciones de magnitud similar. Así los resultados de este estudio estarían limitados a ser aplicados en atletas de élite que regularmente realizan los ejercicios de sobrecarga mencionados anteriormente y entrenamiento de esprint.

Aplicaciones Prácticas

Los resultados de este estudio indican que aunque existe una relación fuerte y significativa entre los esprints de 10 m y 40 m, hay también una variación considerable dentro de los factores que contribuyen con el rendimiento en las 2 distancias.

Esto podría indicar que, hasta cierto punto, sería necesario implementar estrategias de entrenamiento separadas para mejorar la velocidad de carrera en estas 2 distancias.

Ninguna medida absoluta de fuerza o potencia se relacionó significativamente con el rendimiento de esprint a lo largo de 10 o 40 metros. Sin embargo, como casi todas las medidas relativas a la masa corporal, estaban relacionadas con el rendimiento de esprint, recomendamos que cuando se desee aumentar la velocidad de carrera, se preste especial atención a la fuerza y potencia por kilogramo de masa corporal de los atletas.

Sobre la base de investigaciones actuales y previas, los primeros 10 m de un esprint tendrían una mayor dependencia de la fuerza predominantemente concéntrica y de la producción de potencia. Los ejercicios de sobrecarga que se caracterizan por tener una naturaleza muy concéntrica o tienen una pausa entre las repeticiones (como las cargadas de potencia y tirón de arranque desde el piso, colgado, o cajones, sentadilla con pausa y salto desde sentadilla con pausa) podrían ser beneficiosos para entrenar a los atletas para acelerar de la posición estacionaria.

El rendimiento en esprints de 40 m tendría una mayor dependencia de la gran fuerza y potencia producidas durante un ejercicio con CEA. Por consiguiente el popular ejercicio de sentadilla para los miembros inferiores, la cargada de potencia colgado (sin pausa en la posición con la barra suspendida), y particularmente el salto desde sentadilla están todos significativamente relacionados y se recomiendan para mejorar el rendimiento en esprint 40 m. En particular, la potencia máxima/kg producida durante el salto desde sentadilla presenta una fuerte relación con el rendimiento de esprints de 40-m y puede ser una prueba sensible de las adaptaciones inducidas por el entrenamiento.

Los entrenadores de fuerza y acondicionamiento pueden necesitar implementar una batería de tests de salto desde sentadilla concéntrica solamente y con CEA para analizar mejor el entrenamiento de esprint y de sobrecarga de los atletas de deportes de campo.

REFERENCIAS

1. ALEXANDER, M (1989). The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters. *Can. J. Sports Sci.* 14:148-157
2. BAKER, D., AND S. NANCE (1999). The relationship between strength and power in professional rugby league players. *Strength Cond. Res.* 13:224-229
3. BERG, K., M. MILLER, AND L. STEPHENS (1986). Determinants of 30 m sprint time in pubescent males. *Sports Med.* 26:225-230
4. CANAVAN, P., G. GARRETT, AND L. ARMSTRONG (1996). Kinematic and kinetic relationships between an Olympic-style lift and the vertical jump. *Strength Cond. Res.* 10:127-130
5. DELECLUSE, C.H., H. VAN COPPENOLLE, E. WILLEMS, R. DILES, M. GORIS, M. VAN LEEMPUTTE, AND M. VUYLSTEKE (1995). Analysis of 100 meter sprint performance as a multi-dimensional skill. *Hum. MOD. Stud.* 28:87-101
6. DELECLUSE, C.H., H. VAN COPPENOLLE, E. WILLEMS, M. VAN LEEMPUTTE, R. DILES, AND M. GORIS (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27:1-7
7. FARRAR, M, AND W. THORLAND (1987). Relationship between isokinetic strength and sprint times in college-age males. *Sports Med.* 27: 368-372
8. MCLAUGHLIN, T, T. LARDNER, AND C. DILLMAN (1978). Kinetics of the parallel squat. *Res. O.* 2:175-189
9. MEIR, R., D. ARTHUR, AND M. FORREST (1993). Time and motion analysis of professional rugby league. *Strength Cond. Coach.* 1:24-29
10. MERO, A, AND P.V KOMI (1986). Force-, EMG-, and elasticity-velocity relationships at submaximal, maximal and supramaximal running speeds in sprinters. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55:553-561
11. MERO, A., P.V. KOMI, AND R. GREGOR (1992). Biomechanics of sprint running. *Sports Med.* 6:376-392
12. MERO, A., P. LUHTANEN, AND P.V. KOMI (1983). A biomechanical study of the sprint start. *Scand. J. Sports Sci.* 5:20-28
13. MERO, A., P. LUHTANEN, J. VIITSALO, AND P.V. KOMI (1981). Relationship between the maximal running velocity, muscle fibre characteristics, force production and force relaxation of sprinters. *Scand. J. Sports Sci.* 3:16-22
14. O'CONNOR, D (1996). Physiological characteristics of professional rugby league players. *Strength Cond. Coach.* 4:21-26
15. VOLKOV, N.I., AND VI (1979). LAPPIN. Analysis of the velocity curve in sprint running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 11:332-337
16. WILSON, G.J., R.U. NEWTON, A.J. MURPHY, AND B.J. HUMPHRIES (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23:1279-1286
17. YOUNG, W., M. HAWKEN, AND L. MCDONALD (1996). Relationship between speed, agility and strength qualities in Australian Rules football. *Strength Cond. Coach.* 4:3-6
18. YOUNG, W., B. MCCLEAN, AND J. ARDAGNA (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *Sports Med. Phys. Fit.* 35:13-19

Cita Original

Baker, D., and S. Nance. The relation between running speed and measures of strength and power in professional rugby league players. *J Strength Cond. Res.* 13(3)-230-235. 1999.