

Relación del peso máximo con la fuerza aplicada y la potencia producida en un test creciente, en el ejercicio de press de banca plano con barra libre, en levantadores

FERNANDO NACLERIO AYLLÓN*

ALFONSO JIMÉNEZ GUTIÉRREZ

DANIEL FORTE FERNÁNDEZ

Departamento de Fundamentos de la motricidad y entrenamiento deportivo.

Universidad Europea de Madrid

PEDRO J. BENITO PEINADO

Departamento de Fisiología del esfuerzo.

Instituto Nacional de Educación Física de Madrid (UPM)

Correspondencia con autores

* fernando.naclerio@uem.es

Resumen

Se evaluaron 9 levantadores que realizaron 2 test, en el ejercicio de press de banca plano con barra libre. Un test progresivo con pesos ligeros a máximos (TPR), y el test de una máxima repetición (1 MRD). Se midió la fuerza (f), velocidad (v) y potencia (p) con cada peso movilizado, se determinó el máximo peso desplazado en una única repetición (1 MR). Se observaron correlaciones significativas entre el valor de la 1 MR obtenida en el test de 1 MRPr y el de 1 MRD, entre la potencia máxima (absoluta y relativa al peso corporal) y la 1 MR absoluta y relativa al peso corporal. No se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el valor de la 1 MR obtenida en el test progresivo (1 MRPr) y el alcanzado en el test de 1 MRD. Se acepta la aplicación del test progresivo (TPR) para determinar los niveles de f , v , p , el valor de la 1 MR en kg, así como localizar los porcentajes de peso, respecto al nivel de la 1 MR, en donde se alcanzan los valores más altos de potencia mecánica, y estimar las adaptaciones funcionales inducidas por los entrenamientos de fuerza.

Palabras clave

Fuerza máxima, Velocidad, Potencia.

Abstract

Relationship of the maximum load with the force and power producing during a progressive test in the free weight bench press by a group of powerlifters

Nine weight lifters were evaluated in two tests in bench press with free weight. The first test was progressive with loads increasing towards maximum ones (TPR), the second test was the traditional 1 MR test (MRD).

The following parameters were measured: strength (N), speed (v) and power (w) for each lifted load, the maximum load lifted was determined by one repetition maximum in a single effort (1MR).

Significant correlation between 1MR obtained from TPR and that from MRD test values were observed, and between maximum power, mean power (absolute and relative to the body weight) and 1MR (absolute and per kilogram of body weight). No significant difference ($p < 0.05$) were observed between 1MR of TPR and the one for MRD.

It is accepted the application of TPR to determine power, speed and strength levels, to estimate the value of 1MR and, finally, to locate those weights for which maximum values of strength, power and speed occur, in relation to the percentage 1MR.

Key words

Maximum Strength, Velocity, Power.

Introducción

La capacidad de aplicar fuerza a la máxima velocidad posible determina los niveles de potencia mecánica producida, que a su vez constituye el indicador más utilizado para reflejar la intensidad en los ejercicios de fuerza contra resistencias (Bosco, 1991; Garhammer, 1993). Debido a esto, la potencia mecánica ha sido considera-

da un aspecto crítico y determinante del rendimiento en muchos deportes, siendo su conocimiento esencial para controlar y valorar los efectos de los programas de entrenamiento desarrollados (Baker, 2001; Baker y cols., 2001; Izquierdo y cols., 2002).

Típicamente al realizar acciones de fuerza aplicando un régimen dinámico concéntrico en contra de la gra-

vedad, a medida que aumenta el nivel de fuerza producida, la velocidad de acortamiento muscular disminuye, llegando a su valor mínimo cuando se genera fuerza en un régimen isométrico, en este momento la velocidad es 0 y la fuerza generada es máxima (Sale, 1991). En estas condiciones, algunos estudios realizados presentan conclusiones, como que la máxima potencia mecánica podría alcanzarse cuando la velocidad de acortamiento muscular es cercana al 30 % de la velocidad máxima teórica, y se produce un 30 % de la fuerza máxima isométrica, que a su vez equivale a movilizar entre el 30 % y el 45 % del mayor peso que puede desplazarse en una acción concéntrica (Newton y cols., 1997; Tihany, 1989). En los últimos años, se han desarrollado aparatos de medición que permiten analizar con bastante precisión la velocidad y la potencia mecánica alcanzadas al ejecutar ejercicios de fuerza con resistencias como la sentadilla, el press de banca, etc, viéndose que las relaciones existentes entre el peso y la velocidad o entre el peso y la potencia mecánica pueden variar por la influencia de determinados factores, como los grupos musculares en acción (tren superior o inferior), tipo de ejercicio (cadena cinética cerrada o abierta, con acción secuencial o de empuje), las características antropométricas de los sujetos o la realización de un tipo de entrenamiento específico (González Badillo y Ribas Serna, 2003; Siff y Verkhoshansky, 2000).

Clásicamente siempre se ha valorado el nivel de la fuerza máxima por medio del peso más alto que se es capaz de movilizar en una única repetición máxima o 1 MR (Fleck, 2002; Fry, 2004). A partir de este valor, y considerando los objetivos específicos de cada entrenamiento, se suelen calcular los pesos a utilizar asociando cada una de las zonas o formas en que se manifiestan los diferentes tipos de fuerza con porcentajes de peso relacionados al valor de la 1 MR o 100 %. Por ejemplo, para entrenar en la zona de fuerza máxima, se ha recomendado utilizar entre el 80 % y el 100 % del peso correspondiente a la 1 MR, mientras que para mejorar la capacidad de realizar acciones con alto nivel de fuerza y velocidad, se recomienda movilizar los más rápidamente posible, pesos comprendidos entre el 60 % y el 80 % de la 1 MR, cuando se privilegia la producción de fuerza sobre la de velocidad, o pesos de entre el 30 % y el 55 % o 60 % de la 1 MR cuando el objetivo es alcanzar altas velocidades de movimiento más que de fuerza. Por otro lado, para entrenar en las zonas de fuerza resistencia se suele recomendar trabajar con velocidades de movimiento submáximas con pesos comprendidos entre el 30 %

y el 75 % u 80 % de la 1 MR (Bosco, 2000; Martin y cols., 2001; Naclerio, 2005).

Sin embargo, la velocidad y potencia mecánica producida con diferentes porcentajes de peso, han mostrado ser factores que expresan específicamente las características neuromusculares de cada sujeto, y si bien se relacionan con los niveles de fuerza máxima, también pueden modificarse independientemente de esta última (Baker y cols., 2001; Cronin y Sleivert, 2005). Por esto, además de la determinación del nivel de la 1MR, el conocimiento de la capacidad de desarrollar la mayor fuerza, potencia y velocidad posibles con diferentes porcentajes de peso, constituye una metodología de gran interés para determinar el perfil de rendimiento específico de cada deportista, así como la evolución de las características neuromusculares a lo largo de un ciclo de entrenamiento (Baker, 2001; Cronin y Sleivert, 2005).

El objetivo principal de este estudio es comprobar si el peso máximo estimado por el nivel de la 1MR en el test progresivo, es similar al obtenido por el test 1MR directo. Como objetivos secundarios nos proponemos:

- Comprobar si los levantadores que logran los más altos niveles de potencia mecánica (PM) en el test progresivo contra resistencias crecientes son los que más peso movilizan,
- Determinar la existencia de un rango de localización de pesos, respecto a la 1MR, donde se logren los niveles más elevados de potencia mecánica (PM), que sea característico de la población evaluada.

Material y métodos

Sujetos: Se evaluaron 9 levantadores (powerlifters) Españoles de nivel provincial y nacional, de entre 18 a 30 años, que realizaban entrenamiento de fuerza de 3 a 4 veces por semana, orientado a mejorar el rendimiento en las tres pruebas específicas de este deporte (press de banca plano con barra libre, sentadilla profunda con barra libre y peso muerto con barra libre). Todos los sujetos declararon no estar tomando ninguna sustancia considerada doping, con al menos 6 meses antes del momento de este estudio y se encontraban entrenando sistemáticamente al menos 3 meses de anterioridad a la realización del mismo. Todos los sujetos fueron informados de la naturaleza del estudio y firmaron un consentimiento por escrito.

Material

Se utilizó un transductor de posición Real Power (Globus, Italia), que consiste en un encoder digital rotatorio que permite determinar la posición y desplazamiento lineales de objetos externos. Este dispositivo consta de un registro mínimo de posición de 1 mm y un cable cuyo extremo se aseguró arbitrariamente en un sitio concreto de la barra para no entorpecer la ejecución del ejercicio. El funcionamiento del encoder permite, al realizar el ejercicio, que el cable se desplace verticalmente, según la dirección del movimiento, detectando e informando de la posición de la barra cada 1 milisegundo (1000 Hz) a un interfase conectado a un ordenador, en donde con el software Real Power 2001 versión J 62c, se calcularon automáticamente los valores de fuerza, velocidad y potencia media, producidas durante la fase concéntrica del ejercicio. Para cada porcentaje de peso evaluado se seleccionaba la repetición con la cual, habiendo completado la totalidad del rango de recorrido articular con la técnica correcta se producía el mayor nivel de potencia. Para cada sujeto se distinguió el porcentaje de peso con el cual se obtenía la potencia más elevada de todo el test expresándolo en términos absolutos (PM abs) y con relación al peso corporal (PM R).

Secuencia de valoración

Los sujetos realizaron el último entrenamiento 48 horas antes del comienzo de las evaluaciones, las cuales se efectuaron en dos sesiones separadas por 48 horas cada una. El día 1 los sujetos se presentaron entre las 8 y 10 de la mañana en ayunas, para realizar la determinación de composición corporal, después de la cual realizaban su desayuno habitual y con 2 horas de pausa, volvían al gimnasio para realizar la primera prueba (test progresivo). Los sujetos se comprometían a no realizar ningún tipo de entrenamiento entre la primera y segunda prueba (1MR directa), la cual se realizaba 48 horas más tarde, en las mismas condiciones que la primera.

Ejercicio

El ejercicio elegido para las evaluaciones fue el press de banca plano, utilizando barras y discos olímpicos según la técnica descrita por Escamilla (2000), considerando las normativas de la Federación Internacional de Powerlifting, donde se debe realizar una pausa al finalizar el recorrido descendente ($\sim 0,5$ s) para evitar realizar una acción reactiva-balística (Escamilla y cols., 2000).

Test progresivo (test 1)

Comprende la ejecución de varias series con peso creciente, de 2 a 3 repeticiones cada una, aplicando la máxima aceleración posible, alternadas con pausas de recuperación de 2 a 5 min, según la duración de los esfuerzos, para evitar los perjuicios de la fatiga acumulada (Di'Slep y Gollin, 2002).

Este protocolo permite comprobar el valor de la 1MR, y al mismo tiempo obtener los niveles de fuerza aplicada, velocidad y potencia en un amplio espectro de pesos desde los muy ligeros (30 al 40 %), moderados (41 al 60 %) altos (61 al 80 %), casi máximos (81 al 90 %) y máximos (más del 90 %), para poder configurar un perfil de las capacidades de fuerza ante diferentes magnitudes de resistencias y establecer un diagnóstico preciso del rendimiento del sujeto (Bosco, 1991; Naclerio y cols., 2004).

Determinación del peso inicial

Siendo el objetivo evaluar la fuerza máxima aplicada en el mayor espectro de resistencias posibles, el peso más bajo debe ser de una magnitud en la cual las expresiones de fuerza comienzan a ser significativas para realizar la acción y por debajo de las cuales predominan los factores vinculados a la estimulación neural (Velocidad de movimiento), por esto se estableció un peso equivalente al 30 % de la 1MR, que cada sujeto estimaba que podría llegar a movilizar en un esfuerzo máximo de una sola repetición (Siff y Verkhoshansky, 2000).

Estimación de las series totales a realizar

Una vez determinado el peso inicial debe considerarse que si bien hay que obtener datos con la mayor cantidad de resistencias posibles que representen porcentuales de peso relacionados a las diferentes direcciones de fuerza, también hay que evitar realizar un gran volumen de series que induzcan a una fatiga neuromuscular que perjudique el rendimiento en las últimas fases de la evaluación (Kraemer y cols., 1996). Por consiguiente hemos determinado la realización 8 ± 2 series, de los cuales: la 1ª y 2ª serie deberían realizarse con pesos ligeros del 30 al 45 %, la 3ª y 4ª serie con pesos medios entre el 50 al 65 %, la 5ª y 6ª serie con pesos medios-altos entre el 70 % y el 80 % y la 7ª y 8ª serie con pesos casi máximos y máximos, entre el 85 % y el 95 % o 100 %.

Estimación del peso final y su incremento entre las series

Una vez determinado el peso de la resistencia inicial y final, y considerando el número máximo de series a efectuar, se calcularon los incrementos de los pesos entre las series, de modo de poder evaluar los porcentajes próximos a los enunciados en el ítem anterior. Para determinar el incremento del peso se aplicó la siguiente ecuación:

$$KIES = (1 \text{ MR estimado (kg)} - \text{Peso inicial (kg)}) / (\text{Series totales} - 1)$$

KIES: kg. a incrementar entre Series.

Por ejemplo, un sujeto para el que se estime un valor de 1MR de 100 Kg, la determinación del peso inicial y los Kg a incrementar entre series será:

$$100 * 30\% = 30 \text{ kg}$$

$$KIES = (100-30)/(8-1) = 10 \text{ kg}$$

En este caso, el test iniciaría con 30 kg, y se incrementaría 10 kg por serie. Debido a la disponibilidad de los discos que van de 1,25 kg, 2,5 kg, 5 kg, 10 kg, 15, y 20 kg no se pudo determinar un incremento porcentual exactamente igual para todos los sujetos, por lo cual se agrupó cada serie dentro de un rango de 8 unidades porcentuales: 15 a 30/31 a 40/41 a 50/51 a 60/61 a 70/81 a 90/91 a 99/ y 100 %.

Finalización del test y estimación del valor de la 1 MR

De acuerdo al nivel de la 1 MR estimada de manera subjetiva por el deportista antes de comenzar el test, al análisis en tiempo real de los parámetros de fuerza, velocidad y potencia, así como la percepción subjetiva que expresaba por cada sujeto al final de cada serie, se estimó la evolución de los pesos a lo largo del test progresivo de fuerza-potencia-velocidad. De esta manera, cuando el sujeto se aproximaba al valor de la 1MR estimada, las pausas se alargaban llegando a ser de 5 min antes de iniciar la última serie propuesta, si el sujeto podía realizar más de una repetición, se le pedía que ejecutase la mayor cantidad de repeticiones posibles hasta el fallo muscular, y utilizando la fórmula de Mayhew y cols. (1992) se estimaba el valor de la 1 MR (Mayhew y cols., 1992). Esta fórmula ha sido validada para aplicarla cuando se realiza una serie al fallo muscular (Lester y cols., 1997).

Test de 1 MR (test 2)

Se aplicó la metodología descrita por Baechle (2000) que consiste en una entrada en calor general con movimientos de flexibilidad y movilidad articular, luego 1 serie de 3 a 5 repeticiones con pesos ligeros, seguida de una pausa de 2 minutos para luego proceder a realizar series de 2 repeticiones con pesos crecientes separados con una pausa de 2 a 4 minutos, para poder determinar el peso correspondiente a la 1 MR empleando entre 3 a 5 intentos como máximo (Baechle y cols., 2000).

Análisis estadístico

Se calcularon los valores medios (M) y de desviación estándar (DS) para todas las medidas obtenidas por las dos metodologías de evaluación realizadas. Se comprobó la normalidad de la muestra por medio de los test de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, no observándose ninguna variable con $p < 0,05$. De acuerdo a esto se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson (r) para medir la amplitud de la relación entre las variables evaluadas, y la t de Student para muestras relacionadas para evidenciar si existían diferencias entre el procedimiento propuesto (MR Pr, test 1) y el criterio válido (MR D, test 2).

Se estableció un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Los cálculos estadísticos se realizaron utilizando el programa SPSS, para Windows versión 11.5.

Resultados

En la *tabla 1* se muestran los datos descriptivos y los resultados de los dos test realizados por los 9 sujetos evaluados, los valores medios y desvíos estándar.

Test Progresivo (test 1)

Los sujetos 1, 3, 5, 8 y 9 realizaron 9 series, realizando en la última una repetición máxima (1 MR), mientras que los sujetos 2, 4, 6, 7 efectuaron 8 series, realizando en la última más de 1 repetición y llegando al fallo muscular momentáneo, por lo que el valor de la 1MR fue calculado por medio de la fórmula de Mayhew y cols., 1992. En la *figura 1*, se muestran las relaciones de la potencia mecánica media (PM) respecto al porcentaje de peso movilizado, para cada uno de los sujetos y la media de todo el grupo. La PM alcanza su valor más alto al $45,5 \pm 10,6\%$ del nivel de 1 MR destacándose el sujeto 1 que si bien expresa el máximo nivel de potencia al $67,0\%$, también produce niveles muy altos, y cerca-

Sujetos	PC Kg	Talla	% grasa	1 MR Pr	1 MR D	1 MR Pr R	1 MR D R	PM Abs	PM R	%MR PM
1	114,0	178,0	16,9	194,0	195,0	1,7	1,7	862,2	7,6	67,0
2	106,0	175,0	17,3	163,0	160,0	1,5	1,5	684,0	6,5	30,7
3	85,0	172,5	18,9	115,0	120,0	1,4	1,4	484,5	5,7	39,1
4	114,0	178,0	15,4	170,0	170,0	1,5	1,5	784,7	6,9	41,2
5	102,0	175,0	22,9	92,0	95,0	0,9	0,9	437,5	4,3	54,4
6	82,0	175,0	5,4	108,0	110,0	1,3	1,3	567,2	6,9	46,3
7	71,0	172,0	6,7	106,0	105,0	1,5	1,5	470,5	6,6	47,2
8	110,0	184,0	26,4	135,0	135,0	1,2	1,2	560,1	5,1	37,0
9	110,0	180,0	25,5	150,0	150,0	1,4	1,4	722,0	6,6	46,7
Media	99,3	176,6	17,3	137,0	137,8	1,4	1,4	619,2	6,2	45,5
DS	15,9	3,8	7,4	34,5	33,5	0,2	0,2	150,3	1,0	10,6
T					1,000					
Sig						0,347				

T = valor en la t Student y sig = Significación.

PC k: Peso corporal; 1 MR Pr: 1 MR obtenida en el Tpr; 1 MRpr R: 1 MR obtenida en el tpr, dividida por el peso corporal; 1 MRD: MR obtenida en el test de 1 MR Directa; 1 MRD R: MR obtenida en el test de MRD, dividida por el peso corporal. PM abs: máxima potencia media, producida en el Tpr; PM KP: máxima potencia media, Por Kg PC. producida en el Tpr. % MR PM: Porcentaje de la 1 MR en donde se localiza la máxima potencia media.

Tabla 1

Resultados de las variables determinadas en el test progresivo (TPR).

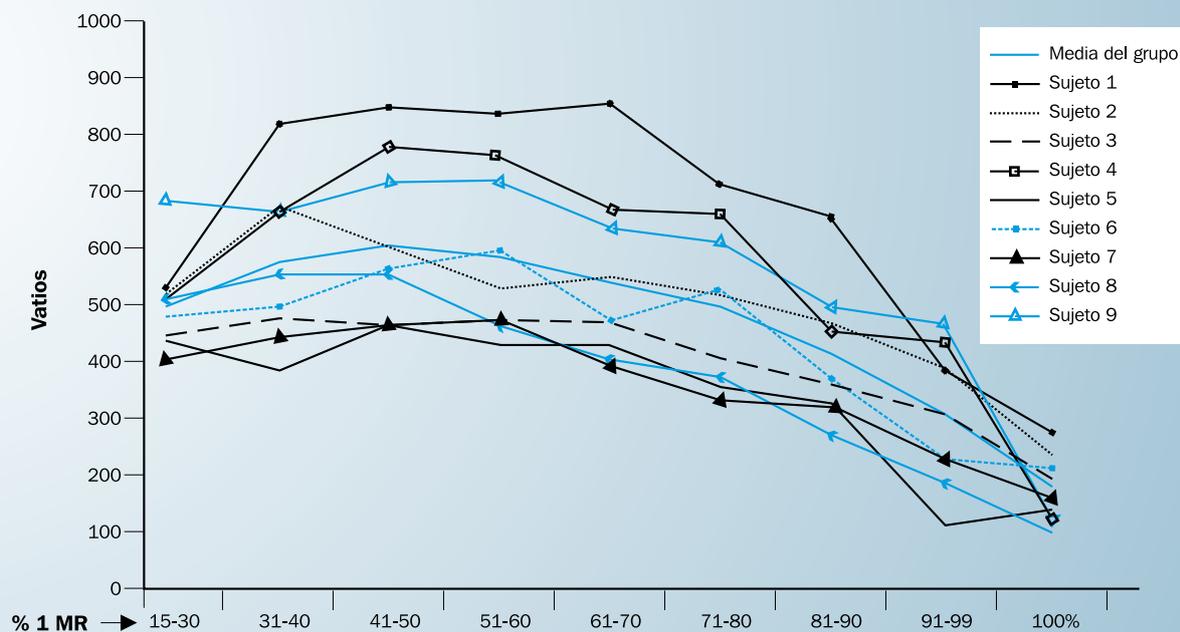


Figura 1

Localización de la potencia máxima absoluta con relación al % de la 1MR.

Variable	Correlación		Significación (p)
1 MR Pr y la 1MR D	$r = 0,998$	$R^2 = 99,6\%$	0,000
1 MR Pr Rel y la PM KP	$r = 0,89$	$R^2 = 79\%$	0,001
1 MR Pr R y la PM abs	$r = 0,70$	$R^2 = 49\%$	0,040
1 MR Pr y la PM KP	$r = 0,644$	$R^2 = 39\%$	0,061
1 MR Pr y la PM abs	$r = 0,96$	$R^2 = 92\%$	0,000

Tabla 2

Coefficientes de correlación (r) y de determinación (R^2) encontrado entre las variables consideradas de mayor importancia para los objetivos del estudio.

nos al 100 % desde porcentajes 36 % estableciendo una zona amplia con la cual produce potencias máximas muy similares.

Test 1MR D (test 2)

Todos los sujetos llegaron a realizar la máxima repetición 1MR respetando el protocolo descrito anteriormente, y ninguno supero los 5 intentos, después del calentamiento.

Los resultados de la prueba t de Student, para un intervalo de confianza del 95 %, ($t = -1,000$; $p = 0,347$) muestran que no hay diferencias significativas entre los dos grupos de datos (1 MR pr y 1 MR D, tabla 1).

Se encontraron correlaciones significativas entre la MR Pr y la MR D; la MR Pr y la PM abs; la MR Pr R y la PM abs y la MR Pr R y la PM KP. Entre la MR Pr y la PM KP, se observó un coeficiente de correlación moderado que no llegó a ser significativo (Tabla 2).

Discusión y conclusiones

El hallazgo principal de este estudio es que a través del test progresivo pueden estimarse los valores de fuerza máxima aplicada de potencia y velocidad, así como el peso de la 1MR. El valor de la 1 MR calculado por la aplicación del test progresivo no presenta diferencias significativas con el obtenido 48 horas después por el test de 1 MRD, por lo cual, este dato que constituye una referencia de gran importancia para valorar el nivel de fuerza máxima y planificar los entrenamientos, puede ser obtenido en una misma sesión de valoración conjuntamente con otras variables como la fuerza máxima aplicada, la velocidad y la potencia alcanzada que son de gran importancia para determinar el rendimiento en los ejercicios de fuerza cuando se movilizan diferentes porcentajes de peso (Cronin y Sleivert, 2005; Kawamori y Haff, 2004).

Los sujetos de este estudio localizan los valores más altos de potencia media (PM) dentro de un rango comprendido entre el 35 % y el 55 % de la 1MR, de esta forma los pesos en donde se expresan los niveles más altos de potencia media, se sitúan en algún punto entre los valores extremos de fuerza y velocidad, pudiendo variar por la influencia de algunas variables como el nivel de rendimiento, o las características individuales de cada sujeto (antropometría, composición fibrilar, etc) (Baker, 2001; Baker y cols., 2001; Shim y cols., 2001).

En un estudio realizado por Izquierdo y cols. (2002) con 5 grupos de deportistas diferentes (jugadores de balonmano, ciclistas de ruta, levantadores olímpicos, mediofondistas y jóvenes universitarios) que realizaron los ejercicios de press de banca y sentadilla en un multipower utilizando diferentes pesos, el nivel de la 1MR, la PM y los porcentajes en los cuales se producían los mayores niveles de PM fueron significativamente diferentes entre los grupos evaluados. En press banca los levantadores producían las potencias medias PM más elevadas (391 vatios 4.86 vatios por kg de peso corporal) aunque la localizaban en los porcentajes mas bajos de la 1MR (30 %), al igual que los jugadores de balonmano, mientras que los ciclistas, mediofondistas y los estudiantes universitarios lo hacían sobre el 45 % de la 1MR. Esto difiere de los resultados obtenidos en los sujetos de este estudio en los cuales se ve una mayor variabilidad en la localización de la PM, que puede ser atribuido a diferencias en su nivel de entrenamiento más que la orientación del mismo. De todos modos, en los deportes como el levantamiento de peso (powerlifting), el objetivo fundamental es movilizar el mayor peso posible sin importar la velocidad o potencia del movimiento, de modo que centran su preparación en alcanzar altos niveles de fuerza máxima. Esto coincide con los coeficientes de correlación significativos y altos encontrados entre los valores de la 1 MR y la PM abs ($r = 0,95$ $r^2 = 92\%$). No obstante, estas relaciones se

reducen ligeramente cuando se expresan con relación al peso corporal.

Los resultados de nuestro estudio coinciden con los encontrados por Baker (2001; 2001a) en jugadores de rugby, que mostraron un coeficiente de correlación de $r = 0,82$ entre el nivel de la 1 MR determinado en el ejercicio de press de banca inclinado con barra libre y la máxima potencia media determinada en un test creciente ejecutando el ejercicio de press de banca balístico en un multipower. Sin embargo en otros estudios se ha visto que la relación entre el nivel de 1 MR y PM abs puede variar a lo largo de un ciclo de entrenamiento encontrándose coeficientes de correlación de $r = 0,89$ al inicio de la preparación cuando los niveles de fuerza están bajos y se hace más hincapié en el entrenamiento de esta capacidad para reducirse en la fase de preparación especial o competición hacia $r = 0,66$ y $0,58$ respectivamente, cuando se han estabilizado los niveles de fuerza máxima y se entrena más específicamente la velocidad o potencia de movimiento (Baker, 2001; Baker y Nance, 1999). De todas maneras estas variaciones en la localización de los niveles de PM abs son más factibles de producirse en la preparación de los deportes colectivos y de oposición como el rugby, balonmano, Karate o judo, etc., siendo menos esperadas en los levantadores, en donde como hemos mencionado, el objetivo no es lograr altas velocidades o potencias de movimiento sino movilizar el mayor peso posible (Garhammer, 1993).

Recomendaciones y aplicación práctica

La metodología de evaluación presentada en este trabajo permite valorar no sólo el nivel de 1 MR, sino la forma en que cada sujeto aplica fuerza ante diferentes magnitudes de peso, determinando no solo un valor de peso máximo, sino de fuerza (N), velocidad (v) y potencia mecánica (p) en un espectro muy amplio de pesos, entre las que puede diferenciarse la zona en la que cada sujeto manifiesta la mayor potencia mecánica.

Por otro lado, si bien en la población estudiada en este trabajo, la fuerza máxima tiene una influencia significativa sobre el nivel de potencia PM alcanzada, en otras especialidades deportivas donde predominan los gestos veloces utilizando resistencias ligeras o se realicen acciones como saltos, carreras de velocidad, etc. luego de alcanzar un nivel básico de fuerza, la velocidad y la potencia de los movimientos deberían ser las variables más importantes a considerar en los ejercicios de

entrenamiento (González Badillo y Ribas Serna, 2003; Verkhoshansky, 1996).

Si bien la realización de este test requiere de un dispositivo específico, actualmente la disponibilidad de estos sistemas no constituye, por su valor, una limitación para cualquier centro deportivo, los cuales deberían comenzar a plantearse el uso de estos sistemas para efectuar un control eficiente de la evolución y los resultados obtenidos por deportistas o personas, cualquiera que sean sus objetivos: rendimiento o salud (Bosco, 1991; Jiménez, 2003; Tous Fajardo, 1999).

Referencias bibliográficas

- Baechle, T. R., Earle, R. W., y Wathen, D., . (2000). Resistance Training, Chapter 18,. In Baechle, T. R. y Earle R.W (Eds.), *Essential of Strength Training and Conditioning (NSCA)*, (2º ed., pp. 395-425). Champaign IL: Human Kinetics.
- Baker, D. (2001). A series of studies on the training of High Intensity Muscle Power in Rugby League Football Player. *J. Strength Cond. Res.*, 15(2), 198-209.
- Baker, D., y Nance, S. (1999). The relation Between Strength and power in professional rugby league player. *J. Strength Cond. Res.*, 13(3), 224-229.
- Baker, D., Nance, S., y Moore, M. (2001). The load that maximizes the averages mechanical power Output during Explosive Bench press throws in highly trained athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 15(1), 20-24.
- Bosco, C. (1991). Nuove Metodologie per la valutazione e la programmazione dell'allenamento. *Rivista di Cultura Sportiva, (SDS)*(22), 13-22.
- Bosco, C. (2000). *La fuerza Muscular Aspectos metodológicos*. Barcelona: Inde.
- Cronin, J., y Sleivert, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Med.*, 35(3), 213-234.
- Di'Slep, R., y Gollin, M. (2002). Il recupero nell'allenamento con sovraccarichi,. *Rivista de cultura sportiva, (SDS)*, 54(54-58.).
- Escamilla, R. F., Lander, J. E., y Garhammer J. (2000). Biomechanics of Powerlifting and Weightlifting Exercises, Chapter 39. In Garret, W. E. y Kirkendall D. F (Eds.), *Exercise and Sport Science* (pp. 585-615). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Fleck, S. J. (2002). Periodización of training Chapter 4. In Kraemer, W. J. y K. Häkkinen, . (Eds.), *Strength training for sport* (pp. 55-67): Blackwell Sciences.
- Fry, A. C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptation. *Sports Med.*, 34(10), 663-669.
- Garhammer, J. (1993). A review of Power output, Studies of Olympic and Powerlifting: Methodology, Performance prediction and Evaluation test,. *J. Strength Cond. Res.*, 7(2), 76-89.
- González Badillo, J. J., y Ribas Serna, J. (2003). *Bases de la Programación del Entrenamiento de la fuerza*, . Barcelona: Inde.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., González Badillo, J. J., Ibáñez, J., y Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of long-Term training specify on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes form different sports,. *Eur J. Appl Physiolol.*, 87, 264-271.
- Jiménez, G., A. (2003). *Fuerza y salud, la Aptitud Músculo-esquelética, el entrenamiento de la fuerza y la salud*, . Barcelona: Ergo.
- Kawamori, N., y Haff, G. G. (2004). The optimal training load for

- the Development of muscular power. *J. Strength Cond. Res*, 18(3), 675-684.
- Kraemer, W., Fleck, S., y Williams, J. E. (1996). Strength and power training: Physiological mechanism of adaptation. *Exerc. Sport sci rev.*, 24, 363-397.
- Lesuer, D. A., McCormick, J. H., Mayhew, J. L., Wasserstein, R. L., y Arnold, D. M. (1997). The Accuracy of seven prediction for estimating 1 - RM performance in the bench press, squat, and deadlift. *J. Strength and Cond. Res*, 11(4), 211-213.
- Martin, D., Carl, K., y Lehnertz, K. (2001). *Manual de Metodología del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Mayhew, J. L., Ball, T. E., Arnold, M. D., y Bowen, J. (1992). Relative muscular endurance performance as a predictor of bench press strength in college men and woman. *J. Appl Sport Sci Res*, 6(4), 200-206.
- Naclerio, A. F. (2005). Entrenamiento de fuerza y prescripción del ejercicio. In Jiménez G. A (Ed.), *Entrenamiento personal, bases fundamentales y aplicaciones* (1º ed., pp. 87-133): Inde.
- Naclerio, A. F., Santos Leyva, J., y Pantoja García, D. (2004). Relación entre los parámetros de fuerza potencia y velocidad en jugadoras de fútbol. *Kronos*, 6, 23-20.
- Newton, R. U., Murphy, A. J., Humphries, B. J., Wilson, G. J., Kraemer, W. J., y Häkkinen, K. (1997). Influence of load and stretch Shortening Cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *Eur. J. Appl Physiol*, 75, 333-232.
- Sale, G. D. (1991). Testing Strength and Power, chapter 3. In Macdougall, J. C. y H. A. Wenger y H. J. Green (Eds.), *Physiological Testing of high performance athlete* (2º ed., pp. 21-106). Champaign IL: Human Kinetics,
- Shim, A. L., Bailey, M. L., y Westings, S. H. (2001). Development of a field test for Upper-Bpdy Power. *J. Strength Cond. Res*, 15(2), 192-197.
- Siff, M. C., y Verkhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*, . Barcelona: Paidotribo.
- Tihany, I. (1989). Sviluppo e preparazione della forza,. *Rivista di cultura Sportiva (SDS)*(17), 12-17.
- Tous Fajardo, J. (1999). *Nuevas Tendencias en fuerza y musculación*, . Barcelona: Ergo.
- Verkhoshansky, Y. V. (1996). Componenti e Structura Dell impegno esplosivo di Forza, *Rivista di cultura Sportiva*, n° 34, 15-21.