PubliCE, (PubliCE) 2005

Monograph

Determinación de los Niveles de Fuerza Máxima Aplicada, Velocidad y Potencia por Medio de un Test Creciente en Sentadilla Profunda con Barra Libre, en Levantadores Españoles

Dr. Fernando Naclerio, PhD, CSCS, CISSN, RNutr[1], José S Leyva Rodriguez[2] y Daniel Forte[1]

[1]*Departamento de fundamentos de la motricidad y entrenamiento deportivo. Univ. Europea de Madrid (UEM).*
[2]*Escuela Superior de Formación Atlética "Cerro Pelado", La Habana, Cuba.*

RESUMEN

Se evaluaron 8 levantadores que realizaron 2 test en el ejercicio de sentadilla profunda con barra libre. El primer test consistió en un protocolo progresivo comenzando con pesos ligeros hasta llegar a los máximos (TPR) el segundo fue el test de 1 repetición máxima (MRD). Se utilizó un encoder rotatorio para determinar la posición de la barra durante la fase concéntrica del movimiento, y calcular la fuerza (N), velocidad (v) y potencia (w) con cada peso movilizado y el peso máximo posible de desplazar en una repetición máxima (1RM), durante el TPR. Se observaron correlaciones significativas entre el valor de 1RM obtenido en el TPR y el del MRD, y entre la potencia máxima, media, (absoluta y relativa al peso corporal) y el 1RM (absoluto y por kilo de peso corporal). No se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el valor de 1RM del TPR y el de MRD, los pesos en que se expresan los valores mas altos de potencia media en el TPR se localizan sobre el 55.5% (8.9) del 1MR, viéndose un coeficiente de correlación significativo ($p< 0.01$) muy alto ($r = 0.92$) entre la potencia máxima y el de 1MR Se acepta la aplicación del TP, como herramienta de control para determinar la fuerza, velocidad, y potencia, estimar el valor de 1RM, y localizar los pesos en que se expresan las potencias más altas, al realizar el ejercicio de sentadilla profunda con barra libre. El nivel de significación (p) fue <0,05.

Palabras Clave: fuerza máxima, velocidad, potencia

INTRODUCCION

La capacidad de aplicar fuerza en velocidad, determina la potencia producida y refleja la intensidad con que se realizan los movimientos (Naclerio, 2001).

En los últimos años se ha mencionado que la potencia mecánica producida en los ejercicios de fuerza con pesos constituye un parámetro de gran relevancia para controlar el rendimiento, siendo sus fluctuaciones relacionadas a las adaptaciones funcionales causadas por programas de entrenamiento con diferentes orientaciones (Baker, 2001a; Bosco, 1991; Cronin y Sleivert, 2005).

Al realizar ejercicios de fuerza, contra resistencias, en régimen concéntrico, a medida que aumenta la fuerza producida, la velocidad disminuye, llegando a su valor mínimo cuando se genera fuerza en régimen isométrico. En este momento la velocidad es 0 y la fuerza es máxima (Nigg, 2000). Algunos autores han destacado que los mayores valores de potencia se logran al movilizar, rápidamente entre el 30% y el 45% del peso máximo posible de desplazar en una única repetición (1MR) (Newton y col, 1997).

En los últimos años se han desarrollado dispositivos que permiten estimar con bastante precisión la velocidad alcanzada y la potencia producida en los ejercicios de fuerza (Bosco, 1991; Izquierdo y col, 2002). Diversas investigaciones han mostrado que las relaciones entre el peso y la velocidad o entre el peso y la potencia pueden variar por la influencia de algunos factores, como los grupos musculares empleados (tren superior o inferior), el tipo de ejercicio, las características antropométricas de los sujetos, o la aplicación sistemática de un tipo de entrenamiento específico (Baker, 2001b; Dugan y col, 2004).

En los ejercicios con resistencias, siempre se ha evaluado el rendimiento por medio del peso mas alto posible de movilizar en el test de test de 1 RM (Fleck y Kraemer, 1997) no obstante este test no considera otras variables como la velocidad y la potencia producida con diferentes pesos, las cuales, se ha visto que afectan significativamente el rendimiento en diversas acciones deportivas aunque la fuerza máxima no se modifique (Baker, 2001b; Naclerio y col, 2004).

La aparición de dispositivos que permiten calcular la velocidad y potencia alcanzada por los pesos utilizados en los diversos ejercicios de entrenamiento de fuerza ha permitido valorar con mayor profundidad las adaptaciones funcionales causadas por los diversos tipos de entrenamientos (Gonzáles Badillo y Ribas Serna, 2003; Jiménez, 2003; Tous Fajardo, 1999). Estos dispositivos permiten calcular la velocidad y la potencia mecánica aplicada a las diversas resistencias utilizadas, de modo de poder identificar aquellas con las que se producen los mayores valores de potencia. Estos pesos serían aquellos en los que los sujetos manifiestan el grado de mayor eficiencia mecánica en un ejercicio detemrinado (Baker, 2001a,2002; Bosco, 2000; Cronin y Sleivert, 2005; Gonzáles Badillo y Ribas Serna, 2003).

Para valorar adecuadamente el rendimiento de fuerza, sería necesario aplicar una metodología que permita estimar, no solo, los niveles de fuerza máxima a partir del valor de 1MR, sino tambien de la capacidad de aplicar fuerza, velocidad y potencia con pesos submáximos, de modo de conocer la forma en que cada persona aplica fuerza al movilizar todo tipo de resistencias, desde las muy ligeras hasta las muy pesadas, ya que estas capacidades, pueden responder a características neuromusculares diferentes.(Verkhoshansky, 1996).

En este estudio nos proponemos investigar la fiabilidad de un protocolo de evaluación de la fuerza con resistencias crecientes para evaluar la fuerza aplicada, la velocidad y la potencia producida con diferentes niveles de peso y al mismo tiempo determinar el valor de 1MR asociado a la fuerza máxima de cada persona.(Naclerio y Figueroa, 2004).

Como objetivos secundarios nos proponemos:

1. Comprobar si los sujetos que logran los más altos niveles de potencia mecánica (PM) en el test progresivo, son los que más peso movilizan.
2. Determinar los porcentajes de pesos, respecto al 1MR, donde se logran los mayores valores de potencia mecánica (PM), que sea característico de la población evaluada.

MATERIAL Y METODOS

Sujetos

Se evaluaron 8 levantadores españoles de nivel Nacional, de entre 18 a 30 años, que entrenaban sistemáticamente con pesas. Todos lo sujetos declararon no estar tomando ninguna substancia considerada doping, desde al menos 6 meses antes del estudio, y fueron informados de la naturaleza del mismo, dando su consentimiento por escrito.

Material

Se utilizó un transductor de movimiento, Real Power (Globus, Italia), que consiste en un encoder rotatorio, con un registro

mínimo de posición de 1mm, que mide desplazamientos lineales, por medio de un cable, cuyo extremo se aseguró en un sitio concreto de la barra, de modo de no entorpecer la ejecución del ejercicio. El funcionamiento del encoder permite, que el cable se desplace verticalmente, según la dirección del movimiento, detectando e informando de la posición de la barra cada 1 milisegundo (1000Hz) a un interfase conectado a un ordenador, donde con el software REAL POWER 2001 versión J110 usb, se calcularon los valores de fuerza, velocidad y potencia media, producidas durante la fase concéntrica. En cada serie realizada se seleccionaba la repetición en la que, habiendo completado correctamente la totalidad del rango de recorrido articular, se producía la mayor potencia media. (Thomas y col, 1996).

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 hacían el último entrenamiento 48 horas antes del comienzo de las evaluaciones, que se realizaron en dos sesiones separadas por 48 horas, en las que no se permitía ningún tipo de entrenamiento físico extenuante. El día 1 los sujetos se presentaron en ayunas, entre las 8 y 10 de la mañana, para el examen de composición corporal, luego realizaban el desayuno habitual y 2 horas después hacían el test progresivo. El día 2 (48 horas más tarde) se realizaba el test de 1RM directa (MRD).

Composición Corporal

Se determinó, el peso corporal y el porcentaje graso según la metodología descrita por Ross y Marflel-Jones (1991). El porcentaje de grasa se calculo por la ecuación de Jackson y Pollock de 7 pliegues (1980) y la ecuación de Siri para convertir la densidad corporal en porcentaje de grasa (Heyward y Stolarczyk, 1996).

Ejercicio

Se eligió la sentadilla completa con barra libre, utilizando barras y discos olímpicos, según la técnica descripta por Escamilla y col, (2000).

Test progresivo (TPR): Comprende varias series con pesos creciente, de 2 a 3 repeticiones, aplicando la máxima aceleración, alternadas por 2 a 5min de pausa, entre cada serie. De esta manera se intento determinar el valor de 1RM, y al mismo tiempo valorar los niveles de fuerza aplicada, velocidad y potencia con la mayor cantidad de pesos posibles: ligeros (30 al 40%), moderados (41 al 60%) altos (61 al 80%), casi máximos (81 al 90%) y máximos (mas del 90% al 100%) (Naclerio y col., 2004; Naclerio y Figueroa, 2004).

Determinación del Peso Inicial

Antes de comenzar el test, cada sujeto, estimaba el 1MR que podría alcanzar. Este valor constituía el punto de partida para organizar el protocolo de evaluación, en el que la primera serie se realizaba con un peso cercano al 30% de la 1MR, para permitir una acción de fuerza explosiva (Naclerio, 2005; Verkhoshansky, 2002). Una vez que se estimaba el peso máximo, se determinaba el peso inicial, calculando el 30% de este valor del 1MR estimado en forma teórica.

Como en este estudio el peso total movilizado fue considerado sumando el peso del sujeto, al peso externo (barra y discos) cuando el 30% del peso final, resultaba ser superior al peso corporal se comenzaba el test con un peso externo de 10k.

Estimación de las series totales a realizar

Se determinó la realización 8 ± 2 series, de los cuales: la 1ª y 2ª serie deberían realizarse con pesos ligeros del 35 o 40% al 50%, la 3º y 4º serie con pesos medios entre el 55 al 65%, la 5º y 6º serie con pesos medios-altos entre el 70% y el 80% y la 7º y 8º serie con pesos casi máximos y máximos, entre el 85% y el 95% o 100%. (Naclerio y Figueroa, 2004).

Estimación del peso final y su incremento secuencial entre series

Una vez determinada la resistencia inicial y final, y considerando el número máximo de series a efectuar, se aplicó la siguiente ecuación para calcular el incremento de pesos entre las series sucesivas.

KIES:(Kg a incrementar entre Series)=(1RM estimado K–Peso inicial K) / (Series totales –1)

Por ejemplo, en un sujeto, que se estime un valor de 1RM de 300k, y pesa 110k, el 30% es 90k, que es inferior al peso, que representa el 37% del 1RM, por lo tanto comienza el test con un peso externo de 10k (120k totales) y los incrementos de peso entre serie serán.

KIES = (300-120)/(8-1) = 25.7Kg(~ 25k)

En este caso, el test iniciaba con 120k, y se incrementaban 25k por serie. Debido a que los discos disponibles eran de 1.25k, 2.5k, 5k, 10k, 15k, y 20k, no se pudo determinar un incremento exacto en todos los sujetos, por lo que se agrupó cada serie dentro de un rango de 8 unidades porcentuales: mas 30% al 40%; 41 al 50%; 51 al 60%; 61 al 70%; 71 al 80%; 81% al 90%, y 91 al 100% (Gonzáles Badillo y Ribas Serna, 2003).

Finalización del Test y Estimación del la 1RM

De acuerdo al nivel de 1RM estimado antes de comenzar el test, al análisis en tiempo real de la fuerza, velocidad y potencia, así como la percepción subjetiva expresada por los sujetos al final de cada serie, cuando este se aproximaba al valor de 1RM, las pausas se alargaban llegando a ser de 5min, y en la última serie, se pedía al sujeto que ejecutara todas las repeticiones posibles hasta llegar al fallo muscular, de modo que si podía hacer más de 2, se procedía a calcular el 1RM, por medio de la formula de Eppley, que ha sido validada para ejercicios de tren inferior (Lesuer y col, 1997).

Test de 1MR

Se aplicó la metodología descripta por (Baechle y col, 2000) que consiste en una entrada en calor con movimientos de flexibilidad y movilidad articular, luego 1 serie de 3 a 5 repeticiones con pesos ligeros, seguida de una pausa de 2min, para luego realizar series de 2 repeticiones con pesos crecientes y pausas de 2 a 4min para poder determinar el 1RM entre 3 a 5 intentos, como máximo.

Análisis Estadístico

Se calcularon la media y la desviación estándar (DS) para todos 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 $p <$ a 0.05. De acuerdo a esto se aplico 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 (TPR, test 1) y el criterio válido (MRD, test 2).

Para diferenciar el rango de porcentajes, respecto al 1RM, en que se expresan los mayores valores de potencia media, se aplico el análisis de la varianza (ANOVA) de 1 vía, tomando como factor de diferenciación a los 8 rangos de porcentajes anteriormente descriptos. De haber diferencias significativas entre los valores de potencia producidos en cada uno de estos rangos de porcentajes, eran localizadas por un análisis de DMS, post hoc.

Antes de realizar el análisis de ANOVA, se realizó la prueba de Leven para determinar la homogeneidad de las variables analizadas.

El nivel de significación elegido fue $p < 0.05$.

Todos los datos fueron procesados por el programa SPSS versión 12.0 para Windows.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los datos descriptivos de los 8 sujetos evaluados, media y desviación estándar (DS) y los resultados de los dos test realizados.

Test 1, Progresivo (TPR)

El sujeto 1 realizó 9 series, los sujetos 2 y 7, 8 series, y el 4 y 6, 7 series, llegando a realizar una sola repetición máxima (1RM), en la ultima serie, mientras que los sujetos 3, 5, y 8 efectuaron 8 series, pero en la ultima pudieron ejecutar más de 1 repetición, llegando al fallo muscular momentáneo, en menos de 5 repeticiones en todos los casos, por lo que el valor de 1RM fue calculado por la formula de Eppley.

En la figura 1, se muestran la relación entre los valores medios de PMabs, respecto al porcentaje de peso movilizado, viendo que la PMabs, alcanza su valor mas alto 55.5 % (8.9) respecto al 1MR, es decir que se encuentra en el rango de porcentajes comprendidos entre el 51% al 60% del valor de 1RM. El análisis de ANOVA y DMS post hoc, mostró una zona de pesos con PMabs muy altas, que no son significativamente diferentes, entre los rangos comprendidos entre el 30% y el

80% de la 1RM. No obstante debe considerarse que existen diferencias, de - 10.3% y - 9.3% entre los valores de potencia producidos en los rango del 30% al 40% y del 71 al 80% respectivamente, que si bien no son estadísticamente diferentes, muestran una diferencia practica importante (Gonzáles Badillo y Ribas Serna, 2003).

Test 2. 1MR (MRD)

Todos los sujetos llegaron a la máxima repetición, respetando el protocolo descripto anteriormente, alcanzado el valor de 1MR en menos de 5 intentos.

Los resultados de la prueba t de Student, para un intervalo de confianza del 95%, (t = 0.500; p = 0.632) muestran que no hay diferencias significativas entre los dos grupos de datos (1MR TPR y 1MRD, tabla 1). La tabla 2, muestra los coeficientes de correlación y de determinación, significativos, obtenidos entre las variables estudiadas.

Sujetos	PC k	Talla	% g	1RM TPR	1 RM D	1 RM TPR	1 RM MRDR	PMabs	PM R	%loc PM
1	106.0	175.0	17.3	380.0	3.6	376.0	3.5	2300.4	21.7	54.2
2	85.0	172.5	18.9	285.0	3.4	285.0	3.4	1962.5	23.1	64.9
3	114.0	178.0	15.4	348.0	3.1	344.0	3.0	2010.8	17.6	38.5
4	102.0	175.0	22.9	273.0	2.7	272.0	2.7	1821.9	17.9	59.3
5	82.0	175.0	5.4	280.0	3.4	280.0	3.4	1667.5	20.3	65.0
6	71.0	172.0	6.7	191.0	2.7	191.0	2.7	1076.6	15.2	47.6
7	110.0	184.0	26.4	300.0	2.7	300.0	2.7	1680.8	15.3	58.0
8	110.0	180.0	25.5	285.0	2.6	290.0	2.6	1862.5	16.9	56.1
Media	97.5	176.4	17.3	292.8	3.0	292.3	3.0	1797.9	18.5	55.5
DS	15.9	4.0	7.9	55.7	0.4	54.3	0.4	354.7	2.9	8.9
T				T = 0.500 Sig 0.632						

Tabla 1. *Descripción de los sujetos y de las variables evaluadas en los dos test, valores medios y DS. PC k: Peso corporal; %g: porcentaje de grasa; 1RM TPR: 1MR obtenida en el TPR; 1RM TPR R: 1MR obtenida en el TPR, dividida por el peso corporal; 1MRD: 1MR obtenida en el test de 1MR directa; 1MRD R: 1MR obtenida en el test de MRD, dividida por el peso corporal. PMabs: máxima potencia media, producida en el TPR; PM R máxima potencia media, dividida por el peso corporal producida en el TPR %locaPM: Porcentaje de 1MR donde se localiza la máxima potencia media. T= valor en la t Student y sig = Significación.*

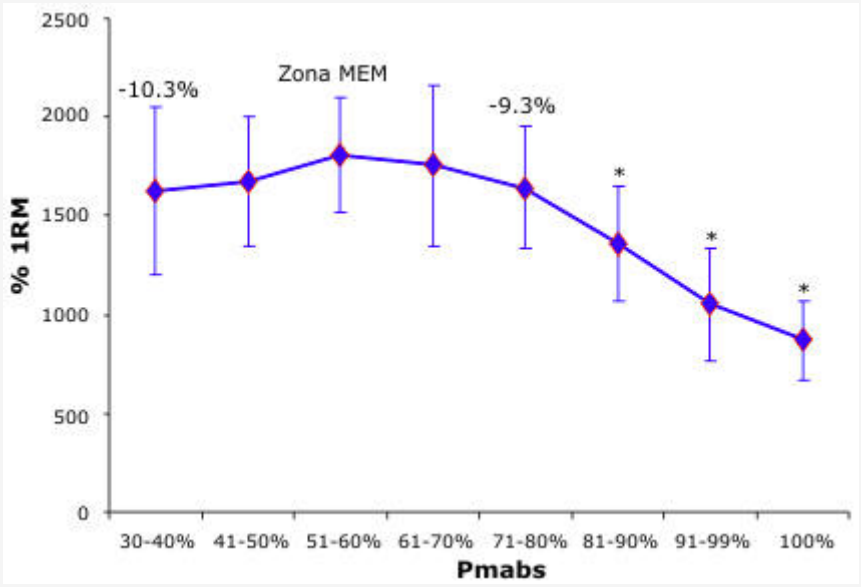


Figura 1. *Relación entre la potencia media máxima, y los % de 1MR en sentadilla (n:8).*

P < 0.05 respecto del máximo valor de potencia obtenido en el test progresivo.

La potencia máxima (media) se localiza al 55.5 (8.9) % del 1MR, distinguiéndose una zona de pesos, comprendida entre el 30 al 80% del 1MR, donde las potencias no son significativamente diferentes, aunque la potencias producidas entre el 30 al 40% y entre el 71 al 80% muestran una reducción del 10.3 y 9.3% respectivamente.

Variable	C. de correlación (r) y de determinación (R2)	Significación
1 RMTPR y la 1 RM D	0.999 (99.8)	0.000
1 RM TPR y la PMabs	0.922 (85.0)	0.001
1 RM TPR R y 1MRD R	0.994 (98.8)	0.000
1 RM TPR R y la PM kp	0.881 (77.6)	0.004
1 MRD y la PMabs	0.982 (96.4)	0.001
1 MRD R y la PM kp	0.900 (81)	0.002

Tabla 2. *Coeficiente de correlación (r), de determinación R2 y nivel de significación, entre las variables consideradas de mayor importancia para los objetivos de estudio.*

DISCUSION

El hallazgo principal de este estudio, es que a través del TPR puede estimarse la fuerza aplicada, velocidad y potencia producida con diferentes pesos, así como el valor de 1MR.

El 1MR determinado por el TPR no presenta diferencias significativas (p < 0.05) respecto al obtenido en el test de MRD, 48 horas después. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Naclerio y Figueroa (2004) en un trabajo con levantadores de peso que realizaron el ejercicio de press de banca, donde se obtuvo un coeficiente de correlación significativo (p < 0.01) y muy alto (r = 0.998) entre el TPR y el RMD. Estos valores son muy similares a los obtenidos en este estudio (p = 0.000 y r = 0.999); (tabla 2).

En este estudio se observó un coeficiente de correlación significativo (p = 0.001) y muy alto r = 0.922 (R2 = 85.9), entre el 1 RM TPR y la PM abs. De esta manera, los sujetos que lograron las potencias más altas en el TPR, tenían también el nivel más alto de 1MR. Estas relaciones se mantienen, incluso cuando se las normalizan por el peso corporal (tabla 2).

Los resultados de este estudio son similares a los encontrados por Baker y col (2001) en jugadores de rugby de diferentes niveles de rendimiento que mostraron coeficientes de correlación significativos (p< 0.05) aunque algo más bajos (r = 0.70 a 0.86) entre el nivel de 1MR obtenido en la sentadilla completa con barra libre y la sentadilla realizada en forma de saltos en el multipower con pesos crecientes (20 k a 120k).

Los sujetos de este estudio localizaron las potencias mas altas al 55.5% (8.9) del 1MR, (figura 1, y tabla 1) que es similar al encontrado por Baker y Nance (2001) y Baker y col (2001) en jugadores de rugby en los que los valores mas altos de potencia media se encontraban entre el 35% y el 60%, y entre el 48% y el 63% de la 1MR, respectivamente. No obstante cabe destacar que en estos estudios no se consideró el peso corporal como parte de la resistencia a vencer, por lo que sus conclusiones, no pueden compararse con las del presente estudio, en que si hemos considerado al peso corporal como parte de la resistencia a vencer.

En otro estudio realizado por Izquierdo y col (2002) que utilizando un dispositivo similar al utilizado por nosotros, se evaluaron 5 grupos de deportistas de distintas especialidades (jugadores de balonmano, ciclistas de ruta, levantadores olímpicos, mediofondistas y jóvenes universitarios) que realizaron press de banca y sentadilla con diferentes pesos. El valor de 1RM, y PM y los porcentajes donde esta se expresa, fueron significativamente diferentes entre los grupos. En sentadilla los levantadores producían los mayores valores de PM (755 + 9.43w) aunque la localizaban a los porcentajes más bajos (45%), igual que los ciclistas de ruta, aunque estos mostraron valores absolutos de PM mas bajos, mientras que el resto de

los sujetos, además mostraron valores inferiores de PM, la localizaban entorno al 60% de la 1MR Esto difiere de los resultados obtenidos por los levantadores de este estudio que produjeron valores absolutos de PM muchos mas altos y la localizaron en porcentajes algo mas elevados, (tabla 2).

Las diferencias entre este estudio y otras investigaciones realizadas con dispositivos similares (Baker, 2001b; Baker y Nance, 1999; Baker y col, 2001; Izquierdo y col., 2002) se deben fundamentalmente a los aspectos metodológicos (Cronin y Sleivert, 2005; Kawamori y Haff, 2004) relacionados especialmente a la inclusión o no del peso corporal para efectuar los cálculos de potencia producida.

Al calcular la potencia producida, sin considerar al peso corporal como parte de la resistencia a vencer, se incurrirá en errores de estimación que se acentuarán con los pesos más bajos, donde el peso corporal representa un porcentaje mayor de la resistencia total movilizada, y por lo tanto se subestimará el nivel de potencia producida con estos pesos, respecto a la producida con los pesos mas altos (Cronin y Sleivert, 2005; Dugan y col., 2004). Por otro lado cuando se considera el peso corporal como parte del peso a vencer, para calcular la potencia producida y localizar los porcentajes de peso en que se expresan los mayores niveles de potencia, estos tenderán a situarse en las zonas más bajas, cercanas al peso corporal, siendo la localización porcentual en parte determinada por el porcentaje de peso que signifique el peso corporal respecto al valor de 1MR (Cronin y Sleivert, 2005). De todos modos la PM abs y relativa al peso corporal, así como los pesos en que esta se localiza, pueden variar por la influencia de varios factores individuales (antropometría, composición fibrilar, etc) el nivel de rendimiento, y especialmente el tipo de entrenamiento desarrollado (Baker, 2001b; Baker y col., 2001; Shim y col, 2001).

El análisis de varianza (ANOVA) y post hoc, mostró que solo existen diferencias estadísticamente significativas ($p< 0.05$) entre los valores mas altos de potencia (localizados entre el 51 al 60% del 1MR) y las potencias producidas entre el 81% al 100% del 1MR, distinguiéndose una zona, muy amplia (30 al 80%) donde las potencias alcanzadas son muy similares. No obstante esta diferencias estadísticas puede no tener una aplicabilidad practica ya que si observamos la figura 1, veremos que las potencias producidas entre el 30% al 40% y entre el 71 al 80% son del 10.3% y 9.3% inferiores a la máxima.

Muchos autores han mencionado que cuando los valores de velocidad o potencia caen entorno al 10% pueden producirse cambios significativos en las capacidades de fuerza pasando de un trabajo de fuerza explosiva a otro de resistencia y por ende causar adaptaciones muy diferentes (Bosco, 1991; Gonzáles Badillo y Ribas Serna, 2003).

De acuerdo a esto la zona de pesos con los que se expresan las máximas potencias, en los sujetos de este estudio la hemos determinado en un rango comprendido entre el 41 al 70% del 1MR.

CONCLUSION

La metodología de evaluación presentada en este trabajo permite valorar no sólo el nivel de 1MR sino la forma en cada sujeto aplica fuerza con diferentes pesos, considerando tanto el peso máximo movilizado, como la fuerza aplicada, la velocidad y la potencia producida en cada acción, pudiendo también identificar las zonas en que se producen los mayores valores de potencia (zona MEM). La importancia de esta zona como factor diferenciador del rendimiento es objeto de estudio de muchas investigaciones actuales, por lo que todavía no podemos determinar en que medida puede ser utilizada para controlar la evolución del rendimiento o los efectos de los diversos planes de entrenamiento (Cronin y Hansen, 2005; Dugan y col., 2004).

En los sujetos de este estudio los mayores valores de de potencia se relacionan significativamente con la fuerza máxima estimada por el valor de 1MR obtenido tanto en el test progresivo como en el directo.

Si bien la metodología presentada en este trabajo, requiere de un dispositivo específico, actualmente, la disponibilidad de éste u otros sistemas similares, no constituye, por su valor, una limitación importante para cualquier centro deportivo, los cuales debieran comenzar a incorporar estos sistemas para mejorar el control y seguimiento en los entrenamientos de fuerza, tanto en deportistas como en la población general (Jiménez, 2003; Naclerio, 2005).

REFERENCIAS

1. Baechle, T. R., Eaerle, 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*
2. Baker, D (2001). Comparison of upper body strength and power Between Professional and College Aged Rugby League Player. *J. Strength Cond. Res., 15(1), 30-35*
3. 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*
4. Baker, D (2002). Differences in strength and power among junior high, senior high, college-aged, and elite professional rugby league player. *J. Strength Cond. Res, 16(4), 581-585*
5. Baker, D., y Nance, S (1999). The relationship Between Running Speed and Measure of strength and power in professional Rugby league player. *J. Strength Cond. Res, 13(3), 230-235*
6. Baker, D., Nance, S., y Moore, M (2001). The load that maximizes the averages mechanical power Output during jump squat in power trained athletes. *J. Strength Cond. Res, 15(1), 92-97*
7. Bosco, C (1991). Nuove Metodologie per la valutazione e la programmazione dell´allenamento. *Rvista di Cultura Sportiva, (SDS)(22), 13-22*
8. Bosco, C (2000). La fuerza Muscular Aspectos metodológicos. *Barcelona: Inde*
9. 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*
10. Cronin, J. B., y Hansen, K. T (2005). Strength and power predictor of sport speed. *J. Strength and Cond. Res, 19(2), 349-357*
11. Dugan, E. L., Doyle, T. L. A., Humphries, B., Hasson, C. J., y Newton, R. U (2004). Determining the optimal load for jump squat: A review of methods and calculations. *J. Strength and Cond. Res, 18(3), 668-674*
12. 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 & Willkins*
13. Fleck, S. J., y Kraemer, W. J (1997). Designing Resistance Training Programs. *(2º ed.) chapter 5 (pp 85-115) Champaign IL: Human Kinetics*
14. 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*
15. 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*
16. Naclerio, A. F (2001). Entrenamiento de la fuerza con pesas: cómo determinar la intensidad del esfuerzo y los diferentes tipos de fuerza a entrenar. *Revista Digital - Buenos Aires - Año 6 - N° 29. Retrieved, 2001, from the World Wide Web: http://www.efdeportes.com*
17. Naclerio, A. F (2005). Entrenamiento de fuerza y prescripción del ejercicio. *In Jimenez G. A (Ed.), Entrenamiento personal, bases fundamentos y aplicaciones (1º ed., pp. 87-133): Inde*
18. Naclerio, F. J., y Figueroa, A. J (2004). Determinación de Los niveles de duerza máxima aplicada, velocidad y potencia por medio de un test creciente en pres de banca plano, en levantadores españoles (Comunicación). *Valencia: III congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*
19. Nigg, B. M (2000). Forces Acting on and in the human Body chapter 14. In Nigg B.M., M. B. R., and Mester J. *(Ed.), Biomechanics and Biology of Movements, (pp. 253-268). Champaign Il.: Human Kinetics*
20. 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*
21. Thomas, M., Fiatarone, M. A., y Fielding, R. A (1996). Leg power in youg women: relationship to body composition, strength, and function. *Med and Sci. in sport and Exc., 28(10), 1321-1326*
22. Tous Fajardo, J (1999). Nuevas Tendencias en fuerza y musculación. *(pp 115 -158) Barcelona: Ergo*
23. Verkhoshansky, Y. V (1996). Componenti e Structura Dell impegno explosivo di Forza. *Rivista di cultura Sportiva,, nº 34, 15-21*
24. Verkhoshansky, Y. V (2002). Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo. *(pp 253 □ 275) Barceloan: Paidotribo*