

# Relació del pes màxim amb la força aplicada i la potència produïda en un test creixent, en l'exercici de *press* de banca pla amb barra lliure, en aixecadors

**FERNANDO NACLERIO AYLLÓN\***

**ALFONSO JIMÉNEZ GUTIÉRREZ**

**DANIEL FORTE FERNÁNDEZ**

Departament de Fonaments de la motricitat i entrenament esportiu.

Universidad Europea de Madrid

**PEDRO J. BENITO PEINADO**

Departament de Fisiologia de l'esforç.

Instituto Nacional de Educación Física de Madrid (UPM)

**Correspondència amb autors**

\* [fernando.naclerio@uem.es](mailto:fernando.naclerio@uem.es)

## Resum

Es van avaluar 9 aixecadors que van realitzar 2 tests, en l'exercici de *press* de banca pla amb barra lliure. Un test progressiu amb pesos lleugers a màxims (TPR), i el test d'una màxima repetició (1 MRD). Es va mesurar la força ( $f$ ), la velocitat ( $v$ ) i la potència ( $p$ ) amb cada pes mobilitzat, es va determinar el pes màxim desplaçat en una única repetició (1 MR). Es van observar correlacions significatives entre el valor de la 1 MR obtinguda en el test d'1 MRPr i el d'1 MRD, entre la potència màxima (absoluta i relativa al pes corporal) i la 1 MR absoluta i relativa al pes corporal. No es van observar diferències significatives ( $p < 0,05$ ) entre el valor de la 1 MR obtinguda en el test progressiu (1 MRPr) i l'assolit al test d'1 MRD. S'accepta l'aplicació del test progressiu (TPR) per determinar els nivells d' $f$ ,  $v$ ,  $p$ , el valor de la 1 MR en kg, igual com per localitzar els percentatges de pes, respecte al nivell de la 1 MR, on s'aconsegueixen els valors més alts de potència mecànica, i estimar les adaptacions funcionals induïdes pels entrenaments de força.

## Paraules clau

Força màxima, Velocitat, Potència.

## 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.*

## Introducció

La capacitat d'aplicar força a la màxima velocitat possible determina els nivells de potència mecànica produïda, cosa que constitueix, alhora, l'indicador més utilitzat per a reflectir la intensitat en els exercicis de força contra resistències (Bosco, 1991; Garhammer, 1993). A causa d'això, la potència mecànica ha estat considerada

un aspecte crític i determinant del rendiment en molts esports; el seu coneixement és essencial per a controlar i valorar els efectes dels programes d'entrenament desenvolupats (Baker, 2001; Baker i cols., 2001; Izquierdo i cols., 2002).

Típicament, en realitzar accions de força tot aplicant un règim dinàmic concèntric en contra de la

gravetat, a mesura que augmenta el nivell de força produïda, la velocitat d'escurçament muscular disminueix, i arriba al seu valor mínim quan es genera força en un règim isomètric; en aquest moment la velocitat és 0 i la força generada és màxima (Sale, 1991). En aquestes condicions, alguns estudis realitzats presenten conclusions, com ara que la màxima potència mecànica podria aconseguir-se quan la velocitat d'escurçament muscular és propera al 30 % de la velocitat màxima teòrica, i es produeix un 30 % de la força màxima isomètrica, que al seu torn equival a mobilitzar entre el 30 % i el 45 % del pes més gran que es pot desplaçar en una acció concèntrica (Newton i cols.1997; Tihany, 1989). En els últims anys, s'han desenvolupat aparells de mesurament que permeten d'analitzar amb força precisió la velocitat i la potència mecànica aconseguïdes en executar exercicis de força amb resistències, com ara la flexió de cames, *press* de banca, etc., i es veu que les relacions existents entre el pes i la velocitat o entre el pes i la potència mecànica poden variar per la influència de determinats factors, com ara els grups musculars en acció (tren superior o inferior), el tipus d'exercici (cadena cinètica tancada o oberta, amb acció seqüencial o d'embranchada), les característiques antropomètriques dels subjectes o la realització d'un tipus d'entrenament específic (González Badillo i Ribas Serna, 2003; Siff i Verkhoshansky, 2000).

Clàssicament, sempre s'ha valorat el nivell de la força màxima mitjançant el pes més alt que hom és capaç de mobilitzar en una única repetició màxima o 1 MR (Fleck, 2002; Fry, 2004). A partir d'aquest valor, i considerant els objectius específics de cada entrenament, se solen calcular els pesos a utilitzar associant cadascuna de les zones o formes en què es manifesten els diferents tipus de força amb percentatges de pes relacionats amb el valor de la 1 MR o 100 %. Per exemple, per entrenar en la zona de força màxima, s'ha recomanat utilitzar entre el 80 % i el 100 % del pes corresponent a la 1 MR, mentre que per millorar la capacitat de realitzar accions amb alt nivell de força i velocitat, es recomana mobilitzar tan ràpid com sigui possible, pesos compresos entre el 60 % i el 80 % de la 1 MR, quan es privilegia la producció de força sobre la de velocitat, o pesos d'entre el 30 % i el 55 % o 60 % de la 1 MR quan l'objectiu és arribar a altes velocitats de moviment més que no pas de força. D'altra banda, per entrenar les zones de força-resistència se sol recomanar treballar amb velocitats de moviment

submàximes amb pesos compresos entre el 30 % i el 75 % o 80 % de la 1 MR (Bosco, 2000; Martín i cols., 2001; Naclerio, 2005).

No obstant això, la velocitat i potència mecànica produïda amb diferents percentatges de pes, han mostrat que són factors que expressen específicament les característiques neuromusculars de cada subjecte, i si bé es relacionen amb els nivells de força màxima, també es poden modificar independentment d'aquesta última (Baker i cols., 2001; Cronin i Sleivert, 2005). Per això, a més a més de la determinació del nivell de la 1 MR, el coneixement de la capacitat de desenvolupar la major força, potència i velocitat possibles amb diferents percentatges de pes, constitueix una metodologia de molt d'interès per determinar el perfil de rendiment específic de cada esportista, i també l'evolució de les característiques neuromusculars tot al llarg d'un cicle d'entrenament (Baker, 2001; Cronin i Sleivert, 2005).

L'objectiu principal d'aquest estudi és comprovar si el pes màxim estimat per al nivell de la 1 MR en el test progressiu, és similar a l'obtingut pel test 1MR directe. Com a objectius secundaris ens proposem:

- Comprovar si els aixecadors que assoleixen els més alts nivells de potència mecànica (PM) en el test progressiu contra resistències creixents són els que mobilitzen més pes.
- Determinar l'existència d'un rang de localització de pesos, respecte a la 1MR, on s'assoleixin els nivells més elevats de potència mecànica (PM), que sigui característic de la població avaluada.

## Material i mètodes

Subjectes: Es van avaluar 9 aixecadors (*powerlifters*) espanyols de nivell provincial i nacional, d'entre 18 i 30 anys, que feien entrenament de força -3 o 4 cops per setmana-, orientat a millorar el rendiment en les tres proves específiques d'aquest esport (*press* de banca pla amb barra lliure, flexió de cames profunda amb barra lliure i pes mort amb barra lliure). Tots els subjectes van declarar que no estaven prenent cap substància considerada dopatge, com a mínim des de 6 mesos abans de començar l'estudi i es trobaven entrenant sistemàticament, pel cap baix amb 3 mesos d'anterioritat a la realització de les proves. Tots els subjectes van ser informats de la naturalesa de l'estudi i van signar un consentiment per escrit.

## Material

Vam utilitzar un transductor de posició Real Power (Globus, Itàlia), que consisteix en un *encoder* digital rotatori que permet de determinar la posició i el desplaçament lineals d'objectes externs. Aquest dispositiu consta d'un registre mínim de posició d'1 mm i un cable l'extrem del qual es va assegurar arbitràriament en un lloc concret de la barra per tal de no entorpir l'execució de l'exercici. El funcionament de l'*encoder* permet que, en realitzar l'exercici, el cable es desplaci verticalment, segons la direcció del moviment, bo i detectant i informant de la posició de la barra cada 1 mil·lisegon (1000 Hz) a una interfície connectada a un ordinador on, amb el programari Real Power 2001, versió J 62c, es van calcular automàticament els valors de força, velocitat i potència mitjana, produïdes durant la fase concèntrica de l'exercici. Per cada percentatge de pes avaluat se seleccionava la repetició amb la qual, havent completat la totalitat del rang de recorregut articular amb la tècnica correcta, es produïa el major nivell de potència. Per a cada subjecte es va distingir el percentatge de pes amb el qual s'obtenia la potència més elevada de tot el test, i s'expressava en termes absoluts (PM abs) i en relació amb el pes corporal (PM R).

## Seqüència de valoració

Els subjectes van realitzar l'últim entrenament 48 hores abans del començament de les avaluacions, les quals es van efectuar en dues sessions separades per 48 hores cadascuna. El dia 1 els subjectes es van presentar entre les 8 i les 10 del matí, en dejú, per tal de realitzar la determinació de composició corporal, després de la qual esmorzaven de la forma habitual i amb 2 hores de pausa, tornaven al gimnàs per fer la primera prova (test progressiu). Els subjectes es comprometien a no realitzar cap mena d'entrenament entre la primera prova i la segona (1MR directa), que es feia 48 hores més tard, en les mateixes condicions que la primera.

## Exercici

L'exercici triat per a les avaluacions va ser el *press* de banca pla, fent servir barres i discos olímpics, segons la tècnica descrita per Escamilla (2000), tot considerant les normatives de la Federació Internacional de *Powerlifting*, que diu que cal de fer una pausa en finalitzar el recorregut descendent (~0,5 s) per evitar realitzar una acció reactiva-balística (Escamilla i cols., 2000).

## Test progressiu (test 1)

Comprèn l'execució de diverses sèries amb pes creixent, de 2 a 3 repeticions cadascuna, aplicant la màxima acceleració possible, alternades amb pauses de recuperació de 2 a 5 min, segons la durada dels esforços, per tal d'evitar els perjudicis de la fatiga acumulada (Dl'Slep i Gollin, 2002).

Aquest protocol permet de comprovar el valor de la 1 MR, i alhora obtenir els nivells de força aplicada, velocitat i potència en un ampli espectre de pesos, des dels molt lleugers (30 al 40 %), moderats (41 al 60 %) alts (61 al 80 %), gairebé màxims (81 al 90 %) i màxims (més del 90 %), per poder configurar un perfil de les capacitats de força davant diferents magnituds de resistències i establir un diagnòstic precís del rendiment del subjecte (Bosco, 1991; Naclerio i cols., 2004).

## Determinació del pes inicial

Com que l'objectiu és avaluar la força màxima aplicada en el major espectre de resistències possibles, el pes més baix ha de ser d'una magnitud en la qual les expressions de força comencen a ser significatives per a realitzar l'acció i per sota de les quals predominen els factors vinculats a l'estimulació neural (Velocitat de moviment), per això es va establir un pes equivalent al 30 % de la 1 MR, que cada subjecte estimava que podria arribar a mobilitzar en un esforç màxim d'una sola repetició (Siff i Verkhoshansky, 2000).

## Estimació de les sèries totals a realitzar

Un cop determinat el pes inicial hem de considerar que, tot i que cal obtenir dades amb la major quantitat de resistències possibles, que representin percentuals de pes relacionats amb les diferents direccions de força, també cal evitar de realitzar un gran volum de sèries que indueixin a una fatiga neuromuscular que perjudiqui el rendiment en les últimes fases de l'avaluació (Kraemer i cols., 1996). Per tant, hem determinat la realització  $8 \pm 2$  sèries, de les quals: la 1a i la 2a sèrie s'haurien de realitzar amb pesos lleugers del 30 al 45 %, la 3a i la 4a sèrie, amb pesos mitjans, entre el 50 i el 65 %, la 5a i la 6a sèrie amb pesos mitjans-alts, entre el 70 % i el 80 % i la 7a i la 8a sèrie amb pesos gairebé màxims i màxims, entre el 85 % i el 95 % o el 100 %.

## Estimació del pes final i el seu increment entre les sèries

Un cop determinat el pes de la resistència inicial i final, i considerant el nombre màxim de sèries a efectuar, es van calcular els increments dels pesos entre les sèries, per tal de poder avaluar els percentatges pròxims als enunciats en l'ítem anterior. Per a determinar l'increment del pes es va aplicar l'equació següent:

$$KIES = (1 \text{ MR estimat (kg)} - \text{Pes inicial (kg)}) / (\text{Sèries totals} - 1)$$

KIES: kg a incrementar entre Sèries.

Per exemple, en un subjecte per al qual s'estimi un valor de 1 MR de 100 kg, la determinació del pes inicial i els kg a incrementar entre sèries serà:

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

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

En aquest cas, el test començaria amb 30 kg, i s'incrementaria 10 kg per sèrie. A causa de la disponibilitat dels discos que van d'1,25 kg, 2,5 kg, 5 kg, 10 kg, 15, i 20 kg, no es va poder determinar un increment percentual exactament igual per a tots els subjectes, per la qual cosa es va agrupar cada sèrie dintre d'un rang de 8 unitats percentuals: 15 a 30/31 a 40/41 a 50/51 a 60/61 a 70/81 a 90/91 a 99/ i 100 %.

## Finalització del test i estimació del valor de la 1 MR

D'acord amb el nivell de la 1 MR estimada de manera subjectiva per l'esportista abans de començar el test, a l'anàlisi en temps real dels paràmetres de força, velocitat i potència, igual com la percepció subjectiva que expressava cada subjecte al final de cada sèrie, es va estimar l'evolució dels pesos tot al llarg del test progressiu de força-potència-velocitat. D'aquesta manera, quan el subjecte s'aproximava al valor de la 1 MR estimada, les pauses s'allargaven i arribaven a ser de 5 min abans d'iniciar l'última sèrie proposada; si el subjecte podia realitzar més d'una repetició, li demanàvem que executés la major quantitat possible de repeticions fins a la fallada muscular, i utilitzant la fórmula de Mayhew i cols. (1992) s'estimava el valor de la 1 MR (Mayhew i cols., 1992). Aquesta fórmula ha estat validada per a aplicar-la quan es realitza una sèrie a la fallada muscular (Lesuer i cols., 1997).

## Test d'1 MR (test 2)

Es va aplicar la metodologia descrita per Baechle (2000) que consisteix a fer un escalfament general amb moviments de flexibilitat i mobilitat articular, després 1 sèrie de 3 a 5 repeticions amb pesos lleugers, seguida d'una pausa de 2 minuts i després procedir a realitzar sèries de 2 repeticions amb pesos creixents separats per una pausa de 2 a 4 minuts, per tal de poder determinar el pes corresponent a la 1 MR amb la realització de 3 a 5 intents com a màxim (Baechle i cols., 2000).

## Anàlisi estadística

Es van calcular els valors mitjans (M) i de desviació estàndard (DS) per a totes les mesures obtingudes per les dues metodologies d'avaluació realitzades. Es va comprovar la normalitat de la mostra mitjançant els tests de Kolmogorov-Smirnov i Shapiro-Wilk, i no es va observar cap variable amb  $p < 0,05$ . D'acord amb això, es va aplicar el coeficient de correlació de Pearson ( $r$ ) per mesurar l'amplitud de la relació entre les variables avaluades, i la  $t$  de Student per a mostres relacionades, per tal d'evidenciar si existien diferències entre el procediment proposat (MR Pr, test 1) i el criteri vàlid (MR D, test 2).

Es va establir un nivell de significança de  $p < 0.05$ .

Els càlculs estadístics es van realitzar utilitzant el programa SPSS, per a Windows, versió 11.5.

## Resultats

A la *taula 1* es mostren les dades descriptives i els resultats dels dos tests realitzats pels 9 subjectes avaluats, els valors mitjans i els desviaments estàndard.

## Test Progressiu (test 1)

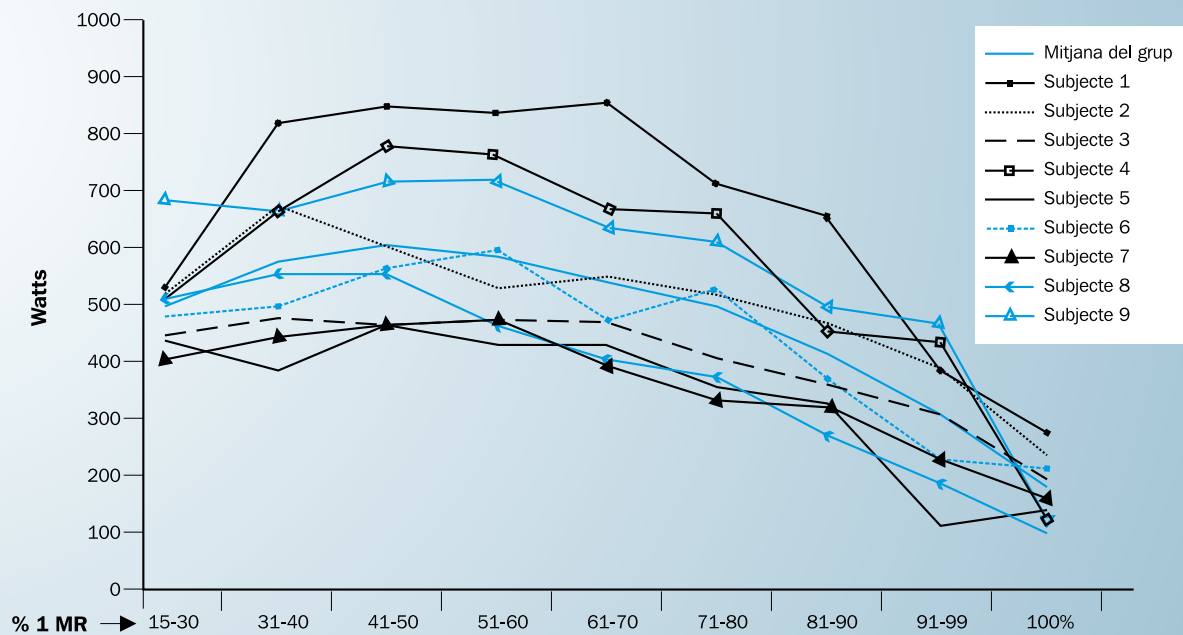
Els subjectes 1, 3, 5, 8 i 9 van fer 9 sèries, i en l'última van realitzar una repetició màxima (1 MR), mentre que els subjectes 2, 4, 6 i 7 van efectuar 8 sèries, i en l'última van realitzar més d'1 repetició i van arribar a la fallada muscular momentània, per la qual cosa el valor de la 1 MR va ser calculat mitjançant la fórmula de Mayhew i cols., 1992. A la *figura 1*, es mostren les relacions de la potència mecànica mitjana (PM) respecte al percentatge de pes mobilitzat, per a cadascun dels subjectes i la mitjana de tot el grup. La PM assoleix el seu valor més alt al  $45,5 \pm 10,6$  % del nivell d'1 MR; hi destaca el subjecte 1, que tot i que expressa el màxim nivell de potència al 67,0 %, també produeix nivells molt

Subjectes	PC Kg	Talla	% grassa	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
<b>Mitjana</b>	<b>99,3</b>	<b>176,6</b>	<b>17,3</b>	<b>137,0</b>	<b>137,8</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>619,2</b>	<b>6,2</b>	<b>45,5</b>
<b>DS</b>	<b>15,9</b>	<b>3,8</b>	<b>7,4</b>	<b>34,5</b>	<b>33,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>150,3</b>	<b>1,0</b>	<b>10,6</b>
<b>T</b>					<b>1,000</b>					
<b>Sig</b>					<b>0,347</b>					

T = valor en la t Student i sig = Significació.

PC k: Pes corporal; 1 MR Pr: 1 MR obtinguda en el Tpr; 1 MRpr R: 1 MR obtinguda en el Tpr, dividida pel pes corporal; 1 MRD: MR obtinguda en el test d'1 MR Directa; 1 MRD R: MR obtinguda en el test d'MRD, dividida pel pes corporal. PM abs: màxima potència mitjana, produïda en el Tpr; PM KP: màxima potència mitjana, Per kg PC produïda en el Tpr. %MR PM: Percentatge de la 1 MR on es localitza la màxima potència mitjana.

**Taula 1**  
Resultats de les variables determinades en el test progressiu (TPR).



**Figura 1**  
Localització de la potència màxima absoluta en relació amb el % de la 1MR.

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

**Taula 2**

Coefficients de correlació ( $r$ ) i de determinació ( $R^2$ ) trobats entre les variables considerades de més importància per als objectius d'estudi.

alts, i propers al 100 % des de percentatges del 36%, tot establint una zona àmplia amb la qual produeix potències màximes molt similars.

### Test 1MR D (test 2)

Todos els subjectes van arribar a realitzar la màxima repetició 1MR respectant el protocol descrit anteriorment, i cap va superar els 5 intents, després de l'escalfament.

Els resultats de la prova  $t$  de Student, per a un interval de confiança del 95 %, ( $t = -1,000$ ;  $p = 0,347$ ) mostren que no hi ha diferències significatives entre els dos grups de dades (1 MR pr i 1 MR D) (taula 1).

Vam trobar correlacions significatives entre l'1MR Pr i l'1MR D; l'1MR Pr i la PM abs; l'1MR Pr R i l'1MR abs i l'1MR Pr R i la PM KP. Entre l'1MR Pr i la PM KP, observarem un coeficient de correlació moderat, que no va arribar a ser significatiu (taula 2).

### Discussió i conclusions

La troballa principal d'aquest estudi és que a través del test progressiu poden estimar-se els valors de força màxima aplicada de potència i velocitat, i també el pes de la 1 MR. El valor de la 1 MR calculat per l'aplicació del test progressiu no presenta diferències significatives amb l'obtingut 48 hores després pel test d'1 MRD, per la qual cosa aquesta dada, que constitueix una referència de gran importància per valorar el nivell de força màxima i planificar els entrenaments, pot ser obtinguda en una mateixa sessió de valoració, conjuntament amb altres variables, com ara la força màxima aplicada, la velocitat i la potència aconseguida, que són de molta importància per a determinar el rendiment en els exercicis de força quan es mobilitzen diferents percentatges de pes (Cronin i Sleivert, 2005; Kawamori i Haff, 2004).

Els subjectes d'aquest estudi localitzen els valors més alts de potència mitjana (PM) dintre d'un rang comprès entre el 35 % i el 55 % d'l a l'1MR, d'aquesta forma els pesos on s'expressen els nivells més alts de potència mitjana se situen en algun punt entre els valors extrems de força i velocitat, i poden variar per la influència d'algunes variables, com el nivell de rendiment, o les característiques individuals de cada subjecte (antropometria, composició fibril·lar, etc.) (Baker, 2001; Baker i cols., 2001; Shim i cols., 2001).

En un estudi realitzat per Izquierdo i cols. (2002) amb 5 grups d'esportistes diferents (jugadors d'handbol, ciclistes de ruta, aixecadors olímpics, migfondistes i joves universitaris), que van realitzar els exercicis de *press* banca i flexió de cames en una màquina polivalent, utilitzant diferents pesos, el nivell de la 1MR, la PM i els percentatges en què es produïen els nivells de PM més alts van ser significativament diferents entre els grups avaluats. En *press* banca els aixecadors produïen les potències mitjanes PM més elevades (391 watts 4,86 watts per kg de pes corporal) encara que la localitzaven en els percentatges més baixos de la 1 MR (30 %), igual que els jugadors d'handbol, mentre que els ciclistes, els migfondistes i els estudiants universitaris ho feien sobre el 45 % de la 1MR. Això difereix dels resultats obtinguts en els subjectes d'aquest estudi, en els quals es veu una major variabilitat en la localització de la PM, que pot ser atribuïda a diferències en el nivell d'entrenament, més que no pas a l'orientació d'aquest. De tota manera, en els esports com l'aixecament de pes (*powerlifting*), l'objectiu fonamental és mobilitzar el major pes possible, sense fer cabal de la velocitat o la potència del moviment, de manera que centren la seva preparació en la consecució d'alts nivells de força màxima. Això coincideix amb els coeficients de correlació significatius i alts trobats entre els valors de la 1 MR i la PM abs ( $r = 0,95$   $r^2 = 92$  %). No



obstant això, aquestes relacions es redueixen lleugerament quan s'expressen en relació amb el pes corporal.

Els resultats del nostre estudi coincideixen amb els trobats per Baker (2001; 2001a) en jugadors de rugbi, que van mostrar un coeficient de correlació d' $r = 0,82$  entre el nivell de la 1 MR determinat en l'exercici de *press* de banca inclinat amb barra lliure i la màxima potència mitjana determinada en un test creixent, amb l'execució de l'exercici de *press* de banca balístic en una màquina polivalent. Tanmateix, en altres estudis s'ha vist que la relació entre el nivell d'1 MR i PM abs pot variar al llarg d'un cicle d'entrenament; es troben coeficients de correlació d' $r = 0,89$  a l'inici de la preparació, quan els nivells de força es troben baixos i es posa més èmfasi en l'entrenament d'aquesta capacitat, i es redueixen en la fase de preparació especial o competició cap a  $r = 0,66$  i  $0,58$  respectivament, quan s'han estabilitzat els nivells de força màxima i s'entrena més específicament la velocitat o la potència de moviment (Baker, 2001; Baker i Nance, 1999). De tota manera, aquestes variacions en la localització dels nivells de PM abs és més factible que es produeixin en la preparació dels esports col·lectius i d'oposició, com ara el rugbi, l'handbol, el karate o el judo, etc., i són menys esperades en els aixecadors, on, com hem esmentat, l'objectiu no és assolir altes velocitats o potències de moviment, sinó mobilitzar el major pes possible (Garhammer, 1993).

### Recomanacions i aplicació pràctica

La metodologia d'avaluació presentada en aquest treball permet de valorar, no solament el nivell d'1 MR, sinó la forma en què cada subjecte aplica la força davant diferents magnituds de pes, cosa que determina no només un valor de pes màxim, sinó de força ( $N$ ), velocitat ( $v$ ) i potència mecànica ( $p$ ) en un espectre molt ampli de pesos, entre les quals pot diferenciar-se la zona en què cada subjecte manifesta la major potència mecànica.

D'altra banda, tot i que en la població estudiada en aquest treball, la força màxima té una influència significativa sobre el nivell de potència PM assolida, en altres especialitats esportives, on predominen els gestos veloços utilitzant resistències lleugeres o es realitzen accions com ara salts, curses de velocitat, etc., després d'arribar a un nivell bàsic de força, la velocitat i la potència dels moviments haurien de ser les variables més importants a considerar en els exercicis d'entrenament (González Badillo i Ribas Serna, 2003; Verkhoshansky, 1996).

Encara que la realització d'aquest test requereix un

dispositiu específic, actualment la disponibilitat d'aquests sistemes no constitueix, pel seu valor, una limitació per a qualsevol centre esportiu; aquests s'haurien de començar a plantejar l'ús d'aquests sistemes per tal d'efectuar un control eficient de l'evolució i els resultats obtinguts per esportistes o persones, qualssevol que en siguin els objectius: rendiment o salut (Bosco, 1991; Jiménez, 2003; Tous Fajardo, 1999).

### Referències bibliogràfiques

- Baechle, T. R., Eaele, R. W. i Wathen, D. . (2000). Resistance Training, Chapter 18,. A Baechle, T. R. i Earle R.W (eds.), *Essential of Strength Training and Conditioning (NSCA)*, (2a ed., pàgs. 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. i 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. i Moore, M. (2001). The load that maximizes the averages mechaical 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. i 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. Gollin, M. (2002). Il recupero nell'allenamento con sovraccarichi,. *Rivista de cultura sportive (SDS)*, 54(54-58).
- Escamilla, R. F., Lander, J. E. i Garhammer J. (2000). Biomechanics of Powerlifting and Weightlifting Exercises, Chapter 39. A Garret, W. E. i Kirkendall D. F (eds.), *Exercise and Sport Science* (pàgs. 585-615). Philadelphia: Lippincott Williams & Willkins.
- Fleck, S. J. (2002). Periodización of training Chapter 4. In Kraemer, W. J. i K. Häkkinen (eds.), *Strength training for sport* (pàgs. 55-67): Blackwell Sciences.
- Fry, A. C. (2004). The role of resistance exercise inrtensity 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. i 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. i 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. i 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. i 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. i 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. i Lehnertz, K. (2001). *Manual de Metodología del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Mayhew, J. L., Ball, T. E., Arnold, M. D. i 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. A Jiménez G. A (ed.), *Entrenamiento personal, bases fundamentales y aplicaciones* (1a ed., pàgs. 87-133): Inde.
- Naclerio, A. F., Santos Leyva, J. i Pantoja García, D. (2004). Relación entre los parámetros de fuerza potencia y velocidad en jugadoras de sóftbol. *Kronos*, 6, 23-20.
- Newton, R. U., Murphy, A. J., Humphries, B. J., Wilson, G. J., Kraemer, W. J. i Häkikinen, 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. A Macdougall, J. C. i H. A. Wenger i H. J. Green (eds.), *Physiological Testing of high performance athlete* (2a ed., pàgs. 21-106). Champaign IL: Human Kinetics,
- Shim, A. L., Bailey, M. L. i Westings, S. H. (2001). Development of a field test for Upper-Bpdy Power. *J. Strength Cond. Res*, 15(2), 192-197.
- Siff, M. C. i 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*, núm. 34, 15-21.