

# Anàlisi de les adaptacions agudes a l'entrenament de força màxima mitjançant l'estudi de les modificacions del rendiment mecànic del tren superior

**ELISEO IGLESIAS SOLER\***

*Doctor en Educació Física. Professor Titular INEF Galícia-Universidade da Coruña*

**IVÁN CLAVEL SAN EMETERIO**

*Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport. Diploma d'Estudis Avançats*

**ÓSCAR CARBALLO IGLESIAS**

*Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport. Diploma d'Estudis Avançats*

**JORGE DOPICO CALVO**

*Doctor en Educació Física. Professor Titular INEF Galícia-Universidade da Coruña*

**JOSÉ LUIS TUIMIL LÓPEZ**

*Doctor en Educació Física. Professor Titular INEF Galícia-Universidade da Coruña*

**Correspondència amb autors**

\* [eliseo@udc.es](mailto:eliseo@udc.es)

## Resum

El propòsit del nostre treball va ser valorar l'efecte agut de dues sessions de força màxima sobre el rendiment mecànic immediatament posterior. En 10 subjectes barons es van obtenir les càrregues corresponents a una repetició màxima (1RM) i a la màxima potència en l'execució concèntrica d'aixecament de banca. Cinc dies més tard es van realitzar dues sessions d'entrenament. En cadascuna s'hi van portar a terme 6 sèries de 2 repeticions d'aixecament de banca concèntric, al 90 % d'1RM, amb pauses mínimes de 3'. Abans i immediatament després de cada sessió es va mesurar la potència desenvolupada, tant amb la càrrega de màxima potència com amb el 90 % d'1RM. L'anàlisi dels resultats no va reflectir diferències significatives en el rendiment amb càrregues de màxima potència. Amb el 90 % va disminuir de forma significativa ( $p < 0,05$ ) al final de la segona sessió. No es va trobar correlació significativa entre 1RM i les diferències entre els valors finals i inicials amb les càrregues de màxima potència individual. La correlació va ser significativa entre 1RM i les diferències entre la potència final i inicial al 90 % d'1RM en la primera sessió, tant en valors reals com percentuals ( $r = -0,631$  i  $r = -0,678$  respectivament).

## Paraules clau

Força, Càrregues de contrast, Aixecament de banca, Potència.

## Abstract

*Analysis of maximum strength training acute adaptations through the study of upper body mechanical performance changes*

*The purpose of this study was to measure the acute effect of two maximum strength sessions on immediately subsequent mechanical performance. In order to do that, 1 repetition maximum (1RM) and maximum power load of concentric bench press exercise were obtained in 10 men. The experimental procedure begun five days after and it involved two training sessions. 6 bouts of 2 repetitions at 90% 1RM of concentric bench press were developed in every session with a minimum rest period of three minutes. Power developed with maximum power load and with 90% 1RM were measured before and immediately after every training day. The dates did not show significant differences between measurements with maximum power load. Performance with 90% 1RM was significantly lower ( $p < 0.05$ ) in second session. 1RM did not correlate with performance differences after-before session with maximum power load. Correlation was statistically significant between 1RM and both real and percentage values of differences after-before session with 90% 1RM load in the first training day ( $r = -0.631$  y  $r = -0.678$  respectively).*

## Key words

*Strength, Contrast load, Bench press, Power.*

## Introducció

L'anàlisi de les adaptacions derivades de l'entrenament de la força ha estat abordada, sovint, respecte a cicles mitjans d'intervenció, i s'ha comprovat que la combinació de càrregues de diferent orientació constitueix una estratègia més eficaç per al desenvolupament multilateral d'aquesta capacitat, que no pas l'ús exclusiu d'un sol tipus d'exercitació (Adams, O'Shea, O'Shea i Climstein 1992; Fatouros i cols., 2000; Harris, Stone, O'Bryant, Proulx i Jonsson, 2000).

Pel que fa a les adaptacions agudes o immediates, aquestes han estat analitzades, d'una banda, a través de paràmetres electromiogràfics i hormonal (Bosco, Colli, Bonomi, Von Duvillard, i Viru 2000; Häkkinen, Pakarinen, Alén, Kauhanen i Komi 1988, 1990; Häkkinen i Pakarinen 1993; Häkkinen 1993; Linnamo, Häkkinen i Komi 1998, Kraemer i cols., 1990, 1991, 1992, 1993, 1995, 1998) i d'una altra banda mitjançant l'anàlisi del rendiment mecànic immediatament posterior a la realització d'una activitat prèvia (Hitchcock, 1989; Beelen i Sargeant, 1991; Leveritt i Abernethy, 1999; Vuorimaa, Vasankari i Rusko, 2000; Hoffman i cols., 2002; Hoffman, Nüsse i Kang, 2003; Iglesias, Clavel, Dopico i Tuimil, 2003).

En aquest últim tipus d'estudis, és freqüent trobar diferències importants entre ells quant al treball previ demanat o a la manifestació de força considerada. En aquest sentit, en alguns dissenys l'activitat prèvia la constitueixen exercicis dinàmics i de baixa resistència, com ara el cicloergòmetre o la cursa, mentre que altres treballs inclouen l'exercitació prèvia mitjançant alguna activitat esportiva complexa.

D'altra banda, en alguns estudis, l'anàlisi del rendiment es fa de forma immediatament posterior a un treball previ de força amb càrregues de diferent magnitud (Gullich i Schmidtbleicher, 1996; Young, Jenner i Griffiths, 1998; Radcliffe i Radcliffe, 1996; Siff i Verkoshanski, 2000; Duthie, Young i Aitken, 2002; Gorgoulis, Aggelousis, Kasimatis, Mavromatis, Garas, 2003; Smilios, 1998; Jensen i Ebben, 2003; Baker, 2003a, 2003b; Bazett-Jones, 2004; Ebben, Jensen i Blackard, 2000; Hrysonmallis i Kidgell, 2001; Masamoto, Larson, Gates i Faigenbaum, 2003; Iglesias, Clavel, Dopico, Tuimil i Carballo, 2004; Iglesias i Clavel, 2005; Mathews, Mathews i Snook, 2004). L'objecte primordial d'aquest tipus de treballs ha estat l'avaluació de l'efecte teòricament potenciador del treball previ amb càrregues pesades sobre el rendiment explosiu immediatament pos-

terior, cosa que constitueix el fonament de l'anomenat *entrenament de contrasts*. Hi ha divergències en els resultats d'aquests estudis, en gran part a causa de les diferències entre dissenys pel que fa als components de la càrrega. Factors com ara la magnitud de les resistències mobilitzades o mantingudes, el tipus d'activació requerit, el volum total de treball desenvolupat, l'interval de recuperació entre exercicis, l'experiència dels subjectes en el treball amb sobrecàrregues i el nivell de força d'aquests, han estat assenyalats com a factors que condicionen la fatiga aguda derivada del treball de força, i que podrien interferir en el treball immediatament posterior (Linnamo i cols., 1998; Young i cols., 1998; Bosco i cols., 2000; Duthie i cols., 2002; Jensen i Ebben, 2003; Baker, 2003b).

Finalment, l'anàlisi de la preactivació amb càrregues pesades del tren superior ha estat abordada amb menys freqüència que no pas la referida a l'exercitació del tren inferior (Gullich i Schmidtbleicher, 1996; Baker, 2003a, 2003b; Ebben i cols., 2000) i, igualment, existeixen pocs estudis relatius al fenomen de preactivació mitjançant més d'una única sèrie de treball (Bosco i cols., 2000; Duthie i cols., 2002; Iglesias i cols., 2005; Iglesias i Clavel, 2005).

Per tot plegat, el propòsit d'aquest treball ha estat valorar l'efecte de l'exercitació prèvia del tren superior mitjançant diverses sèries de l'exercici *aixecament de banca* amb càrregues pesades, sobre el rendiment mecànic immediatament posterior, tant de tipus explosiu amb el nivell de càrrega individual de màxima potència, com davant càrregues similars a les utilitzades en les mateixes sessions d'entrenament. També hem intentat de comprovar la possible associació entre les modificacions del rendiment com a conseqüència del treball desenvolupat, i els valors individuals de l'1RM, o entre aquest i el % d'1RM representat per la càrrega de màxima potència individual.

## Material i mètode

La mostra la van constituir 10 barons, tots ells estudiants de la llicenciatura en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport de la Universitat de la Corunya, i amb experiència prèvia en la realització de l'exercici objecte d'estudi. Tots els components de la mostra van expressar per escrit la seva voluntat de participar en l'estudi.

En una primera sessió es va obtenir l'1RM de cada

**Taula 1**

Característiques físiques de la mostra ( $n = 10$ ). S'inclouen valors del test d'1 repetició màxima (1RM) i del % del mateix amb el qual s'arribava a la repetició de potència mitjanaja màxima (dt. = desviació típica).

	Mínim	Màxim	Mitjana	dt.
Edat (anys)	24,00	29,00	25,40	1,78
Pes subjecte (kg)	56,50	90,50	70,21	11,60
Alçària (cm)	157,00	186,50	172,26	10,24
1RM (kg)	57,50	100,00	75,00	13,39
Potència mitjana màxima (% 1RM)	30,00	60,00	47,00	8,23

Pretest	E1/E2
<b>Avaluació</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1RM</li> <li>• 1x2x90%1RM</li> <li>• % 1RM de màxima potència</li> </ul>	<b>Escalfament</b> <b>Avaluació inicial:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x2x %1RM de màxima potència</li> <li>• 1x2x90%1RM</li> </ul> <b>Intervenció</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6x2x90%1RM</li> </ul> <b>Avaluació final</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x2x%1RM de màxima potència</li> <li>• 1x2x90%1RM</li> </ul>

**Taula 2**

Estructura esquemàtica del disseny.

subjecte en l'exercici d'aixecament de banca. L'acció era realitzada en contracció exclusivament concèntrica, per això calia mantenir la barra estàtica dos segons sobre el pit de l'executant. En la determinació de l'1RM es van seguir les pautes establertes per Kraemer i Fry (1995), i també el criteri proposat per González Badillo (a González Badillo i Ribas, 2002) segons el qual, perquè el valor obtingut fos el correcte, la velocitat mitja del test hauria de ser igual o inferior a  $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Un cop trobat el valor 1RM i amb una pausa mínima de 3 minuts, es va procedir al mesurament de potència desenvolupada al llarg de 2 repeticions amb una càrrega que representava el 90 % d'aquest paràmetre, tot i que finalment aquest valor no va ésser considerat a l'hora de realitzar els contrastos corresponents. Posteriorment, els subjectes efectuaven 2 repeticions amb càrregues progressives, per tal de determinar la resistència amb

què s'efectuava la repetició de màxima potència mitjana. Aquesta valoració s'iniciava amb un valor del 30 % d'1RM, i es procedia a increments de pes del 10 % amb una recuperació mínima entre sèries de 3', fins a no superar o mantenir el rendiment de la sèrie anterior. Per familiaritzar els subjectes amb el treball concèntric pur, la setmana prèvia a la valoració inicial es van desenvolupar dues sessions consistents en 4 sèries de 5 repeticions amb el 65 %-70 % de l'1RM estimat per cada component de la mostra. Les principals característiques dels subjectes, i també els resultats de la valoració inicial, són recollits a la *taula 1*.

Amb un interval de 5 dies en relació a la valoració inicial, es va procedir a desenvolupar 2 sessions d'entrenament amb una separació entre elles de 48 hores. El contingut de la primera (E1) i la segona (E2) sessió d'entrenament va ser el mateix, i va consistir en una fase d'escalfament amb càrregues d'entre el 50 % i el 70 %, seguida d'una avaluació inicial del rendiment mitjançant 2 repeticions executades, tant amb un pes corresponent al màxim nivell de potència com, després d'una pausa mínima de 3', amb una càrrega corresponent al 90 % d'1RM. Després d'una recuperació mínima de 3' s'iniciava la fase d'entrenament consistent en l'execució de 6 sèries de 2 repeticions al 90 % d'1RM amb pauses de 3', almenys. Un cop finalitzat l'entrenament es repetien les condicions d'avaluació inicials. Durant el període de recollida de dades, els subjectes de la mostra van ser instats a evitar qualsevol treball de força que impliqués la intervenció del tren superior. La *taula 2* recull esquemàticament l'estructura de la recollida de dades:

Per a l'obtenció dels valors de potència desenvolupats amb cadascun dels nivells de càrrega es va utilitzar el sistema *Isocontrol Dinàmic* versió 3.1, connectat

a un ordinador portàtil *Acer Travel Mati 290 LCi* dotat del programari adient. En l'obtenció dels resultats es van considerar com a variables, tant la mitjana de potència desenvolupada en la sèrie (PM = potència total/nombre de repeticions) com el paràmetre corresponent a la repetició de la sèrie amb una potència mitjana més gran (PMX). Cadascuna d'elles va ser diferenciada en funció de la seva correspondència amb l'avaluació al començament de la sessió 1 (PME1-I; PMXE1-I) i 2 (PME2-I; PMXE2-I), o amb el mesurament fet al final (PME1-F; PMXE1-F; PME2-F; PMXE2-F). També es va quantificar la diferència entre el valor final i inicial de cadascun d'aquests paràmetres, tant en valors reals com percentuals de la valoració inicial (Dif. PME; Dif. PMX).

El tractament de les dades es va fer mitjançant el paquet estadístic *SPSS 12.0*. A més a més d'estadística descriptiva (mitjana i desviació típica de la mostra), es van fer servir diferents proves inferencials. La normalitat de la mostra va ser confirmada mitjançant la prova de *Kolmogorov-Smirnov-Lillefors*. Per a la comparança de mitjanes entre cadascun dels moments de mesurament es va utilitzar l'anàlisi de la variància (ANOVA) per a mesures repetides amb factor intrasubjecte de quatre nivells (Moment: Inicial E1; Final E1, Inicial E2; Final

E2). En els casos en què calia es va contemplar l'ús de la comparança de mitjanes mitjançant la prova *t de Student per a mostres relacionades*. Finalment, l'associació entre variables es va analitzar mitjançant *correlació de Pearson*. En tots els casos la significació estadística es va establir en  $p \leq 0,05$ .

## Resultats

Els resultats més remarcables apareixen recollits a les taules 3, 4 i 5.

L'anàlisi dels resultats corresponents al rendiment amb càrregues de potència màxima no va reflectir diferències estadísticament significatives entre els valors obtinguts en cadascun dels mesuraments, tant pel que fa a màxima PMED com a PMX.

D'altra banda, els valors corresponents al rendiment amb càrregues del 90 % 1RM van diferir entre ells de forma més marcada, encara que sense arribar al límit de significació estadística ( $p = 0,07$ ). No obstant això, els contrastos aparellats entre els rendiments previs i posteriors a cadascuna de les sessions van mostrar diferències estadísticament significatives en E2 tant per a PMED com per a PMX.

	Mínim	Màxim	Mitjana	dt.
PME1-I (W)	258,11	430,66	344,57	56,40
PME1-F (W)	211,08	414,37	316,08	64,51
PME2-I (W)	127,38	420,76	319,09	85,65
PME2-F (W)	176,55	513,92	336,80	96,14
PMXE1-I (W)	299,33	534,95	378,05	71,94
PMXE1-F (W)	272,89	418,21	338,36	51,62
PMXE2-I (W)	152,48	507,97	350,67	92,18
PMXE2-F (W)	235,26	524,80	356,58	81,86

**Taula 3**

Valors de potència mitjana i màxima amb càrregues associades a la màxima potència individual.

	Mínim	Màxim	Mitjana	dt.
PME1-I (W)	120,99	285,31	205,57	58,19
PME1-F (W)	110,96	242,85	192,81	42,98
PME2-I (W)	121,77	330,95	223,22	60,46
PME2-F (W)	110,53	279,46	195,07*	47,84
PMXE1-I (W)	131,34	299,76	215,46	62,92
PMXE1-F (W)	127,63	268,74	213,80	45,04
PMXE2-I (W)	130,35	359,42	237,13	64,22
PMXE2-F (W)	127,22	290,69	217,29*	49,61

Diferències significatives ( $p \leq 0,05$ ): Respecte al mesurament inicial.

**Taula 4**

Valors de potència mitjana i màxima amb càrregues del 90 % d'1RM.

	E1				E2			
	Màxima potència		90% 1RM		Màxima potència		90% 1RM	
	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX
Mínim (W)	-132,29	-243,36	-81,29	-78,47	-38,49	-34,31	-65,36	-68,73
Màxim (W)	22,97	20,07	68,83	88,28	106,09	82,78	2,87	8,50
Mitjana (W)	-28,49	-39,70	-12,75	-1,66	17,71	5,91	-28,14	-19,83
dt.	47,73	73,40	41,60	49,00	41,91	35,755	22,94	22,90

**Taula 5**

Diferències entre els valors finals i inicials (valor final-valor inicial).

La *taula 6* recull l'anàlisi de la correlació entre l'1RM i el valor percentual del mateix amb el qual s'assolia el major nivell de potència, i també entre l'1RM i les diferències dels rendiments finals i inicials. Respecte a la primera, no es va trobar associació significativa, encara que sí que hi va haver una lògica associació positiva entre el nivell de força dels subjectes i el valor en quilograms de la càrrega individual de màxima potència.

Pel que fa a l'anàlisi de la correlació entre les diferències dels rendiments finals i inicials i el valor de l'1RM individual, no es van trobar associacions signifi-

catives entre aquestes dues variables, excepte en el cas dels valors mitjans de la primera de les sessions amb càrregues del 90%. Aquesta correlació és negativa, cosa que, considerant el valor menor que zero de la mitjana d'aquesta variable, assenyalaria una major tendència a la pèrdua de rendiment per part dels subjectes amb majors nivells de força.

Aquesta tendència es va veure confirmada en analitzar les diferències entre valors finals i inicials, en percentatges dels segons (*taula 7*), de tal manera que la correlació amb l'1RM era estadísticament significativa en la primera sessió (*taula 8*).

		E1				E2				Potència màx. (%1RM)	Potència màx. (kg)
		Màxima potència		90% 1RM		Màxima potència		90% 1RM			
		Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX		
1 RM	Corr.	-,488	-,486	-,631*	-,415	,435	,239	-,051	-,271	-,202	,635*
	p	,152	,154	,050	,233	,209	,506	,888	,449	,576	,048*

Corr. = coeficient de correlació de Pearson; p = significació bilateral; \* p ≤ 0,05.

**Taula 6**

Correlacions d'1RM amb les diferències entre els valors finals i inicials i amb els valors percentuals i absoluts de les càrregues de màxima potència individual.

		E1				E2			
		Màxima potència		90% 1RM		Màxima potència		90% 1RM	
		Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX
Mitjana (%)		-7,97	-8,88	-2,61	3,54	7,02	4,57	-11,56	-7,21
dt.		13,24	13,61	24,83	26,78	15,50	18,70	8,91	7,41

**Taula 7**

Diferències entre els valors finals i inicials, en valors percentuals del mesurament inicial.

		E1				E2			
		Màxima potència		90 % 1RM		Màxima potència		90 % 1RM	
		Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX	Dif. PME	Dif. PMX
1 RM	Corr.	-,442	-,480	-,678*	-,501	,237	,058	-,017	-,185
	p	,201	,161	,031	,140	,509	,874	,964	,609

Corr. = coeficient de correlació de Pearson; p = significació bilateral; \*  $p \leq 0,05$ .

**Taula 8**

Correlacions d'1RM amb les diferències entre els valors finals i inicials, expressats en percentatges del mesurament inicial.

## Discussió

Els resultats del nostre treball no han reflectit canvis significatius en el rendiment explosiu immediatament posterior a l'exercitació amb càrregues del 90 % d'1RM, al mateix temps que només es va poder contemplar en la segona de les sessions un descens significatiu de la manifestació de força entrenada directament.

El conjunt de resultats indica que l'activitat desenvolupada no va ser suficient per a potenciar o comprometre la capacitat de rendiment explosiu dels subjectes, cosa que resulta inconsistent amb les conclusions d'un treball previ (Iglesias i cols., 2005), on es van detectar millores estadísticament significatives en la potència mitjana desenvolupada amb càrregues del 30 % d'1RM en finalitzar sessions d'entrenament amb el 90 % d'1RM. No obstant això, en aquest cas la referència la constituïen els valors obtinguts en una sessió independent d'avaluació inicial (pretest) una cosa que, afegida a les diferències respecte a les càrregues d'avaluació explosiva (30 % d'1RM davant de la de màxima potència individual utilitzada en aquest estudi) marca diferències en el disseny que podrien ser les responsables d'aquestes discrepàncies. Encara que les dades obtingudes en el present treball, en principi poden rebatre l'efecte facilitador del treball pesat sobre les expressions explosives de la força, cal considerar que la majoria dels estudis que confirmen aquest procés es basen en una preactivació mitjançant una única sèrie de treball (Gullich i Smidtleicher, 1996; Young i cols., 1998, Radcliffe i Radcliffe 1996; Baker, 2003a; Mathews i cols., 2004).

D'altra banda, diversos estudis no han trobat canvis significatius en el rendiment explosiu immediatament posterior al treball de càrregues elevades, cosa que coincideix, doncs, amb les nostres dades (Duthie i cols., 2002, Hrysonmallis i Kidgell, 2001; Mathews i cols., 2004). Aquesta divergència en els resultats possiblement és motivada per l'heterogeneïtat dels dissenys

respecte a factors que podrien afectar la direcció i magnitud dels efectes, com ara la durada dels intervals de recuperació (Linnamo i cols., 1998; Bosco i cols., 2000; Jensen i Ebben, 2003; Bazett-Jones, 2004), les magnituds relatives de càrregues, la quantitat de massa muscular implicada en l'exercici o el nombre de sèries previ al treball explosiu (Baker, 2003a; Baker 2003b; Duthie i cols., 2002).

Partint d'aquestes qüestions, és possible considerar que l'efecte global de l'exercitació prèvia sobre el rendiment explosiu posterior pugui ésser conseqüència de la interacció entre processos potenciadors neurals i hormonaals, i fenòmens de fatiga inhibidors, amb la qual cosa la predominança dels uns sobre uns altres marcarà la magnitud i la direcció de l'adaptació aguda.

Pel que fa a les avaluacions de la potència desenvolupada amb la càrrega d'entrenament (90 % d'1RM) els resultats van reflectir un descens del rendiment després de la realització de les sessions, si bé aquesta modificació només va ser estadísticament significativa en el segon dels entrenaments. Aquestes dades difereixen en part del que s'ha trobat en un estudi previ (Iglesias i cols., 2005) on es van trobar increments en la potència desenvolupada en finalitzar sessions d'entrenament pel que fa al valor obtingut en una sessió pretest, mentre que aquest augment no s'apreciava en referència a la valoració en una sessió posterior o posttest. Aquests resultats es van justificar en part per l'existència d'un procés d'aprenentatge del moviment, perquè encara que la mostra la constituïen subjectes experts en l'exercici de *press banca*, l'exercitació habitual no tenia lloc en condicions concèntriques pures. No obstant això, en l'actual treball es va incloure una fase de familiarització de la mostra amb l'activació exclusivament concèntrica, per la qual cosa el factor aprenentatge no hauria pogut encavalcar els efectes de la fatiga específica, tal com hauria pogut passar en l'estudi precedent.

Com s'ha descrit, l'avaluació explosiva es va realitzar respecte a la càrrega de màxima potència individual, el valor de la qual es va situar en el 47 % d'1RM, pròxim als valors d'entre el 40 % i el 55 % que altres autors han establert per a l'exercici de màquina de pressió sobre banc (Baker, Nance i Moore 2001; González Badillo i Ribas 2002). Existeix la possibilitat que aquesta magnitud hagi condicionat els nostres resultats, per la qual cosa resultaria interessant d'abordar en futurs treballs la identificació d'aquells nivells relatius d'explosivitat que poguessin resultar més susceptibles de ser afectats per la preactivació amb càrregues pesades.

D'altra banda, l'aprofitament del contrast entre càrregues de diferent orientació ha estat assenyalat per diversos autors com un factor que depèn de l'experiència i dels nivells de força màxima dels subjectes examinats (Duthie i cols., 2002; Gorgoulis i cols., 2003). Aquest fenomen no ha estat verificat en el nostre estudi en no haver-se trobat correlacions estadísticament significatives entre l'1 RM individual i les diferències entre l'avaluació final i inicial amb les càrregues de màxima potència individual.

Tanmateix, aquesta associació va ser negativa i estadísticament significativa en el cas dels valors mitjans de potència amb càrregues del 90 % de la primera sessió, tant quan les diferències eren expressades en valors reals com percentuals respecte a la valoració inicial. En aquest sentit, Häkkinen (1993) va trobar que 20 sèries d'1RM d'esquat provocaven una major disminució de la força màxima en els homes en relació amb les dones, si bé aquestes diferències eren en part explicades per les diferències hormonals i de composició muscular entre sexes. En canvi, altres autors (García Mans 1999; Smilos, 1998) mostren que el treball muscular fatigant comporta una major disminució de força màxima entre els subjectes amb un menor desenvolupament d'aquesta capacitat.

No obstant això, l'associació trobada en la primera sessió no es va ratificar en la segona, i de la mateixa manera, tampoc no es va comprovar per a les manifestacions explosives en cap dels mesuraments. En aquest sentit, seria interessant d'aprofundir en la relació entre el nivell de desenvolupament de la força dels subjectes i la seva capacitat per a repetir esforços amb tensions musculars de diferent magnitud.

Finalment, no es va trobar correlació significativa entre el nivell de força dels subjectes, valorada a través de l'1 RM, i el percentatge d'aquest amb què es desenvolupava la màxima potència mitjana. No obstant això, apareix l'interrogant de si l'efecte de l'entrenament a mit-

jà termini, igual com la seva naturalesa, podrien afectar l'associació entre aquestes variables.

## Conclusions

El nostre treball ha pretès de realitzar una aproximació al nivell de preactivació obtinguda mitjançant l'entrenament amb càrregues pesades, i també al grau d'especificitat de la fatiga generada. Per fer-ho, es van valorar les modificacions, tant de l'expressió de força directament entrenada, com d'aquella manifestada amb les càrregues associades a la màxima potència individual. El conjunt dels resultats poden ser resumits en les conclusions següents:

- L'exercitació del tren superior amb càrregues del 90 % d'1 RM no va potenciar ni va interferir en el rendiment immediatament posterior amb la càrrega de màxima potència individual, cosa que recolza l'entrenament concurrent de diferents manifestacions de la força dintre de la mateixa sessió.
- El volum de treball proposat va provocar que la potència desenvolupada amb les càrregues manejades al llarg de les sessions d'entrenament disminuís en totes dues sessions, si bé només va assolir significació en la segona.
- Els nivells de càrrega de màxima potència individual en l'exercici d'aixecament de banca ( $47 \pm 8,23$  % d'1RM), van ser consistents amb dades recollides a la bibliografia, on s'assenyalen valors mitjans d'entre el  $40 \pm 5,5$  % (González Badillo i Ribas 2002) i el  $55 \pm 5,3$  % d'1 RM (Baker, Nance i Moore 2001).
- No es va trobar associació significativa entre el nivell de força dels subjectes i el percentatge amb què s'obtenien els màxims valors de potència, cosa que resulta indicativa de l'estabilitat d'aquest últim factor amb independència del nivell 1RM individual.
- No es va trobar associació significativa entre el valor d'1RM i les variacions observades en el rendiment amb càrregues de naturalesa explosiva.
- L'anàlisi de correlació va permetre observar una tendència significativa, per part dels subjectes amb majors nivells de força, a la disminució del rendiment amb càrregues de 90 % d'1RM en la primera de les sessions, ( $r = -0,631$ ), si bé aquesta associació no va assolir significació estadística en la segona de les sessions.

## Bibliografia

- Adams, K.; O'Shea, J. P.; O'Shea, K. L. i Climstein, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal Applied Sport Science Research*, 6(1), 36-41.
- Baker, D. (2003a). Acute effect of alternating heavy and light resistances and power output during upper-body complex power training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 493-497.
- Baker, D. (2003b). Acute effect of a hypertrophy-oriented training bout on subsequent upper-body power output. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 527-530.
- Baker, D.; Nance, S.; Moore, M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during explosive bench press throws in highly trained athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 20-24.
- Bazett-Jones, D. (2004). Neither stretching nor postactivation potentiation affect maximal force and rate of force production during seven one-minute trials. *Journal of Undergraduate Research*, VII, 1-5.
- Beelen, A. i Sargeant, A. (1991). Effect of fatigue on maximal power output at different contraction velocities in humans. *Journal Applied Physiology*, 71(6), 2332-2337.
- Bosco, C.; Colli, R.; Bonomi, R.; Von Duvillard, S. P. i Viru, A. (2000). Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(5), 202-208.
- Duthie, G. M.; Young, W. B. i Aitken, D. A. (2002). The acute effects of heavy loads on jump squat performance: an evaluation of the complex and contrasts methods of power development. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 530-538.
- Ebben, W.; Jensen, R. i Blackard, D. (2000). Electromyographic and kinetic analysis of complex training variables. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 451-456.
- Fatouros, I. G.; Jamurtas, A. Z.; Leontini, D.; Taxildaris, K.; Aggelousis, N.; Kostopoulos, N. i Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 470-476.
- García Manso (1999). *La fuerza*. Madrid: Gymnos.
- González Badillo J. J. i Ribas Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: INDE.
- Gorgoulis, V.; Aggelousis, N.; Kasimatis, P.; Mavromatis, G. i Garas, A. (2003). Effect of submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 342-344.
- Gullich, A. i Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies of Athletics*, 11, 67-81.
- Häkkinen, K. (1993). Neuromuscular fatigue and recovery in male and female athletes during heavy resistance exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 14, 53-59.
- Häkkinen, K.; Pakarinen, A.; Alén, M.; Kauhainen, H. i Komi, P.V. (1988). Neuromuscular and hormonal responses in elite athletes to two successive strength training sessions in one day. *European Journal of Applied Physiology*, 57(2), 133-139.
- Häkkinen, K.; Pakarinen, A.; Kyröläinen, H.; Cheng, S.; Kim, D.H. i Komi, P.V. (1990). Neuromuscular adaptations and serum hormones in females during prolonged power training. *International Journal of Sports Medicine*, 11(2), 91-98.
- Häkkinen, K. i Pakarinen, A. (1993). Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy-resistance protocols in male athletes. *Journal Applied Physiology*, 74(2), 882-887.
- Harris, G.; Stone, M.; O'Bryant, H.; Proulx, C. i Jonson, R. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(1), 14-20.
- Hitchcock, H. (1989). Recovery of short-term power after dynamic exercise. *Journal Applied Physiology*, 67(2), 677-681.
- Hoffman, J. R.; Maresh, C.; Newton, R. U.; Rubin, M. R.; Frech, D. N.; Volek, J. S.; Sutherland, J.; Robertson, M.; Gómea, A. L.; Rattamess, N. A.; Kang, J. i Kraemer, W. J. (2002). Performance, biochemical and endocrine changes during a competitive football game. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(11), 1845-1853.
- Hoffman, J.; Nussle, V. i Kang, J. (2003). The effect of an intercollegiate soccer game on maximal power performance. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(6), 807-817.
- Hrysomallis, C. i Kidgell, D. (2001). Effect of heavy dynamic resistive exercise on acute upper-body power. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(4), 426-430.
- Iglesias, E.; Clavel, I.; Dopico, J. i Tuimil, J. L. (2003). Efecto agudo del esfuerzo específico de judo sobre diferentes manifestaciones de la fuerza y su relación con la frecuencia cardiaca alcanzada durante el enfrentamiento. *Rendimiento Deportivo.com. Revista digital*, núm. 6.
- Iglesias, E.; Clavel, I.; Dopico, J.; Tuimil, J. L. i Carballo, O. (2005). Análisis comparativo de los efectos agudos de sesiones de entrenamiento de fuerza con el 90 % y el 30 % de la máxima carga movilizable (1RM). *Revista de Entrenamiento Deportivo (RED)*. 19 (4), 5-10.
- Iglesias, E. i Clavel, I. (2005). El entrenamiento de fuerza del tren superior con cargas asociadas a la máxima potencia individual: análisis de los efectos agudos sobre la potencia mecánica. *Motricidad. European Journal of Human Movement*. (14), 23-36.
- Jenssen, R. i Beben, W. P. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 345-349.
- Kraemer, W. J.; Marchitelli, L. J.; Gordon, S. E.; Harman, E.; Dziados, J. E.; Mello, R.; Frykman, P.; McCurry i Fleck, S. J. (1990). Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal Applied Physiology*, 69, 1442-1450.
- Kraemer, W. J.; Gordon, S. E.; Fleck, S. J.; Marchitelli, L. J.; Mello, R.; Dziados, J. E.; Friedl, K.; Harman, E.; Maresh, C. i Fry, A. C. (1991). Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *International Journal of Sports Medicine*, 12(2), 228-235.
- Kraemer, W. J.; Fry, A. C.; Warren, B. J.; Stone, M. H.; Fleck, S. J.; Kearny, J. T.; Conroy, B. P.; Maresh, C. M.; Waseman, C. A.; Triplett, N. T. i Gordon S. E. (1992). Acute hormonal responses in elite junior weightlifters. *International Journal of Sports Medicine*, 13(20), 103-109.
- Kraemer, W. J.; Fleck, S. J.; Dziados, J. E.; Harman, E. A.; Marchitelli, L. J.; Gordon, S. E.; Mello, R.; Frykman, P. N.; Koziris, L. P. i Triplett, N. T. (1993). Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *Journal Applied Physiology*, 75(2), 594-604.
- Kraemer, W. J.; Aguilera, B. A.; Terada, M.; Newton, R. U.; Linch, J. M.; Rosendaal, G.; McBride, J. M.; Gordon, S. E. i Häkkinen,

- K. (1995). Responses of IGH-I to endogenous increases in growth hormone after heavy-resistance exercise. *Journal Applied Physiology*, 79(4), 1310-1315.
- Kraemer, W. J i Fry, A. C. (1995). Strength testing: development and evaluation of methodology. A P. J. Maud, C. Foster. *Physiological assessment of human fitness*. (257-326). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kraemer, W. J.; Häkkinen, K.; Newton, R. U.; McCormick, M.; Nindl, B. C.; Volek, J. S.; Gotshalk, L. A.; Fleck, S. J.; Campbell, W. W.; Gordon, S. E.; Farrel, P. A. i Evans, W. J. (1998). Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in younger and older men. *European Journal of Applied Physiology*, 77, 206-211.
- Leveritt, M. i Abernethy, P. (1999). Acute effects of high-intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 47-51.
- Linnamo, V.; Häkkinen, K. i Komi, P. (1998). Neuromuscular Fatigue and recovery in maximal compared to explosive strength loading. *European Journal of Applied Physiology*, 77, 176-181.
- Masamoto, N.; Larson, R.; Gates, T. i Faigenbaum, A. (2003). Acute effects of plyometric exercise on maximum squat performance in male athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 68-71.
- Matthews, M.; Matthews, H. i Snook, B. (2004). The acute effects of a resistance training warmup on sprint performance. *Research in Sports Medicine*, 12(2), 151-159.
- Radcliff, J. C. i Radcliff, L. (1996). Effects of diferente warm-up protocols on peack power output during a single rspose jump task (Abstract). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(5), S189.
- Siff, M. i Verkoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Smilios, I. (1998). Effects of varying levels of muscular fatigue on vertical jump performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(3), 204-208.
- Vuorimaa, T.; Vasankari, T. i Rusko, H. (2000). Comparison of physiological strain and muscular performance of athletes during two intermittent running exercises at the velocity associated with  $\dot{V}O_{2max}$ . *International Journal of Sports Medicine*, 21, 96-101.
- Young, W.; Jenner, A. i Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(2), 82-84.