

Variació de la potència del tren inferior en jugadores d'handbol d'alta competició

- SALVADOR OLASO CLIMENT
- JORDI MARTÍNEZ PARDO
- ANTONI PLANAS ANZANO

INEFC-Lleida.
Universitat de Lleida

■ Paraules clau

Manifestació explosiva de la força, Pesos lliures, Pliometria, Potència, Isocontrol, Handbol

■ Abstract

In the present investigation, the modification of the maximum power values of lower extremities was measured and analysed in relation to external loads, representative of body weight (BW), through two standardised movements: a) extension of legs (muscular action of lifting with regards to exterior load representing a 50 % and 100 % BW).

b) flexion-extension of legs (muscular action of lifting and holding on representative load of a 50 % and a 100 % BW).

The above mentioned depending on two different trainings –plyometric method against traditional one with free weight, for women of a handball team during competition time. Eight women voluntarily took part in this study.

From the results, we can see that there is an increase of the maximum power values between T_i and T_f in relation to the concentric performing way 50 % BW and to the type 1 training group –plyometrics– and though it doesn't exist a statistical meaning ($p > 0,05$), technically we consider the increase as important for some players, especially taking in account their qualities.

Furthermore, the maximum power increases result to be determinant when they are obtained by persons who also used type 1 training in the concentric performing way 100 % BW. They improve their maximum power values within the two tests (+95 watts average) ($p < 0,05$). The described differences reflect increases in the power-strength method for lower extremities in the women doing plyometrics training.

Other results confirm the variations (decreases) using type 2 training –free weight– between T_i and T_f , as much in the concentric performing way 50% BW and 100 % BW as in the eccentric-concentric performing way 50 % BW and 100 % BW.

■ Key words

Explosive strenght, Free weight, Plyometric method, Power, Isocontrol, Handball

Resum

En aquesta investigació s'ha mesurat i analitzat la modificació dels valors de la potència màxima de les extremitats inferiors, davant de càrregues externes representatives del pes corporal (PC), en dos moviments estandarditzats:

- a) Extensió de cames (acció muscular de superació davant de càrrega externa representativa del 50 % i 100 % del PC).
- b) Flexió-extensió de cames (acció muscular de retenció i superació davant de càrrega representativa del 50 % i 100 % del PC).

Tot plegat en funció de dos tipus d'entrenament diferenciat –mètode pliomètric vs mètode tradicional amb pesos lliures– en jugadores d'un equip d'handbol durant el seu període de competició. Van participar en aquest estudi voluntàriament vuit dones.

Dels resultats es desprèn que existeix un augment dels valors de la potència màxima entre el test inicial – T_i – i el test final – T_f – que fa referència a la forma d'execució concèntrica 50 % PC i respecte del grup d'entrenament tipus 1 –pliometria–, i encara que no hi ha significació estadística ($p > 0,05$), tècnicament es considera que l'augment és rellevant per a algunes jugadores, sobretot atesa la seva dimensió qualitativa. També resulten determinants els augments de potència màxima aconseguits pels subjectes que van utilitzar l'entre-

nament tipus 1 en la forma de d'execució excèntrica-concèntrica 100 % PC, els quals adquireixen una millora en els seus valors de potència màxima entre els dos tests (+ 95 watts de mitjana) ($p < 0,05$). Altres resultats confirmen decrements en la utilització de l'entrenament tipus 2 –pesos lliures– entre tots dos tests, tant en la forma d'execució concèntrica 50 % PC i 100 % PC, com en l'excèntrica-concèntrica 50 % PC i 100 % PC.

Introducció

Avui en dia, l'opinió dominant en matèria de teoria de l'entrenament esportiu indica que la millora de la força aplicada constitueix un element essencial de l'entrenament en la majoria de les activitats esportives i, en algunes d'aquestes, es pot arribar a considerar com a determinant. Mai no pot ser perjudicial, per a l'esportista que reclama prestacions elevades, el seu desenvolupament de manera correcta. Solament un treball mal orientat, on es busqui l'augment de la força indiscriminada, per ella mateixa, sense tenir en compte les característiques de l'activitat o de l'esport, pot influir negativament en el rendiment específic (González-Badillo i Gorostiaga, 1995).

Tradicionalment, la valoració de la manifestació de la força aplicada ha partit del coneixement dels seus registres davant la superació d'una càrrega externa màxi-

■ **TAULA 1.**
Tipologia dels subjectes.

SUBJECTE	SEXE	EDAT (anys)	PES (kg)	TALLA (cm)	TIPUS D'ENTRENAMENT
1	F	21	81	170	1
2	F	18	82	174	2
3	F	28	72	166	1
4	F	19	67	172	1
5	F	23	64	172	1
6	F	18	69	170	2
7	F	21	84	172	1
8	F	17	65	173	2

ma (en general dinàmica, FDM –1RM–). Encara que sembla ser que, tan vital com el coneixement de la força davant aquest tipus de situació, resulta també de gran interès el coneixement de la que s'associa davant de càrregues inferiors a la dinàmica màxima FDMrelativa. (González-Badillo, 2000).

En aquest sentit, resulta també sumament interessant unir al concepte de la força aplicada el de potència; aquesta constitueix una magnitud fonamental per a l'eficàcia progressió en l'entrenament de la primera. Sabem, tenint en compte la dinàmica, que la potència s'associa al tractament comú que es fa entre una càrrega externa i la seva velocitat de mobilització, i és per això que es pot explicar el seu paper en considerar el treball com al producte de la força per la distància en un temps determinat, i és sota aquest concepte quan s'introdueix la magnitud de la potència mecànica per donar una idea de la rapidesa amb què es realitza el treball esmentat.

Des d'aquesta línia de pensament la potència constitueix, sens dubte, el paràmetre més important a l'hora de descriure la conducta mecànica de l'organisme. De fet, podem ser capaços de fer un treball considerablement gran si se'ns dóna el temps necessari, però per saber el ritme al qual s'efectuaria aquest treball és indispensable disposar de la dada de la potència.

D'aquesta forma, definim la potència en funció de la quantitat de treball que pot efectuar-se en la unitat de temps, així, si entenem que el treball produït és equivalent al producte de la força per la distància a què es desplaça la massa, tenim que:

$$P = w/t = F \Delta x/t = F vt/t = F v.$$

I en conseqüència $P = F v$.

Hem pogut comprendre que el procés de mesurament i anàlisi dels valors que aconsegueix la potència, en determinats moments de la preparació de l'esportista, resulta vital per observar l'orientació de l'entrenament de la força i, per tant, la correcta evolució del rendiment esportiu –eficàcia. La màxima potència generada per un grup muscular és anomenada: líndar de rendiment muscular –URM. Millorar aquest líndar sempre s'ha de considerar com un augment en el rendiment de la força aplicada de l'esportista (Bosco, 1994; González-Badillo i Gorostiaga, 1995; González-Badillo, 2000; Tous, 1999); per tant, ser potent significa, primer que tot, ser capaç de generar gran quantitat de treball en el temps més curt possible, o igualment, tenir la capacitat d'aplicar una gran quantitat de força a la major velocitat que puguem.

Per aquest motiu, l'objecte d'aquest estudi consisteix a mesurar i valorar la

potència màxima (W) –màxima potencia aconseguida en tot el desplaçament de la càrrega externa superada– del tren inferior i analitzar-ne la variació, en funció del tipus d'entrenament específic que s'ha programat en un equip de jugadors d'handbol, i l'interès de rendiment de les quals oscil·la, entre d'altres aspectes, a aconseguir un òptim nivell de potència mecànica per a la seva aplicació en la competició estatal on participen.

Material i mètode

Subjectes

Es van seleccionar per a aquest estudi tretze subjectes que es trobaven en bon estat físic a l'inici de la investigació, tots ells de sexe femení, que practiquen l'esport de l'handbol en categoria nacional de Divisió d'Honor, equip PlusFresh, de Lleida. Tanmateix, a causa de la duresa d'aquest esport, amb freqüents problemes de lesions, es van produir cinc morts experimentals, amb la qual cosa la mostra s'ha reduït a vuit subjectes distribuïts irregularment en dos grups, per tant aquests han quedat desequilibrats (taula 1).

Els valors antropomètrics (mitjana, DE) de la mostra són: edat: 20,63 (3,58) anys; pes: 73 (8,14) kg; talla: 171,13 (2,47). Les esportistes, prèviament informades sobre els objectius del nostre estudi i d'altres qüestions de tipus ètic, com ara participació voluntària, aplicació de tècniques no invasives ni agressives, aspectes confidencials dels resultats, etc., voluntàriament han donat el seu consentiment per participar en l'experimentació, i s'han compromès a la realització de l'entrenament específic i dels tests.

Material

- Barra de pesos lliures de 10 kg i discos apropiats per a l'increment de la càrrega.
- Cinturons per a la protecció de la zona lumbar.

- Calaixos de fusta de diverses alçàries –10 fins a 50 cm– per al treball pliomètric.
- Bàscula electrònica Balay 1050 de pesatge en kg.
- Plataforma de contactes: ErgoJump. Bosco-System, software modificat pel laboratori de biomecànica de l'INEFC-Lleida.
- Isocontrol dinàmic. Versió 3.0. JLML^{i+d}. Components: mòdul central; alimentador de 24 v; sensor força dinàmica; cable de connexió del sensor de força dinàmica al mòdul central; software específic. Aquest aparell consisteix en un dinamòmetre, el qual està compost per un sensor extern que realitza un mesurament directe de l'espai –precisió de 0,2 mm– relacionat amb el temps –freqüència 1 KHz. El temps es mesura amb una precisió de rellotge de 0,2 μs, i s'obté un registre cada mil·l·lisegon, amb la qual cosa s'aconsegueixen les dades dinàmiques gràcies als càlculs matemàtics derivats dels anteriors.
- Programa estadístic SPSS v.10.

Mètode

Previ al primer test s'aplica un programa de quatre microcicles de perfeccionament tècnic en el maneig dels exercicis de pesos lliures –fonamentalment flexió de cames–, i execució correcta del DJ –noció de lliscament i temps més curt possible en la fase d'acoblament– (Bosco, 1994; Cometti, 1989-1998; Verkoshansky, 1999). El càlcul del percentatge de la càrrega externa –tant per a ambdós tests, com per a l'aplicació de l'entrenament de pesos lliures en el grup 2–, es realitza en funció del pes corporal (PC) de cada subjecte –concepte de força relativa– (Vélez, 1992; Thépaut-Mathieu *et al.*, 1997). Tot seguit es realitza el test inicial basat en dues formes d'execució:

- a) Forma d'execució concèntrica. Manifestació explosiva de la força: extensió de cames –acció muscular de les

extremitats inferiors superant el 50 % i el 100 % del PC.

- b) Forma d'execució excèntrica-concèntrica. Manifestació elàsticoexplosiva: flexoextensió de cames –acció muscular de les extremitats inferiors retenint i superant el 50 % i el 100 % del PC– (Bosco, 1994).

En cadascuna d'aquestes situacions experimentals, es mesuren i es registren els valors de la magnitud de la potència màxima en watts: $W = J s^{-1}$; si s'expressa en unitats bàsiques: $W = m^2 kg s^{-3}$. L'enregistrament s'ha efectuat amb la implementació tecnològica: Isocontrol dinàmic. Versió 3.0. JLML^{i+d}. Abans del test, es porta a terme el calibratge del sistema dinàmic. Els resultats apareixen de forma numèrica a la pantalla de les dades detallades.

Tot seguit, s'introdueix un programa d'entrenament de millora de la manifestació explosiva de la força a partir de dos mètodes diferents:

- Un grup realitza els exercicis pliomètrics –impuls en el moment del contacte amb tots dos peus–, tot deixant-se caure des d'altures diferenciades per a cada subjecte, en funció del millor registre de l'altura assolida en el test inicial –DJ en ErgoJump–, aplicant-hi el mètode de sèries repetides $4 \times 6 \times DJ_{mh}$. Tipus d'entrenament 1.
- Un altre grup executa els exercicis de flexió de cames (mig esquat) –pesos lliures– amb la càrrega externa representativa del 50 % del PC de cada subjecte, tot utilitzant el mètode de sèries repetides $4 \times 6 \times 50 \%$ i implicant-hi una velocitat d'execució elevada. Tipus d'entrenament 2. En tots dos grups es van efectuar dues sessions setmanals des de febrer fins a maig –onze microcicles.

El test final es porta a terme un cop conclòs el procés d'entrenament, i consisteix en la repetició del test inicial, registrant els nous valors de la magnitud de

la potència màxima. En resum, s'han establert dos tests: un, abans de l'aplicació del procés d'entrenament –test inicial (T_I)–, i un altre, al final del procés –test final (T_F).

Cal indicar que de forma continuada i homogènia, tots dos grups segueixen el programa d'entrenament i de competició establert per a la temporada. I pel que fa a l'estructura de les sessions, aquestes comencen amb un escalfament –exercicis dinàmics generals, tot seguit, exercicis imitadors amb menys pes i menys nivell de resistència externa, d'una durada aproximada de 15 minuts–, passant a continuació a efectuar els exercicis prescrits per a cada grup.

Es tracta, doncs, d'un estudi amb disseny de mesures repetides de dos moments (inicial-final) per dos factors (entrenaments). Els registres s'indiquen en funció dels percentatges de càrrega externa superada respecte al pes corporal de cada subjecte, diferenciant el 50 % i el 100 % del PC.

Anàlisi estadística

El tractament estadístic de les dades s'ha executat efectivament mitjançant el programa SPSS, aplicant-hi una anàlisi estadística basada en el Model Lineal General, del qual s'ha triat el nivell de significació estadística $p < 0,05$.

Resultats

Aquest és un estudi longitudinal que se centra en el seguiment d'un grup de subjectes als quals se'ls registra la potència màxima mitjançant dues valoracions: una a l'inici i una altra al final de dos entrenaments específics centrats en el desenvolupament de la força explosiva, durant el període de competició. Diferenciem, alhora, la realització dels tests de dues formes: forma d'execució concèntrica i forma d'execució excèntrica-concèntrica. Per a cada forma d'execució es fa la mateixa anàlisi.

■ **TAULA 2.**

Resultats dels tests de potència màxima en watts (W), en funció de la forma d'execució concèntrica del moviment, del tipus d'entrenament i del % del pes corporal mobilitzat.

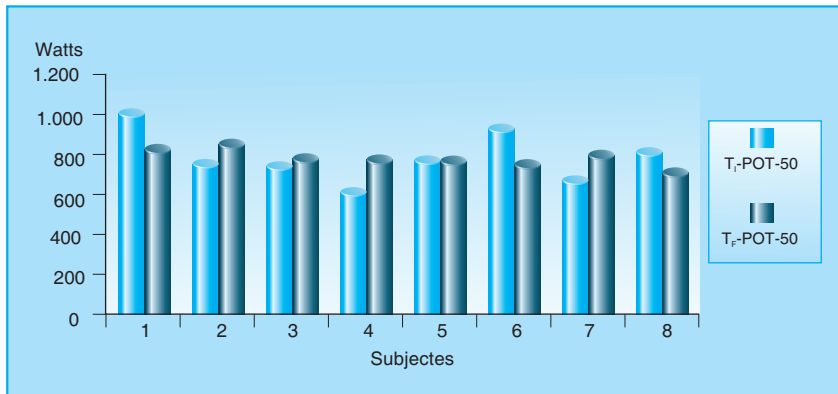
		SUBJECTES	TIPUS D'ENTRENAMENT	T _I -POT-50 W	T _F -POT-50 W	T _I -POT-100 W	T _F -POT-100 W
FORMA D'EXECUCIÓ CONCÈNTRICA	S 1	1	1.001,77	822,30	1.132,91	1.110,80	
	S 2	2	752,62	847,94	1.320,50	1.301,85	
	S 3	1	734,26	774,69	868,21	993,25	
	S 4	1	609,73	765,63	808,80	1.186,11	
	S 5	1	766,87	766,10	1.161,63	1.093,11	
	S 6	2	923,07	750,29	1.296,36	1.227,89	
	S 7	1	668,73	790,81	1.325,66	1.256,23	
	S 8	2	811,43	705,74	1.177,44	1.010,51	

VARIACIÓ T _I -T _F		ENTRENAMENT vs MOMENT	TIPUS 1 vs TIPUS 2
	p	p	p
50 %	ns	ns	ns
100 %	ns	ns	ns

S = subjecte. W = watts. POT = potència. T_I = test inicial. T_F = test final. 50 = 50 % del PC. 100 = 100 % del PC. Concèntrica = un cicle moviment d'extensió. Tipus d'entrenament: 1 = pliometria 2 = pesos lliures. ns = diferència estadísticament no significativa (p > 0,05)

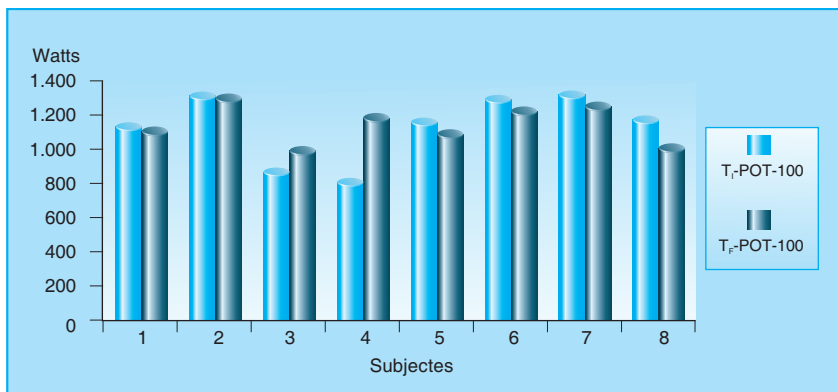
■ **FIGURA 1.**

Resultats individuals dels tests inicial i final de la potència màxima, que fan referència a la forma d'execució concèntrica 50 % del PC registrats en watts.



■ **FIGURA 2.**

Resultats individuals dels tests inicial i final de la potència màxima, que fan referència a la forma d'execució concèntrica 100 % del PC registrats en watts.



Forma d'execució concèntrica

A continuació es descriuen a la *taula 2* i s'il·lustren a les *figures 1 i 2*, els registres de la potència màxima expressats en watts (W), corresponents a aquesta forma d'execució.

A la *taula 2* i *figura 1*, que fa referència al test concèntric 50 % PC, s'observa que gran part de les jugadores –2, 3, 4, 5 i 7–, independentment del mètode d'entrenament seguit, mantenen el seu rendiment o el milloren. Contràriament, tres d'elles –1, 6 i 8– aconseguen resultats que manifesten una disminució de la potència. Tanmateix, tant en la contrastació intrasubjectes del T_I respecte al T_F, com en la interacció entrenament vs moment, no s'han observat diferències estadísticament significatives (p > 0,05). Pel que fa a la comparació de l'entrenament tipus 1 vs tipus 2, entre els diferents subjectes, tampoc no s'han trobat diferències estadísticament significatives (p > 0,05).

A la *taula 2* i *figura 2*, es presenten els registres del test concèntric al 100 % del PC; es percep que sis jugadores exhibeixen resultats lleugerament inferiors en el test final en comparació a l'inicial. Per contra, dos dels subjectes, el 3 i el 4

■ **TAULA 3.**

Resultats dels tests de potència màxima en watts (W), en funció de la forma d'execució excèntrica-concèntrica del moviment, del tipus d'entrenament i del % del pes corporal mobilitzat.

SUBJECTES		TIPUS D'ENTRENAMENT	T _I -POT-50 W	T _F -POT-50 W	T _I -POT-100 W	T _F -POT-100 W
FORMA D'EXECUCIÓ EXCÈNTRICA-CONCÈNTRICA	S 1	1	866,66	805,24	1.214,32	1.205,90
	S 2	2	872,07	781,33	1.489,64	1.256,97
	S 3	1	838,17	763,33	1.016,13	1.046,35
	S 4	1	765,98	727,83	1.003,37	1.272,51
	S 5	1	636,56	635,79	1.128,79	1.209,46
	S 6	2	986,84	787,04	1.427,18	1.181,92
	S 7	1	845,75	871,79	1.296,17	1.399,53
	S 8	2	738,21	604,89	1.256,05	1.043,60

VARIACIÓ T _I -T _F	ENTRENAMENT vs MOMENT	TIPUS 1 vs TIPUS 2
p	p	p
50 %	<0,05	ns
100 %	<0,05	ns

S = subjecte. W = watts. POT = potència. T_I = test inicial. T_F = test final. 50 = 50 % del PC. 100 = 100 % del PC. Exc-conc = doble cicle moviment de flexió i extensió. Tipus d'entrenament: 1 = pliometria 2 = pesos lliures. ns = diferència estadísticament no significativa (p > 0,05)

(grup d'entrenament tipus 1), mostren una millora destacable en els seus nivells de potència.

Des del punt de vista de la significació, tant en la contrastació intrasubjectes del T_I respecte al T_F, com en la interacció entrenament vs moment, no s'han observat diferències estadísticament significatives (p > 0,05). Pel que fa a la comparació de l'entrenament tipus 1 vs tipus 2, entre els diferents subjectes, tampoc no s'han trobat diferències estadísticament significatives (p > 0,05).

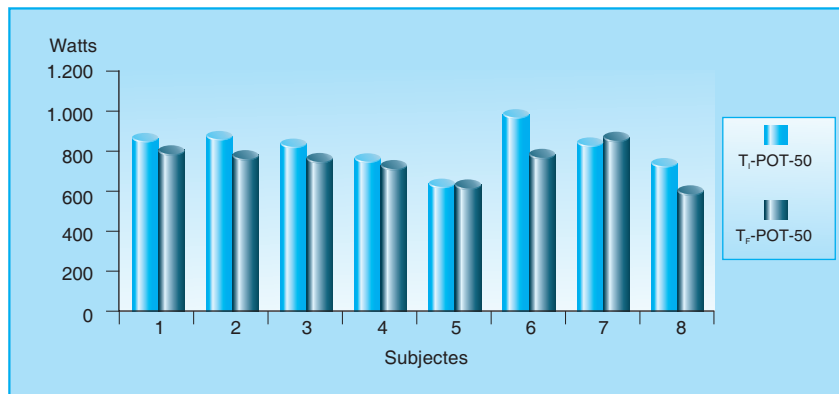
Forma d'execució excèntrica-concèntrica

A la taula 3 es descriuen i s'il·lustren a les figures 3 i 4, els registres de la potència màxima expressats en watts (W), corresponents a aquesta forma d'execució.

A la taula 3 i figura 3, indicatives del test excèntric-concèntric 50 % PC, es copsa que la majoria de subjectes minven els seus registres en el TF, únicament el subjecte 7 –grup d'entrenament tipus 1– millora lleugerament, i el subjecte 5 –també del grup d'entrena-

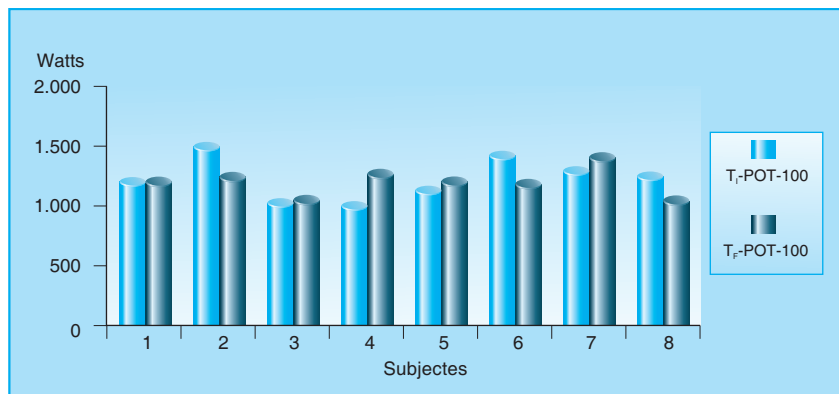
■ **FIGURA 3.**

Resultats individuals dels tests inicial i final de la potència màxima, que fan referència a la forma d'execució excèntrica-concèntrica 50 % del PC registrats en watts.



■ **FIGURA 4.**

Resultats individuals dels tests inicial i final de la potència màxima, que fan referència a la forma d'execució excèntrica-concèntrica 100 % del PC registrats en watts.



ment tipus 1– manté els nivells inicials. Pel que fa a la significació, tant a la contrastació intrasubjectes del T_1 respecte al T_F , com a la interacció entrenament vs moment, sí que s'hi han trobat diferències estadísticament significatives ($p < 0,05$). En aquest sentit, podem determinar que amb una confiança del 95 % s'apreciaran decrements d'entre 43'806 i 127'308 watts, comparant el T_1 amb el T_F . En la comparació de l'entrenament tipus 1 vs tipus 2, entre els diferents subjectes, no s'han trobat diferències estadísticament significatives ($p > 0,05$).

A la taula 3 i figura 4, test excèntric-concèntric al 100 % PC, es percep que les jugadores del grup d'entrenament tipus 1 han aconseguit de mantenir –subjecte 1–, o millorar –subjectes 3, 4, 5 i 7– els resultats que van obtenir en el TI. Malgrat tot, tots els subjectes que formaven part del grup d'entrenament tipus 2 –subjectes 2, 6 i 8– empitjoren els seus resultats respecte del T_1 . Així, en referència tant a la contrastació del test intrasubjectes del T_1 respecte del T_F , com en la interacció entrenament vs moment, s'han trobat diferències estadísticament significatives ($p < 0,05$). En aquest sentit, podem determinar que amb una confiança del 95 % es donaran increments entre 10'701 i 145'834 watts si comparem el T_1 amb el T_F .

A la interacció entrenament vs moment s'han trobat diferències estadísticament significatives ($p < 0,05$); en el grup d'entrenament de pliometria s'ha registrat una mitjana d'increment de 95 watts, mentre que en el grup d'entrenament de pesos lliures s'ha detectat una mitjana de decrement de 230 watts.

A la comparació de l'entrenament tipus 1 vs el tipus 2, entre els diferents subjectes, no s'hi han trobat diferències estadísticament significatives ($p > 0,05$).

Discussió

Dels estudis efectuats sobre la força màxima aplicada a jugadores d'handbol

destaquen els d'Hoff i Almasbakk (1995) que van investigar l'efecte que té l'entrenament màxim de força en l'exercici de màquina de pressió sobre banc en la velocitat en els llançaments d'handbol femení. En aquest estudi es van revelar efectes positius en l'entrenament de la força, i es va demostrar que la velocitat de llançament, des de la posició d'aturat, va variar de $19,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a $23,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ($p < 0,05$), i amb tres passos de cursa prèvia, la velocitat de llançament es va modificar de $22,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a $24,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ($p < 0,05$). Per a Letzelter (1990), els criteris de mesurament de la força màxima en els exercicis de màquina de pressió sobre banc per al membre superior i el de l'esquat per al membre inferior, mostren una elevada correlació amb els tests de llançament (0,74 i 0,75 per 0,73 i 0,74), contràriament, la força màxima no correlaciona amb la velocitat de moviments cíclics –curses de 30 m o test d'esquat cronometrat– ($-0,20/-0,32$ i $-0,37/-0,12$).

Tanmateix, des del punt de vista de la dinàmica, el treball representa una mesura de l'energia mecànica que es transfereix al sistema per l'acció d'una força, i la potència implica la rapidesa amb què es fa aquest treball. Hem de considerar, doncs, que els resultats de la magnitud de la potència seran els que se'ns manifesten com els de major eficàcia en el tractament de la força en qualsevol gest o acció esportiva que se'ns presenti, ja que aquesta –la potència– constitueix la magnitud de referència en la relació força-velocitat (González-Badillo i Gorostiaga, 1995; González-Badillo, 2000; García et al., 1996; García, 1999; Olaso i Lapuente, 1997; Manno, 1999). Aquest argument es consolida en l'anomenat entrenament funcional de la força (Tous, 1999), el qual busca de millorar l'activitat de les unitats motores amb vista a la producció d'un rendiment muscular òptim (Cometti, 1989-1998).

En aquest sentit, existeixen poques referències sobre la importància de l'estudi i valoració de la potència mecànica, sobretot pel que fa als esports de

situació, com és el cas que ens ocupa; i en conseqüència, com ja s'ha descrit a la introducció, l'objecte d'aquesta investigació ha consistit no a mesurar i controlar la força màxima de les jugadores, sinó a mesurar la potència màxima del tren inferior i analitzar-ne la variació, ja que els valors d'aquesta magnitud són els que han d'orientar l'entrenament de la força en aquest tipus d'esportistes.

Així, en fer l'anàlisi dels valors de la potència màxima del tren inferior obtinguts en el transcurs dels tests als quals han estat sotmesos els subjectes –independentment de la forma d'execució sol·licitada–, en una primera mirada, es percep que apareix una tendència a la disminució en els valors dels registres parcialment de les situacions experimentals plantejades, encara que també s'observen augments considerables que destacarem a continuació.

Referent a la primera situació experimental corresponent a la forma d'execució **concèntrica 50 %** –taula 2, figura 1–, s'ha pogut constatar en el grup d'entrenament tipus 1, que els subjectes S1, S3, S4, S5 i S7 augmenten, sensiblement, els valors de la potència (+27 watts de mitjana). Respecte de l'entrenament tipus 2, tots els subjectes S2, S6, S8, baixen en els valors de la magnitud sotmesa a test (–62 watts de mitjana).

La primera reflexió ens indueix a considerar que la capacitat contràctil muscular –característica de la forma concèntrica– en algunes jugadores –aquelles en què es produeix millora– es veu refermada pel tipus d'entrenament pliomètric. Això es pot percebre com una contradicció, perquè la pliometria, teòricament, incideix en la capacitat elàstica i sobretot en l'estimulació reflexa –reflex miotàtic– (manifestació de la força reflexoelasticoexplosiva –Bosco, 1994–).

Això té una explicació difícil; potser hi hagi una tendència a una variabilitat sistemàtica –efectes d'aprenentatge en casos d'augments positius– (Atkinson i Nevill, 1998) o bé sigui la presència de fac-

tors de variabilitat psicobiològica –augments vs descensos de la motivació en la segona valoració– la causa de les modificacions esmentades. En aquest sentit, existeix concordança en l'explicació que faciliten Martín *et al.* (2001), que van trobar diferències significatives en la reproductibilitat temporal en els resultats mitjans d'unes certes proves de força com el CMJ i CMJA i 30 m, atribuïbles, en el seu cas, a les causes ja indicades. Tanmateix, malgrat produir-se un increment de la magnitud en tres dels vuit subjectes sotmesos a test, en referència a la contrastació intrasubjecte, contràriament a l'estudi de Martín *et al.* (2001), aquest augment no ens resulta estadísticament significatiu ($p > 0,05$).

Malgrat això, entenem que cal considerar aquests augments com a rellevants tècnicament per a algunes jugadores, sobretot atesa la seva dimensió qualitativa, ja que la seva capacitat contràctil apareix millorada favorablement, tot i no seguir un règim d'entrenament basat en el guany de força màxima. En aquest sentit, considerem que aquest guany pot ser degut, probablement, a l'efecte de reclutament i sincronització de les fibres musculars, les quals s'han vist afectades per l'estimulació pliomètrica –gran capacitat d'activació neural.

Per tant, i sense pretendre d'inferir els resultats concrets de la forma concèntrica 50 % PC, entenem que, en el nostre cas, s'han presentat efectes relativament satisfactoris per a l'eficàcia en el rendiment quan s'han seguit règims d'entrenament de tipus pliomètric, i s'han reflectit en un augment de la potència màxima en aquestes jugadores amb respecte a aquest sector de mobilització de càrregues externes.

Pel que fa a la forma d'execució **concèntrica 100 %** –taula 2, figura 2–, s'observa clarament que la major part dels subjectes, sense diferències entre les dues tipologies d'entrenament, empijoren els resultats de la potència màxima. Solament els subjectes S3 i S4 –de l'entrenament tipus 1– augmenten el potencial entre els dos tests. Des del

punt de vista de la significació, mostren resultats estadísticament no significatius ($p > 0,05$), amb la qual cosa ens adonem, doncs, que les variacions de la potència màxima en el 100 % PC, han de ser atribuïdes a variacions de tipus aleatori.

D'altra banda, i pel que fa a l'altra situació experimental relativa a la forma d'execució **excèntrica-concèntrica 50 %** –taula 3, figura 3–, pràcticament tots els subjectes baixen en el valor dels registres, tret d'S5, que els manté estables i S7, que els millora lleugerament –tots dos del grup entrenament tipus 1. Atès que existeixen diferències estadísticament significatives ($p < 0,05$) tant en la contrastació intrasubjectes, com en la interacció entrenament vs moment, deduïm que les diferències adverteixen d'una important disminució dels registres de la potència màxima, amb la qual cosa el procediment de potència-velocitat (Thépaut-Mathieu *et al.*, 1997) no es veu afavorit, en el nostre estudi. Aquest aspecte, des del punt de vista de l'eficàcia, no ens resulta crucial, perquè es tracta d'un tram lleuger de la sobrecàrrega –1/2 del PC–, i les nostres esportistes inclouen el 100% del PC com a càrrega externa a mobilitzar –força útil.

Des del punt de vista de la significació, en la comparació de l'entrenament tipus 1 vs tipus 2, entre els diferents subjectes, no s'han trobat diferències significatives estadísticament ($p > 0,05$). És evident que l'estímul de la càrrega externa utilitzada pels dos tipus d'entrenament, no ha produït adaptacions funcionals en la mobilització del 50% del pes corporal.

Al contrari, sí que resulten determinants els resultats que confirmen que els subjectes –S1, S3, S4, S5, S7– que van utilitzar l'entrenament tipus 1 en la forma **excèntrica-concèntrica 100 %** –taula 3, figura 4–, adquireixen una millora en els seus valors de potència màxima entre els dos tests (+ 95 watts de mitjana). Tanmateix, disminueixen S2, S6, S8 del tipus d'entrenament 2 (–230 watts de

mitjana). Així, pel que fa tant a la contrastació del test intrasubjectes, com a la interacció entrenament vs moment, s'han trobat diferències estadísticament significatives ($p < 0,05$). Aquestes diferències descrites, reflecteixen increments en el procediment de la potència-força en les extremitats inferiors (Thépaut-Mathieu *et al.*, 1997) en el grup de jugadores adscrites a l'entrenament pliomètric.

Aquests resultats es diferencien, en alguns aspectes, dels de Kabitsis i Nevill (1993), els quals troben diferències en el resultat de la força i de la potència, segons quin sigui el grup muscular estudiat i la modalitat esportiva realitzada; així, en el cas dels llançadors de disc descriuen correlacions elevades i significatives ($p < 0,05$) entre la potència i la força dels músculs del tronc ($r = 0,62$) i de les cames ($r = 0,63$). I en examinar les quatre especialitats de llançament en atletisme –disc, pes, martell i javelina–, observen que hi ha correlacions entre les dues formes de manifestar-se la força (potència vs força màxima) en el membre superior (0,54, 0,63 i 0,70, 0,45); no obstant això, pel que fa a la musculatura de les cames i el tronc, no s'esdevé el mateix.

Des de la nostra posició, apareix clarament definida l'eficàcia en l'increment dels valors de la potència màxima a favor de l'entrenament tipus 1 –pliometria–, respecte de l'entrenament tipus 2 –pesos lliures 50 % PC. Així, sembla que els resultats de la potència màxima en la musculatura dels extensors de les cames resulten manifestament millorables, sempre que s'utilitzin mitjans de desenvolupament que incideixin tant en la capacitat elàstica com en la capacitat reflexa del múscul –la pliometria apareix com un mètode summament eficaç. No s'esdevé el mateix amb l'entrenament tradicional de sobrecàrregues amb pesos lliures. Encara que aquesta anàlisi ens crea alguns dubtes en l'elecció de l'estímul representatiu del 50 % del PC com a càrrega externa de l'entrenament.

En aquest sentit, ens hem deixat portar per les opinions d'autors que afirmen que qualsevol acció contra resistències externes mitjanes o lleugeres de les quals tinguin possibilitat d'efectuar importants velocitats de desplaçament en la seva execució, possibilitaran un augment de la força veloç (García, 1999). Per això, les resistències utilitzades per a l'entrenament de la força-velocitat han de ser del 50 % d'1 RM (Behm, 1991). D'altra banda, Kaneko et al. (1983) ens indiquen que la millor càrrega per a l'increment de la potència se situa en el 30 % de la força màxima; percentatge semblant 1/3 de la FIM– ens proposen Moritani et al. (1987). Per a Thépaut-Mathieu et al. (1997), el desenvolupament de la potència màxima, es troba determinada per suscitar tensions màximes a la zona de les càrregues i de les velocitats d'execució on s'expressa la qualitat esmentada (80 % al 100 % de la potència màxima) amb resistències del 45 % - 55 % d'1 RM, però és important que es tingui en compte el pes addicional que exerceix la massa muscular del subjecte. En la nostra investigació, l'increment dels resultats de la forma d'execució concèntrica-excèntrica 100 % aconseguits pel grup d'entrenament tipus 1, posseeixen paral·lelismes amb l'establert per Häkkinen i Komi en García (1999), que van estudiar durant 24 setmanes l'efecte de l'entrenament explosiu en la corba de força-velocitat, amb dos procediments de salt diferenciat, amb càrregues i sense càrregues; els resultats van confirmar que els subjectes que van utilitzar càrregues mitjanes van millorar un 6,9% ($p < 0,05$) en el test d'esquat i van augmentar en el SJ un 21,2% ($p < 0,05$) i en el CMJ un 17,6 % ($p < 0,05$). Finalment, podem considerar que l'entrenament de la pliometria realitzada des d'altures selectives determinades pels millors resultats en el test de DJ_{mh}, ha estat capaç d'ocasionar algunes adapta-

cions funcionals, les quals es manifesten a partir d'una millora en la mitjana de la potència màxima en el grup d'entrenament tipus 1. Per això entenem que aquest increment afavoreix l'impuls de força, amb la qual cosa la capacitat biomotora s'ha vist augmentada i ha de ser capaç d'estimular el rendiment en aspectes crucials de la competició –salts i llançaments.

Referències

- Atkinson, G. i Nevill, A. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26 (4), 217-238.
- Behm, D. (1991). An analysis of intermediate speed of resistance exercises for velocity-specific strength gains. *Journal Applied Sports Science Research*, 5 (1), 1–5.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.
- Cometti, G. (1989). *Les méthodes modernes de musculation*. Dijon: URF Staps, Université de Bourgogne.
- (1998). *La pliometria*. Barcelona: Inde.
- García, J. M. (1999). *La Fuerza*. Madrid: Gymnos.
- García, J. M.; Navarro, M. i Ruiz, J. A. (1996). *Bases Teóricas del Entrenamiento Deportivo*. Madrid: Gymnos.
- González-Badillo, J. J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones al entrenamiento. *R&D*, (14), 1, 5–16.
- González-Badillo, J. J. i Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la Fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona: Inde.
- Hoff, J. i Almasbakk, B. (1995). The effects of maximum strength training on throwing velocity and muscle strength in female team-handball players. *Journal Strength Conditioning Research*. Champaign, 9 (4), 255-258.
- Kaneko, M.; Fuchimoto, T.; Toji, H. i Suei, K. (1983). Training effect of differing loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scandinavian Journal Sport Science*, 5 (2), 50-55.
- Kabitsis, C. i Nevill, A. (1993). A comparison among the four throwing events on the attributes leading to high throwing performance. A: Proceedings of international sports science conference '93. *Optimizing performance 9 to 11 June 1993*, Westin Stamford & Westin Plaza, Singapore, Sports Medicine and Research Center, Singapore Sports Council, Kallang, p. 134–141.
- Letzelter, H. i Letzelter, M. (1990). *Entraînement de la force*. París: Vigot.
- Manno, R. (1999). *El entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde.
- Martín, R.; Fernández, M.; Veiga, J. V.; Otero, X. L. i Rodríguez, F. (2001). Fiabilidad de les proves de força en salt vertical i velocitat de cursa en escolars de 6 a 8 anys. *Apunts. Educació Física i Esports* (63), 40-45.
- Moritani, T.; Muro, M.; Ishida, K. i Taguchi, S. (1987). Electrophysiological analyses of the effects of muscle power training. *Research Journal Physiology*. Edit. 1, p. 23–32.
- Olaso, S. i Lapuente, M. (1997). Tratamiento de la fuerza explosiva en un grupo de saltadores de longitud y de triple. A *Tercer Congreso de les Ciències de l'Esport, l'Educació Física i la Recreació*. Lleida: INEFC, p. 771–779.
- Thépaut-Mathieu, C.; Miller, C. i Quièvre, J. (1997). *Entraînement de la force. Spécificité et planification*. París: Les Cahiers de l'INSEP, 21. INSEP.
- Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Edició Julio Tous Fajardo, ISBN: 84–605–9935–3.
- Vélez, M. (1992). El entrenamiento de fuerza para la mejora del salto. *Apunts*. Vol. XXIX.
- Zatziorski, V. M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign (Illinois): Human Kinetics.