

Relació entre potència màxima, força màxima, salt vertical i esprint de 30 metres en atletes quatrecentistes d'alt rendiment

Relationship Between Peak Power, Maximum Strength, Vertical Jump and 30 Metres Sprint in High Performance 400 Metres Athletes

CARLOS BALSALOBRE-FERNÁNDEZ

JUAN DEL CAMPO-VECINO

CARLOS M^a TEJERO-GONZÁLEZ

DIONISIO ALONSO-CURIEL

Departament d'Educació Física, Esport i Motricitat Humana
Universidad Autónoma de Madrid (Espanya)

Autor per a la correspondència

Carlos Balsalobre-Fernández

carlos.balsalobrefernandez@uam.es

Resum

Mitjançant un disseny *ex post-facto*, i valent-se d'una mostra de catorze atletes quatrecentistes d'alt rendiment, entre els quals es troben diferents medallistes nacionals de l'Estat espanyol, aquest estudi fa tres aportacions: la primera descriu la força d'extremitats inferiors d'aquest col·lectiu i la seva capacitat d'acceleració en 30 metres; la segona informa de la relació de covariació entre, d'una banda, la variable potència i, d'una altra, la força màxima, la força explosiva i la capacitat d'acceleració, en les quals es troben correlacions significatives amb valors entre 0,60 i 0,81; i la tercera demostra que la potència màxima d'aquests esportistes es troba entre el 50 % i el 70 % de la seva repetició màxima en mig esquat. Així mateix, es discuteixen els resultats i s'argumenta que l'entrenament de la força és una condició necessària per millorar el rendiment esportiu d'alt nivell. Es postula que les dades sobre potència màxima trobades en aquest estudi ajudaran a tècnics i esportistes a planificar les seves càrregues d'entrenament òptimes.

Paraules clau: alt rendiment esportiu, força, potència, atletisme, entrenament

Abstract

Relationship Between Peak Power, Maximum Strength, Vertical Jump and 30 Metres Sprint in High Performance 400 Metres Athletes

Using an ex post facto design and a sample of fourteen high performance 400 metres athletes, including several national Spanish champions, this study makes three contributions. Firstly, it describes the lower limb strength of this group and its ability to accelerate over 30 metres; secondly, it reports the covariance ratio between on the one hand the power variable and on the other maximum strength, explosive power and acceleration capabilities, finding significant correlations with values between 0.60 and 0.81; and thirdly, it shows that the peak power of these athletes is between 50 % and 70 % of their half squat maximum repetition. It also discusses the results and argues that strength training is a prerequisite for improving high-level athletic performance while suggesting that the data about peak power found in this study will help coaches and athletes to plan their optimum training loads.

Keywords: high performance sports, strength, power, athletics, training

Introducció

En la majoria de les modalitats esportives, el rendiment està determinat no sols per la producció d'una determinada manifestació de força sinó també per la capacitat de generar-la en el mínim temps possible (Cormie, McGuigan, & Newton, 2011; González-Badillo & Gorostiaga, 2002; Siff & Verkhoshansky, 2004; Tous, 1999). Per això, l'entrenament de la potència s'ha convertit en una eina fonamental a l'hora d'optimitzar el rendiment, principalment en els esports on la força explosiva i la velocitat de moviment són determinants

(Naclerio, Santos, & Pantoja, 2004). De fet, autors com Baker i Newton (2008) van demostrar amb jugadors professionals de rugbi que la potència és una variable que està relacionada significativament amb el rendiment esportiu, de tal forma que els jugadors de primera divisió tenen més potència que els de segona divisió.

Com és sabut, la potència mecànica produïda en una determinada acció muscular és una funció entre força i velocitat del moviment (Izquierdo & González-Badillo, 2006; Siff & Verkhoshansky, 2004). Així, un mateix valor de potència muscular pot produir-se tant amb una

càrrega lleugera que permeti fer l'exercici de manera veloç com amb una càrrega molt pesant que impliqui menor rapidesa. No obstant això, la màxima potència no s'aconsegueix ni amb càrregues petites ni amb càrregues molt altes, sinó amb un valor intermedi en què l'equilibri entre producció de força i producció de velocitat sigui màxim (Cronin & Sleivert, 2005). Aquest punt intermedi és el que determinarà l'estímul d'entrenament ideal a l'hora de millorar la potència mecànica de l'esportista en un gest determinat (Naclerio, 2008).

Aquest fet posa de manifest la necessitat d'utilitzar algun mètode que permeti trobar la millor relació entre força i velocitat amb l'objecte de planificar càrregues òptimes d'entrenament de la potència. En la literatura científica s'han proposat diverses eines per calcular la potència mecànica i la velocitat de les accions musculars. En aquest sentit, s'han utilitzat tant mètodes sofisticats, com els codificadors lineals sincronitzats amb mòduls com el MuscleLab o l'Isocontrol, així com amb plataformes de força (Hansen, Cronin, & Newton, 2011; Izquierdo et al., 2006), com d'altres més simples basats en mesuraments manuals utilitzant metrònoms i cintes mètriques (Moras et al., 2009). A més a més, en els últims anys s'han utilitzat uns dispositius portàtils equipats amb acceleròmetres que permeten mesurar la potència fàcilment i sense necessitat d'ordinadors (Caruso et al., 2009; El Hage, Zakhem, Moussa, & Jacob, 2011; Jidovstev, Crielaard, Cauchy, & Croisier, 2008).

En relació amb la valoració de la potència de les extremitats inferiors, hi ha múltiples investigacions que han analitzat la potència màxima d'esportistes utilitzant per a això l'exercici de mig esquat amb salt i càrrega externa (*jump squat*). Per exemple, Naclerio, Rodríguez i Colado (2008), a través d'un test de salts amb pesos creixents, van determinar tres zones d'entrenament de la potència inferides d'acord amb el percentatge de repetició màxima (RM) amb mig esquat i pes lliure, i la potència produïda en cadascuna d'aquestes. Així, valent-se d'una població d'esportistes de diverses especialitats, van determinar que la màxima potència en *jump squat* amb pes lliure i la barra per al darrere es trobava per sota del 40 % de la RM. Posteriorment, Naclerio, Rodríguez i Forte (2009) van trobar resultats molt similars en subjectes actius, en què la potència màxima en *jump squat* amb barra lliure se situava per sota del 40 % de la RM.

Per la seva banda, Stone et al. (2003), en un estudi dut a terme amb esportistes barons habituats

a l'entrenament amb càrregues, van trobar que la màxima potència en *jump squat* es produïa entre el 10 % i el 40 % de la RM. No obstant això, Bevan et al. (2010) van fer una valoració de la potència del tren superior i del tren inferior en 47 jugadors de rugbi professional, i van obtenir resultats molt diferents. Per al mesurament de la potència dels membres inferiors, van proposar un test *jump squat* amb càrregues des del 0 % fins al 60 % del seu RM, i van concloure que els jugadors produïen la màxima potència quan feien el salt sense càrrega externa. Resultats molt similars van obtenir Dayne et al. (2011) en atletes adolescents.

Seguint amb l'àrea de coneixement de l'atletisme, Thomas et al. (2007) van mesurar la potència en *jump squat* en atletes de la primera divisió de l'Associació Nacional Col·legial d'Atletisme (NCAA) dels Estats Units, i van trobar que els pics màxims se situaven entre el 30 % i el 50 % de la RM. No obstant això, en un altre estudi amb esportistes de la mateixa lliga esportiva, dut a terme per Cornie, McCaulley, Triplett i McBride (2007), es va observar que la màxima potència en el *jump squat* es va produir al 0 % de la RM.

A més a més, cal destacar que de la mateixa manera que no hi ha unanimitat per establir quines són les càrregues òptimes per entrenar la potència màxima de membres inferiors, ocorre el mateix en les relacions entre la potència i les diverses proves de força (Harris, Cronin, Hopkins, & Hansen, 2010). Per exemple, Baker i Nance (1999) van obtenir correlacions estadísticament significatives amb intensitats d'associació r entre 0,55 i 0,89, entre la màxima potència en *jump squat* i la RM en mig esquat, igual que amb altres tests de força com la *carregada*. En la mateixa direcció, Lund, Dolny i Browder (2006), en aquest cas amb esportistes de rem femení d'alt rendiment, van mesurar les correlacions entre la RM en un *press* de cames i la màxima potència en aquest exercici. El *press* de cames es va refer de manera concèntrica pura i amb estirada-escurçada. Les correlacions trobades es van situar en valors r entre 0,44 i 0,72.

Respecte als tests de salt, Rousanglou, Georgiadis i Boudolos (2008) no van trobar correlacions estadísticament significatives en el cas de saltadores joves entre les variables següents: màxima potència en mig esquat, *squat jump* i *counter-movement jump* (CMJ). Però González-Badillo i Marques (2010), amb una mostra de 48 atletes, van trobar correlacions estadísticament significatives entre l'altura en el CMJ i la potència produïda

en aquest exercici en les seves diverses fases, amb valors r que van de 0,81 a 0,87.

Quant als tests de capacitat d'acceleració, autors com Harris, Cronin, Hopkins i Hansen (2008), en un estudi dut a terme amb jugadors de rugbi d'elit, han trobat correlacions significatives que varien de 0,32 a 0,53 entre, d'una banda, la força, la velocitat i la potència màxima en mig esquat i, d'una altra, diversos esprints de 10, 30 i 40 metres. No obstant això, posteriorment, aquests mateixos autors, Harris et al. (2010), van trobar una nul·la correlació, amb valor r igual a 0,06, entre la potència en mig esquat i diverses variables explosives en l'esprint de 10 metres.

Per això, una vegada vist que hi ha una gran disparitat de resultats a l'hora d'establir els punts de màxima potència, i en coherència amb una de les línies d'investigació dels autors —l'atletisme d'alt rendiment (Alonso, Balsalobre-Fernández, Del Campo, & Tejero, 2010; Alonso, Del Campo, Balsalobre-Fernández, Tejero, & Ramírez, 2012)—, una pertinent línia d'investigació és estudiar quins són els valors òptims de l'entrenament de la potència en esportistes d'alt nivell d'especialitats atlètiques de velocitat. Així mateix, tenint en compte que les relacions entre la potència i les diferents proves de força no semblen concloents, és interessant conèixer quin grau de covariació hi ha entre la potència i altres tests clàssics habituals en la valoració de velocistes d'alt nivell com, per exemple, diverses proves de salt vertical i esprints des de posició inicial aturada.

Així, aquest treball persegueix tres objectius. El primer, descriure el rendiment d'un grup d'atletes quatrecentistes d'alt nivell en diferents manifestacions de força de tren inferior —força màxima, potència màxima i força explosiva— i en capacitat d'acceleració en 30 metres. El segon objectiu és conèixer el grau de covariació entre, d'una banda, la variable potència màxima i, d'una altra, la resta de variables esmentades. I el tercer objectiu, identificar en quin percentatge de la RM en mig esquat es produeix la màxima potència.

Mètode

Participants

La mostra està configurada per un total de 14 atletes, dels quals 9 són homes i 5 són dones, amb edats compreses entre 19 i 25 anys. Els participants són esportistes d'alta competició en proves de 400 metres lllisos i 400 metres tanques, entre els quals es troben diferents medallistes nacionals de l'Estat espanyol. Els atletes van ser seleccionats en un centre d'alt rendiment mitjançant mostreig no aleatori incidental per l'únic motiu d'accés viable. L'estudi s'ha dut a terme respectant la Declaració d'Hèlsinki. S'ometen marques i perfils personals per tal de garantir l'anonimat dels esportistes. No obstant això, una descripció mitjana de la mostra s'adjunta a la *taula 1*. Els subjectes van col·laborar de manera voluntària i sense rebre recompensa per això.

Disseny i variables

Disseny *ex-postfacto* retrospectiu amb fins d'inferència correlacional (Montero & León, 2007). Variables: *a) força màxima* de membres inferiors, obtinguda mitjançant exercici de mig esquat i unitat de mesura en quilos; *b) potència màxima* de membres inferiors, estimada amb exercici *jump squat* i operativitzada en watts; *c) força explosiva* de membres inferiors, avaluada amb salt vertical sense contramoviment (*squat jump* o SJ) i operativitzada en segons de vol; *d) força explosiva elàstica* del tren inferior, valorada mitjançant salt vertical amb contramoviment (*counter-movement jump* o CMJ) i operativitzada en segons de vol, i *e) capacitat d'acceleració*, inferida amb esprint de 30 metres des de posició d'aturat, sense ordre de sortida i operativitzada mitjançant segons de cursa.

Instrumental

Per al mesurament de la força màxima, es va utilitzar una barra olímpica i discos de diferents pesos. El

Variables	Estadístics descriptius							
	Homes				Dones			
	Màxim	Mínim	Mitjana	SD	Màxim	Mínim	Mitjana	SD
Edat (anys)	25,00	19,00	21,89	2,26	29,00	21,00	23,20	3,35
Pes corporal (kg)	81,10	69,70	74,64	3,72	62,90	52,50	58,42	4,22
Talla (cm)	187,00	176,00	181,78	3,46	171,00	163,00	165,80	3,90
Marca personal en 400 m (s)	52,51	47,95	50,15	1,66	57,28	54,21	55,68	1,26
Marca personal en 400 mv (s)	57,47	50,73	54,24	2,70	60,32	60,32	60,32	0,00

Taula 1
Característiques dels participants

mesurament de la potència màxima es va obtenir mitjançant un acceleròmetre MyoTest Pro (Crewther et al., 2011). Per al mesurament de la força explosiva, es va actuar amb plataforma de rajos infrarojos OptoJump de Micro-Gate (Glatthorn et al., 2011). Així mateix, el mesurament de la velocitat es va dur a terme mitjançant cèl·lules fotoelèctriques utilitzant per a això un equip RaceTime 2 Light de Micro-Gate (Microgate Corporation, s. d.).

Procediment

Les dades van ser recollides al llarg d'un microcicle de transició immediatament posterior a un període competitiu, per la qual cosa els atletes es trobaven en el seu pic de forma. Es va dividir al grup en tres subgrups —dos de 5 persones i un de 4—, i cadascun d'aquests subgrups va fer totes les proves només en un dia. Per garantir la mínima influència d'una prova sobre una altra, es va seguir el protocol d'ordenació de les avaluacions físiques proposat per la National Strength and Conditioning Association (NSCA) (Earle & Baechle, 2008), que suggereix, atenent a criteris fisiològics, començar per les valoracions antropomètriques, seguides dels tests de salt, el test de repetició màxima (RM), els tests de potència i les proves de velocitat.

Després d'un escalfament general d'uns 20 minuts de durada que va incloure resistència aeròbica lleugera, mobilitat articular i exercicis de pliometria bàsics i poc exigents, van començar les proves físiques. En acabar de pesar-se i mesurar-se, els esportistes van fer dos intents tant del salt sense contramoviment com del salt amb contramoviment, i es va registrar la millor marca. Posteriorment, es va mesurar la repetició màxima en mig esquat seguint novament el protocol de la NSCA (Earle & Baechle, 2008), intentant arribar a la RM en el nombre menys gran de sèries possibles per evitar acumular fatiga. Una vegada obtinguda la RM, es va mesurar la potència màxima produïda en l'exercici de *jump squat* a diferents percentatges d'aquesta repetició màxima, començant en el 40 % i pujant 5 % en cada nova sèrie. Cada sèrie va constar de dues repeticions, i es va considerar el millor intent. Si l'esportista produïa en una sèrie més potència que en l'anterior, continuava el test fins a arribar al punt en què aquesta potència màxima no se superava. Per finalitzar, els esportistes van córrer dues repeticions d'esprint de 30 metres des de posició inicial estàtica (sense tacs de sortida, a dos suports),

sense ordre de posada en acció i a una distància de la cèl·lula fotoelèctrica de 20 centímetres. Aquesta cèl·lula es va situar a una altura per sota dels genolls dels esportistes per evitar que l'activessin amb els braços o el tronc abans d'hora. La carrera es va fer en pista professional de material sintètic (classe pelat) i amb sabatilles de claus.

Cal destacar que cada prova i cada sèrie dins una prova es va fer després d'un descans prou prolongat per evitar l'acumulació de fatiga, atenent novament als criteris de pauses proposats per la NSCA (Earle & Baechle, 2008).

És important assenyalar que l'acceleròmetre utilitzat té en compte el pes corporal de l'individu en el seu càlcul de la producció de potència. Aquesta característica és fonamental, atès que calcular la potència considerant només el pes de la càrrega externa pot ocasionar considerables errors de mesura (Dugan, Doyle, Humphries, Hasson, & Newton, 2004; Naclerio, 2008).

Els esportistes estaven familiaritzats amb totes les proves descrites, per la qual cosa s'entén que els resultats observats no estan desvirtuats per una mala execució tècnica.

Anàlisi de les dades

Per conèixer el rendiment dels atletes en les diferents variables, es va utilitzar estadística descriptiva. Posteriorment es va procedir amb correlació parcial per valorar el grau d'associació entre la variable potència i la resta de variables, controlant l'efecte de l'edat dels esportistes. Finalment, per indicar els percentatges de RM en els quals es produeix la màxima potència es va recórrer a estadística descriptiva gràfica. S'ha utilitzat l'aplicació informàtica IBM SPSS Statistics 19. El nivell de confiança establert ha estat del 95 % ($\alpha = ,05$).

Resultats

Objectiu 1

En el cas dels atletes masculins, es va registrar una mitjana de força màxima en mig esquat de 185 quilograms, una potència màxima de 3.204 watts, un temps de vol en salt vertical sense contramoviment igual a 0,59 segons, un temps de vol en salt amb contramoviment de 0,61 segons i un temps d'acceleració en 30 metres igual a 4,142 segons. Per la seva banda, les atletes tenen una força màxima mitjana en mig esquat de 137 quilograms, una potència màxima igual

a 1.986 watts, un salt vertical sense contramoviment equivalent a 0,54 segons, un salt vertical amb contramoviment de 0,55 i un temps mitjà de carrera en 30 metres de 4,57 segons. (Taula 2)

Objectiu 2

Procedint amb correlació parcial entre, d'una banda, la potència màxima i, d'una altra, cadascuna de les variables, i controlant l'efecte de variable edat sobre totes i cadascuna de les variables, s'identifica que la màxima covariació es produeix entre potència màxima i capacitat d'acceleració en 30 metres ($r = -,82$), que hi ha un nivell d'associació molt similar entre potència màxima i força màxima ($r = ,78$) i entre potència màxima i el salt amb contramoviments ($r = ,77$), i que la correlació de menor intensitat es produeix entre potència màxima i el salt sense contramoviment ($r = ,60$). (Taula 3)

Objectiu 3

Tal com s'observa a la figura 1, en el cas dels atletes homes la màxima potència s'aconsegueix entre el 50 % i

el 70 % de la RM ($Mo = 55 %$), i en el cas de les atletes dones, entre el 50 % i el 65 % ($Mo = 50 %$).

Discussió i conclusions

Si bé és cert que hi ha nombrosos estudis que descriuen manifestacions de força en diferents esports, no hi ha tants estudis sobre aquesta temàtica en atletisme d'alt rendiment, a excepció de les investigacions amb llançadors (Ojanen, Rauhala i Häkkinen, 2007), saltadors (Liu, Zhang, & Zao, 2001) i esprintadors (Slawinski et al., 2010). Per això, un dels objectius del present estudi ha estat conèixer la capacitat d'atletes quatrecentistes d'alt nivell a propòsit de diverses variables relacionades amb la seva especialitat. En aquest sentit, es va mesurar la força màxima, la potència màxima, la força explosiva, la força explosiva elàstica i la capacitat d'acceleració en 30 metres, i es van obtenir valors que, segons el parer dels autors d'aquest treball, són coherents amb la importància que tenen aquestes variables en les especialitats de velocitat en 400 metres; per exemple, són valors superiors als obtinguts amb migfondistes d'alt rendiment (Balsalobre-Fernández, Alonso, Del Campo, & Tejero, en avaluació).

Variables	Atletes de velocitat			
	Homes		Dones	
	M	SD	M	SD
Força màxima (kg)	185	13,7	137,0	12,0
Potència màxima (W)	3.204,4	308,3	1986,0	287,6
Força explosiva: SJ (s)	,594	,041	,544	,038
Força explosiva elàstica: CMJ (s)	,616	,030	,552	,043
Acceleració en 30 metres (s)	4,142	,139	4,578	,147

Taula 2

Estadístics descriptius

Variables	r	p
Força màxima	,78	,001
Salt sense contramoviment (SJ)	,60	,029
Salt amb contramoviment (CMJ)	,77	,002
Acceleració en 30 metres	,82	,001

Taula 3

Correlacions entre potència i la resta de variables

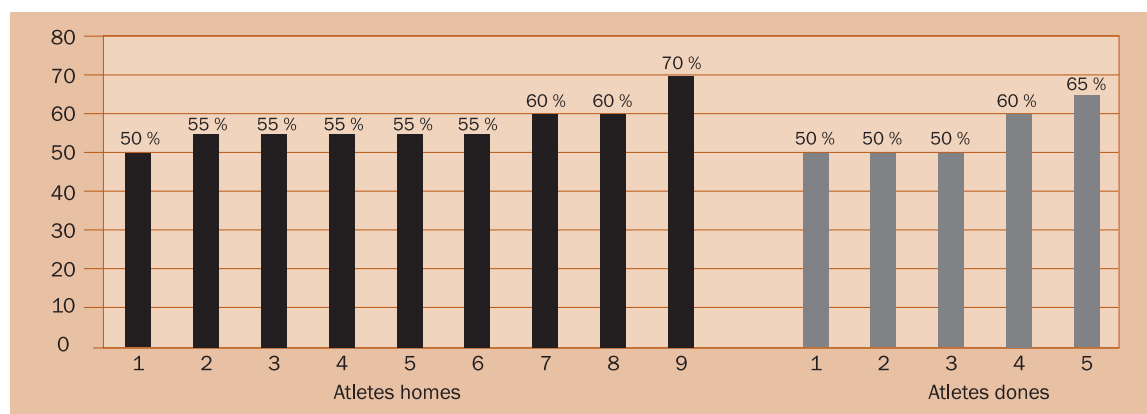


Figura 1
Potències màximes, percentatges de RM

D'altra banda, es volia saber quina és la intensitat i la direcció de la relació entre la variable potència màxima i la resta de variables. Totes les correlacions obtingudes són estadísticament significatives. Sobre aquest particular, seguint les directrius de Salkind (1999) a l'hora d'analitzar relacions de covariació, s'ha observat que la relació entre potència màxima i força explosiva és d'intensitat mitja-alta ($r = ,60$), i que la relació entre potència màxima i força màxima, i entre potència màxima i força explosiva elàstica, són d'intensitat alta i valors similars ($r = ,78$ i $r = ,7$, respectivament). Al mateix temps, s'ha obtingut una correlació significativa i d'intensitat molt alta entre potència màxima i capacitat d'acceleració en 30 metres des d'aturat ($r = ,82$), la qual cosa evidencia la importància de la potència en el rendiment d'esforços alàctics de màxima intensitat, els quals són molt utilitzats en l'entrenament d'aquests esportistes. No obstant això, és pertinent per a futures investigacions fer un test de velocitat específica, per exemple 300 metres a màxima intensitat, per determinar en quina mesura la potència màxima intervé en un esforç de major durada i exigència làctica.

A més a més, s'ha volgut identificar el pic de potència màxima perquè en la línia dels expressats prèviament per altres autors (González-Badillo & Gorostiaga, 2002; Naclerio, 2008) aquesta informació és d'utilitat a l'hora de prescriure l'entrenament de potència amb càrregues òptimes. Per a això es va procedir a la determinació del punt de potència màxima en l'exercici de mig esquat, i es van observar valors que oscil·len, en el cas dels homes, entre el 50 % i el 70 % de la RM (moda: 55 %), i en el cas de dones, entre el 50 % i el 65 % (moda: 50 %). Aquests valors són més alts que els informats en altres estudis (Bevan et al., 2010; Dayne et al., 2011; Naclerio et al., 2008; Stone, O'Bryant, McCoy, Coglianesi, Lehmkuhl, & Schilling, 2003; Thomas et al., 2007), encara que estan dins l'interval que alguns experts en força han proposat per a aquest exercici (González-Badillo & Gorostiaga, 2002; Naclerio, 2008). No obstant això, pel fet que la present investigació ha estudiat atletes d'alt nivell, entre els quals es troben diferents campions nacionals de l'Estat espanyol, no podem saber si aquesta superioritat, relativa al percentatge de la RM en el qual es troba la màxima potència, és deguda a la diferència d'especialitat esportiva o simplement al major nivell d'entrenament dels participants. Entenem, per tant, que són necessaris més estudis amb esportistes d'alt nivell d'especialitats atlètiques de velocitat. A això cal afegir que, atesa la contínua i cada vegada més profunda espe-

cificitat de l'entrenament esportiu (Bompa, 2009; Tous, 1999), la millor comparació seria aquella que analitzés esportistes de la mateixa especialitat i del mateix nivell de rendiment.

El fi últim d'aquesta investigació, a més d'ampliar coneixement científic sobre la influència de la força en l'atletisme d'alt rendiment, és ajudar tècnics i esportistes a optimitzar les seves càrregues d'entrenament mitjançant la determinació dels pics de potència màxima de cada esportista. Per això, sent conscients de la importància de l'entrenament de la potència amb càrregues individualitzades per a aquests atletes, una futura línia d'investigació és aquella que estudiï en quina mesura la inclusió d'estímuls d'entrenament de potència màxima, d'acord amb els valors obtinguts en el present estudi, influeixen en les variables que s'han analitzat.

Agraïments

Des d'aquí, els autors volem expressar la nostra gratitud als entrenadors i esportistes del Centre d'Alt Rendiment de Madrid per la seva participació desinteressada en l'estudi, així com per la confiança mostrada en incorporar al seu entrenament diari estímuls proposats arran dels resultats obtinguts en aquesta investigació.

Referències

- Alonso, D., Balsalobre, C. del Campo, J., & Tejero, C. M. (2010, julio). *Exposición hipóxica intermitente y rendimiento deportivo. Estado de la cuestión*. Comunicación presentada al World Congress on Science in Athletics, Barcelona, España.
- Alonso, D., Del Campo, J., Balsalobre-Fernández, C., Tejero, C., & Ramírez, C. (2012). Respuesta láctica de atletas de élite ante un entrenamiento específico para la prueba de 3.000 metros lisos. *Apunts. Educación Física y Deportes* (107), 90-96.
- Baker, D. D., & Nance, S. S. (1999). The relation between strength and power in professional rugby league players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 224-229. doi:10.1519/00124278-199908000-00009
- Baker, D. G., & Newton, R. U. (2008). Comparison of lower body strength, power, acceleration, speed, agility, and sprint momentum to describe and compare playing rank among professional rugby league players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 153-158. doi:10.1519/JSC.0b013e31815f9519
- Balsalobre-Fernández, C., Alonso, D., Del Campo, J., & Tejero, C. M.^a. (Mayo, 2012). *Identificación del pico de potencia máxima en mediodfondistas de élite mediante acelerometría*. Póster presentado al IV Congreso Internacional de Ciencias del Deporte y Educación Física, Universidad de Vigo, Pontevedra.
- Bevan, H. R., Bunce, P. J., Owen, N. J., Bennett, M. A., Cook, C. J., Cunningham, C. J., ... Kilduff, L. P. (2010). Optimal loading for the development of peak power output in professional rugby players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 43-47. doi:10.1519/JSC.0b013e3181c63c64
- Bompa, T. (2009). *Periodización del entrenamiento deportivo (programas*

- para obtener el máximo rendimiento en 35 deportes). Barcelona: Paidotribo.
- Caruso, J., McLagan, J., Shepherd, C., Olson, N., Taylor, S., Gilliland, L., ... Griswold, S. (2009). Anthropometry as a predictor of front squat performance in American college football players. *Isokinetics & Exercise Science*, 17(4), 243-251.
- Cormie, P., McCaulley, G. O., Triplett, N., & McBride, J. M. (2007). Optimal Loading for Maximal Power Output during Lower-Body Resistance Exercises. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 39(2), 340-349. doi:10.1249/01.mss.0000246993.71599.bf
- Cormie, P., McGuigan, M., & Newton, R. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 2 - Training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(2), 125-146. doi:10.2165/11538500-000000000-00000
- Crewther, B. T., Kilduff, L. P., Cunningham, D. J., Cook, C. C., Owen, N. N., & Yang, G. Z. (2011). Validating Two Systems for Estimating Force and Power. *International Journal of Sports Medicine*, 32(4), 254-258. doi:10.1055/s-0030-1270487
- Cronin, J., & Sleivert, G. (2005). Challenges in Understanding the Influence of Maximal Power Training on Improving Athletic Performance. *Sports Medicine*, 35(3), 213-234. doi:10.2165/00007256-200535030-00003
- Dayne, A. M., McBride, J. M., Nuzzo, J. L., Triplett, N. T., Skinner, J., & Burr, A. (2011). Power output in the jump squat in adolescent male athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(3), 585-589.
- Dugan, E., Doyle, T., Humphries, B., Hasson, C., & Newton, R. (2004). Determining the optimal load for jump squats: A review of methods and calculations. *Journal Of Strength And Conditioning*, 18(3), 668-674. doi:10.1519/00124278-200408000-00050
- Earle, R. W., & Baechle, T. R. (2008). *Manual NSCA: Fundamentos del entrenamiento personal*. Barcelona: Paidotribo.
- El Hage, R. R., Zakhem, E. E., Moussa, E. E., & Jacob, C. C. (2011). Acute effects of heavy-load squats on consecutive vertical jump performance. *Science & Sports*, 26(1), 44-47. doi:10.1016/j.scispo.2010.08.006
- Glatthorn, J., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F., y Maffiuletti, N. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal Of Strength And Conditioning*, 25(2), 556-560. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ccb18d
- González Badillo, J. J., & Gorostiaga, E. (2002). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Barcelona: INDE.
- González-Badillo, J., & Marques, M. C. (2010). Relationship between kinematic factors and countermovement jump height in trained track and field athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3443-3447. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bac37d
- Hansen, K., Cronin, J., & Newton, M. (2011). The reliability of linear position transducer and force plate measurement of explosive force-time variables during a loaded jump squat in elite athletes. *Journal Of Strength And Conditioning*, 25(5), 1447-1456. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d85972
- Harris, N. K., Cronin, J. B., Hopkins, W. G., & Hansen, K. T. (2008). Relationship between sprint times and the strength/power outputs of a machine squat jump. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 691-698. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d8d8d0
- Harris, N., Cronin, J., Hopkins, W., & Hansen, K. (2010). Interrelationships between machine squat-jump strength, force, power and 10 m sprint times in trained sportsmen. *The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness*, 50(1), 37-42.
- Izquierdo, M., & González-Badillo, J. J. (2006). Influencia del Volumen y la Intensidad en el Entrenamiento de la Fuerza y Potencia Muscular. *PublICE Standard*, 745.
- Izquierdo, M., Ibañez, J., González-Badillo, J., Häkkinen, K., Ratamess, N., Kraemer, W., ... Gorostiaga, E. (2006). Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *Journal Of Applied Physiology*, 100(5), 1647-1656. doi:10.1152/jappphysiol.01400.2005
- Jidovtseff, B. B., Crielaard, J. M., Cauchy, S. S., y Croisier, J. L. (2008). Validity and reliability of an inertial dynamometer using accelerometry. *Science & Sports*, 23(2), 94-97. doi:10.1016/j.scispo.2007.12.012
- Liu, S. M., Zhang, Y. Y., & Zhao, J. J. (2001). Isokinetic strength testing of hip joint muscle in elite sprinters, hurdlers and triple jumpers from Guangdong. *Journal of Chengdu Institute of Physical Education*, 27(1), 79-82.
- Lund, R., Dolny, D., & Browder, K. (2006). Strength-power relationships during two lower extremity movements in female division I rowers. *Journal of Exercise Physiology Online*, 9(3), 41-52.
- Microgate Corporation (s.f.) Página web oficial. Disponible en <http://www.microgate.it/>
- Montero, I., & León, O. G. (2007). A guide for naming research studies in Psychology. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 7(3), 847-862.
- Moras, G., Rodríguez-Jiménez, S., Busquets, A., Tous-Fajardo, J., Pozzo, M., & Mujika, I. (2009). A metronome for controlling the mean velocity during the bench press exercise. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 23(3), 926-931. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a0752d
- Naclerio, F. (2008). Aplicaciones del control de la potencia de movimiento en el entrenamiento de fuerza. A A. Jiménez A (Coord.) (2008). *Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza* (pp. 225-264). Barcelona: Inde.
- Naclerio, F., Rodríguez, G., & Colado, J. (2008). Application of a jump test with increasing weights to evaluate the relation between strength-speed and potency. *Fitness & Performance Journal (Online Edition)*, 7(5), 295-300.
- Naclerio, F., Rodríguez, G., & Forte, D. (2009). Determinación de las zonas de entrenamiento de fuerza explosiva y potencia por medio de un test de saltos con pesos crecientes. *Revista Kronos*, 8(15), 53-58.
- Naclerio, F., Santos, J., & Pantoja, D. (2004). Relación entre los parámetros de fuerza, potencia y velocidad en jugadoras de softball. *Revista Kronos*, 3(6), 13-20.
- Ojanen, T., Rauhala, T., & Häkkinen, K. (2007). Strength and power profiles of the lower and upper extremities in master throwers at different ages. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 216-222. doi:10.1519/00124278-200702000-00039
- Rousanoglou, E., Georgiadis, G., & Boudolos, K. (2008). Muscular strength and jumping performance relationships in young women athletes. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 22(4), 1375-1378. doi:10.1519/JSC.0b013e31816a406d
- Salkind, N. J. (1999). *Métodos de investigación*. México: Pearson Prentice Hall.
- Siff, M., & Verkhoshansky, Y. (2004). *Súper entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Slawinski, J., Bonnefoy, A., Levêque, J., Ontanon, G., Riquet, A., Dumas, R., & Chêze, L. (2010). Kinematic and kinetic comparisons of elite and well-trained sprinters during sprint start. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 896-905. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ad3448
- Stone, M. H., O'Bryant, H. S., McCoy, L. L., Coglianese, R. R., Lehmkuhl, M. M., & Schilling, B. B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 140-147. doi:10.1519/00124278-200302000-00022
- Thomas, G. A., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Volek, J. S., Anderson, J. M., & Maresh, C. M. (2007). Maximal power at different percentages of one repetition maximum: Influence of resistance and gender. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 336-342. doi:10.1519/R-55001.1
- Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo.