

# Relacions entre proves de velocitat, tests de salt i dinamometria isomètrica en velocistes

## *Relationship between Sprinting and Jumping Tests and Isometric Muscle Strength Measuring in Sprinters*

**RAFAEL SABIDO SOLANA**  
**JUAN GÓMEZ NAVARRETE**  
**DAVID BARBADO MURILLO**  
**JUAN MIGUEL GÓMEZ-VALADÉS HERRILLO**

Facultat de Ciències de l'Esport  
Universidad de Extremadura

**Autor per a la correspondència**  
Rafael Sabido Solana  
rss@unex.es

### Resum

Dins de les habilitats esportives, la capacitat de produir força el més ràpidament possible, o força explosiva, juga el paper més important en l'optimització de les esmentades habilitats. Zatsiorsky (1995) la defineix com "l'habilitat per desenvolupar la màxima força en la menor quantitat de temps". Les correlacions existents entre proves de velocitat i tests de salt han estat àmpliament observades. Tanmateix, les correlacions entre proves de velocitat i tests isomètrics estan menys estudiades. Una mostra de 24 velocistes de categoria júnior va ser sotmesa a proves de velocitat específica, tests de salt amb contramoviment i en profunditat, així com a un test isomètric màxim per a la musculatura extensora del turmell. Els resultats mostren fortes relacions entre els tests de carrera i els de salt, així com d'aquests últims amb els de dinamometria. D'altra banda, només amb el test de 20 metres s'obtenen correlacions amb variables del test isomètric, sense que es trobin correlacions amb la marca en 100 metres lliços. La principal conclusió de les nostres dades és que les variables mesurades en un test isomètric tindran alta relació amb la primera fase de la carrera en proves de velocitat.

**Paraules clau:** força isomètrica, salt, velocitat, atletisme

### Abstract

#### *Relationship between Sprinting and Jumping Tests and Isometric Muscle Strength Measuring in Sprinters*

*The ability to develop force as quickly as possible is called explosive muscle strength, and it is an important factor in many sports. Zatsiorsky (1995) defines explosive strength as "the ability to produce maximal force in minimal time". Several authors have shown the positive correlation between sprints and jump performance. However, not many studies have observed the relation between sprints and isometric strength. 24 junior sprinters participated in the study. Sprint tests, jump skills and isometric strength tests were carried out. Results indicated strong correlations between the results of sprint and jump tests. Correlations between jump height and isometric force were observed too. Correlations between isometric force and sprinting speed were observed only in 20 m sprints. No correlations between force and 100 m sprints were obtained. These findings indicate that the isometric force test is positively related to the first phase of sprint skills.*

**Keywords:** *isometric force, jump, sprint, track and field*

### Introducció

Dins de les habilitats esportives, la manifestació explosiva de la força és la que juga un paper més important en l'optimització de les esmentades habilitats. Zatsiorsky & Kraemer (2006, pàg. 28) la defineixen com "L'habilitat per desenvolupar la màxima força en la menor quantitat de temps". Aquesta habilitat del sistema neuromuscular per dur a terme accions explosives manté estreta relació amb una variable obtinguda en els tests isomètrics,

com és l'índex de manifestació de la força (Hakinenn & Komi, 1986; Aagard, Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002). Aquest índex de manifestació de la força (IMF) és la relació de l'increment de força en la unitat de temps (Behm & Sale, 1993).

L'IMF es troba en funció tant de les propietats del múscul, tals com la mida, el percentatge de fibres ràpides o la composició de les cadenes de miosina, així com per factors neuronals, com per exemple, la quantitat

d'activació en la fase inicial de la contracció (Grimby, Hannerz, & Hedman, 1981; Sale, 1988; Bojsen-Møller, Magnusson, Rasmussen, Kjaer, & Aagard, 2005).

Les correlacions existents entre l'IMF i tasques explosives com tests de salt han estat recollides en la bibliografia per diversos autors. Matavuli, Kukolj, Tihany i Jaric (2001) van trobar fortes correlacions entre el test de Drop Jump (DJ) i l'IMF mesurat en condicions isomètriques en jugadors de bàsquet. En la mateixa línia s'observen els resultats de Stone et al. (2003), però en aquesta ocasió respecte als tests de Squat Jump (SJ) i Countermovement Jump (CJ), en mesurar-los en atletes. Altres estudis com el de Stone et al. (2003) o el de Stone et al. (2004) han anat més enllà en trobar correlacions tant amb tests de salt com tests específics de ciclista i llançadors respectivament.

El propòsit del nostre treball és conèixer el nivell de relació existent entre proves de salt i proves isomètriques, així com entre proves específiques i el test isomètric en velocistes.

## Mètode

### Participants

Van prendre part en l'estudi 24 atletes de categoria juvenil de gènere femení ( $N = 10$ ) i masculí ( $N = 14$ ), pertanyents a modalitats de 100, 200 i 400 metres llisos. Tots ells eren atletes amb nivell de campionat nacional. Els estadístics descriptius de la mostra apareixen a la *taula 1*.

### Material

Aquest apartat el dividirem en funció del tipus de test, ja que cada un d'ells tenia lloc amb un tipus d'instrumental específic.

La mesura isomètrica va ser realitzada mitjançant un dinamòmetre isomètric de la marca Interface, model SSM-AJ-5000 N. El dinamòmetre va ser ancorat a una superfície sobre la qual es trobava el subjecte per realitzar el test.

Els mesuraments dels tests de salt CJ i DJ van ser realitzats mitjançant una plataforma de contacte model CVP 1723 de Lafayette, amb la qual es va calcular l'al-

çada dels salts, així com els temps de suport en el cas del test DJ.

Finalment, es van utilitzar fotocèl·lules marca Orion i plaques presosensibles ajustades als blocs de sortida a fi de registrar el temps en la prova de 20 metres des d'aturat.

### Procediment

Tots els esportistes van executar les diferents proves en tres ocasions, entre les quals es va seleccionar el millor assaig. El nostre protocol és igual que el de McGuigan, Winchester i Erickson (2006) pel que fa a ordres, repeticions i temps d'execució i la presa del millor assaig per a l'anàlisi.

Per a la prova de dinamometria isomètrica, el participant es col·locava un arnès, mitjançant el qual era fixat a una plataforma sobre la qual es trobava l'esportista. Se li fixava perquè l'angulació del turmell no es modifiqués durant l'assaig. Se li demanava al subjecte que exercís força màxima en el menor temps possible mitjançant la contracció dels músculs extensors del turmell. L'esmentada producció de força era registrada durant cinc segons, després dels quals l'atleta descansava un minut abans de completar el següent assaig. Com a criteri per a la selecció del millor assaig es va prendre aquell en el qual l'atleta mostrés un major valor en la variable màxim índex de manifestació de la força (MIMF).

Per a la realització de les proves de salt es va sol·licitar als participants que en ambdós tipus de salt (CJ i DJ) executessin amb les mans recolzades en el maluc, amb els braços en forma de gerra, eliminant la seva acció durant el salt. La correcta execució dels salts implicava el mínim desplaçament anteroposterior del subjecte, per a la qual cosa es va reduir la plataforma de contacte sobre la qual saltar. El salt DJ es va executar des d'una altura de 40 cm.

La prova de 20 metres de velocitat des d'aturat era executada mitjançant senyal acústic de començament que realitzava el sistema automàtic de registre utilitzat per al mesurament. El temps d'inici era pres de la plantilla presosensible ajustada als tacs, mentre que el temps final era registrat per les fotocèl·lules. El temps en 100 metres considerat per realitzar les correlacions va ser la

	Edat (anys)	Altura (cm)	Pes (kg)
Homes ( $N=14$ )	15,84 ± 1,06	173,80 ± 5,45	59,28 ± 6,72
Dones ( $N=10$ )	16,10 ± 1,16	162,07 ± 6,83	49,22 ± 5,80
Grup ( $N=24$ )	15,90 ± 1,01	168,62 ± 8,33	55,18 ± 8,02

**Taula 1**  
Estadístics descriptius de la mostra

millor marca efectuada en la temporada i proporcionada per les diferents federacions.

Es van confeccionar bases de dades en cada un dels tests, que posteriorment van ser analitzades mitjançant la utilització del paquet estadístic SPSS 15.0. En realitzar les diferents anàlisis de correlacions es va prendre l'escala d'Hopkins (2004) per classificar les correlacions com a trivials ( $r=0,0$ ), petites ( $r=0,1$ ), moderades ( $r=0,3$ ), fortes ( $r=0,5$ ), molt fortes ( $r=0,7$ ), gairebé perfectes ( $r=0,9$ ) i perfectes ( $r=1,0$ ).

Es va realitzar una última anàlisi per discernir les diferències en les diferents variables, entre els atletes amb menors i majors temps a les marques de 20 i 100 metres. Per a això es va dividir la mostra en dos grups, bloquejats respecte a la variable gènere en funció del temps mostrat en dues proves. Una vegada establerts els grups, es va avaluar la normalitat de les variables a través del test de Kolmogorov-Smirnov amb la correcció de Lilliefors i el t-test per a mostres no aparellades de Levene. Posteriorment, per a la comparació de grups, es va realitzar una anàlisi univariant observant que presentaven una distribució normal i el test O de Mann-Whitney per a les variables que presentaven una distribució no normal. La significació va ser establerta per a  $p < ,05$ .

## Resultats

A continuació exposem les diferents anàlisis de correlacions, realitzades entre les variables obtingudes de les proves de salt, el test isomètric i les proves específiques.

A la *taula 2* apareixen les correlacions obtingudes en el test de 20 metres llisos i la marca en 100 metres, respecte als tests de salt.

A la *taula 3* apareixen les correlacions entre les variables del test isomètric i l'altura en els tests CJ i DJ, respectivament.

No es va obtenir cap correlació entre les variables del test isomètric i la variable temps de contacte en el salt DJ. El coeficient altura/temps de contacte del DJ va mostrar les mateixes correlacions que s'han assenyalat respecte a la variable altura en l'esmentat test.

No es van trobar correlacions entre les variables isomètriques i la marca en 100 metres llisos. Tanmateix, sí es van trobar correlacions amb la prova de 20 metres. A la *taula 4* apareixen les correlacions obtingudes entre el test específic de 20 metres i les variables del test isomètric.

En dividir la mostra en dos grups, en funció del

temps en 20 i 100 metres, les diferències estadísticament significatives només s'han obtingut per als tests de salt, obtenint millors valors els grups amb temps més baixos en ambdues proves. Tanmateix, cap de les variables dinamomètriques no ha mostrat diferències entre ambdós grups.

	Temps en 20 metres llisos	Temps en 100 metres llisos
Altura CJ	-,919**	-,785**
Altura DJ	-,663*	-,715**
Coefficient DJ	-,411	-,519*

Coefficient DJ = Coeficient altura/temps de contacte.  
\* =  $p < ,05$ ; \*\* =  $p < ,01$ .

**Taula 2**  
Correlacions dels test de salt amb les marques de 20 i 100 metres llisos

	CJ	DJ
Pic de força	,652**	,759**
Temps al pic força	-,112	-,416*
MIMF	,668**	,737**
fMIMF	,670**	,692**
F100	,408*	,491*
F200	,474*	,526**

fMIMF = Força en el MIMF  
F100 = Força exercida en els 100 primers mil·lsegons  
F200 = Força exercida en els 200 primers mil·lsegons  
\* =  $p < ,05$ ; \*\* =  $p < ,01$ .

**Taula 3**  
Correlacions entre les variables del test isomètric i l'altura en el test CJ i el DJ

	R
Pic de força	-,647*
MIMF	-,645*
fMIMF	-,797*
F100	-,794**
F200	-,669**

fMIMF = Força en el MIMF  
F100 = Força exercida en els 100 primers mil·lsegons  
F200 = Força exercida en els 200 primers mil·lsegons  
\* =  $p < ,05$ ; \*\* =  $p < ,01$ .

**Taula 4**  
Correlacions obtingudes entre les variables isomètriques i el test de 20 metres

## Discussió

S'han obtingut correlacions classificades entre fortes i molt fortes entre els tests de salt i les proves de velocitat tal com han assenyalat estudis previs (Baker & Davies, 2002; Maulder & Cronin, 2005).

Les correlacions entre variables isomètriques i els tests de salt coincideixen amb estudis com Matavuli et al. (2001) o Stone et al. (2003), que ja havien recollit correlacions entre els tests DJ i CJ amb l'IMF. En el nostre treball també s'han trobat correlacions entre el pic de força i l'altura en aquests dos tests de salt, en contra d'estudis com el de McGuigan, Winchester i Erikson (2006) que no havien trobat correlacions entre la capacitat de salt i el pic de força o l'IMF. Cal assenyalar que la mostra utilitzada en aquest estudi de McGuigan et al. (2006) era només de 8 subjectes, la qual cosa pot ser el motiu de no haver trobat cap correlació. Finalment, cal destacar entre les correlacions dels tests de salt i l'isomètric, les obtingudes per a les variables F100 i F200. Malgrat que la correlació no és gaire forta, aquests resultats coincideixen amb els de Bojsen-Møller, Magnusson, Rasmussen, Kjaer i Aagaard (2005), que van demostrar altes correlacions entre el test de salt CJ i els nivells de força exercits en els primers 100 i 200 ms de la corba força-temps mesurada en condicions isomètriques.

Respecte a les correlacions entre el test isomètric, i les proves de velocitat, cal destacar les fortes correlacions obtingudes amb el test de 20 metres de diverses variables, sense que per al temps en 100 metres s'hagi obtingut cap correlació. Els nostres resultats s'oposen a estudis previs com el de Kukolj, Ropret, Ugarkovic i Jaric (1999), els quals no van trobar cap relació entre tests de 30 metres de velocitat i mesuraments isomètrics. Tanmateix els nostres resultats són més concordats als obtinguts per Sleiver & Taingahue (2003) els quals van trobar altes correlacions entre tests dinàmics i tests de carrera curta, conclouent que el desenvolupament de força concèntrica és un aspecte clau per a la capacitat d'acceleració en l'inici d'una carrera. Pel que fa al fet de no haver trobat correlacions amb la marca en 100 metres, creiem que les variables isomètriques tenen alta implicació en la primera fase de la carrera, mentre que passada aquella fase d'acceleració, són altres variables les que es relacionen amb el rendiment de la prova.

Analitzant les diferències obtingudes en les diferents variables entre els dos grups conformatos trobem, en es-

pera d'ampliar la mostra, que els únics tests que semblen discriminar el rendiment dins de la prova són els de salt.

En resum, podem concloure que el test isomètric té importants aplicacions en les proves explosives d'atletisme, mostrant altes correlacions amb la primera fase de la carrera, a més d'amb els tests de salt mesurats en velocistes.

## Referències

- Aagaard, P., Simonsen, E., Andersen, J., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318-1326.
- Baker, J. S. & Davies, B. (2002). High intensity exercise assessment: relationship between laboratory and field measures of performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 5(4), 341-347.
- Behm, D. G. & Sale, D. G. (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine*, 15(6), 374-388.
- Bojsen-Møller, J., Magnusson, S., Rasmussen, L., Kjaer, M., & Aagaard, P. (2005). Muscle performance during maximal isometric and dynamic contractions is influenced by the stiffness of the tendinous structures. *Journal of Applied Physiology*, 99(3), 986-994.
- Hakkinen, H. & Komi, P. V. (1986). Training induced changes in neuromuscular performance under voluntary and reflex conditions. *European Journal of Applied Physiology*, 55(2), 147-155.
- Hopkins, W. G. (2004). A new view of statistics. Recuperado de: <http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html>
- Grimby, L., Hannerz, J., & Hedman, B. (1981). The fatigue and voluntary discharge properties of single motor units in man. *Journal of Physiology*, 316, 545-554.
- Kukolj, M., Ropret, R., Ugarkovic, D., & Jaric, S. (1999). Anthropometric, strength and power predictors of sprinting performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39(2), 120-122.
- Matavuli, M., Kukolj, D., Tihany, J., & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball performance. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 41(2), 159-164.
- Maulder, P. & Cronin, J. (2005). Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy in Sport*, 6(2), 74-82.
- McGuigan, M., Winchester, J., & Erickson, T. (2006). The importance of isometric maximum strength in college wrestlers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5 (CSSI), 108-113.
- Sale, D. G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine Science in Sports Exercise*, 20(5), 135-145.
- Sleiver, G. & Taingahue, M. (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 91(1), 46-52.
- Stone, M., Sanbora, K., O'Bryant, H., Hartman, M., Stone, M., Proulx, C., ... Hruby, J. (2003). Maximum strength-power performance relationships in collegiate throwers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 739-745.
- Stone, M., Sands, W., Carlock, J., Callan, S., Dickie, D., Daigle, K., ... Hartman, M. (2004). The importance of isometric maximum strength and peak of force development in sprint cycling. *Journal of strength and conditioning research*, 18(4), 878-884.
- Zatsiorsky, V. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign: Human Kinetics.