

# Relaciones entre pruebas de velocidad, tests de salto y dinamometría isométrica en velocistas

*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**

Facultad de Ciencias del Deporte  
Universidad de Extremadura

**Correspondencia con autor**  
Rafael Sabido Solana  
rss@unex.es

## Resumen

Dentro de las habilidades deportivas, la capacidad de producir fuerza lo más rápidamente posible, o fuerza explosiva, juega el papel más importante en la optimización de dichas habilidades. Zatsiorsky (1995) la define como “la habilidad para desarrollar la máxima fuerza en la menor cantidad de tiempo”. Las correlaciones existentes entre pruebas de velocidad y tests de salto han sido ampliamente observadas. Sin embargo, las correlaciones entre pruebas de velocidad y tests isométricos están menos estudiadas. Una muestra de 24 velocistas de categoría junior fue sometida a pruebas de velocidad específica, tests de salto con contramovimiento y en profundidad, así como a un test isométrico máximo para la musculatura extensora del tobillo. Los resultados muestran fuertes relaciones entre los tests de carrera y los de salto, así como de estos últimos con los de dinamometría. Por otro lado, sólo con el test de 20 metros se obtienen correlaciones con variables del test isométrico, sin que se encuentren correlaciones con la marca en 100 metros lisos. La principal conclusión de nuestros datos es que las variables medidas en un test isométrico van a tener alta relación con la primera fase de la carrera en pruebas de velocidad.

**Palabras clave:** fuerza isométrica, salto, velocidad, atletismo

## 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

## Introducción

Dentro de las habilidades deportivas, la manifestación explosiva de la fuerza es la que juega un papel más importante en la optimización de dichas habilidades. Zatsiorsky y Kraemer (2006, p. 28) la definen como “la habilidad para desarrollar la máxima fuerza en la menor cantidad de tiempo”. Esta habilidad del sistema neuromuscular para llevar a cabo acciones explosivas guarda estrecha relación con una variable obtenida en los tests isométricos como

es el índice de manifestación de la fuerza (Hakinenn & Komi, 1986; Aagard, Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002). Ese índice de manifestación de la fuerza (IMF) es la relación del incremento de fuerza en la unidad de tiempo (Behm & Sale, 1993).

El IMF se encuentra en función tanto de las propiedades del músculo, tales como el tamaño, el porcentaje de fibras rápidas o la composición de las cadenas de miosina, así como por factores neuronales, como por

ejemplo la cantidad de activación en la fase inicial de la contracción (Grimby, Hannerz, & Hedman, 1981; Sale, 1988; Bojsen-Møller, Magnusson, Rasmussen, Kjaer, & Aagard, 2005).

Las correlaciones existentes entre el IMF y tareas explosivas, como tests de salto, han sido recogidas en la bibliografía por diversos autores. Matavuli, Kukolj, Tihany y Jaric (2001) encontraron fuertes correlaciones entre el test de Drop Jump (DJ) y el IMF, medido en condiciones isométricas en jugadores de baloncesto. En la misma línea se observan los resultados de Stone et al. (2003), pero en esta ocasión respecto a los tests de Squat Jump (SJ) y Countermovement Jump (CJ), al medirlos en atletas. Otros estudios como el de Stone et al. (2003) o el de Stone et al. (2004) han ido más allá al encontrar correlaciones tanto con tests de salto como tests específicos de ciclistas y lanzadores respectivamente.

El propósito de nuestro trabajo es conocer el nivel de relación existente entre pruebas de salto y pruebas isométricas, así como entre pruebas específicas y el test isométrico en velocistas.

## Método

### Participantes

Tomaron parte en el estudio 24 atletas de categoría juvenil de género femenino ( $N=10$ ) y masculino ( $N=14$ ), pertenecientes a modalidades de 100, 200 y 400 metros lisos. Todos ellos eran atletas con nivel de campeonato nacional. Los estadísticos descriptivos de la muestra aparecen en la *tabla 1*.

### Material

Este apartado lo dividiremos en función del tipo de test, ya que cada uno de ellos tenía lugar con un tipo de instrumental específico.

La medida isométrica fue realizada mediante un dinamómetro isométrico de la marca Interface, modelo SSM-AJ-5000N. El dinamómetro fue anclado a una superficie sobre la que se encontraba el sujeto para realizar el test.

Las mediciones de los tests de salto CJ y DJ fue realizada mediante una plataforma de contacto modelo

CVP 1723 de Lafayette, con la cual se calculó la altura de los saltos, así como los tiempos de apoyo en el caso del test DJ.

Por último, se utilizaron fotocélulas marca Orion y placas presensibles, ajustadas a los tacos de salida, con el fin de registrar el tiempo en la prueba de 20 metros desde parado.

### Procedimiento

Todos los deportistas ejecutaron las distintas pruebas en tres ocasiones, entre las cuales se seleccionó el mejor ensayo. Nuestro protocolo replica el de McGui-gan, Winchester y Erickson (2006) en cuanto a órdenes, repeticiones y tiempo de ejecución y la toma del mejor ensayo para el análisis.

Para la prueba de dinamometría isométrica, el participante se colocaba un arnés, mediante el cual era fijado a una plataforma sobre la que se encontraba el deportista. Se le fijaba para que la angulación del tobillo no se modificara durante el ensayo. Se le pedía al sujeto que ejerciera fuerza máxima en el menor tiempo posible mediante la contracción de los músculos extensores del tobillo. Dicha producción de fuerza era registrada durante cinco segundos, tras los cuales el atleta descansaba un minuto antes de completar el siguiente ensayo. Como criterio para la selección del mejor ensayo se tomó aquel en el que el atleta mostrara un mayor valor en la variable máximo índice de manifestación de la fuerza (MIMF).

Para la realización de las pruebas de salto se les solicitó a los participantes que ambos tipos de salto (CJ y DJ) los ejecutaran con las manos apoyadas en la cadera, con los brazos en forma de jarra, eliminando su acción durante el salto. La correcta ejecución de los saltos implicaba el mínimo desplazamiento anteroposterior del sujeto, para lo que se redujo la plataforma de contacto sobre la que saltar. El salto DJ se ejecutó desde una altura de 40 cm.

La prueba de 20 metros de velocidad desde parado era ejecutada mediante señal acústica de comienzo que realizaba el sistema automático de registro utilizado para la medición. El tiempo de inicio era tomado de la plantilla presensible ajustada a los tacos, mientras que el tiempo final era registrado por las fotocélulas. El tiempo en 100 metros, considerado para realizar las correlaciones,

	Edad (años)	Altura (cm)	Peso (kg)
Hombres (N=14)	15,84 ± 1,06	173,80 ± 5,45	59,28 ± 6,72
Mujeres (N=10)	16,10 ± 1,16	162,07 ± 6,83	49,22 ± 5,80
Grupo (N=24)	15,90 ± 1,01	168,62 ± 8,33	55,18 ± 8,02

**Tabla 1**  
Estadísticos descriptivos de la muestra

fue la mejor marca efectuada en la temporada y proporcionada por las distintas federaciones.

Se confeccionaron bases de datos en cada uno de los tests, que posteriormente fueron analizadas mediante la utilización del paquete estadístico SPSS 15.0. Al realizar los distintos análisis de correlaciones, se tomó la escala de Hopkins (2004) para clasificar las correlaciones como triviales ( $r = 0,0$ ), pequeñas ( $r = 0,1$ ), moderadas ( $r = 0,3$ ), fuertes ( $r = 0,5$ ), muy fuertes ( $r = 0,7$ ), casi perfectas ( $r = 0,9$ ) y perfectas ( $r = 1,0$ ).

Se realizó un último análisis para discernir las diferencias en las distintas variables, entre los atletas con menores y mayores tiempos en las marcas de 20 y 100 metros. Para ello se dividió la muestra en dos grupos, bloqueados respecto a la variable género en función del tiempo mostrado en dos pruebas. Una vez establecidos los grupos, se evaluó la normalidad de las variables a través del test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors y el t-test para muestras no apareadas de Levene. Posteriormente, para la comparación de grupos, se realizó un análisis univariante observando que presentaban una distribución normal y el test U de Mann-Whitney para las variables que presentaban una distribución no normal. La significación fue establecida para  $p < ,05$ .

## Resultados

A continuación exponemos los distintos análisis de correlaciones, realizados entre las variables obtenidas de las pruebas de salto, el test isométrico y las pruebas específicas.

En la *tabla 2* aparecen las correlaciones obtenidas en el test de 20 metros lisos y la marca en 100 metros, respecto a los tests de salto.

En la *tabla 3* aparecen las correlaciones entre las variables del test isométrico y la altura en los tests CJ y DJ, respectivamente.

No se obtuvo correlación alguna entre las variables del test isométrico y la variable tiempo de contacto en el salto DJ. El coeficiente altura/tiempo de contacto del DJ, mostró las mismas correlaciones que se han señalado respecto a la variable altura en dicho test.

No se encontraron correlaciones entre las variables isométricas y la marca en 100 metros lisos. Sin embargo, sí se encontraron correlaciones con la prueba de 20 metros. En la *tabla 4* aparecen las correlaciones obtenidas entre el test específico de 20 metros y las variables del test isométrico.

Al dividir la muestra en dos grupos, en función del

tiempo en 20 y 100 metros, las diferencias estadísticamente significativas sólo se han obtenido para los tests de salto, obteniendo mejores valores los grupos con tiempos más bajos en ambas pruebas. Sin embargo, ninguna de las variables dinamométricas ha mostrado diferencias entre ambos grupos.

	Tiempo en 20 metros lisos	Tiempo en 100 metros lisos
Altura CJ	-,919**	-,785**
Altura DJ	-,663*	-,715**
Coefficiente DJ	-,411	-,519*

Coefficiente DJ = Coeficiente altura/tiempo de contacto.  
\* =  $p < ,05$ ; \*\* =  $p < ,01$ .

**Tabla 2**

Correlaciones de los test de salto con las marcas de 20 y 100 metros lisos

	CJ	DJ
Pico de fuerza	,652**	,759**
Tiempo al pico fuerza	-,112	-,416*
MIMF	,668**	,737**
fMIMF	,670**	,692**
F100	,408*	,491*
F200	,474*	,526**

fMIMF = Fuerza en el MIMF  
F100 = Fuerza ejercida en los 100 primeros milisegundos  
F200 = Fuerza ejercida en los 200 primeros milisegundos  
\* =  $p < ,05$ ; \*\* =  $p < ,01$ .

**Tabla 3**

Correlaciones entre las variables del test isométrico y la altura en el test CJ y el DJ

	R
Pico de fuerza	-,647*
MIMF	-,645*
fMIMF	-,797*
F100	-,794**
F200	-,669**

fMIMF = Fuerza en el MIMF  
F100 = Fuerza ejercida en los 100 primeros milisegundos  
F200 = Fuerza ejercida en los 200 primeros milisegundos  
\* =  $p < ,05$ ; \*\* =  $p < ,01$ .

**Tabla 4**

Correlaciones obtenidas entre las variables isométricas y el test de 20 metros

## Discusión

Se han obtenido correlaciones clasificadas entre fuertes y muy fuertes entre los tests de salto y las pruebas de velocidad, tal y como han señalado estudios previos (Baker & Davies, 2002; Maulder & Cronin, 2005).

Las correlaciones entre variables isométricas y los tests de salto, coinciden con estudios como Matavuli et al. (2001) o Stone et al. (2003), que ya habían recogido correlaciones entre los tests DJ y CJ con el IMF. En nuestro trabajo también se han encontrado correlaciones entre el pico de fuerza y la altura en estos dos tests de salto, en contra de estudios como el de McGuigan, Winchester y Erikson (2006) que no habían encontrado correlaciones entre la capacidad de salto y el pico de fuerza o el IMF. Hay que señalar que la muestra utilizada en este estudio de McGuigan et al. (2006) era sólo de 8 sujetos, lo cual puede ser el motivo de no haber encontrado correlación alguna. Por último, hay que destacar entre las correlaciones de los tests de salto y el isométrico, las obtenidas para las variables F100 y F200. Pese a que la correlación no es muy fuerte, estos resultados coinciden con los de Bojsen-Møller, Magnusson, Rasmussen, Kjaer y Aagaard (2005), quienes demostraron altas correlaciones entre el test de salto CJ y los niveles de fuerza ejercidos en los primeros 100 y 200 ms de la curva fuerza-tiempo, medida en condiciones isométricas.

Respecto a las correlaciones entre el test isométrico, y las pruebas de velocidad, hay que destacar las fuertes correlaciones obtenidas con el test de 20 metros de varias variables, sin que para el tiempo en 100 metros se haya obtenido correlación alguna. Nuestros resultados se oponen a estudios previos como el de Kukolj, Ropret, Ugarkovic y Jaric (1999), quienes no encontraron relación alguna entre tests de 30 metros de velocidad y mediciones isométricas. Sin embargo, nuestros resultados están más acorde a los obtenidos por Sleiver & Taingahue (2003), quienes encontraron altas correlaciones entre tests dinámicos y tests de carrera corta, concluyendo que el desarrollo de fuerza concéntrica es un aspecto clave para la capacidad de aceleración en el inicio de una carrera. En cuanto al hecho de no haber encontrado correlaciones con la marca en 100 metros, creemos que las variables isométricas tienen alta implicación en la primera fase de la carrera, mientras que pasada esa fase de aceleración, son otras variables las que se relacionan con el rendimiento de la prueba.

Analizando las diferencias obtenidas en las distintas variables entre los dos grupos conformados encontra-

mos, a la espera de ampliar la muestra, que los únicos test que parecen discriminar el rendimiento dentro de la prueba son los de salto.

En resumen, podemos concluir que el test isométrico tiene importantes aplicaciones en las pruebas explosivas de atletismo, mostrando altas correlaciones con la primera fase de la carrera, además de con los tests de salto medidos en velocistas.

## Referencias

- 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.