

## 6. La fiabilidad de la evaluación de la fuerza isométrica en deportistas universitarios

MARIO ALBERTO HORTA GIM\*  
ENA MONSERRAT ROMERO PÉREZ\*\*  
SAÚL IGNACIO VEGA OROZCO\*\*\*  
LUIS ENRIQUE RIOJAS\*\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.234.06>

### Resumen

Las pruebas de fuerza son importantes para los profesionales de la actividad física como lo son entrenadores, preparadores físicos y deportistas. Cualquier prueba es importante conocer el grado validez y la repetibilidad del método de evaluación. La fiabilidad de las mediciones hace referencia al rango de variación en mediciones repetidas en la misma persona en condiciones iguales (es decir, la misma persona, el mismo evaluador y en condiciones similares).

Nuestro objetivo es saber si el test de la evaluación de la fuerza isométrica es un método fiable para la evaluación de una de las manifestaciones de la fuerza como la fuerza isométrica.

Participaron 49 estudiantes deportistas de la Universidad de Sonora, con una edad promedio de  $20.32 \pm 2.83$  años, de los cuales 28 fueron mujeres y

---

\* Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Profesor investigador de tiempo completo, Departamento de Ciencias del Deporte y la Actividad Física, Universidad de Sonora, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2493-5367>.

\*\* Doctorado Profesor investigador de tiempo completo, Departamento de Ciencias del Deporte y la Actividad Física, Universidad de Sonora, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2965-9979>

\*\*\* Doctorado en Cultura Física y Deporte. Profesor investigador de tiempo completo. Departamento de Ciencias del Deporte y la Actividad Física, Universidad de Sonora, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9609-1650>

\*\*\*\* Maestría en Actividad Física y Deporte. Maestro de asignatura, Departamento de Ciencias del Deporte y la Actividad Física, Universidad de Sonora, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9487-7074>

21 hombres. Se evaluó la fuerza isométrica máxima de los participantes en una máquina de musculación mediante una galga extensiométrica modelo chronojump®. Los resultados en valores de repetibilidad fueron excelentes, tanto de forma bilateral como unilateral (ICC rangos 0.983 a 0.986). Se encontró que el instrumento de evaluación la galga extensiométrica es fiable para medir la fuerza isométrica en miembros inferiores y tanto en la evaluación bilateral como en la unilateral también se presentan altos valores de fiabilidad. Se recomienda para futuras investigaciones aumentar el número de la muestra, así como realizar un análisis estadístico, como el error estándar de la media y el mínimo cambio detectable para saber a partir de qué porcentaje se puede observar la diferencia significativa por medio de una intervención.

**Palabras claves:** *Fuerza isométrica, fiabilidad, evaluación.*

## Introducción

El rendimiento muscular es un buen indicador de la salud general tanto en niños, jóvenes, adultos y adultos mayores. Una buena aptitud muscular se ha relacionado con un perfil cardiovascular más saludable, mientras que unas tasas de aptitud física se asocian con un perfil metabólico bueno (Artero *et al.*, 2011)(Cohen *et al.*, 2014).

El entrenamiento de la fuerza hoy en día es uno de los métodos más populares y más utilizado para la mejora de la capacidad física de la fuerza tanto en el área de rendimiento como en el área de la salud. La fuerza es la capacidad de vencer una resistencia de manera concéntrica, contrarrestarla de manera excéntrica y manteniéndola de manera isométrica (Platonov y Bulatova, 2006). Para producir fuerza, hay elementos que influyen, como la activación, el tamaño y la arquitectura del músculo (Narici *et al.*, 1996).

En cualquier test, es importante conocer el grado de validez y fiabilidad del método de evaluación. La fiabilidad de las mediciones hace referencia al rango de variación en mediciones repetidas en la misma persona en condiciones iguales (es decir, la misma persona, el mismo evaluador y en condiciones similares) (Hopkins, 2000; Kraber, 2017).

Los test de fuerza son importantes para los profesionales de la actividad física, como entrenadores, preparadores físicos y deportistas, así como para los profesionales de la salud, como médicos, fisioterapeutas, pacientes, etcétera; las razones de la importancia de la fiabilidad son el grado de confianza de la obtención de datos de las evaluaciones y la posibilidad de identificar los cambios que se producen entre una evaluación y otra en diferentes tiempos o momentos.

La fiabilidad es la cercanía de la concordancia entre lecturas sucesivas obtenidas por el mismo método para el mismo material y en las mismas condiciones (mismo operador, mismo aparato, mismo entorno y tiempo). La fuerza isométrica se ha utilizado como un método de evaluación y entrenamiento para inducir una sobrecarga, ya que la fuerza isométrica es mayor que la fuerza concéntrica (Oranchuk *et al.*, 2019). Por lo cual la fuerza isométrica es una de las manifestaciones de la fuerza que se utiliza para evaluar y desarrollar en el ámbito del rendimiento deportivo

Nos formulamos la pregunta de investigación: “¿La evaluación de la fuerza isométrica es un método fiable para la evaluación de una de las manifestaciones de la fuerza como la fuerza isométrica en deportistas universitarios?”

## Metodología

El diseño del estudio se realizó bajo el enfoque cuantitativo, un estudio observacional de corte transversal-descriptivo de mediciones repetidas. La prueba se realizó 24 horas después de la primera prueba y se hizo a ciegas (es decir, sin acceso al valor de la primera evaluación).

Con una captación de 49 participantes estudiantes deportista de la Universidad de Sonora, de los equipos representativos del deporte tochito. Con una edad promedio de  $20.32 \pm 2.83$  años, de los cuales 28 fueron mujeres y 21 hombres. Los criterios de inclusión fueron que se tratara de estudiantes de la Universidad de Sonora, con rangos de edades de los 18 a los 25 años, ser deportistas del equipo representativos de tochito, sin molestias físicas que les impidieran realizar la prueba. Los criterios de exclusión fueron participantes que no realizaron las dos evaluaciones, deportistas que llegaron

a presentar molestias físicas al momento de realizar la prueba o que les impidiera hacerla.

La evaluación de la composición corporal se realizó con un estadímetro SECA 213 para la altura; mientras que para la composición corporal se utilizó una bioimpedancia Tanita SC331S. La fuerza estática máxima en los miembros inferiores se evaluó por medio de una galga extensiométrica modelo Chronojump®, sujeta a una máquina multiestación (BH® Nevada Plus, México) para la extensión de rodilla.

Para la evaluación de la fuerza isométrica máxima, los participantes se colocaron en la máquina de musculación (BH® Nevada Plus, México) (figura 1) en posición de sentados con una flexión de rodilla a un ángulo 100° entre el plano del asiento y el pie; donde se colocó una galga extensiométrica modelo Chronojump® (figura 2).

La evaluación de la fuerza isométrica se realizó de manera unilateral, (una pierna) primero con la pierna derecha y después con la izquierda, para terminar la evaluación de forma bilateral realizando dos intentos y tomando los valores más altos de cada prueba para su análisis estadístico. Se dejó pasar entre una ejecución y otra un lapso dos minutos, se les dio las indicaciones como el que no se despegaran del asiento de la máquina de musculación al momento de llevar a cabo la prueba.

Figura 1. Evaluación de la fuerza isométrica



Figura 2. Galga extensiométrica



Para la estadística descriptiva de nuestros datos se ha utilizado la media y desviación estándar. El tamaño de la muestra se calculó usando una prueba t para la diferencia entre dos medias dependientes, con un tamaño del efecto de 0.5 valor alfa de 0.05 y poder estadístico de 0.95, para un tamaño de muestra de 49 sujetos deportistas. Para determinar los límites de confianza como medidas de confiabilidad absoluta, se utilizó el coeficiente de variación (CV) medio de los CV del test-retest individual.

Las diferencias entre el test y el retest se analizaron mediante la prueba T de muestras emparejadas. El método más utilizado para el estudio de la repetibilidad de las mediciones es el coeficiente de correlación intraclass (ICC) (Faigenbaum *et al.*, 2003). Se utilizó el programa informático SPSS® 25.0, EE. UU. En todas las pruebas se exigió un nivel mínimo de significación de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

En la tabla 1 se presentan las características descriptivas de la muestra en general y en función del sexo de la edad, peso, masa grasa, masa muscular, IMC, entre otras más. Al estudiar las variables entre sexos en cada una de las variables podemos observar que existen diferencias significativas en las variables de altura, peso, masa magra y masa muscular.

Tabla 1. Características generales de la muestra

	Total (49)	Mujeres (28)	Hombres (21)
Edad	20.32 ± 2.83	20.04 ± 3.07	20.71 ± 2.49
Altura (cm)	165.97 ± 10.36	158.50* ± 5.28	175.95 ± 6.07
Peso (kg)	65.60 ± 15.81	57.42* ± 12.10	76.510 ± 13.53
Masa grasa (kg)	20.61 ± 9.23	23.093 ± 9.77	17.314 ± 7.42
Masa Magra (kg)	51.43 ± 11.39	43.06* ± 3.93	62.59 ± 7.86
Masa Muscular (kg)	48.84 ± 10.85	40.87* ± 3.74	59.47 ± 7.48
Masa ósea (kg)	2.58 ± 0.54	2.19 ± 0.20	3.119 ± 0.37
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23.55 ± 4.15	22.732 ± 4.24	24.64 ± 3.85

IMC, índice de masa corporal; masa grasa expresado en kilogramos; masa magra expresado en kilogramos; \*  $p \leq 0,05$  = Diferencia Significativa entre sexos.

En la tabla 2, se presentan los valores de promedio de los valores de fuerza isométrica en ambas piernas como de forma unilateral (derecha, izquierda). Encontrando valores de repetibilidad excelentes tanto de forma bilateral como unilateral (ICC rangos 0.983 a 0.986).

Tabla 2. Valores de fuerza isométrica bilateral y unilateral

Test	Media	t-Test (p)	ICC	95% CI	CV
Test fz max bilateral	511.35 ± 239.89	0.991	0.986	(0.975- 0.992)	0.467
Retest fz max bilateral	511.29 ± 238.14				
Test fz max izq	316.37 ± 147.24	0.347	0.984	(0.971 - 0.991)	2.132
Retest fz max izq	320.16 ± 151.27				
Test fz max dch	314.52 ± 146.64	0.320	0.983	(0.969 -0.990)	2.144
Retest fz max dch	310.46 ± 144.79				

Media = valor promedio; t-test(p) = valor de la prueba emparejada t-test; ICC = coeficiente correlación intraclase; 95% CI = intervalo de confianza de ICC; CV = coeficiente de variación.

En la tabla 3, se presentan los valores de fuerza máxima isométrica en mujeres, tanto de los valores de fuerza bilateral (ambas piernas) como el unilateral (pierna derecha y pierna izquierda). Encontrando valores de repetibilidad muy buenos tanto de forma bilateral como unilateral (ICC rangos de 0.977 a 0.986).

Tabla 3. Evaluación de fuerza isométrica en mujeres test y retest

Test	Media	t-Test (p)	ICC	95% CI	CV
Test fz max bilateral	361.35 ±155.35	0.873	0.981	(0.958 - 0.991)	0.4303
Retest fz max bilateral	362.32 ±156.09				
Test fz max izq	230.18 ±99.18	0.438	0.986	(0.970 - 0.994)	0.438
Retest fz max izq	232.8 ±103.93				
Test fz max dch	230.56 ±97.32	0.984	0.977	(0.944 - 0.990)	0.433
Retest fz max dch	230.47 ±102.45				

Media = valor promedio; t-test(p) = valor de la prueba emparejada t-test; ICC = coeficiente de correlación intraclase; 95% CI = intervalo de confianza de ICC; CV = coeficiente de variación.

En la tabla 4, se observan los valores de fuerza máxima isométrica en hombres, tanto de los valores de fuerza bilateral como unilateral. Encontrando valores de repetibilidad muy buenos tanto de forma bilateral como unilateral (ICC rangos de 0.954 a 0.963).

Tabla 4. Evaluación de fuerza isométrica en hombres test y retest

Test	Media	t-Test (p)	ICC	95% CI	CV
Test fz max bilateral	716.63 ±173.71	0.899	0.959	(0.897 - 0.984)	0.239
Retest fz max bilateral	715.14 ±169.89				
Test fz max izq	434.31 ±118	0.529	0.954	(0.887 - 0.982)	0.274
Retest fz max izq	439.71 ± 121.77				
Test fz max dch	429.42 ±123.66	0.222	0.963	(0.909 - 0.986)	0.288
Retest fz max dch	419.93 ±121.57				

Media = valor promedio; t-test(p) = valor de la prueba emparejada t-test; ICC = coeficiente correlación intraclase; 95% CI = intervalo de confianza de ICC; CV = coeficiente de variación.

## Discusión

En el estudio de Rhods *et al.* (2022) encontraron valores similares a los nuestros encontrando una buena repetibilidad en la valoración de la fuerza isométrica en el grupo muscular del soleo utilizando el instrumento de plataforma de fuerza de la misma manera se encontraron valores de ICC en el instrumento de evaluación de 0.89 similares a los de nuestra investigación.

Hartog *et al.* (2021), con instrumentos muy parecidos al de nuestra investigación, presenta resultados muy similares logrando valores muy buenos de fiabilidad al evaluar los miembros inferiores por medio de la fuerza isométrica, pero con otro dispositivo electrónico.

Grootswagers *et al.* (2022) encontraron valores similares como en el coeficiente de correlación intraclase de 0.97 y 0.98 evaluando la fuerza isométrica utilizando un dinamómetro de mano, valores similares al de nuestra investigación utilizando una galga extensiométrica.

En la revisión sistemática de Grgic *et al.* (2022), donde evaluaron la fiabilidad de la fuerza isométrica en miembros inferiores mediante la tracción de la mitad del muslo, obtuvieron como resultado que la confiabilidad fue de buena a excelente tanto de forma bilateral como unilateral. Sus valores de CCI fueron del 0.77 a 0.98 tanto en la evaluación bilateral como unilateral; presentando valores similares a los de nuestra investigación al evaluar a los miembros inferiores, solo que con diferente instrumento de evaluación.

## Conclusiones

Se encontró que el instrumento de evaluación, la galga extensiométrica, es fiable para medir la fuerza isométrica en miembros inferiores en estudiantes universitarios.

Tanto en la evaluación bilateral como en la unilateral también se presentan altos valores de fiabilidad.

La evaluación de la fuerza máxima isométrica en miembros inferiores mediante una galga extensiométrica se puede utilizar como una prueba confiable en la evaluación y práctica deportiva.

Se recomienda para futuras investigaciones aumentar el número de la muestra, así como los rangos de edades. También realizar un análisis estadístico, como el error estándar de la media y el mínimo cambio detectable, para conocer a partir de qué porcentaje se puede observar la diferencia significativa por medio de una intervención.

## Bibliografía

- Artero, E.G., Ruiz, J.R., Ortega, F.B., España-Romero, V., Vicente-Rodríguez, G., Molnar, D.; Gottrand, F., González-Gross, M., Breidenassel, C.; Moreno, L. A. *et al.* (2011). Muscular and cardiorespiratory fitness are independently associated with metabolic risk in adolescents: The HELENA study. *Pediatr. Diabetes*, 12, 704–712, doi:10.1111/j.1399-5448.2011.00769.x.3.
- Cohen, D. D., Gómez-Arbeláez, D., Camacho, P. A., Pinzon, S., Hormiga, C., Trejos-Suarez, J., Duperly, J., y Lopez-Jaramillo, P. (2014). Low muscle strength is associated with metabolic risk factors in Colombian children: the ACFIES study. *PloS one*, 9(4), e93150. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093150>
- Faigenbaum, A.D.; Milliken, L.A.; Westcott, W.L. (2003). Maximal Strength Testing in Healthy Children. *J. Strength Cond. Res.* 17,162–166, doi:10.1519/1533-4287(2003)-017<0162:MSTIHC>2.0.CO;2.
- Grgic, J., Scapec, B., Mikulic, P., y Pedisic, Z. (2022). Test-retest reliability of isometric mid-thigh pull maximum strength assessment: a systematic review. *Biology of sport*, 39(2), 407–414. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.106149>
- Grootswagers, P., Vaes, A. M. M., Hangelbroek, R., Tieland, M., van Loon, L. J. C., y de Groot, L. C. P. G. M. (2022). Relative Validity and Reliability of Isometric Lower Extremity Strength Assessment in Older Adults by Using a Handheld Dynamometer. *Sports health*, 14(6), 899–905. <https://doi.org/10.1177/19417381211063847>
- Hartog, J., Dijkstra, S., Fleeer, J., van der Harst, P., Mariani, M. A., y van der Woude, L. H. V.

- (2021). A portable isometric knee extensor strength testing device: test-retest reliability and minimal detectable change scores of the Q-Force II in healthy adults. *BMC musculoskeletal disorders*, 22(1), 966. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04848-8>
- Hopkins, W.G.(2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sport. Med.* 2000, 30, 1–15.31.
- Narici MV, Hoppeler H, Kayser B, Landoni L, Claassen H, Gavardi C, Conti M, Cerretelli P.(1996). Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. *Acta Physiol Scand* 157(2):175–186.
- Oranchuk, D. J., Storey, A. G., Nelson, A. R., y Cronin, J. B. (2019). Isometric training and long-term adaptations: *Effects of muscle length, intensity, and intent: A systematic review. Scandinavian journal of medicine y science in sports*, 29(4), 484–503. <https://doi.org/10.1111/sms.13375>
- Platonov, V., y Bulatova, M. (2006). *La Preparación Física* (4a ed.). Barcelona: Paidotribo