

Asociación de la masa muscular de miembros inferiores con el rendimiento en el salto vertical

Association of lower limb muscle mass to vertical jump performance

Brian Johan Bustos-Viviescas^{1,2,3*} <https://orcid.org/0000-0002-4720-9018>

Andrés Alonso Acevedo-Mindiola⁴ <https://orcid.org/0000-0003-0125-7265>

Rony David Merchán Osorio¹ <https://orcid.org/0000-0001-6784-4433>

¹Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja, Colombia.

²Fundación Universitaria Claretiana. Colombia.

³Universidad Monter. México.

⁴Universidad de Pamplona. Cúcuta, Colombia.

*Autor para la correspondencia: bjbustos@jdc.edu.co

RESUMEN

Introducción: Actualmente existen pocos estudios que relacionen la masa muscular de miembros inferiores y el salto vertical.

Objetivo: Describir la asociación entre la masa muscular de miembros inferiores y el salto vertical en sujetos que practican musculación.

Método: Estudio correlacional-exploratorio, con enfoque cuantitativo y una muestra a conveniencia de diez hombres (edad de $17,40 \pm 2,32$ años, talla de $172,10 \pm 5,76$ cm y un peso corporal de $79,13 \pm 19,54$ Kg) practicantes de musculación participaron voluntariamente. Para estimar la masa muscular de miembros inferiores se utilizó una ecuación validada y se aplicó el salto con contramovimiento (*countermovement jump*, CMJ) y sentadilla con salto (*squat jump*, SJ). El análisis estadístico se efectuó en PSPP para Windows 7 para aplicar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y el coeficiente correlacional de Pearson.

Resultados: Los datos obtenidos presentaron distribución normal ($p > 0,05$), así mismo la masa muscular de miembros inferiores evidenció una relación negativa y significativa con salto con contramovimiento (*countermovement jump*, CMJ) ($r = -0,73$; $p = 0,02$), e igualmente con sentadilla con salto (*squat jump*, SJ) ($r = -0,73$; $p = 0,02$).

Conclusión: La masa muscular de miembros inferiores no es un buen predictor del rendimiento en el salto vertical.

Palabras clave: deportes; músculo esquelético; pruebas de rendimiento; asociación.

ABSTRACT

Introduction: Few studies are currently available relating lower limb muscle mass and vertical jump.

Objective: Describe the association between lower limb muscle mass and vertical jump in subjects who practice weight training.

Method: A quantitative correlational-exploratory study was conducted of a convenience sample of ten men (age 17.40 ± 2.32 years, height 172.10 ± 5.76 cm and body weight 79.13 ± 19.54 kg) who practice weight training. Participation was voluntary. Lower limb muscle mass was estimated with a validated equation, and countermovement jump (CMJ) and squat jump (SJ) were considered. Statistical analysis was based on the software PSPP for Windows 7 to apply the Shapiro-Wilk normality test and Pearson's correlational coefficient.

Results: The data obtained displayed a normal distribution ($p > 0.05$), with lower limb muscle mass exhibiting a negative significant relationship to countermovement jump (CMJ) ($r = -0.73$; $p = 0.02$) and squat jump (SJ) ($r = -0.73$; $p = 0.02$).

Conclusion: Lower limb muscle mass is not a good predictor of vertical jump performance.

Keywords: sports; skeletal muscle; performance tests; association.

Recibido: 03/03/2020

Aceptado: 21/03/2020

Introducción

Es indudable que existe un prototipo morfológico cuya divulgación es de gran relevancia para los profesionales, ejecutores o promotores de la actividad física. Dado que determinadas características físicas están relacionadas con el máximo rendimiento deportivo,⁽¹⁾ el estudio de las características morfológicas posibilita entender la estructura del cuerpo con relación al rendimiento deportivo y especificar un perfil morfofuncional para la disciplina deportiva con el fin de optimizar el rendimiento.⁽²⁾ En ese sentido, la masa muscular apendicular permite establecer de forma más objetiva la distribución de la masa muscular por segmento, de acuerdo a las necesidades específicas de la práctica deportiva.⁽³⁾

Para llevar un control y seguimiento del entrenamiento deportivo es crucial realizar evaluaciones físicas, de esta manera se logrará una mejor preparación para los deportistas y optimizar su rendimiento.^(4,5,6) El salto vertical es una de estas variables que se deben controlar dentro de la periodización en cualquier deporte que demande un alto componente de fuerza explosiva de miembros inferiores. Durante décadas ha generado interés en los investigadores de deportes como el baloncesto o el voleibol.⁽⁷⁾ Asimismo, puede usarse para estudiar la capacidad generadora de fuerza explosiva de miembros inferiores,⁽⁸⁾ puesto que ha mostrado una fuerte correlación con el porcentaje de fibras rápidas musculares.⁽⁹⁾ La fuerza dinámica de los músculos extensores de la rodilla es un factor importante que limita la ejecución en los ejercicios de saltos.⁽⁸⁾ Hoy sabemos, además, que existe una relación positiva entre el desempeño deportivo y la magnitud del tamaño de la masa muscular.⁽¹⁰⁾

Estudios desarrollados anteriormente han relacionado el salto vertical con el índice de masa corporal, composición corporal y otros parámetros antropométricos,^(11,12,13,14,15) no obstante, ninguno relaciona la masa muscular de miembros inferiores con el rendimiento en el salto vertical. En vista a ello surge la necesidad del presente estudio de describir la asociación entre la masa muscular de miembros inferiores y el salto vertical en sujetos que practican musculación.

Métodos

El presente estudio es un resultado secundario de la investigación denominada “Desarrollo de la hipertrofia en los músculos de miembros inferiores a través de un programa de musculación”.

En este estudio correlacional-exploratorio, con enfoque cuantitativo y una muestra a conveniencia, participaron voluntariamente diez hombres (edad de $17,40 \pm 2,32$ años, talla de $172,10 \pm 5,76$ cm y una masa corporal de $79,13 \pm 19,54$ Kg) que fueron considerados por tener experiencia en el entrenamiento de fuerza con sobrecargas, ya que asistían habitualmente a un centro de acondicionamiento físico o gimnasio.

La masa muscular de miembros inferiores fue estimada a través de la ecuación desarrollada por Rodríguez y otros:⁽¹⁶⁾

$$MMMI = \frac{T - SPMP \times DF^2 + PMM + PP}{1000}$$

(1)

Donde:

MMMI: masa muscular de miembros inferiores

T: talla

SPMP: sumatoria de pliegues del muslo medio y pierna

DF: diámetro femoral

PMM: perímetro muslo medio

PP: perímetro de la pierna

Para recolectar los datos antropométricos se utilizó una báscula TANITA BC-730 (precisión 100 g), un tallímetro de pared Seca 206 (0-220 cm, precisión 1 mm), un plicómetro Slim Guide (0-80 mm, precisión 0,5 mm), una cinta antropométrica Seca 201 (0-205 cm, precisión 1 mm) y un paquímetro Holtain (0-140 mm, precisión 1 mm).

Por otra parte, el salto vertical fue evaluado utilizando el Software Axon Jump v.4.02 y la plataforma de contacto AXON JUMP. Cada sujeto debía realizar 2 ensayos de sentadilla con salto (*squat jump*, SJ) y salto con contramovimiento (*countermovement jump*, CMJ) para utilizar el valor más alto de ambos en el análisis. El descanso fue de tres minutos entre cada ensayo de salto, para

evitar así posibles interferencias debidas al cansancio de las fibras musculares de la región participante en la valoración de acuerdo a la ejecución de cada uno de los saltos evaluados.

El análisis estadístico fue realizado en PSPP (licencia libre) para Windows 7, en el cual se evaluó la normalidad a través de la prueba de Shapiro-Wilk y la relación entre la masa muscular de miembros inferiores con CMJ y SJ por medio del coeficiente correlacional de Pearson.

Así mismo el consentimiento informado a los participantes contó con el aval del Comité de Ética e Impacto Ambiental en Investigación de la Universidad de Pamplona (acta n.º 009 del 28 de agosto de 2017).

Resultados

En la tabla 1 se muestran los promedios y desviaciones estándar de la edad, talla y peso corporal, mientras que en la tabla 2 se presentan los datos obtenidos de la evaluación antropométrica y los test de salto.

Tabla 1 - Características generales de los participantes

Hombres (n = 10)	Edad	Talla (m)	Masa corporal (Kg)
Promedio	17,40	1,72	79,13
Desv. Est.	2,32	0,06	19,54

Tabla 2 - Masa muscular de miembros inferiores y saltos

Hombres (n = 10)	MMMI (Kg)	CMJ (cm)	SJ (cm)
Promedio	10,95	26,83	24,49
Desv. Est.	1,19	3,86	4,42

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk aplicada en las variables de estudio permitió identificar una distribución normal ($p > 0,05$) como se puede evidenciar en la tabla 3.

Tabla 3 - Prueba de normalidad

Hombres (n = 10)	Normalidad (Shapiro-Wilk)
------------------	---------------------------

MMMI (Kg)	0,99
CMJ (cm)	0,07
SJ (cm)	0,57

La MMMI presentó una relación negativa y significativa con CMJ ($r = -0,73$; $p = 0,02$) e iguales valores para SJ. En consecuencia, la MMMI tiene una influencia inversa y significativa con el rendimiento del salto vertical ($p < 0,05$), por lo cual aquellos sujetos que tenían mayor MMMI obtuvieron menos altura en ambos saltos (Figs. 1 y 2).

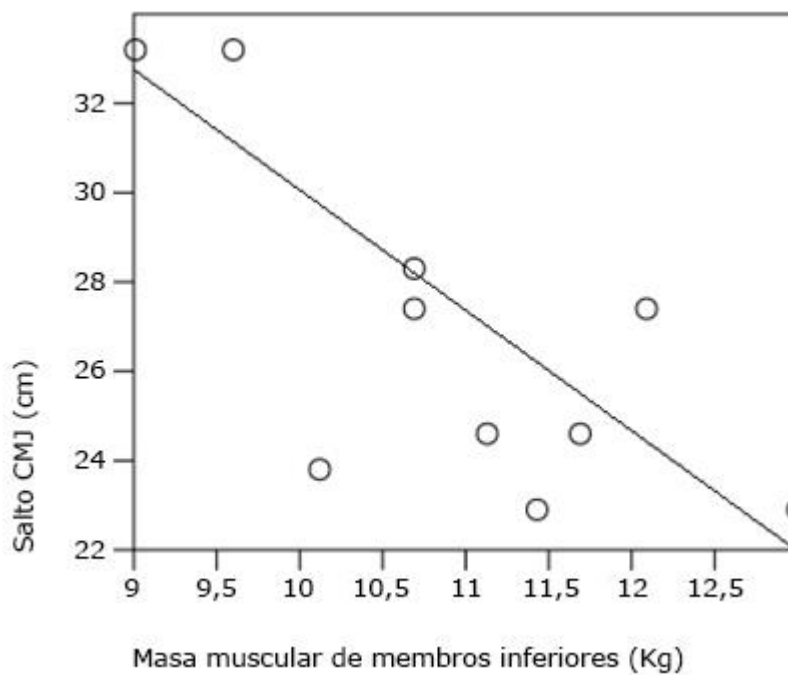


Fig. 1 - Dispersión y línea de tendencia entre la MMMI y CMJ.

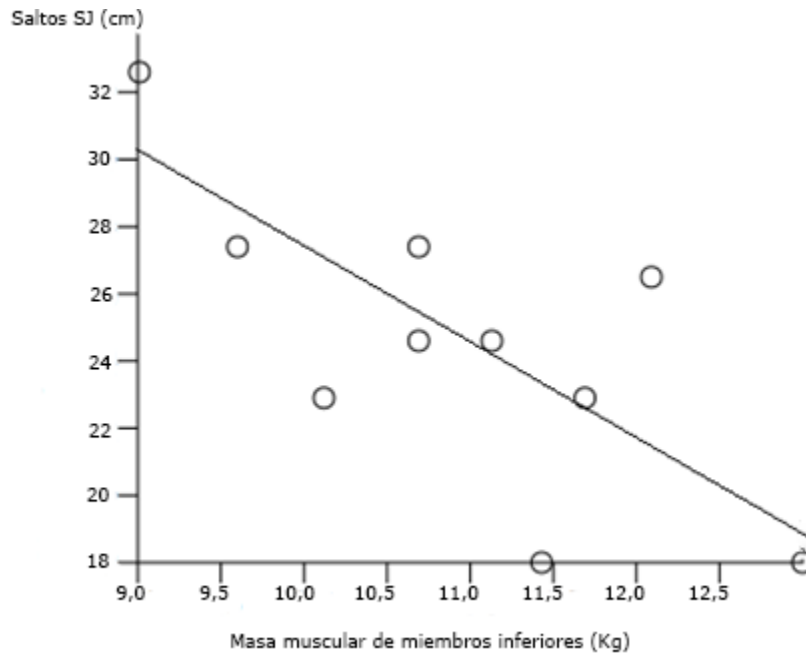


Fig. 2 - Dispersión y línea de tendencia entre la MMMI y SJ.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue describir la asociación entre la masa muscular de miembros inferiores y el salto vertical en sujetos que practican musculación, en consecuencia, entre los principales hallazgos de esta investigación se puede destacar que la masa muscular de miembros inferiores obtuvo una relación negativa y significativa con el salto CMJ y SJ ($p > 0,05$).

Esta investigación permitió identificar cómo en los participantes a medida que se incrementaba la masa muscular de miembros inferiores menor rendimiento presentaba el sujeto en el salto vertical. Por esta razón, se sugiere que en el programa de entrenamiento de la fuerza predomine el desarrollo de la fuerza explosiva y elástica en aquellos deportistas cuyo salto vertical es un factor determinante del rendimiento, ya que la sección transversal de la musculatura de miembros inferiores no obtuvo una relación positiva con la altura del salto.

Cabe destacar que actualmente no se tiene conocimiento sobre la existencia de otros estudios que relacionen la masa muscular de miembros inferiores con el salto vertical. Por ende, no fue posible comparar el presente estudio con otros que evaluaran las mismas variables. Aquellas publicaciones

que fueron encontradas solo analizan la relación con el IMC, la masa magra y la masa muscular total, ⁽¹¹⁻¹⁵⁾ por lo cual no se pudo interpretar cómo precisamente la masa muscular de los miembros inferiores afecta positiva o negativamente en los participantes del estudio con relación a un grupo de deportistas.

No obstante, *Bustos-Viviescas* y otros ⁽³⁾, sugieren que el entrenamiento con sobrecargas aplicado por los asistentes de los centros de acondicionamiento físico se utiliza principalmente con objetivos de hipertrofia muscular, ya que se caracteriza por un aumento del estrés metabólico del músculo. Sin embargo, los altos grados de tensión muscular inducen adaptaciones neurales sin hipertrofia resultante, ⁽¹⁷⁾ por lo que la velocidad de ejecución y el reclutamiento de unidades motoras es más eficiente en gestos que demandan altos niveles de fuerza del componente músculo-esquelético en breves periodos de tiempo, como el salto vertical.

Entre las principales limitaciones de este estudio se encuentran que la muestra es muy reducida y que no son deportistas que dependen de una alta capacidad de salto, ya que solo van a practicar la actividad física 3 o 4 veces por semana y lo hacen en el centro de acondicionamiento físico con objetivos estéticos (hipertrofia muscular). Por ende, se recomienda para futuras investigaciones evaluar muestras más numerosas e incluir deportes como el baloncesto, voleibol, entre otros, para establecer si la masa muscular de miembros inferiores es crucial para el salto vertical. Asimismo, resultaría interesante emplear un programa de entrenamiento de fuerza y evaluar la relación entre la masa muscular de miembros inferiores y el salto vertical previo y posterior a la intervención, esto con el propósito de constatar si las alteraciones en la masa muscular de este segmento provocadas por el programa de entrenamiento se asocian positivamente o negativamente con el salto vertical.

Este estudio permitió concluir que la masa muscular de miembros inferiores no es un buen predictor del rendimiento en el salto vertical, dado a que se obtuvo una relación negativa y significativa entre ambas variables.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a todos los participantes del estudio y a la Universidad de Pamplona por apoyar en el desarrollo de esta investigación.

Referencias bibliográficas

1. Lentini N, Cardey M, Aquilino G, Dolce P. Estudio Somatotípico en Deportistas de Alto Rendimiento de Argentina. PubliCE Standard. 2006 [acceso: 15/01/2020];(1). Disponible en: <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/estudio-somatotipico-en-deportistas-de-alto-rendimiento-de-argentina-738>
2. Lozano Zapata RE, Bustos-Viviescas BJ, Acevedo-Mindiola AA, Bautista Ardila VJ. Composición corporal y somatotipo de los tenistas de mesa de Norte de Santander que participaron en los XX Juegos Nacionales, Colombia. EmásF: Revista Digital de Educación Física. 2017 [acceso: 15/01/2020];8(46). Disponible en: http://emasf.webcindario.com/Composicion_corporal_y_somatotipo_de_los_tenistas_de_mesa_de_Norte_de_Santander.pdf
3. Bustos-Viviescas BJ, Acevedo-Mindiola AA, Rodríguez-Acuña LE. Relación entre la masa muscular apendicular y la repetición máxima en sujetos físicamente activos. Revista Kronos. 2017 [acceso: 20/01/2020];16(2). Disponible en: <http://revistakronos.info/articulo/relacion-entre-la-masa-muscular-apendicular-y-la-repeticion-maxima-en-sujetos-fisicamente-activos-2366-sa-O5a57800957910/>
4. Acevedo-Mindiola AA, Bustos-Viviescas BJ. Correlación entre la flexibilidad de la musculatura isquiosural con la altura del salto vertical en jugadores de balonmano selección del departamento Norte de Santander. EDU-FÍSICA: Revista de Ciencias Aplicadas al Deporte. 2017 [acceso: 21/01/2020];9(20):109-20. Disponible en: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/edufisica/article/view/1198/957>
5. Lozano Zapata RE, Villa Vicente JG, Morante Rábago JC. Características fisiológicas del patinador de velocidad sobre ruedas determinadas en un test de esfuerzo en el laboratorio. Revista Digital EFDeportes. 2006 [acceso: 15/01/2020];(94). Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd94/patin.htm>
6. Lozano Zapata RE, Cardenas Molina W. Análisis de la composición corporal en la preparación de los patinadores de velocidad de la selección norte de Santander participantes en los Juegos Nacionales 2012. Revista Actividad Física y Desarrollo Humano. 2013 [acceso:

18/01/2020];5(1):92-100.

Disponible

en:

http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/AFDH/article/view/308/297

7. Sáez de Villarreal, E. Variables determinantes en el salto vertical. *Revista Digital EFDeportes*. 2004 [acceso: 21/01/2020];(70). Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd70/salto.htm>

8. Pääsuke M, Ereline J, Gapeyevs H. La Fuerza del músculo extensor de la rodilla y las características de la ejecución del salto vertical en chicos pre- y post-púberes. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 2017 [acceso: 22/01/2020];27(1). Disponible en: <http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-fuerza-y-potencia/articulos/la-fuerza-del-musculo-extensor-de-la-rodilla-y-las-caracteristicas-de-la-ejecucion-del-salto-vertical-en-chicos-pre-y-post-puberes-1569>

9. Cadet Ochoa J. Relación entre el despegue del salto vertical con carrera y la fuerza máxima en cuclilla [sic.] profunda o sentadilla en seis atletas del equipo de voleibol femenino de la Universidad de Ciencias Informáticas, UCI. *Revista Digital EFDeportes*. 2009 [acceso: 21/01/2020];14(137). Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd137/despegue-del-salto-vertical-en-voleibol-femenino.htm>

10. Esper A. Fuerza muscular, composición corporal y saltabilidad. *Revista Digital EFDeportes*. 2005 [acceso: 21/01/2020]; 10(88). Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd88/fuerza.htm>

11. Abidin NZ, Adam MB. Prediction of Vertical Jump Height from Anthropometric Factors in Male and Female Martial Arts Athletes. *The Malaysian Journal of Medical Sciences: MJMS*. 2013 [acceso: 22/01/2020];20(1):39-45. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3684376/pdf/mjms-20-1-039.pdf>

12. Dalui R, Roy AS, Kalinski M, Bandyopadhyay A. Relationship of vertical jump test with anthropometric parameters and body composition in university students - a gender variation. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. 2014 [acceso: 22/01/2020];5(1):83-90. Disponible en: <http://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-7a4c4692-a411-45a1-972c-1dfe74026e3;jsessionid=9E192E831D68A9D90238E717D4049556>

13. Chena Sinovas M, Pérez-López A, Álvarez Valverde I, Bores Cerezal A, Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias JA, Valadés Cerrato D. Influencia de la composición corporal sobre el rendimiento en salto vertical dependiendo de la categoría de la formación y la demarcación en futbolistas. *Nutrición Hospitalaria* 2015 [acceso: 25/01/2020];32(1):299-307. Disponible en: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/8876.pdf>

14. Nikolaidis PT, Asadi A, Santos EJAM, Calleja-González J, Padulo J, Chtourou H, Zemkova E. Relationship of body mass status with running and jumping performances in young basketball players. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*. 2015;5(3):187-94. DOI: [10.11138/mltj/2015.5.3.187](https://doi.org/10.11138/mltj/2015.5.3.187)
15. Sharma HB, Gandhi S, Meitei KK, Dvivedi J, Dvivedi S. Anthropometric Basis of Vertical Jump Performance: A Study in Young Indian National Players. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*. 2017;11(2):CC01-05. DOI: [10.7860/JCDR/2017/23497.9290](https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/23497.9290)
16. Rodríguez Rodríguez FJ, Almagià Flores AA, Berral de la Rosa FJ. Estimación de la masa muscular de los miembros apendiculares, a partir de densitometría fotónica dual (DEXA). *International Journal of Morphology* 2010;28(4):1205-10. DOI: [10.4067/S0717-95022010000400034](https://doi.org/10.4067/S0717-95022010000400034)
17. Vissing K, Brink M, Lønbro S, Sørensen H, Overgaard K, Danborg K, Mortensen J, Elstrøm O, Rosenhøj N, Ringgaard S, Andersen JL, Aagaard P. Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *J Strength Cond Res*. 2012;22:1799-1810. DOI: [10.1519/JSC.0b013e318185f673](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318185f673)

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Brian Johan Bustos-Viviescas: concepción y diseño del estudio, adquisición, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito, supervisión general del desarrollo del trabajo y aprobación final del trabajo a publicar.

Andrés Alonso Acevedo-Mindiola: redacción del manuscrito (introducción y metodología). Aprobación final del trabajo a publicar.

Rony David Merchán Osorio: redacción del manuscrito (resultados y discusión), comparación de los datos con otros estudios. Aprobación final del trabajo a publicar.