

Incidencia de la masa muscular de miembros inferiores en la repetición máxima en sentadilla media

Incidence of lower limb muscle mass in maximum repetition in half squat

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

Rafael Enrique Lozano Zapata² <https://orcid.org/0000-0002-6239-5883>

Andrés Alonso Acevedo-Mindiola² <https://orcid.org/0000-0003-0125-7265>

¹Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja, Colombia.

²Universidad de Pamplona. Cúcuta, Colombia.

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

RESUMEN

Introducción: Las investigaciones sobre la incidencia de la masa muscular apendicular en la fuerza muscular en poblaciones sanas y clínicas es escasa, lo cual dificulta la práctica clínica y prescripción del ejercicio a los profesionales de la salud.

Objetivo: Determinar la relación entre la masa muscular de miembros inferiores y la repetición máxima en sentadilla media en sujetos capacitados en el entrenamiento de la fuerza con sobrecargas.

Métodos: Estudio descriptivo-correlacional con una muestra a conveniencia conformada por diez hombres (edad $17,40 \pm 2,32$ años, talla $172,10 \pm 5,76$ cm y una masa corporal de $79,13 \pm 19,54$ kg), se evaluó la fuerza máxima a través de un test de repetición máxima en el ejercicio sentadilla media, y la masa muscular de miembros inferiores fue estimada a través de una ecuación predictiva. Se utilizó el paquete estadístico PSPP (nivel de confianza del 95 % y un p-valor de 0,05) para el análisis estadístico se aplicó las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y el coeficiente correlacional de Pearson.

Resultados: La masa muscular de miembros inferiores y la repetición máxima en sentadilla media presentaron una distribución normal ($p > 0,05$), mientras que la relación entre la masa muscular de

miembros inferiores y la repetición máxima en la sentadilla media fue negativa y no significativa ($r = -0,45$; $p > 0,05$).

Conclusión: La masa muscular de miembros inferiores se relaciona de forma negativa y no significativa con la repetición máxima en sentadilla media en sujetos capacitados en el entrenamiento de la fuerza con sobrecargas.

Palabras clave: entrenamiento de fuerza; fuerza muscular; músculo; prueba de ejercicio.

ABSTRACT

Introduction: Research on the incidence of appendicular muscle mass in muscle strength in healthy and clinical populations is scarce, making it difficult to practice and prescribe exercise for health professionals.

Objective: Determine the relationship between lower limb muscle mass and maximum repetition in half squat in subjects trained in strength training with overloads.

Methods: Descriptive-correlational study with a sample of ten men's convenience (age $17,40 \pm 2,32$ years, a size of $172,10 \pm 5,76$ cm and a body mass of $79,13 \pm 19,54$ kg), the maximum strength was evaluated through a maximum repetition test in the half squat exercise, and the muscle mass of lower limbs was estimated through a predictive equation. The PSPP statistical package (95 % confidence level and a p-value of 0,05) was used for statistical analysis using the normality tests (Shapiro-Wilk) and Pearson correlational coefficient.

Results: The muscle mass of lower limbs and the maximum repetition in half squat was presented a normal distribution ($p > 0,05$), while the relationship between the muscle mass of lower limbs and the maximum repetition in the half squat was negative and not significant ($r = -0,45$; $p > 0,05$).

Conclusion: The muscle mass of lower limbs is negatively and not significantly related to the maximum repetition in half squat in subjects trained in strength training with overloads.

Keywords: strength training; muscle strength; muscle; exercise test.

Recibido: 27/06/2020

Aprobado: 28/08/2020

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

Bajo licencia Creative Commons 

INTRODUCCIÓN

Es importante considerar que existe una pérdida de 3 % a 8 % de masa muscular por década que experimentan los adultos inactivos, asimismo presentan una reducción de la tasa metabólica en reposo y acumulación de grasa,⁽¹⁾ a partir de lo anterior una revisión sistemática y metaanálisis reciente indica que se recomienda dentro de las pautas de actividad física, desarrollar el entrenamiento de la fuerza de todos los grupos musculares principales en dos o más días a la semana,⁽²⁾ dado que los niveles más altos de fuerza muscular en la parte inferior del cuerpo se relacionan con un menor riesgo de mortalidad en la población adulta.⁽³⁾

Por otra parte, la diabetes, la cardiopatía coronaria/insuficiencia cardíaca congestiva y los problemas de visión fueron predictores significativos de menor fuerza muscular,⁽⁴⁾ y del mismo modo una reciente investigación identificó en adultos mayores que las asociaciones significativas entre la baja fuerza muscular y la mortalidad por todas las causas, persistieron a través de diferentes niveles de síndrome metabólico, tiempo sedentario, entre otros.⁽⁵⁾

La asociación entre el tamaño muscular y la fuerza han sido reconocidas y notificadas en poblaciones sanas y clínicas,^(6,7,8) en este caso para la fuerza muscular se emplea la prueba máxima de una repetición (1RM) la cual se le considera el estándar de oro para evaluar la fuerza muscular en situaciones fuera del laboratorio.⁽⁹⁾ Posibilita evaluar la fuerza dinámica máxima de los grupos de músculos,⁽¹⁰⁾ y específicamente en miembros inferiores, uno de los ejercicios más utilizados en los programas de fuerza es la sentadilla. En vista de que puede ser realizado por sujetos entrenados y no entrenados para la rehabilitación física, entrenamiento o en investigaciones científicas,⁽¹¹⁾ así como también ejecutar la prueba de ejercicios básicos como la sentadilla, pueden proporcionar datos útiles para la asignación de cargas para ejercicios de asistencia en fuerza.⁽¹²⁾

Por otro lado, la masa muscular apendicular posibilita determinar de una forma más objetiva, la distribución de la masa muscular por segmento, de acuerdo a las necesidades específicas de la práctica deportiva.⁽⁷⁾ Un mayor índice de masa muscular esquelética apendicular, se asoció de forma independiente con una menor mortalidad en adultos,⁽¹³⁾ no obstante, las investigaciones realizadas en cuanto a la masa muscular apendicular de miembros inferiores y la fuerza muscular son escasas.

El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre la masa muscular de miembros inferiores y la repetición máxima en sentadilla media en sujetos capacitados en el entrenamiento de la fuerza con sobrecargas.

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”.

Se realizó un estudio descriptivo-correlacional con un enfoque cuantitativo y una muestra no probabilística, para esta investigación las valoraciones antropométricas se llevaron a cabo en el laboratorio de Biomecánica y Fisiología Deportiva de la Universidad de Pamplona (extensión Villa del Rosario), mientras que la prueba de repetición máxima fue desarrollada en un centro de acondicionamiento físico al que asistían los participantes de este estudio.

Participaron 10 hombres, con valores promedio de edad $17,40 \pm 2,32$ años, talla $172,10 \pm 5,76$ cm y una masa corporal de $79,13 \pm 19,54$ kg, todos los participantes asistían habitualmente a un centro de acondicionamiento físico y se encontraban en una fase de hipertrofia.

Los criterios de inclusión para participar en el estudio fueron los siguientes:

- Participación voluntaria.
- Experiencia mínima de 2 años en el entrenamiento de la fuerza con sobrecargas.

Los criterios de exclusión para no participar en el estudio fueron los siguientes:

- Presentar alguna enfermedad o lesión que pudiera afectar la fuerza muscular de miembros inferiores y/o tener sensación de molestia o dolor durante la evaluación.

La masa muscular de miembros inferiores fue estimada a través de la ecuación desarrollada por *Rodríguez* y otros⁽¹⁴⁾ la cual se muestra a continuación:

Masa muscular de miembros inferiores (MMMI) = $((T - SPMP) \times (DF)^2 + (PMM + PP)) / 1000$

Donde, T= Talla; SPMP = Sumatoria de pliegues del muslo medio y pierna; DF = Diámetro femoral; PMM = Perímetro muslo medio; PP = Perímetro de la pierna.

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

A continuación, se describe el test de repetición máxima en sentadilla media:

- El sujeto se ubicaba debajo de la barra y realiza el ejercicio de la sentadilla buscando lograr un ángulo de flexión de rodillas de 90 °, posterior a regresar a la posición inicial, cada vez que completaba la repetición el peso se colocaba en el soporte para sentadillas, la carga se iba aumentando de forma gradual hasta que el sujeto no pudiese completar la repetición de forma adecuada (fallo), la prueba finalizaba cuando se fallara la repetición o cuando se realizaba sin la técnica correcta, los descansos entre repetición y repetición se realizaron de acuerdo a los criterios propuestos por la *National Strength and Conditioning Association (NSCA)*.⁽¹⁵⁾

La tabulación y análisis de los resultados se ejecutó el paquete estadístico PSPP (nivel de confianza del 95 % y un p-valor de 0,05), en este software se utilizaron las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y el coeficiente de correlación de Pearson.

Para desarrollar este estudio se consideraron los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos expuestos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM),⁽¹⁶⁾ así como los estándares éticos establecidos para investigaciones en ciencias del deporte y del ejercicio,⁽¹⁷⁾ y a nivel nacional de acuerdo a la resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, este estudio se clasifica en una categoría de riesgo mayor que el mínimo, según lo establecido en su artículo 11, numeral C.⁽¹⁸⁾

Por otra parte, conto con el aval del comité de ética e impacto ambiental en investigación de la Universidad de Pamplona de acuerdo al Acta N°009 del 28 de agosto de 2017.

RESULTADOS

Los resultados en edad, talla y masa corporal se muestran en la tabla 1, en esta se puede observar que los participantes del estudio presentaban una edad promedio de $17,40 \pm 2,32$ años, talla $172,10 \pm 5,76$ cm y una masa corporal de $79,13 \pm 19,54$ kg.

Tabla 1 - Características generales

Sujeto	Edad	Talla	Masa corporal (kg)
1	15	170	49,30
2	16	172	116,30
3	16	169	85,30
4	19	173	82,50
5	17	181	103,00
6	20	171	77,00
7	15	169	70,50
8	16	161	59,40
9	18	175	73,70
10	22	180	74,00
Promedio	17,40	172,10	79,13
Desviación estándar	2,32	5,76	19,54

Por otra parte, en la tabla 2, es posible observar la masa muscular de miembros inferiores y la repetición máxima en sentadilla media de los participantes, así como que ambas variables presentaron una distribución normal ($p > 0,05$).

Tabla 2 - MMMI y fuerza máxima en sentadilla media

Hombres (n = 10)	MMMI (kg)	1RM en sentadilla media (kg)
Promedio	10,95	98,97
Desviación estándar	1,19	24,98
Normalidad	0,99	0,60

La relación entre la masa muscular de miembros inferiores y la repetición máxima en la sentadilla media fue negativa y no significativa ($r = -0,45$; $p > 0,05$) (tabla 3 y Fig. 1).

Tabla 3 - Correlación entre variables

Correlación		IRM en sentadilla media (kg)
MMMI (kg)	Coefficiente de Pearson (r)	-0,45
	Significación bilateral (p)	0,19

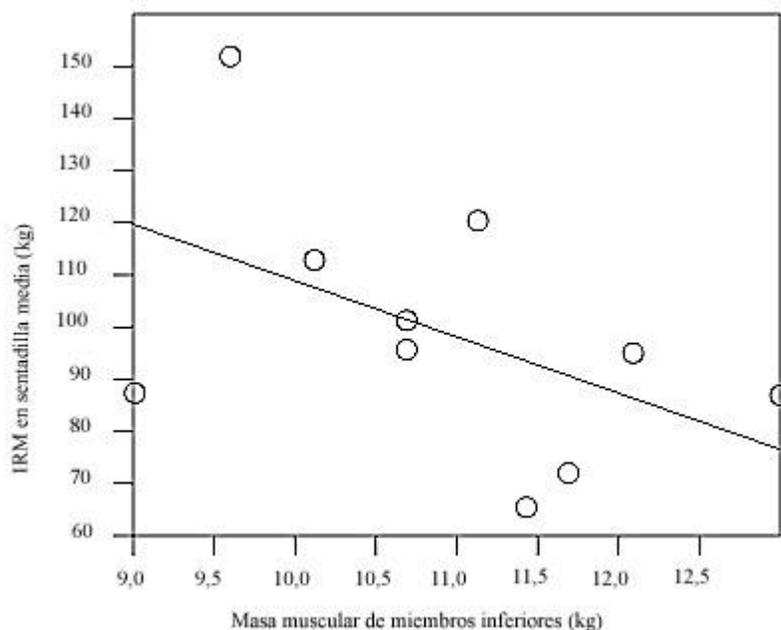


Fig. 1 - Dispersión con línea de tendencia entre la MMMI y el 1 RM en sentadilla media.

DISCUSIÓN

El propósito del presente estudio fue determinar la relación entre la masa muscular de miembros inferiores y la repetición máxima en sentadilla media en sujetos capacitados en el entrenamiento de la fuerza con sobrecargas. La relación entre la masa muscular de miembros inferiores y la repetición máxima en la sentadilla media fue negativa y no significativa ($r = -0,45$; $p > 0,05$), por ende, una mayor masa muscular de miembros inferiores incidió en una menor fuerza máxima en la sentadilla media.

Dentro de las limitaciones de este estudio se destaca la escasa literatura entorno a la asociación entre la masa muscular de miembros inferiores y la fuerza de miembros inferiores, por ello al comparar este estudio con uno similar realizado por *Bustos-Viviescas* y otros en el que concluyeron que la masa muscular apendicular de miembros inferiores presenta una asociación positiva baja y no significa en hombres ($r = 0,20$; $p > 0,05$).⁽⁷⁾

Si bien es cierto que los valores de fuerza máxima se han relacionado con el tejido magro,⁽⁶⁾ no obstante *Bustos-Viviescas* y otros indican que comúnmente los programas de entrenamiento con sobrecargas utilizados por las personas que asisten a gimnasios y centros de acondicionamiento físico se enfocan principalmente en el aumento de la masa muscular,⁽⁷⁾ debido al auge que existe con la composición corporal y la imagen.⁽¹⁹⁾

Por ello, este estudio aporta a la postura de que no solo el aumento del tamaño muscular produce ganancias de fuerza dado a que estos mecanismos relacionados con las ganancias de fuerza son muy complejos,⁽⁷⁾ como es el caso del reclutamiento de unidades motoras y la frecuencia de estimulación.⁽²⁰⁾

Una investigación realizada con adultos mayores determinó que la masa muscular no se asoció con el rendimiento físico en adultos mayores débiles, por lo que las medidas de fuerza muscular pueden ser de mayor importancia clínica en adultos mayores débiles que la masa muscular,⁽²¹⁾ en consecuencia se necesitan más estudios donde se relacionen estas variables en diferentes poblaciones sanas y clínicas para dar mayor información sobre esta asociación entre la fuerza muscular y la masa muscular para los profesionales de la salud.

Por ende, se concluye que, la masa muscular de miembros inferiores se relacionó negativamente con la repetición máxima en la sentadilla media, pero no se evidenció una significación.

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a todos los participantes de esta investigación, y a la Universidad de Pamplona por apoyar en el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Westcott WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep.* 2012 [acceso: 25/03/2020];11(4):209-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31825dabb8>
2. Hart PD, Buck DJ. The effect of resistance training on health-related quality of life in older adults: Systematic review and meta-analysis. *Health Promot Perspect.* 2019 [acceso: 22/04/2020];9(1):1-12. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.15171%2Fhpp.2019.01>
3. García-Hermoso A, Cavero-Redondo I, Ramírez-Vélez R, Ruiz JR, Ortega FB, Lee D-C, Martínez-Vizcaíno V. Muscular Strength as a Predictor of All-Cause Mortality in an Apparently Healthy Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Data From Approximately 2 Million Men and Women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2018 [acceso: 18/04/2020];99(10):2100-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.008>
4. Chen L, Nelson DR, Zhao Y, Cui Z, Johnston JA. Relationship between muscle mass and muscle strength, and the impact of comorbidities: a population-based, cross-sectional study of older adults in the United States. *BMC Geriatr.* 2013 [acceso: 12/04/2020]; 13:74. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1186%2F1471-2318-13-74>
5. Li R, Xia J, Zhang XI, Gathirua-Mwangi WG, Guo J, Li Y, McKenzie S, Song Y. Associations of Muscle Mass and Strength with All-Cause Mortality among US Older Adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2018 [acceso: 21/04/2020];50(3):458-67. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1249%2FMSS.0000000000001448>
6. Gómez Figueroa JA, Hernández López S, Marín Martínez ZA, Rivera Girón AR. Análisis de la composición corporal y manifestación de la fuerza máxima en estudiantes de educación física. *Revista Digital EF Deportes.* 2015 [acceso: 17/03/2020]; 207:[aprox. 10 pant.]. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd207/composicion-corporal-y-fuerza-maxima.htm>
7. Bustos-Viviescas BJ, Acevedo-Mindiola AA, Rodríguez-Acuña LE. Relación Entre la Masa Muscular Apendicular y la Repetición Máxima en Sujetos Físicamente Activos. *Kronos.* 2017 [acceso: 28/05/2020]; 16(2):[aprox. 16 pant.]. Disponible en: <https://g-se.com/relacion-entre-la-masa-muscular-apendicular-y-la-repeticion-maxima-en-sujetos-fisicamente-activos-2366-sa-O5a57800957910>

8. Hussain AW, Onambele GL, Williams AG, Morse CI. Muscle size, activation, and coactivation in adults with cerebral palsy. *Muscle Nerve*. 2014 [acceso: 10/04/2020];49(1):76-83. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/mus.23866>
9. Levinger I., Goodman C., Hare D.L., Jerums G., Toia D., Selig S. The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009 [acceso: 09/05/2020];12(3):310-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.10.007>
10. Abdul-Hameed U, Rangra P, Shareef MY, Hussain ME. Reliability of 1-repetition maximum estimation for upper and lower body muscular strength measurement in untrained middle aged type 2 diabetic patients. *Asian J Sports Med*. 2012 [acceso: 19/05/2020];3(4):267-273. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.5812%2Fasjms.34549>
11. Bustos-Viviescas BJ, Lozano-Zapata RE, Justacaro-Portillo GA. Incremento de la fuerza dinámica máxima a través de un protocolo de acción recíproca con deportistas amateurs. *Revista Impetus*. 2016 [acceso: 16/05/2020];10(1-2):119-26. Disponible en: <http://revistaimpetus.unillanos.edu.co/impetus/index.php/Imp1/article/view/165>
12. Ebben WP, Long NJ, Pawlowski ZD, Chmielewski LM, Clewien RW, Jensen RL. Using squat repetition maximum testing to determine hamstring resistance training exercise loads. *J Strength Cond Res*. 2010 [acceso: 13/02/2020];24(2):293-99. Disponible en: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cbabd5>
13. Abramowitz MK, Hall CB, Amodu A, Sharma D, Androga L, Hawkins M. Muscle mass, BMI, and mortality among adults in the United States: A population-based cohort study. *PLoS One*. 2018 [acceso: 13/02/2020]; 13(4):e0194697. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0194697>
14. 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 [acceso: 20/01/2020];28(4):1205-10. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022010000400034>
15. Earle RW, Baechle TR. *Manual NSCA: Fundamentos del entrenamiento personal*. Barcelona. España: Paidotribo; 2009.
16. Asociación Médica Mundial. *Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Fortaleza, Brasil: Asociación Médica Mundial; 2013.

Disponible en: <http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-investigacion/fd-evaluacion/fd-evaluacion-etica-investigacion/Declaracion-Helsinki-2013-Esp.pdf>

17. Harriss D, Macsween A, Atkinson G. Standards for Ethics in Sport and Exercise Science Research: 2018 Update. Int J Sports Med. 2017 [acceso: 23/03/2020];38 (14):1126-31. Disponible en: <https://doi.org/10.1055/s-0043-124001>

18. Ministerio de Salud de Colombia. Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud: RESOLUCIÓN N° 008430 DE 1993. Bogotá: Ministerio de Salud de Colombia; 1993. [acceso: 23/03/2020]. Disponible en: https://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Documentos/Investigacion/comite_de_etica/Res_8430_1993_-_Salud.pdf

19. Vargas Molina S. Planificación, Programación y Periodización de la Hipertrofia. PubliCE. 2015 [acceso: 26/04/2020]; [aprox. 23 pant.]. Disponible en: <https://g-se.com/planificacion-programacion-y-periodizacion-de-la-hipertrofia-1793-sa-c57cfb2724b660>

20. Kenney W, Wilmore J, Costill, D. Fisiología del deporte y el ejercicio. España: Editorial Médica Panamericana. 2014.

21. Kim KE, Jang SN, Lim S, Park YJ, Paik NJ, Kim KW, Jang HC, Lim JY. Relationship between muscle mass and physical performance: is it the same in older adults with weak muscle strength?. Age Ageing. 2012 [acceso: 18/04/2020];41(6):799-803. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ageing/afs115>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización del estudio.

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, análisis e interpretación de los datos. Aprobación final del trabajo a publicar.

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

Rafael Enrique Lozano Zapata: redacción del manuscrito, análisis e interpretación de los datos.
Aprobación final del trabajo a publicar.

Todos los autores se hacen individualmente responsables del trabajo a publicar.