

Grasa corporal y fuerza prensil de la mano: asociación por edades y sexos en sujetos aparentemente sanos

Body fat and prehensile hand strength: age and gender associations in apparently healthy subjects

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

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

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

¹Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja, Colombia.

²Universidad de Pamplona. Cúcuta, Colombia.

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

RESUMEN

Introducción: El porcentaje de grasa corporal se considera un marcador temprano de riesgo cardiovascular; sin embargo, resultan escasos los estudios que relacionen variables antropométricas con la fuerza prensil por edades y sexos.

Objetivo: Relacionar el porcentaje de grasa corporal y la fuerza prensil de la mano en sujetos aparentemente sanos por edades y sexos.

Métodos: Se realizó un estudio descriptivo de tipo correlacional, con enfoque cuantitativo. La muestra no probabilística se conformó por 162 hombres y 228 mujeres, categorizados por género y grupos etarios. La fuerza prensil de la mano fue evaluada con el dinamómetro digital Camry. El porcentaje de grasa corporal se determinó con el monitor Omron® Modelo HBF-306. El paquete estadístico PSPP (Licencia libre) se utilizó con un nivel de confianza del 95 %. Se aplicó el coeficiente correlacional de *Spearman* y un análisis factorial exploratorio.

Resultados: En ambos sexos se presentó una relación negativa en la mayoría de los rangos de edades. Los hombres obtuvieron un nivel significativo en los grupos etarios de 10 a 19, de 40 a 49 y de 50 a 59 ($p < 0,05$). La fuerza muscular para el sexo y el porcentaje de grasa para la edad se identificaron como factores.

Conclusión: El porcentaje de grasa corporal se asocia negativamente con la fuerza prensil de la mano en hombres aparentemente sanos, según la edad. En mujeres no existió esta misma tendencia.

Palabras clave: fuerza muscular; fuerza de la mano; grasa corporal; salud pública.

ABSTRACT

Introduction: Body fat percentage is considered an early marker of cardiovascular risk; however, studies relating anthropometric variables to prehensile strength by age and gender are scarce.

Objective: To relate body fat percentage and prehensile hand strength in apparently healthy subjects by age and gender.

Methods: A descriptive correlational study with a quantitative approach was carried out. The non-probabilistic sample consisted of 162 men and 228 women, categorized by gender and age groups. The prehensile strength of the hand was evaluated with the Camry digital dynamometer. Body fat percentage was determined with the Omron® HBF-306 monitor. The statistical package PSPP (Free License) was used with a confidence level of 95 %. Spearman's correlation coefficient and an exploratory factor analysis were applied.

Results: In both genders there was a negative relationship in most age ranges. Males obtained a significant level in the age groups 10 to 19, 40 to 49 and 50 to 59 ($p < 0.05$). Muscle strength for gender and fat percentage for age were identified as factors.

Conclusion: Body fat percentage is negatively associated with prehensile hand strength in apparently healthy men, according to age. The same trend did not exist in women.

Keywords: muscle strength; hand strength; body fat; public health.

Recibido: 26/09/2020

Aceptado: 10/06/2021

Introducción

La obesidad (48 %), el colesterol (40 %), el tabaquismo (38 %), la hipertensión arterial (37 %) y el estrés (28 %) constituyen los principales factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares. En Colombia solo el 42 % de los adultos entre 18 y 64 años realizan un mínimo de actividad física y un 57 % presenta sobrepeso; por tanto, se considera un país sedentario con riesgo de padecer algún evento cardiovascular.^(1,2,3)

La fuerza prensil de la mano se utiliza como un indicador de la calidad de vida relacionada con la salud,⁽⁴⁾ constituye un parámetro fundamental para determinar el nivel de fuerza muscular⁽⁵⁾ y, a la vez, resulta un predictor clínico de la salud metabólica y la enfermedad.⁽⁶⁾ Diferentes estudios lo asocian con marcadores tempranos de riesgo cardiovascular⁽⁷⁾ y mortalidad.^(8,9) Controlar la obesidad y el sobrepeso en la población es primordial para la sanidad pública.⁽¹⁰⁾

La edad y las medidas antropométricas influyen en la fuerza prensil de la mano,⁽¹¹⁾ no obstante, existe poca claridad sobre esta relación porque no se han comparado diferentes rangos de edades en una misma población; el estudio que identificó esta asociación solo examinó individuos de 20 a 25 años.⁽¹¹⁾ Por consiguiente, el objetivo de este estudio fue relacionar el porcentaje de grasa corporal y la fuerza prensil de la mano en sujetos aparentemente sanos por edades y sexos.

Métodos

Esta investigación constituye un estudio secundario del proyecto “Los beneficios de la actividad física, como factor fundamental del buen estado físico y salud de las personas que asisten los domingos a la ciclovía del malecón de la ciudad de Cúcuta”.

Se realizó un estudio descriptivo de tipo correlacional, con enfoque cuantitativo y una muestra no probabilística. Participaron 162 hombres y 228 mujeres, categorizados por género y edad. Todos debían cumplir con los siguientes criterios: participación voluntaria, el consentimiento informado para mayores de

18 años, y para los menores, la diligencia del asentimiento informado por parte del participante y el representante legal, no presentar ninguna lesión o patología osteomuscular, metabólica, cardiorrespiratoria ni consumir medicamentos que alteraran el resultado de las pruebas.

Las molestias durante la dinamometría manual, la deformidad de la mano, o cualquier condición edematosa, vascular o inflamatoria de la extremidad se consideraron criterios de exclusión. A cada participante se le informó sobre los tipos de pruebas, el propósito del estudio y el alcance de los resultados.

Los datos se recolectaron los domingos, entre 7:00 y 9:00 a.m., durante julio y noviembre de 2016, en la ciudad de San José de Cúcuta (Colombia). Para medir la masa corporal y la talla se debía usar ropa ligera y sin calzado. Se describieron las pruebas de bioimpedancia eléctrica y fuerza prensil de la mano para obtener mayor precisión.

Se utilizaron la báscula TANITA BC-730 con precisión de 100 g y el tallímetro de pared Seca 206 con 1 mm de exactitud. Igualmente, se empleó el dinamómetro digital Camry, fabricante: GENERAL ASDE S. A., España, para calcular la fuerza prensil (agarre de hasta 200 lb/90 kg, división de 0,2 lb/100 g); y el monitor Omron® Modelo HBF-306 determinó el porcentaje de grasa corporal por medio de impedancia bioeléctrica. Este tiene un valor de diferencia mínimo comparable a la evaluación de pliegues cutáneos.⁽¹²⁾ Los equipos se calibraron periódicamente para evitar sesgos en la investigación.

La bioimpedancia eléctrica se utilizó porque no resulta invasiva y se puede aplicar fácilmente en estudios poblacionales.⁽¹³⁾ Se tuvieron en cuenta las recomendaciones del Grupo Español de Cineantropometría:⁽¹⁴⁾

- No comer ni beber líquidos en las 4 h previas al test de bioimpedancia.
- No hacer ejercicio extenuante 12 h antes de la valoración.
- Orinar 30 min antes del test.
- No consumir bebidas alcohólicas 48 h antes de la valoración.
- No ingerir diuréticos 7 días antes.
- No realizar la bioimpedancia en fase lútea (retención de líquidos).

- Retirar los elementos metálicos del cuerpo (relojes, anillos, pulseras, pendientes, piercings) y no aplicar el test sobre una camilla metálica.

Para valorar la fuerza prensil, el participante se ubicó de pie y totalmente erguido, no podía levantar la mano o ejecutar algún movimiento compensatorio que alterara la posición inicial. El brazo debía estar extendido y paralelo al tronco. Se consideró un descanso de 3 min aproximadamente en ambas manos, se repitió la dinamometría y se escogió el valor más alto. El dinamómetro se ajustó de acuerdo con el tamaño de la mano del participante.

Para la tabulación y análisis de los resultados se utilizó el programa PSPP (Licencia libre), con un nivel de confianza del 95 % y un *p*-valor de 0,05; para ello se aplicó el coeficiente correlacional de *Spearman* entre la fuerza prensil de la mano y el porcentaje de grasa corporal en ambos sexos según la edad. Se aplicó la medida *Kaiser-Meyer-Olkin* para la adecuación del muestreo y la prueba de esfericidad de *Bartlett*. Teniendo en cuenta la escasez de trabajos sobre el tema, se aplicó un análisis factorial exploratorio.

Esta investigación consideró los principios establecidos en la Declaración de Helsinki,⁽¹⁵⁾ y los estándares éticos para investigaciones en ciencias del deporte y del ejercicio.⁽¹⁶⁾ Se avaló por el comité de ética de la Universidad de Pamplona, según consta en Acta No 002 del 16 de abril de 2018.

Resultados

Los valores medio y la desviación estándar se agruparon por sexo y rangos de edades para facilitar la interpretación de los resultados (tablas 1 y 2).

Tabla 1 - Características generales de los hombres

Grupos etarios	n	Edad (años)	Masa corporal (kg)	Talla (cm)	% Grasa
10-19	38	16,91 ± 3,20	65,01 ± 12,75	171,98 ± 9,76	16,18 ± 8,13
20-29	48	23,58 ± 2,34	71,45 ± 11,74	171,92 ± 7,20	14,74 ± 7,28
30-39	24	33,72 ± 2,84	79,91 ± 13,44	173,08 ± 7,94	18,52 ± 8,69
40-49	15	45,40 ± 3,11	78,55 ± 13,42	170,27 ± 4,82	24,43 ± 7,27
50-59	25	54,50 ± 3,32	75,33 ± 15,50	167,14 ± 6,58	26,84 ± 6,13

60-69	12	63,44 ± 3,01	73,88 ± 15,55	167,25 ± 6,24	26,06 ± 6,38
Total	162	34,40 ± 16,68	72,73 ± 13,91	170,79 ± 7,80	19,25 ± 8,77

Tabla 2 - Características generales de las mujeres

Grupos etarios	n	Edad	Masa corporal (kg)	Talla (cm)	% Grasa
10-19	82	15,66 ± 1,97	52,53 ± 8,66	162,21 ± 7,83	22,87 ± 5,28
20-29	64	23,87 ± 2,69	58,84 ± 9,13	161,08 ± 5,78	22,48 ± 5,85
30-39	19	33,30 ± 3,14	60,72 ± 11,46	159,96 ± 6,72	25,41 ± 7,25
40-49	29	45,12 ± 3,00	64,89 ± 7,91	157,08 ± 4,64	32,36 ± 5,15
50-59	24	53,48 ± 3,08	66,29 ± 9,63	158,63 ± 8,50	31,78 ± 5,78
60-69	10	62,67 ± 1,97	64,53 ± 6,20	158,83 ± 5,52	35,57 ± 3,45
Total	228	30,38 ± 15,86	58,78 ± 10,42	160,48 ± 6,96	25,81 ± 7,22

A continuación se muestran los valores medio y la desviación estándar de la fuerza prensil de la mano, según los rangos de edades y género. Se discriminaron por la mano dominante y mano no dominante (tablas 3 y 4).

Tabla 3 - Fuerza prensil de la mano en hombres

Grupos etarios	n	Mano dominante (kg)	Mano no dominante (kg)
10-19	38	35,11 ± 10,09	33,54 ± 9,65
20-29	48	40,34 ± 7,39	39,63 ± 7,24
30-39	24	39,42 ± 12,54	39,26 ± 12,11
40-49	15	38,05 ± 8,61	35,57 ± 9,46
50-59	25	32,57 ± 8,32	31,96 ± 9,06
60-69	12	30,61 ± 7,35	27,60 ± 6,02
Total	162	36,71 ± 9,61	35,71 ± 9,74

Tabla 4 - Fuerza prensil de la mano en mujeres

Décadas	n	Mano Dominante (kg)	Mano no Dominante (kg)
10-19	82	23,01 ± 5,09	22,44 ± 5,07
20-29	64	26,38 ± 7,62	25,06 ± 6,28
30-39	19	27,87 ± 6,25	24,46 ± 6,47
40-49	29	24,26 ± 5,44	23,55 ± 4,42
50-59	24	20,76 ± 5,64	20,90 ± 5,92

60-69	10	22,20 ± 8,65	21,02 ± 5,36
Total	228	24,37 ± 6,87	23,33 ± 5,91

Existió una negativa entre el porcentaje de grasa corporal y la fuerza prensil de la mano dominante (FPD), no dominante (FPND) y media (FPM) en la mayoría de los grupos etarios masculinos. No obstante, el grupo entre los 10 y 19 años estableció una relación muy significativa, al igual que el grupo de 40 a 49 ($p < 0,01$). La fuerza prensil de la mano dominante, de la no dominante y de la media resultaron relevantes entre los 50 y 59 años (tabla 5).

Tabla 5 - Relación de variables en hombres

Edades			% G
10-19 años	FPD	Coef. Spearman	-0,46**
	FPND	Coef. Spearman	-0,44**
	FPM	Coef. Spearman	-0,45**
20-29 años	FPD	Coef. Spearman	-0,11
	FPND	Coef. Spearman	-0,02
	FPM	Coef. Spearman	-0,06
30-39 años	FPD	Coef. Spearman	0,02
	FPND	Coef. Spearman	-0,26
	FPM	Coef. Spearman	-0,17
40-49 años	FPD	Coef. Spearman	-0,52*
	FPND	Coef. Spearman	-0,56*
	FPM	Coef. Spearman	-0,53*
50-59 años	FPD	Coef. Spearman	-0,61**
	FPND	Coef. Spearman	-0,46**
	FPM	Coef. Spearman	-0,51**
60-69 años	FPD	Coef. Spearman	-0,11
	FPND	Coef. Spearman	-0,04
	FPM	Coef. Spearman	-0,27

Leyenda: * Correlación significativa ($p < 0,05$); ** Correlación significativa ($p < 0,01$).

En las mujeres no se estableció una relación negativa ni significativa en ninguno de los grupos etarios ($p > 0,05$) (tabla 6), por lo que el porcentaje de grasa corporal no se considera un predictor determinante de la fuerza prensil de la mano en el sexo femenino.

Tabla 6 - Relación de variables en mujeres

Edades			%G
10-19 años	FPD	Coef. Spearman	0,08
	FPND	Coef. Spearman	-0,05
	FPM	Coef. Spearman	0,07
20-29 años	FPD	Coef. Spearman	-0,14
	FPND	Coef. Spearman	-0,09
	FPM	Coef. Spearman	-0,12
30-39 años	FPD	Coef. Spearman	0,20
	FPND	Coef. Spearman	0,42*
	FPM	Coef. Spearman	0,35
40-49 años	FPD	Coef. Spearman	-0,14
	FPND	Coef. Spearman	-0,21
	FPM	Coef. Spearman	-0,20
50-59 años	FPD	Coef. Spearman	-0,25
	FPND	Coef. Spearman	-0,13
	FPM	Coef. Spearman	-0,29
60-69 años	FPD	Coef. Spearman	0,44
	FPND	Coef. Spearman	0,44
	FPM	Coef. Spearman	0,40

Leyenda: * Correlación significativa ($p < 0,05$); ** Correlación significativa ($p < 0,01$).

El análisis factorial realizado con la medida *Kaiser-Meyer-Olkin* indicó 0,80, que sugiere un valor aceptable respecto a la adecuación del muestreo. Asimismo, la prueba de esfericidad de *Bartlett* presentó un Chi-cuadrado de 1335,15 con una significación $p < 0,01$ y con ello se rechazó la hipótesis nula de la investigación.

La matriz sugirió dos factores: fuerza muscular asociada al sexo (FPD = 0,91; FPND = 0,92; FPM = 0,90; Sexo = -0,83) y fuerza muscular vinculada con el porcentaje de grasa corporal según el grupo etario (% G = 0,68; GE = 0,97) (tabla 7).

Tabla 7 - Análisis factorial

	Componente 1	Componente 2
Fuerza de la mano dominante	0,91	
Fuerza de la mano no dominante	0,92	
Fuerza media de la mano	0,90	

Porcentaje de grasa corporal		0,68
Sexo	-0,83	
Grupo de edad		0,97

Discusión

El principal aporte de este estudio resulta la trascendencia negativa y no significativa en las mujeres de los diferentes grupos etarios; en los hombres se estableció una relación negativa e importante en las edades de 10 a 19, 40 a 49 y 50 a 59 años.

Una mayor fuerza de agarre relativa se asocia con menos triglicéridos en participantes masculinos y femeninos ($p < 0,05$); del mismo modo, la fuerza prensil se desarrolla con el aumento del peso.⁽¹⁷⁾ En esta línea, *Lad* y otros⁽¹⁸⁾ concluyeron que en adultos jóvenes, al clasificarlos según sexo por bajo peso, peso normal y sobrepeso, la grasa corporal se relaciona con la fuerza prensil en hombres de bajo peso ($r = 0,33$; $p < 0,05$), y tiene una influencia positiva en mujeres con normopeso ($r = 0,45$; $p < 0,01$) y sobrepeso ($r = 0,35$; $p < 0,05$).

La fuerza muscular se vincula con la composición, y los perfiles de lípidos en hombres y mujeres,⁽¹⁹⁾ debido a que el porcentaje de grasa corporal ($\beta = -0,159$; $p < 0,001$) o grasa visceral ($\beta = -0,204$; $p < 0,001$) se relaciona negativamente en estudiantes universitarios.⁽⁸⁾ En adultos sanos (18-35 años) se establece una asociación baja entre el porcentaje de grasa y la fuerza prensil de la mano ($r = -0,03$ a $0,04$; $p > 0,05$).⁽²⁰⁾ En adultos mayores el índice de masa corporal (IMC) ($r = -0,10$) y el índice cintura-cadera ($r = -0,18$) se relaciona con la fuerza prensil a partir de una relación negativa y no significativa ($p > 0,05$).⁽²¹⁾

Esta investigación se encuentra limitada por la insuficiencia de estudios similares, que relacionen variables antropométricas y la fuerza prensil de la mano en diferentes cohortes etarias; sin embargo, estudios previos demuestran que la edad se asocia negativamente con la fuerza prensil.^(22,23) Un estudio en adultos brasileños, entre 18 y 71 años, señala que los atributos personales simples (sexo, altura y la masa corporal) pueden predecir los valores esperados de fuerza prensil.⁽²⁴⁾

Esta relación entre el porcentaje de grasa corporal y la fuerza prensil se justifica con la disminución de la fuerza musculoesquelética mientras avanza la edad;⁽²²⁾ en el caso de adultos inactivos se pierde del 3 al 8 % de la masa muscular por década y aumenta la grasa.⁽²⁵⁾

No obstante, cuando se compara la fuerza prensil de la mano, según el estado nutricional basado por IMC, en los hombres no existen diferencias significativas; pero en las mujeres con bajo peso y peso normal, la fuerza resulta más baja en comparación con otras con sobrepeso y obesidad.⁽²³⁾ Esto se debe a que una mayor masa corporal total, reflejada por el IMC, se relaciona con una mayor fuerza prensil; en cambio, el incremento del perímetro de cintura como indicador de la obesidad central presentó una influencia negativa.⁽²⁶⁾ Por tanto, los altos niveles de fuerza muscular inciden en un menor riesgo de mortalidad en la población adulta,⁽⁸⁾ por lo que resulta crucial aplicar parámetros antropométricos más objetivos que el IMC para evitar los sesgos de dicha asociación en poblaciones sanas y clínicas.

Se sugiere para futuros estudios establecer relaciones en poblaciones diferentes y categorizarlas por sexos y edades para profundizar en la asociación de la fuerza prensil con otros marcadores de riesgo cardiovascular en la práctica clínica.

El porcentaje de grasa corporal se asocia negativamente con la fuerza prensil de la mano en sujetos aparentemente sanos de la ciudad de Cúcuta; pero solo en hombres de 10 a 19 años, 40 a 49 años y 50 a 59 años se presentó significación ($p < 0,05$).

Referencias bibliográficas

1. Unión Médica. Lanza acuerdo colombiano para la prevención del infarto. 2017 [acceso 24/03/2020]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/salud/prevencion-de-enfermedades-cardiovasculares-en-colombia-153428>
2. Manzur F. La sociedad Colombiana de cardiología y cirugía cardiovascular en el ámbito continental: una realidad. Rev Col Cardiol. 2011;18(1):1-3. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016%2FS0120-5633\(11\)70159-0](http://dx.doi.org/10.1016%2FS0120-5633(11)70159-0)
3. Ministerio de Salud Colombia. Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN). 2015 [acceso 24/03/2020]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/epidemiologia/Paginas/encuesta-nacional-de-situacion-nutricional-ensin.aspx>
4. Musalek C, Kirchengast S. Grip strength as an indicator of health-related quality of life in old age-a pilot study. Int J Environ Res Public Health. 2017;14(12):1447. DOI: <https://doi.org/10.3390%2Fijerph14121447>

5. Bustos BJ, Acevedo AA, Lozano RE. Valores de fuerza prensil de mano en sujetos aparentemente sanos de la ciudad de Cúcuta, Colombia. MedUNAB. 2019;21(3):363-77. DOI: <https://doi.org/10.29375/01237047.2791>
6. Li D, Guo G, Xia L, Yang X, Zhang B, Liu F, *et al.* Relative handgrip strength is inversely associated with metabolic profile and metabolic disease in the general population in China. Front Physiol. 2018;9:59. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00059>
7. Ramírez R, Meneses F, González K, Correa JE. Fitness muscular y riesgo cardio-metabólico en adultos jóvenes colombianos. Nutr Hosps. 2014;30(4):769-75. DOI: <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.30.4.7684>
8. García A, Cavero I, Ramírez R, Ruiz JR, Ortega FB, Lee DC, *et al.* 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. Arch Phys Med Rehabil. 2018;99(10):2100-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.008>
9. McGrath RP, Kraemer, WJ, Snih SA, Peterson MD. Handgrip strength and health in aging adults. Sports Med. 2018;48(9):1993-2000. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0952-y>
10. Caspersen CJ, Nixon PA, Durant RH. Physical activity epidemiology applied to children and adolescent. Exerc Sport Sci Rev. 1998 [acceso 24/03/2020];26:341-403. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9696995>
11. Chandrasekaran B, Ghosh A, Prasad C, Krishnan K, Chandrasharma B. Age and anthropometric traits predict handgrip strength in healthy normals. J Hand Microsurg. 2010;2(2):58-61. DOI: <https://doi.org/10.1007%2Fs12593-010-0015-6>
12. Loenneke JP, Barnes JT, Wilson JM, Lowery RP, Isaacs MN, Pujol TJ. Reliability of field methods for estimating body fat. Clin Physiol Funct Imag Barc. 2013;33(5):405-8. DOI: <https://doi.org/10.1111/cpf.12045>
13. Alvero JR, Correias L, Ronconi M, Fernández R, Porta I, Manzanido J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. Rev Andal Med Deporte. 2011 [acceso 24/03/2020];4(4):167-74. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-la-bioimpedancia-electrica-como-metodo-X1888754611937896>
14. Alvero JR, Cabañas D, Herrero A, Martínez L, Moreno C, Porta J, *et al.* Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de

cineantropometría (GREC) de la federación española de medicina del deporte (FEMEDE). Versión 2010. Arch Med Dep. 2010 [acceso 24/03/2020];27(139):330-44. Disponible en:

http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Documento_de_consenso_330_139.pdf

15. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 2013 [acceso 24/03/2020]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>

16. Harriss DJ, Atkinson G. Ethical standards in sport and exercise science research: 2014 update. Int J Sports Med. 2013;34(12):1025-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1358756>

17. Lawman HG, Troiano RP, Perna FM, Wang C.-Y, Fryar CD, Ogden CL. Associations of relative handgrip strength and cardiovascular disease biomarkers in U.S. Adults, 2011-2012. AJPM. 2016;50(6):677-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.10.022>

18. Lad UP, Satyanarayana P, Shisode-Lad S, Siri ChC, Kumari NR. A study on the correlation between the body mass index (BMI), the body fat percentage, the handgrip strength and the handgrip endurance in underweight, normal weight and overweight adolescents. J Clin Diagn Res. 2013;7(1):51-4. DOI: <https://doi.org/10.7860/jcdr/2012/5026.2668>

19. Pasdar Y, Darbandi M, Mirtaher E, Rezaeian S, Najafi F, Hamzeh B. Associations between muscle strength with different measures of obesity and lipid profiles in men and women: results from RaNCD cohort study. Clin Nutr Res. 2019;8(2):148-58. DOI: <https://dx.doi.org/10.7762/cnr.2019.8.2.148>

20. Ingrová P, Králík M, Bártová V. Relationships between the hand grip strength and body Composition in czech and slovak students. Slov Antropol. 2017 [acceso 24/03/2020];20(1):30-43. Disponible en:

<https://www.semanticscholar.org/paper/Relationships-Between-the-Hand-Grip-Strength-and-in-Ingrov%C3%A1-Kr%C3%A1l%C3%ADk/6c5d2f88cfbe167bdebee7451cf5727c514f2959>

21. Hutahun F, Ryoto, V. Associations between muscle grip strength with age, body mass index, waist-to-hip ratio, level of independent, physical activity level and macronutrient intake in elderly women. Pak J Nutr. 2014;13(7):409-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/pjn.2014.409.414>

22. Alahmari KA, Silvian SP, Reddy RS, Kakaraparthi VN, Ahmad I, Alam MM. Hand grip strength determination for healthy males in Saudi Arabia: A study of the relationship with age, body mass index, hand length and forearm circumference using a hand-held dynamometer. *J Int Med Res.* 2017;45(2):540-8. DOI: <https://doi.org/10.1177/0300060516688976>
23. Moy F-M, Darus A, Hairi NN. Predictors of Handgrip Strength Among Adults of a Rural Community in Malaysia. *As Pac J Public Health.* 2013;27(2):176-84. DOI: <https://doi.org/10.1177/1010539513510555>
24. Santos R, Lopes AJ, Silveira SL, de Lemos TR, de Sá A, Silva F. Hand grip strength in healthy young and older brazilian adults: development of a linear prediction model using simple anthropometric variables. *Kinesiol.* 2017;49(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.26582/k.49.2.5>
25. Westcott WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep.* 2012;11(4):209-16. DOI: <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31825dabb8>
26. Keevil VL, Luben R, Dalzell N, Hayat S, Sayer A, Khaw KT, *et al.* Cross-sectional associations between different measures of obesity and muscle strength in men and women in a British cohort study. *J Nutr Health Aging.* 2015;19(1):3-11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12603-014-0492-6>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Rafael Enrique Lozano Zapata.

Curación de datos: Brian Johan Bustos-Viviescas.

Análisis formal: Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Rafael Enrique Lozano Zapata.

Adquisición de fondos: Rafael Enrique Lozano Zapata.

Investigación: Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Rafael Enrique Lozano Zapata.

Metodología: Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Rafael Enrique Lozano Zapata.

Administración del proyecto: Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Rafael Enrique Lozano Zapata.

Recursos: Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Rafael Enrique Lozano Zapata.

Software: Brian Johan Bustos-Viviescas.

Supervisión: Brian Johan Bustos-Viviescas.

Validación: Brian Johan Bustos-Viviescas.

Visualización: Brian Johan Bustos-Viviescas.

Redacción-borrador original: Brian Johan Bustos-Viviescas.

Redacción-revisión y edición: Andrés Alonso Acevedo-Mindiola y Rafael Enrique Lozano Zapata.