



Revista Latinoamericana de Hipertensión
ISSN: 1856-4550
latinoamericanadehipertension@gmail.com
Sociedad Latinoamericana de Hipertensión
Venezuela

Efectos de un programa de intervención funcional sobre la fuerza en ancianos sarcopénicos (Colombia)

Vidarte Claros, José Armando; Castiblanco Arroyave, Héctor David; Gonzalez Correa, Clara Helena; Marulanda Mejía, Felipe

Efectos de un programa de intervención funcional sobre la fuerza en ancianos sarcopénicos (Colombia)

Revista Latinoamericana de Hipertensión, vol. 13, núm. 3, 2018

Sociedad Latinoamericana de Hipertensión, Venezuela

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=170263335023>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Efectos de un programa de intervención funcional sobre la fuerza en ancianos sarcopénicos (Colombia)

Effects of a functional intervention program on strength in sarcopenic elderly (Colombia)

José Armando Vidarte Claros
Colombia. Universidad Autónoma de Manizales.,
Colombia
jovida@autonoma.edu.co

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=170263335023>

Héctor David Castiblanco Arroyave
Universidad Autónoma de Manizales., Colombia
hcastiblanco@autonoma.edu.co

Clara Helena Gonzalez Correa
Universidad de Caldas. Manizales, Colombia
clara.gonzalez@ucaldas.edu.co

Felipe Marulanda Mejía
Universidad de Caldas. Manizales, Colombia
fmarulandamejia952@gmail.com

RESUMEN:

Objetivo: determinar el efecto de un programa de intervención funcional sobre la fuerza muscular en ancianos sarcopénicos de Manizales (Colombia).

Método: Estudio analítico de intervención cuasiexperimental, con cegamiento de los evaluadores en el antes y después, de 28 ancianos diagnosticados con sarcopenia que usó los criterios del grupo europeo de trabajo sobre la sarcopenia en ancianos (EWGSOP). Para diagnosticar la sarcopenia fue utilizada la técnica DEXA. La intervención funcional consistió en un entrenamiento muscular con incremento progresivo de ejercicios de fuerza en 3 sesiones a la semana durante 12 semanas, evaluándose la fuerza a través de dinamometría y el test de fuerza máxima modificado para el bíceps y para el cuádriceps, teniendo en cuenta las características específicas de los ancianos y con base en lo establecido en la literatura científica.

Resultados: Al comparar las variables de fuerza antes y después de la intervención, tanto en hombres como en mujeres, se hallaron cambios estadísticamente significativos en el número de repeticiones de fuerza del bíceps (p:0,00), número de repeticiones de fuerza de cuádriceps (p:0,00), repetición máxima de bíceps (p:0,00), y repetición máxima de cuádriceps (p:0,00).

Conclusión: La fuerza muscular de los ancianos sarcopénicos después de realizar la intervención funcional, mostró cambios favorables para ambos sexos, confirmando hallazgos previos de la literatura médica en tal sentido, lo que podría representar una disminución del riesgo de discapacidad y caídas.

PALABRAS CLAVE: Sarcopenia, anciano, ejercicio, fuerza muscular.

ABSTRACT:

Objective: to determine the effect of a functional intervention program on muscle strength in sarcopenic elderly in Manizales (Colombia).

Method: Analytical study of quasiexperimental intervention, with blinding of the evaluators before and after, of 28 elderly diagnosed with sarcopenia who used the criteria of the European working group on sarcopenia in the elderly (EWGSOP). To diagnose sarcopenia, the DEXA technique was used. The functional intervention consisted of a muscular training with progressive increase of strength exercises in 3 sessions a week for 12 weeks, evaluating the strength through dynamometry and the modified

NOTAS DE AUTOR

jovida@autonoma.edu.co

maximum force test for the biceps and for the quadriceps, taking into account the specific characteristics of the elderly and based on what is established in the scientific literature.

Results: When comparing the force variables before and after the intervention, in both men and women, statistically significant changes were found in the number of repetitions of biceps strength ($p:0.00$), number of strength repetitions of quadriceps ($p:0.00$), maximum repetition of biceps ($p:0.00$), and maximum repetition of quadriceps ($p:0.00$).

Conclusion: The muscular strength of the sarcopenic elderly after performing the functional intervention, showed favorable changes for both sexes, confirming previous findings of the medical literature in this sense, which could represent a decrease in the risk of disability and falls.

KEYWORDS: Sarcopenia, elderly, exercise, muscle strength.

INTRODUCCIÓN

La sarcopenia en el adulto mayor se define como la disminución de la masa muscular esquelética asociada a disminución de la función muscular, esta última estimada a través de la fuerza muscular y el rendimiento físico^{1,2}. Su importancia e interés derivan de su asociación con la pérdida funcional y la discapacidad, y en consecuencia con una mala calidad de vida y una mayor mortalidad. Se ha estimado que los ancianos sarcopénicos tienen entre 2 y 5 veces más riesgo de discapacidad que aquellos no sarcopénicos³. La sarcopenia se asocia también con menor fuerza muscular y resistencia. El ejercicio durante todas las etapas de la vida ha mostrado beneficios para la salud y prueba de ello es que diversos estudios han comprobado que en pacientes geriátricos el ejercicio físico y sobre todo el ejercicio de fuerza contrarresta la pérdida muscular relacionada con el envejecimiento⁴.

En la edad adulta la mejoría de la fuerza - resistencia se produce fundamentalmente por procesos de hipertrofia muscular; aunque los cambios en las coordinaciones intramuscular e intermuscular también permiten mantener un nivel adecuado de fuerza. Adicionalmente, el ejercicio contribuye a desarrollar la fuerza y masa muscular de grupos musculares esenciales para la postura y para una correcta ejecución de la marcha y de las actividades de la vida diaria⁵. También se ha demostrado que la práctica de ejercicio físico regular es una de las principales estrategias no farmacológicas para envejecer de forma más saludable y contrarrestar la pérdida degenerativa de masa muscular y fuerza causada por la sarcopenia⁶.

Es así como el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de un programa de intervención funcional sobre la fuerza muscular en ancianos sarcopénicos de la ciudad de Manizales (Colombia), en aras de contrarrestar los efectos y las consecuencias de la sarcopenia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Estudio analítico de intervención cuasi-experimental

Población de estudio

El estudio se realizó con 28 personas diagnosticadas con sarcopenia. Los criterios de inclusión fueron: Edad entre los 60 y 85 años, diagnóstico de sarcopenia o sarcopenia severa usando los criterios del EWGSOP confirmado con la técnica DEXA y aceptación de participación en el estudio mediante consentimiento informado. Los criterios de exclusión fueron: índice de masa corporal (IMC) menor de 18, discapacidad para la marcha, enfermedad intercurrente o descompensación de enfermedades crónicas (enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia cardíaca, diabetes mellitus, insuficiencia renal crónica), demencia, síndrome de inmovilidad, osteosíntesis metálica y edemas de miembros inferiores o anasarca.

El diagnóstico de sarcopenia se obtuvo mediante la medición de las tres variables incluidas en la definición de la EWGSOP: masa muscular esquelética, fuerza y el desempeño físico.

La masa muscular fue evaluada por absorciometría dual de rayos X (DEXA) y el resultado de cada individuo fue interpretado de forma independiente por un médico radiólogo y uno de los médicos investigadores del estudio de acuerdo a los lineamientos del EWGSOP, cualquier disparidad se resolvió mediante acuerdo.

La fuerza máxima de los adultos mayores tanto para los músculos del cuádriceps y el bíceps se determinó a través del test de repetición Máxima, test que consistió en establecer la máxima intensidad de trabajo, expresada en kilos. Teniendo en cuenta la condición y edad de los participantes se desarrolló el test de repetición máxima modificado⁸ en el cual se cuenta el número de repeticiones realizadas con un peso moderado ($1RM = kg \cdot rep^{0,03} + kg$)⁹. Adicionalmente la fuerza de agarre de la mano dominante se midió siguiendo las directrices de la American Society of Hand Therapists y utilizando un dinamómetro digital manual Baseline® 300 libras. Los sujetos sentados y con el codo del brazo dominante flexionado en un ángulo de 90 grados, la muñeca en una posición neutra y el dispositivo en la posición II, realizando 3 mediciones con un intervalo de 30 segundos cada una. Se utilizó el valor máximo en los cálculos posteriores. Para los sujetos con dominancia izquierda, se utilizaron los valores respectivos. Según el consenso ésta es una medida de la fuerza física¹⁰.

La intervención funcional diseñada a partir de la evidencia científica, se realizó con un entrenamiento muscular con ejercicios de fuerza-resistencia en los que progresivamente se incrementó la carga de trabajo. Los diferentes ejercicios fueron formulados previa revisión y juicio de expertos en actividad física y fisioterapia, y se adaptaron y modificaron según la evaluación inicial establecida y de acuerdo con la tolerancia de cada individuo¹¹⁻¹³.

En las semanas 1 y 2, se tenía como prioridad realizar ejercicios de fuerza para el bíceps del 35% y cuádriceps del 45% de la repetición máxima (1RM), buscando principalmente la ejecución correcta de los movimientos y gestos, no la movilización de grandes cargas. En la tercera y cuarta semana se aumentaron los pesos progresivamente al 40% bíceps y 50% cuádriceps. A partir de la quinta y hasta la octava semana se continuó aumentando el peso al 45% bíceps y 55% cuádriceps de 1RM y la prioridad fue la realización de ejercicios de fuerza buscando la movilización de mayores cargas.

A partir de la novena y hasta la doceava semana se aumentó el porcentaje del peso al 50% bíceps y 60% cuádriceps de 1RM, teniendo en cuenta la adaptación de los participantes y manteniendo como prioridad realizar ejercicios con movilizaciones de grandes cargas con una disminución en el número de repeticiones.

Cabe destacar que en el programa se aplicaron las cargas teniendo en cuenta las características propias de los adultos mayores, sin embargo, quienes presentaban un proceso de adaptación a la fuerza con mayor velocidad, tenían un aumento de la carga progresiva y directamente proporcional a la velocidad de adaptación de la fuerza.

El programa se realizó en el gimnasio de la Universidad Autónoma de Manizales (UAM) con una prescripción de 3 sesiones semanales con una hora de duración durante un periodo de 12 semanas. Para la adherencia se brindó un subsidio de transporte ida y regreso. Se llevó el registro de asistencias de cada uno de los participantes mostrando que solo 2 de ellos no cumplieron con la totalidad de las sesiones (32 sesiones).

Plan de Análisis

La sistematización de la información se realizó en el programa IBM SPSS versión 19. Se realizó un análisis univariado donde los resultados se presentan a partir de frecuencias absolutas y relativas. Posteriormente se realizó la prueba de normalidad de las variables del estudio, utilizando para ello la prueba de Shapiro Wilk, donde se encontró que las variables dinamometría y repeticiones bíceps mostraron normalidad, al contrario de fuerza máxima de bíceps, fuerza máxima de cuádriceps y repeticiones cuádriceps quienes no presentan una distribución normal. Luego se realizó un análisis bivariado de comparación de medias mediante el estadístico t student para muestras relacionadas con las variables dinamometría y repeticiones bíceps que presentaron normalidad, y la prueba de Wilcoxon para las variables que no presentaron normalidad, asumiendo una significancia o p valor de 0,05.

De los 28 participantes, 18 eran mujeres y 10 eran hombres. La edad promedio de las mujeres fue de $72,7 \pm 5,9$ años y de los hombres de $74,2 \pm 3,1$ años. El comportamiento de las variables sociodemográficas mostró una mayor proporción de casados (mujeres 38,9%; hombres 70%), siendo las mujeres amas de casa (88,9%) y los hombres pensionados (70%), en su mayoría del régimen de salud subsidiado (mujeres 72,2%; hombres 50%). Las mujeres tenían preponderantemente primaria incompleta (38,9%) y completa (33,3%) y los hombres primaria incompleta (70%). Las mujeres presentan en su mayoría (94,4%) redes de apoyo al contrario de los hombres (10%) y pertenecían a los estratos 2 y 31 (mujeres 77,8%; hombres 80%). Las mujeres mencionaron que no realizaban actividad física, y solo un hombre la hacía. La mayoría de participantes no fuman (mujeres 94%; hombres 90%).

De igual forma la autopercepción de salud es buena en mayor proporción para mujeres (94,4%) y hombres (90%) y ninguno tiene autopercepción de debilidad.

Al comparar la fuerza antes y después de las intervenciones, tanto hombres como mujeres, mostraron cambios significativos en las variables de repeticiones de fuerza del bíceps. Los cambios en la dinamometría de la mano dominante mostraron una tendencia hacia la mejoraría, pero no alcanzaron significancia estadística.

Al comparar la fuerza, se observan cambios estadística- mente significativos para ambos sexos en las pruebas de fuerza máxima de bíceps, fuerza máxima de cuádriceps y repeticiones de cuádriceps. Este aumento porcentualmente fue del 25%, lo que pone en evidencia lo establecido en diferentes estudios sobre los efectos del programa de intervención acorde con el tiempo del mismo.

1 En el caso de Colombia se habla de estrato socioeconómico de 1 a 6 denominados así: 1. Bajo-bajo; 2. Bajo; 3. Medio-bajo; 4. Medio; 5. Medio-alto;

6. Alto. Los estratos 1, 2 y 3 corresponden a estratos bajos que albergan a los usuarios con menores recursos.

TABLA 1.
Comparativos de las variables de fuerza máxima antes y después de la intervención, según el sexo (prueba t Student muestras relacionadas).

Sexo	Variables	Media	Desviación estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior		
Femenino	Dinamometría Antes	19,83	3,29 3,58	-0,92	0,58	-0,47	0,64
	Después	20,00					
Femenino	Repeticiones Biceps Antes	15,33	3,58	-24,13a	-14,24	-8,19	*0,00
	Después	28,39					
Masculino	Dinamometría Antes	32,20	5,37 3,89	-2,95	0,55	-1,55	0,15
	Después	33,40					
Masculino	Repeticiones Biceps Antes	23,90	8,04 17,72	-52,32	-28,44	-7,65	*0,00
	Después	52,10					

Fuente: Elaboración propia. * < 0,05

TABLA 2.
Comparativos de la fuerza antes y después de la intervención, según el sexo (prueba Wilcoxon muestras relacionadas).

Tabla 2. Comparativos de la fuerza antes y después de la intervención, según el sexo (prueba Wilcoxon muestras relacionadas)								
Sexo Variable	Femenino				Masculino			
	Medias	D.E	Z	Sig	Medias	D.E	Z	Sig
Fuerza Máxima Biceps Antes después	9,20	3,95	-3,72a	*0,00	11,72	2,88	-2,80a	*0,00
	11,62	5,18			17,47	4,87		
Fuerza Máxima Cuádriceps Antes después	8,58	3,61	-3,72a	*0,00	13,24	5,67	-2,80a	*0,00
	11,61	4,50			17,35	7,03		
Repeticiones Cuádriceps Antes después	15,72	4,48	-3,73a	*0,00	25,80	17,84	-2,80a	*0,00
	33,94	15,40			43,80	21,24		

Fuente: Elaboración propia. *<0,05

DISCUSIÓN

El ejercicio físico de resistencia muscular es un estímulo más potente para incrementar la fuerza y masa muscular que el ejercicio de resistencia aeróbica, de tal manera que al trabajar con pesos o cargas se mantiene la masa muscular y la fuerza en mayor cuantía que otros tipos de ejercicios¹⁴. Estos ejercicios mejoran también otros aspectos como el equilibrio, la capacidad aeróbica, la flexibilidad, y las limitaciones funcionales, tales como la velocidad de marcha, la capacidad de levantarse de una silla o de subir escaleras, por lo que contribuyen a mantener la independencia funcional^{15,16}.

Al terminar el programa de ejercicio físico la dinamometría fue ligeramente más alta que al inicio sin que los resultados fueran significativos. La media en los hombres fue de $33,40 \pm 3,8$ kg/f y en mujeres de $20,0 \pm 3,5$ kg/f. Al ser comparadas con las cifras obtenidas en otra investigación¹³ realizada en adultos mayores sanos con edades entre los 65 y 84 años, reportaron medias para los hombres de $29,6 \pm 8,9$ kg/f, las mujeres de $15,9 \pm 7,7$ que evidencian que los valores en nuestros participantes estuvieron por encima de los reportados en dicho trabajo. Lo anterior permite también establecer como los efectos residuales del entrenamiento de potencia o fuerza parecen comparables y ambos pueden ser modos de ejercicio adecuados antes de un período de cesación de actividad para promover la independencia física.

Los niveles de fuerza, por sí solos, pueden predecir de forma independiente la capacidad funcional en la vejez¹⁷, por tanto, el entrenamiento de esta capacidad debe estar presente en la mayoría de los programas de ejercicio para mayores. Un ejemplo de ello es un estudio realizado a sujetos sedentarios de 60 a 72 años, en la musculatura flexora y extensora de la rodilla, tras un periodo de entrenamiento de 12 semanas, comprobó una mejora en la fuerza en un 15% acompañada de hipertrofia muscular, produciéndose un aumento de los tipos de fibras I y II¹⁴. Así mismo Frontera¹⁸ realizaron un entrenamiento de resistencia con mujeres mayores (n=14, rango de edad 68-79 años) midiendo el tamaño y la fuerza muscular de las fibras tipo I. A las 2 semanas no se apreciaron cambios en dichos parámetros; en cambio, a las 12 semanas aumentaron significativamente.

En este sentido Cruz asegura que el tiempo de tratamiento necesario para observar efectos positivos es de 10-12 semanas de entrenamiento¹⁹. Estudios donde realizan una revisión sistemática²⁰⁻²¹, muestra las diferentes características que deben presentar un programa de entrenamiento de fuerza progresivo, observando entre otros autores como Carmeli realizó ejercicios de fuerza 3 veces por semana y un total de 12 semanas, mostrando aumento de la fuerza muscular.

Del mismo modo Charette presenta un programa con las mismas características del anterior y refleja de igual forma aumento de la fuerza muscular. Lexell y Roth trabajaron programas en los cuales se desarrollaban

sesiones 3 veces a la semana, pero la duración total de los mismos variaba con 11 semanas y 13 semanas respectivamente, observándose un aumento en la fuerza muscular en ambos casos. Al comparar la teoría y los estudios que mencionan las semanas óptimas de ejercicio, los resultados obtenidos muestran similitud, pues el periodo de tiempo de desarrollo del programa fue de 12 semanas, mostrando cambios significativos en la fuerza muscular.

En este sentido se asegura que el tiempo de entrenamiento necesario para observar efectos positivos es de 10-12 semanas²². Teniendo en cuenta los estudios que mencionan las semanas óptimas de ejercicio, los resultados obtenidos son coherentes, ya que, tras un periodo de intervención de 12 semanas del programa, se logran cambios estadísticamente significativos y comparables en cuantía con otros estudios en la fuerza muscular de los cuádriceps y del bíceps de los adultos mayores.

Es importante mencionar que, para lograr el aumento de la fuerza muscular, algunos estudios recomiendan una frecuencia de dos²³ o tres días por semana²⁴, asemejándose a lo realizado en el presente estudio pues se decidió acoger 3 sesiones por semana, frecuencia con los mejores resultados²⁵.

Con respecto a la intensidad, debe ser progresiva, incrementándose a medida que la fuerza aumenta. Esta intensidad se prescribe generalmente en función del porcentaje de peso máximo que puede ser levantado una sola vez (1 RM: una repetición máxima). Así, el ejercicio de fuerza se clasifica en ejercicio de baja intensidad (<40% de 1 RM), moderada intensidad (40-60% de 1 RM) y alta intensidad (>60% de 1 RM). El objetivo es determinar el peso necesario para completar una serie de 8 a 15 repeticiones y que lleve al grupo muscular a la fatiga²⁶⁻²⁷. Teniendo en cuenta lo anterior la intervención funcional se asemeja a lo que mencionan los autores, ya que, se realizó bajo los porcentajes de fuerza máxima para cada uno de los ancianos, a través de la repetición máxima (1RM), realizando los incrementos necesarios para generar mayor intensidad a medida que se avanzaba en el proceso.

El estudio tiene imitaciones relacionadas con el número de pacientes. Aun así, las diferencias fueron claras y significativas en términos de la mejoría en la función muscular, lo que podría reflejarse en una disminución en caídas. Sin embargo, esto requiere seguimientos a más largo plazo de los pacientes, para saber que tanto persiste el efecto beneficioso y que sucede con una terapia de mantenimiento o con la suspensión de los ejercicios con posterioridad al estudio.

CONCLUSIONES

La fuerza muscular de los ancianos diagnosticados con sarcopenia después de realizar la intervención funcional, mostró cambios estadística (y clínicamente significativos) lo cual confirma que el entrenamiento muscular con ejercicios de fuerza progresiva, ayuda a mejorar los niveles de fuerza en el anciano y en consecuencia a reducir los riesgos de declinación funcional, discapacidad, caídas y mayor mortalidad siendo estas características propias de la sarcopenia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a los adultos mayores participantes en el estudio y a las Universidades Autónoma de Manizales y Caldas quienes financiaron su ejecución.

REFERENCIA

1. Jansen I. Influence of sarcopenia on the development of physical disability: the cardiovascular Health Study. *J Am Geriatr Soc.* 2006; 54:56-62.

2. Beas-Jiménez JD, López-Lluch G, Sánchez-Martínez I, Muro-Jiménez A, Rodríguez-Bies E, & Navas P. Sarcopenia: implications of physical exercise in its pathophysiology, prevention and treatment. *Rev Andal Med Deporte*. 2011; 4(4):158-166.
3. Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe D, Harris T. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *OsteoporosInt* 2010; 21:543–559.
4. Pillard F, Laoudj-Chenivesse D, Carnac G, Mercier J, Rami J, Rivière D, Rolland D. Physical Activity and Sarcopenia. *ClinGeriatr Med* 2011; 27:449–470.
5. Brill, PA.; Macera, CA.; Davis, DR.; Balir, SN. y Gordon, N. Muscular strength and physical function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000; 31(2), 412.
6. Liu CJ, Shiroy DM, Jones L, & Clark, DO. Systematic review of functional training on muscle strength, physical functioning, and activities of daily living in older adults. *European Review of Aging and Physical Activity*. 2014; 11(2), 95-106.
7. Cabrero-García J, Muñoz-Mendoza C, Cabanero-Martínez M, Gonzalez-LLopis L, Ramos-Pichardo J, Reig- Ferrer A. Valores de referencia de la Short physical performance battery para pacientes de 70 y más años en atención primaria de salud. *Rev. Atención Primaria*. 2012, 44(9):540-548.
8. Hutchins M, & Gearhart R. Accuracy of 1-RM Prediction Equations for the Bench Press and Biceps Curl. *JEPonline*. 2010; 13 (3): 32-39.
9. Ramos S. B., *Entrenamiento de la Condición Física*. Editorial Kinesis. 2001. ISBN: 978 - 958- 9401-51(4):29-34.
10. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*; 39(4):412-23.
11. Palop Montoro MV, Párraga Montilla JA, Lozano Aguilera E, & Arteaga Checa M. Intervención en la sarcopenia con entrenamiento de resistencia progresiva y suplementos nutricionales proteicos. *Nutr Hosp*. 2015; 31:1481-1490. ISSN 0212-1611. DOI:10.3305/nh.2015.31.4.8489.
12. Henwood T, Taaffe D. Detraining and retraining in older adults following long-term muscle power or muscle strength specific training. *J Gerontol A BiolSci Med Sci*. 2008; 63:751-8.
13. Ávila-Funes JA, García-Mayo EJ. Beneficios de la práctica del ejercicio en los ancianos. *GacMédMéx*. 2004; 140(4): 431-6.
14. Rondanelli M, Klersy C, Terracol G, Talluri J, Maugeri R, Guido D, et al. Whey protein, amino acids, and vitamin D supplementation with physical activity increases fat-free mass and strength, functionality, and quality of life and decreases inflammation in sarcopenic elderly. *American Society for Nutrition*. First published ahead of print February 10. 2016; Doi: 10.3945/ajcn.115.113357.
15. Arroyo P, Leraa L, Sánchez H, Bunout D, Santosb JL, Albala C. Indicadores antropométricos, composición corporal y limitaciones funcionales en ancianos. Unidad de Salud Pública y Nutrición, Laboratorio de Epidemiología Nutricional y Genética, Instituto de Nutrición y Tecnología en Alimentos, Universidad de Chile. 2006. Recibido el 16 de octubre.
16. Machado A, García-López D, González-Gallego J, Garatachea N. Wholebody vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*;2010; 20(2): 200-207.
17. Buchner DM, de Lateur BJ. The importance of skeletal muscle strength to physical function in older adults. *Ann Behav Med*. 1991; 13:1-8.
18. Frontera WR, Hughes VA, Krivickas LS, Kim SK, Foldvari M, Roubenoff R. Strength training in older women: Early and late changes in whole muscle and single cells. *Muscle Nerve* 2003, 28(5),601-8. doi: 10.1002/mus.10480.
19. Cruz-Jentoft A, Cuesta Triana F, Gómez-Cabrera, MC, López-Soto A, Masanés F, Matía Martín P, et al. La eclosión de la sarcopenia: Informe preliminar del Observatorio de la Sarcopenia de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología. *RevEspGeriatrGerontol* 2011;46(2):100- 10.20. Buchner DM, de Lateur BJ. The importance of skeletal muscle strength to physical function in older adults. *Ann Behav Med*. 1991;13:1-8.

20. Frontera W, Meredith C, O'Reilly K, Knuttgen H, Evans W. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988;64:1038-44.
21. Carmeli E, Reznick AZ, Coleman R, Carmeli V: Muscle strength and mass of lower extremities in relation to functional abilities in elderly adults. *Gerontology* 2000; 46:249-57.
22. Buchner DM, de Lateur BJ. The importance of skeletal muscle strength to physical function in older adults. *Ann Behav Med.* 1991;13:1-8.
23. Fiatarone M, Marks E, Ryan N, Meredith C, Lipsitz L, Evans W. High intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA.* 1990;263: 3029-34.
24. Hagerman FC, Walsh SJ, Staron RS, Hikida RS, Gilders RM, Murray TF, Toma K, Ragg KE. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular and metabolic responses. 2000; *J Gerontol A BiolSci Med Sci*; 55(7): B336-46. doi: 10.1093/gerona/55.7.B336.
25. Klitgaard H, Mannoni M, Schiaffino S, Ausino S, Gorza L, Laurent-Winter C, et al. Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiol Scand.* 1990; 140:41-54.
26. Feigenbaum MS, Pollock ML. Strength training: rationale for current guidelines for adult fitness programs. *Phys Sportsmed* 1997; 25(2):44- 63. doi: 10.3810/psm.1997.02.1137.
27. McDonagh MJ, Davies CT. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1984; 52(2):139