

Tratamiento integral de la sarcopenia senil

Integral treatment of senile sarcopenia

Betsabeth Paladines¹, Manuel Quizhpi¹, and Pablo Villota¹

¹ Facultad de Ciencias Medicas, Universidad de Cuenca, nelly.paladinesv@ucuenca.ec,
manuel.quizhpij@ucuenca.ec, pablo.villota@ucuenca.edu.ec

Recibido: 15-01-2016. Aceptado: 26-07-2016.

Resumen. El objetivo del presente artículo es hacer una revisión de la evidencia actual acerca de la sarcopenia con énfasis en su tratamiento. La sarcopenia es una condición que involucra disminución de la masa, fuerza y funcionalidad muscular. Compromete la calidad de vida de los adultos mayores hasta el punto de la discapacidad. El envejecimiento fisiológico predispone un estado catabólico consecuencia de la disminución de la síntesis proteica y mayor destrucción de las fibras musculares. El reporte del European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWSOP) propone el diagnóstico basado en la disminución de la masa muscular, fuerza y rendimiento físico. La mejor aproximación terapéutica integral comprende la combinación de un adecuado aporte nutricional y un programa de ejercicios. Las herramientas de manejo nutricional que poseen evidencia de su beneficio son una dieta hiperproteica, suplementación con aminoácidos de cadena ramificada y vitamina D. Actualmente se dispone de varios programas de ejercicios que garantizan una ganancia progresiva de masa muscular e incluso previenen estados sarcopénicos. No hay que restar importancia al ejercicio aeróbico, flexibilidad y equilibrio que conjuntamente mejoran la movilidad de las personas. Es necesario continuar con estudios bien estructurados en torno a un tratamiento nutricional y ejercicio combinados para concluir su beneficio en el manejo de la sarcopenia.

Palabras claves. actividad física, adulto mayor, ejercicio, nutrición, sarcopenia.

Abstract. The objective of this article is to review current evidence about sarcopenia with emphasis on its treatment. Sarcopenia is a condition that involves decrease in muscle mass, strength and function. It compromises the life quality of an elderly until disability. Physiological aging predisposes a catabolic state due to protein synthesis decrement and an increase in muscle fibers destruction. The Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWSOP) proposes diagnosis based on the decrement in muscle mass, strength and physical performance. The best overall therapeutic approach comprises the combination of an adequate nutritional intake and an exercise program. Nutritional management tools that have evidence of their benefit is a high protein diet, supplementation with branched-chain amino acids and vitamin D. Currently there are several exercise programs that ensure a progressive muscle gain and even prevent sarcopenic status. Not to downplay aerobic exercise, flexibility and balance that together improve the patients' mobility. It is necessary to continue with well-structured studies around nutritional treatment and exercise combined together to complete its benefits in the management of sarcopenia.

Keywords. elderly, exercise, nutrition, physical activity, sarcopenia.

Forma sugerida de citación: Betsabeth Paladines, Manuel Quizhpi, y Pablo Villota(2016), "Tratamiento integral de la sarcopenia senil" , Revista de la Facultad de Ciencias Químicas, N°. Ed. especial, Septiembre, pp.41-48, ISSN: 1390 - 1869.

1. Introducción

La sarcopenia representa un estado de deterioro de la salud que compromete la movilidad, aumenta el riesgo de sufrir caídas y fracturas, lo cual conlleva a discapacidad, pérdida de la independencia y un mayor riesgo de muerte [1]. El riesgo de discapacidad es de 1,5 a 4,6 veces mayor en adultos mayores con sarcopenia que en los mismos con masa muscular normal [2].

Fisiológicamente nuestro cuerpo incrementa la cantidad de grasa y desciende la masa magra. La pérdida de la masa muscular asociada con el envejecimiento puede deberse a cambios estructurales del aparato músculo esquelético, enfermedades crónicas, medicinas, atrofia por desuso y malnutrición [3]. El motivo de esta revisión nace a raíz de la falta de consenso científico que permitan a los médicos diagnosticar y brindar un tratamiento integral de la sarcopenia y su declive funcional asociado [2].

2. Metodología

La presente revisión se realizó en la base de datos Pubmed.gov con los términos de búsqueda *sarcopenia nutrition* y *sarcopenia exercise*, incluyéndose ensayos clínicos, meta-análisis, estudios multicéntricos, revisiones y revisiones sistémicas; realizadas en el periodo 2011 a 2015. Obteniéndose 12 ensayos clínicos, 59 revisiones, 2 meta-análisis, 6 estudios multicéntricos y 10 revisiones sistémicas referentes a *sarcopenia nutrition*. Además de 45 ensayos clínicos, 3 meta-análisis, 2 estudios multicéntricos, 121 revisiones y 14 revisiones sistémicas sobre *sarcopenia exercise*. Se desarrolla a continuación la revisión del tema.

3. Desarrollo

3.1 Definición

Sarcopenia (Sarx: carne y Penia: pérdida) es la pérdida de masa del músculo esquelético y la función muscular producida en la edad avanzada [1, 2]. La mayoría de las personas comienzan a perder pequeñas cantidades de masa muscular después de los 50 años, pero la pérdida de la fuerza aumenta exponencialmente con la edad [2].

3.2 Fisiopatología

La disminución de la síntesis proteica está causada por una baja de andrógenos, estrógenos y factores de crecimiento. Las miofibrillas disminuyen en cantidad y calidad por alteración de las células satélites. También se ha relacionado la disminución de los niveles de vitamina D con el desarrollo de sarcopenia [4–6]. La pérdida de unidades motoras por denervación, aumenta el trabajo a unidades motoras supervivientes. La grasa muscular induce la presencia de lípidos intramiocelulares, disminuyendo la capacidad oxidativa del músculo [4, 5]. La angiotensina 2 reduce el IGF-1 y promueve la resistencia a la insulina. El cortisol aumenta con la edad y posee una función catabólica. Niveles elevados de citoquinas pro-inflamatorias como TNF- α , la IL-6 y la IL-1 disminuyen la fuerza y favorece mayor grado de sarcopenia [4, 5]. Las especies reactivas de oxígeno generadas por la inactividad, y la disminución de la biogénesis mitocondrial, se asocia a una aceleración de la apoptosis de los miocitos que da lugar a pérdida selectiva de fibras musculares de tipo II [4–6].

3.3 Diagnóstico

El Diagnóstico se basa en la confirmación del criterio 1 más el criterio 2 ó 3 (Tabla 1) [1, 7].

Tabla 1. Criterios diagnósticos de la sarcopenia^a.

Criterio	Variable	Observación
1	Masa Muscular	Disminución de la masa muscular por debajo de 2 desviaciones estándar del valor de referencia promedio de la población.
2	Fuerza Muscular	Disminución de la fuerza muscular por debajo del valor de referencia promedio de la población.
3	Rendimiento físico	Descenso del rendimiento físico expresado por una velocidad de la marcha ≤ 0.8 m/s.

^a Modificado de Cruz-Jentoft, A.J. et al. Sarcopenia: EWGSOP. 2010.

3.4 Tratamiento Integral

El tratamiento integral propone mejorar la calidad de vida de la persona. Basándose en la combinación de una nutrición adecuada, el uso de suplementos alimenticios y un programa de ejercicio regular [5, 8, 9]. Existe alguna evidencia del beneficio que generan los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina [10]. Los tratamientos alternativos incluyen hormona del crecimiento, testosterona y estrógenos; sin embargo hasta el momento no se dispone de evidencia científica que indique su beneficio [11].

3.4.1 Nutricional

La Organización Mundial de la Salud y *Food and Agriculture Organization* recomiendan una ingesta proteica de 0.75gr/Kg/día. Sin embargo, los adultos mayores requieren una mayor cantidad de proteína para mantener un equilibrio debido a su tendencia catabólica por el envejecimiento fisiológico, además de las patologías crónicas prevalentes en los adultos mayores. Deben tener una ingesta media de proteínas de 1.2gr/kg/día [11, 12], Incluso se debe aumentar a 1.5 a 2gr/kg/día en situaciones de enfermedad aguda o crónica. Se contraindica en la insuficiencia renal grave, sin diálisis (tasa de filtración glomerular <30 ml /min /1.73 m²) [11].

La mejor fuente de proteína está en el suero de leche, por la digestión y absorción cinética más rápida; la cual alcanza mayores niveles de disponibilidad de aminoácidos postprandial, estimulando la síntesis proteica muscular. Se recomienda que un adulto mayor promedio debe ingerir aproximadamente 90gr de proteínas diarias. A su vez esta se debe repartir en partes iguales en las 3 comidas diarias [12]. Para mantener niveles estables de biodisponibilidad de aminoácidos durante todo el día.

La leucina es un aminoácido esencial del grupo de aminoácidos de cadena ramificada, fundamental para mantener un tejido muscular sano. Se metaboliza sólo en el músculo esquelético, puesto que el hígado no posee las enzimas para su metabolismo [11, 12]. La combinación de leucina y ejercicio, aumenta la testosterona y disminuye el cortisol creando un ambiente anabólico [11, 13]. Fuentes de leucina son el pollo, pescado, queso cottage, lentejas, sésamo y maní. Se recomienda 2.5gr de suplemento de leucina después del ejercicio de resistencia [11].

La Beta-hidroxi-beta-metilbutirato es un metabolito de la leucina, el cual retarda la degradación de proteínas en el tejido muscular. Presenta una mayor utilidad en el contexto de una paciente que sufre una patología aguda y requiere una recuperación de su estado nutricional para a su vez afrontar mejor la sarcopenia y sus comorbilidades, la dosis es 2gr al día [12, 14]. La creatina disminuye la fatiga e

incrementa el contenido mineral óseo. Usar suplementos de vitamina D, 800 a 1.000 UI diarias, mejoran la fuerza muscular y el equilibrio [12, 15, 16].

Los ácidos grasos omega-3 de cadena larga poliinsaturados (LCN-3PUFA) presentes en el aceite de pescado median el metabolismo de la glucosa en los estados resistentes a la insulina presentes en la sarcopenia [15, 16]. Hasta el momento no hay estudios concluyentes que puedan recomendar el uso de antioxidantes para la sarcopenia [11].

3.4.2 Ejercicio

Existe una estrecha relación entre la inactividad física y la pérdida de masa muscular, fuerza y funcionalidad [16]. La implementación de la actividad física tiene como finalidad la prevención y tratamiento de la sarcopenia. Múltiples estudios evidencian que el entrenamiento de la fuerza es el más adecuado y contrarrestaría deficiencias morfofuncionales relacionadas con la edad [17]. Debe complementarse con ejercicio aerobio, flexibilidad, y equilibrio [5]. Sin embargo, en la actualidad existen otras alternativas de ejercicio que poseen similares beneficios [18].

El entrenamiento de fuerza es capaz de evocar la hipertrofia muscular, con ello beneficia la función neuromuscular [6]. Debe de ser progresivo, programado y personalizado, siendo un método seguro y eficaz que incrementa la fuerza y el tejido muscular [5]. El entrenamiento de resistencia progresiva, es un método que consiste en ejercer resistencia contra una carga externa creciente, siendo una intervención eficaz, capaz de mejorar la función física en las personas mayores, incluidas el incremento de la fuerza y el rendimiento de algunas actividades simples y complejas [19].

Otra opción es el método 1x2x3 el cual involucra por separado cuatro a ocho grupos musculares en cada sesión de entrenamiento, determina el peso con el cual la persona pueda hacer un minuto de repeticiones, luego descansa dos minutos, y se repite la sesión tres veces. El fin es obtener altas intensidades y llegar a la fatiga muscular produciendo disminución de los depósitos de glucógeno e incidir en la síntesis de proteínas y en la biogénesis mitocondrial [20].

Independientemente del esquema de actividad que se escoja, el ejercicio es una estrategia eficaz para combatir la sarcopenia y esto es en gran parte mediada a través de mejoras en la plasticidad mitocondrial además de ser un estímulo anabólico que aumenta la síntesis de proteínas musculares [21, 22]. Implementar un programa de ejercicios, no se restringe al aumento de masa y fuerza, sino que también mejora otros aspectos que contribuyen al bienestar de los adultos mayores. Si se combina con un estilo de vida saludable, se mejora el rendimiento físico, especialmente en las primeras etapas del envejecimiento [22].

El Colegio Americano de Medicina Deportiva recomienda la combinación de ejercicio convencional, ejercicio de potencia y ejercicio con vibraciones mecánicas, con una frecuencia de 2-3 días por semana, que se deben de repartir en entrenamiento convencional y alta velocidad o potencia. El número de ejercicios es de 8 a 12, siendo óptimo 3-5 series de 12-15 repeticiones. Se debe tener especial atención en la zona debilitada, y predominantemente en miembros inferiores, ya que estos son los responsables de la locomoción [5]. La intensidad debe ser progresiva. El descanso desempeña un rol muy importante ya que debe ser suficiente para afrontar la siguiente serie o ejercicio, de lo cual dependerá el éxito de la rutina, se recomienda que debe ser de 1 minuto [23]. El aumento del anabolismo muscular es evidente dentro de 2-3 horas después de una sola sesión de ejercicio y permanece elevada hasta 2 días posteriormente [22]. En adultos mayores de 90 años se obtuvo una buena respuesta evidenciada por incremento de la fuerza y masa muscular con un mínimo de 10-12 semanas de entrenamiento [19].

Existen nuevas propuestas del entrenamiento de fuerza para la sarcopenia. El entrenamiento con vibraciones mecánicas, consiste en colocar el cuerpo encima de la plataforma que posee vibraciones sinusoidales en su mayoría, lo cual genera el estímulo vibratorio capaz de aumentar la carga gravitatoria a la que es sometido el sistema neuromuscular de nuestro organismo. Esto genera respuestas y adaptaciones

biológicas capaces de ganar fuerza y masa muscular especialmente en los ancianos [18].

El músculo sometido a vibración se contrae de manera activa, efecto al que se le dio el nombre de reflejo tónico vibratorio, el cual promete ser una alternativa eficaz en el tratamiento y prevención de la sarcopenia [24]. Se pudo evidenciar mejoría de la movilidad mediante la prueba de levantarse y la prueba de Go luego del entrenamiento con vibraciones mecánicas. Luego de diez semanas mejoró la masa en extremidades inferiores, aunque sin cambios significativos en la fuerza muscular [25].

La oclusión vascular parcial superimpuesta consiste en utilizar un torniquete en la extremidad que va a ser sometida al entrenamiento, dificultando con ello la circulación sanguínea, y generando un entorno hipóxico intramuscular con el fin de incrementar la producción de metabolitos durante el ejercicio. Esto provoca el incremento de la liberación de hormonas anabolizantes que tienen acciones relevantes en el crecimiento muscular como es la hormona del crecimiento, la cual aumenta la señalización intracelular favoreciendo las adaptaciones morfofuncionales a nivel neuromuscular [5]. Recientemente se comprobó que realizar ejercicio de muy baja intensidad en cortos periodos de tiempo, combinados con la restricción parcial de flujo sanguíneo muscular, genera beneficios tanto estructurales como funcionales [18].

Los beneficios asociados a este tipo de entrenamiento que han sido descritos son: mejora de la fuerza muscular, incremento de los depósitos de glucógeno, incremento de la concentración de hormonas anabólicas circulantes, un mayor reclutamiento de fibras rápidas con cargas bajas, sin cambios en marcadores de daño muscular [23].

4. Discusión

La evidencia del tratamiento más adecuado no es concluyente debido a que diferentes estrategias ofrecen similares beneficios [26, 27]. La aproximación nutricional con una mayor ingesta de proteínas y suplementos alimenticios como leucina, vitamina D y ácidos grasos omega 3 es una estrategia que está tomando fuerza en la intervención de pacientes con sarcopenia [7, 11–14]. Respecto a la ingesta de proteínas en proporciones iguales durante las 3 comidas diarias, se plantea un desafío para nuestro contexto local y de muchos otros países, ya que las costumbres gastronómicas garantizan una ingesta proteica adecuada solo en el almuerzo. Además en un intento de compensar el aporte de proteínas, se corre el riesgo de exceder, durante el almuerzo, el umbral de nutrientes que se pueden digerir y absorber por el organismo de un adulto mayor. Al momento se está realizando ensayos clínicos para obtener mayor información sobre el beneficio de los aminoácidos de cadena ramificada [28]. Sin embargo, es discutible la factibilidad de utilización de suplementos nutricionales con leucina debido a su elevado costo en el mercado.

Varios estudios comprueban la relación de la inactividad física con la pérdida de masa, fuerza y funcionalidad muscular [1, 29]. En la actualidad existen varias opciones con beneficios similares, por ejemplo el entrenamiento de fuerza es muy prometedor para la recuperación muscular [6], pero el de resistencia progresiva ofrece la ventaja de irse adaptando a la capacidad funcional de la población senil [19]. El método 1x2x3 crea altas intensidades, pero también se adapta a la capacidad de cada persona, brinda la facilidad de que requiere rutinas cortas y un menor número de sesiones por semana [20]. Existen propuestas novedosas como es el entrenamiento con vibraciones mecánicas, que al mantener el músculo en contracción de manera activa, es capaz de generar un aumento de fuerza y masa muscular [24]. La oclusión vascular parcial superimpuesta genera un entorno hipóxico intramuscular que incrementa la liberación de hormonas anabolizantes con acciones relevantes en el crecimiento muscular, comprobado al obtener incremento de fuerza muscular en hombres de edad avanzada independientemente de la intensidad del ejercicio a la que fueron sometidos [18].

5. Conclusiones

Se puede retrasar la progresión de la sarcopenia, así como dar un tratamiento, combinando una nutrición adecuada, el uso de suplementos dietéticos y un programa de ejercicio regular. Actualmente varios programas de actividad física aseguran una ganancia muscular progresiva. El manejo nutricional con una alta ingesta de proteínas, principalmente aminoácidos de cadena ramificada como la leucina, ácidos grasos omega 3 de cadena larga poliinsaturados y vitamina D podría proporcionar una intervención segura para contrarrestar la sarcopenia. Es importante destacar que existe la posibilidad de prevención e intervención en las primeras fases de la sarcopenia y no sólo cuando ya se encuentra establecida, si bien hasta ahora la evidencia es escasa, es un área fértil para futuras investigaciones.

Agradecimientos

Agradecemos, de manera especial, a nuestros familiares de la tercera edad, que es por quienes y pensando en mejorar su calidad de vida motivaron la presente revisión. Gracias a nuestros padres quienes con su constante apoyo han hecho fructífero nuestro camino, docentes de la Universidad de Cuenca quienes impatieron sus conocimientos y motivaron la constante preparación, amigos y personas que estuvieron estrechamente vinculadas, pero sobre todo a Dios, eje y motor de nuestras vidas.

Referencias

- [1] A. Cruz-Jentoft, J. P. Baeyens, J. Bauer, Y. Boirie, T. Cederholm, F. Landi, F. C. Martin, M. J.P., Y. Rolland, S. Schneider, E. Topinková, M. Vandewoude, and M. Zamboni, "Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the european working group on sarcopenia in older people," *Age and Ageing*, vol. 39, pp. 412–423, 2010.
- [2] I. Janssen, D. S. Shepard, P. T. Katzmarzyk, and R. Roubenoff, "The healthcare costs of sarcopenia in the united states," *Journal of the American Geriatrics Society*, vol. 52, pp. 80–85, 2004.
- [3] J. L. Roig, "Sarcopenia: Algo más que la disminución de la masa muscular," <http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/sarcopenia-algo-mas-que-la-disminucion-de-la-masa-muscular-231>, 2013, Accessed: 15 de febrero del 2016.
- [4] C. Kisner and L. Colby, "Ejercicios contra resistencia para la recuperación muscular," in *Ejercicio Terapéutico: fundamentos y técnicas*, 5th ed, Buenos Aires, Argentina, 2010, pp. 154–157.
- [5] F. Mata-Ordóñez, I. Chulvi-Medrano, J. Heredia-Elvar, S. Moral-González, J. Marcos-Becerro, and M. Da Silva-Grigolletto, "Sarcopenia and resistance training: actual evidence," *Journal of Sport and Health Research*, vol. 5, pp. 7–24, 2013.
- [6] A. A. Sayer, S. M. Robinson, H. P. Patel, T. Shavlakadze, C. Cooper, and M. D. Grounds, "New horizons in the pathogenesis, diagnosis and management of sarcopenia," *Age and ageing*, vol. 42, pp. 145–150, 2013.
- [7] A. Cruz-Jentoft, F. Landi, S. Schneider, C. Zúñiga, H. Arai, Y. Boirie, L. Chen, R. Fielding, F. Martin, J. Michel, C. Sieber, J. Stout, S. Studenski, B. Vellas, J. Woo, M. Zamboni, and T. Cederholm, "Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. report of the international

- sarcopenia initiative (EWGSOP and IWGS),” *Age and ageing*, vol. 43, pp. 748–759, 2014.
- [8] A. Laviano, C. Gori, and S. Rianda, “Sarcopenia and nutrition,” *Adv Food Nutr Res*, vol. 71, pp. 101–136, 2014.
- [9] H. J. Denison, C. Cooper, A. A. Sayer, and S. M. Robinson, “Prevention and optimal management of sarcopenia: a review of combined exercise and nutrition interventions to improve muscle outcomes in older people,” *Clinical interventions in aging*, vol. 10, p. 859, 2015.
- [10] D. Paddon-Jones and B. B. Rasmussen, “Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia: protein, amino acid metabolism and therapy,” *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, vol. 12, p. 86, 2009.
- [11] M. Rondanelli, M. Faliva, F. Monteferrario, G. Peroni, E. Repaci, and F. Allieri, “Novel insights on nutrient management of sarcopenia in elderly,” *BioMed research international*, 2015.
- [12] R. Rizzoli, “Nutrition and sarcopenia,” *Journal of Clinical Densitometry*, vol. 18, pp. 483–487, 2015.
- [13] N. Toshikuni, T. Arisawa, and M. Tsutsumi, “Nutrition and exercise in the management of liver cirrhosis,” *World journal of gastroenterology: WJG*, vol. 20, p. 7286, 2014.
- [14] S. S. Bukhari, B. E. Phillips, D. J. Wilkinson, M. C. Limb, D. Rankin, W. K. Mitchell, H. Kobayashi, P. Greenhaff, K. Smith, and P. Atherton, “Intake of low-dose leucine-rich essential amino acids stimulates muscle anabolism equivalently to bolus whey protein in older women at rest and after exercise,” *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, vol. 308, pp. E1056–E1065, 2015.
- [15] Y. Boirie, B. Morio, E. Caumon, and N. J. Cano, “Nutrition and protein energy homeostasis in elderly,” *Mechanisms of ageing and development*, vol. 136, pp. 76–84, 2014.
- [16] R. M. Daly, R. L. Duckham, and J. Gianoudis, “Evidence for an interaction between exercise and nutrition for improving bone and muscle health,” *Current osteoporosis reports*, vol. 12, pp. 219–226, 2014.
- [17] R. Vidal Ruiz, “Entrenamiento de la fuerza en ancianos,” <http://www.fueradelamasa.com/entrenamiento-de-la-fuerza-en-ancianos/>, 2013, Accessed: 2 de enero de 2016.
- [18] I. Chulvi-Medrano, “Entrenamiento de fuerza combinado con oclusión parcial superimpuesta. una revisión,” *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, vol. 4, pp. 121–128, 2011.
- [19] J. Christie, “Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults,” *International journal of older people nursing*, vol. 6, pp. 244–246, 2011.
- [20] E. Díaz, C. Saavedra, and J. Meza, Documento técnico elaborado para MINSAL. Guía contemporánea de ejercicio y salud, 2007.
- [21] A. M. Joseph, P. J. Adhihetty, and C. Leeuwenburgh, “Beneficial effects of exercise on age-related mitochondrial dysfunction and oxidative stress in skeletal muscle,” *The Journal of physiology*, 2015.

- [22] Y. Makanae and S. Fujita, “Role of exercise and nutrition in the prevention of sarcopenia,” *Journal of nutritional science and vitaminology*, vol. 61, pp. S125–S127, 2015.
- [23] S.-B. Hernández and I. Chulvi-Medrano, “Entrenamiento bajo oclusión vascular,” <https://www.entrenamiento.com/salud/entrenamiento-bajo-oclusion-vascular/>, 2013, Accessed: 15 de febrero de 2016.
- [24] J. T. Fajardo and G. M. Ferliú, “Entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas: revisión de la literatura,” *Revista Digital*, vol. 10, pp. 1–25, 2004.
- [25] A. Machado, D. GarcíaLópez, J. GonzálezGallego, and N. Garatachea, “Wholebody vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomizedcontrolled trial,” *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, vol. 20, pp. 200–207, 2010.
- [26] M. Suominen, S. Jyvakorpi, K. Pitkala, H. Finne-Soveri, P. Hakala, S. Mannisto, H. Soini, and S. Sarlio-Lahteenkorva, “Nutritional guidelines for older people in finland,” *The journal of nutrition, health & aging*, vol. 18, pp. 861–867, 2014.
- [27] R. R. Deer and E. Volpi, “Protein intake and muscle function in older adults,” *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, vol. 18, pp. 248–253, 2015.
- [28] M. P. Bjorkman, M. H. Suominen, K. H. Pitkala, H. U. Finne-Soveri, and R. S. Tilvis, “Porvoo sarcopenia and nutrition trial: effects of protein supplementation on paladines, quizhpi, villota: Tratamiento integral de la sarcopenia senil. functional performance in home-dwelling sarcopenic older people-study protocol for a randomized controlled trial,” *Trials*, vol. 14, p. 387, 2013.
- [29] I. Bosaeus and E. Rothenberg, “Nutrition and physical activity for the prevention and treatment of age-related sarcopenia,” in *Proceedings of the Nutrition Society*, 2015, pp. 1–7.