



**SARCOPENIA: IDENTIFICACIÓN E INFLUENCIA  
DE LOS FACTORES DETERMINANTES EN SU  
ETIOLOGÍA Y TRATAMIENTO PARA EL  
DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE  
PREVENCIÓN**

**AUTORAS:**

ALBANESE, María Celeste

CAVALIERE, María Eugenia

LIOTTA, Romina Alejandra

MORELLI, Florencia Paola

ORTIN, Natalia Florencia

**DIRECTORA:**

Lic. FERRARI, Mariela Ángela

Ciudad Autónoma de Buenos Aires

JUNIO 2016

**PLANILLA DE EVALUACIÓN DE REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS**

FECHA: 28/06/2016

COMITÉ EVALUADOR:

.....  
 .....  
 .....

CONTENIDO	PUNTAJE MAXIMO	PUNTAJE OBTENIDO
- Búsqueda bibliográfica	10	
- Delimitación de los objetivos y justificación del tema monográfico	10	
- Análisis e interpretación de la bibliografía consultada	10	
- Elaboración de conclusiones y propuestas	10	
<b>CARACTERÍSTICAS GRUPALES</b>		
- Iniciativa y Autonomía	5	
- Responsabilidad	5	
- Pensamiento crítico	5	
- Evolución en el desarrollo del trabajo	5	
- Funcionamiento del grupo	10	
<b>PRESENTACIÓN ORAL</b>		
- Claridad y seguridad en la exposición, y adecuación de la misma en tiempo y forma	10	
- Concordancia entre el trabajo desarrollado y la presentación oral	10	
- Contenido del material audiovisual	5	
- Respuesta del grupo en su conjunto a los interrogantes planteados	5	
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS: .....

CALIFICACIÓN DEFINITIVA: .....

FIRMA DEL COMITÉ EVALUADOR:.....



## Derechos para la publicación del trabajo final en *Nutrición Investiga*

Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
Fecha: 28/06/2016

### Nutrición Investiga

En calidad de autores del trabajo final de grado denominado:

**“Sarcopenia: Identificación e influencia de los factores determinantes en su etiología y tratamiento para el desarrollo de estrategias de prevención”**

Certificamos que hemos contribuido al contenido intelectual de este trabajo, ya sea en la concepción y diseño, análisis e interpretación de los datos y en la redacción o revisión crítica del mismo, por lo cual estamos en condiciones de hacernos públicamente responsables de él y aceptamos que nuestros nombres figuren en la lista de los autores, incluido el/los director/es.

Los abajo firmantes aprobamos su publicación en forma de:

- Resumen
- Trabajo completo

En la publicación periódica **Nutrición Investiga** en sus formatos CD (ISSN 1853-8061) y en línea.

Cordialmente,

Autor: Albanese, María Celeste

Autor: Cavaliere, María Eugenia

Firma: .....

Firma: .....

DNI: 34.501.592

DNI: 28.043.358

Autor: Liotta, Romina Alejandra

Autor: Morelli, Florencia Paola

Firma: .....

Firma: .....

DNI: 29.531.058

DNI: 32.757.427

Autor: Ortin, Natalia Florencia

Firma: .....

DNI: 34.270.178

## **RESUMEN**

Dado que la sarcopenia es un problema multicausal de considerada importancia que se da en individuos de edad avanzada y que empeora con el envejecimiento, se consideró necesaria la revisión bibliográfica de la literatura científica existente hasta el momento, principalmente de los últimos 10 años, con el objetivo de identificar y describir los factores de riesgo relacionados a la esta entidad y proponer las estrategias más eficaces para su tratamiento y prevención.

Si bien existen controversias sobre esta patología, la pérdida de masa muscular esquelética y de fuerza por envejecimiento es un problema de salud altamente prevalente en la población de adultos mayores. Los factores que influyen en la aparición de la sarcopenia son numerosos y diversos, sin embargo la característica más relevante es que algunos de ellos son factores sobre los cuales se puede intervenir y que, por lo tanto, pueden modificarse. Se concluye que la promoción de estilos de vida saludables vinculados con la alimentación y la actividad física deberían ser los ejes principales en la planificación de intervenciones y estrategias de prevención.

**Palabras clave:** sarcopenia, adultos mayores, factores de riesgo, tratamiento, prevención.

## **ABSTRACT**

Given that sarcopenia is a major multifactorial issue in advanced aged individuals and worsens aging, it was considered necessary to review the existing scientific published literature, mainly of the past 10 years, in order to identify and state the risk factors associated with it and propose the most effective strategies for its treatment and prevention.

Although there is an existing controversy with this pathology, the loss of skeletal muscle and strength due to aging is a highly prevalent issue in older adults. The contributing factors to sarcopenia are both numerous and diverse, however the most relevant characteristic is that some of them can be intervened and, therefore, modified.

In conclusion, promotion of healthy lifestyles connected to nutrition and physical exercise should be key during treatment and prevention strategies.

**Keywords:** sarcopenia, older adults, risk factors, treatment, prevention.

## ÍNDICE

I.	Introducción.....	1
II.	Desarrollo del Trabajo.....	4
III.	Conclusiones.....	42
IV.	Agradecimientos.....	44
V.	Referencias Bibliográficas.....	45

## I. INTRODUCCIÓN

La **sarcopenia** (del griego *sarx*= carne y *penia*= pobreza) es un *síndrome que se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética y la fuerza*, con riesgo de presentar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente y mortalidad (1,2). Se considera de origen reciente, ligado al desarrollo de la geriatría moderna. Fue a finales de los años 70 cuando Nathan Shock<sup>1</sup> describió el progresivo deterioro fisiológico que se producía con el paso de las décadas en las distintas funciones corporales, siendo especialmente llamativa la pérdida de masa muscular, con la pérdida funcional que a su vez puede conllevar. Y es precisamente esa pérdida funcional la que se debe intentar minimizar para, al menos, reducir la dependencia y mejorar la calidad de vida de los ancianos. No fue hasta finales de la década de los 80 cuando el científico estadounidense Irwin H. Rosenberg propuso darle un nombre a este fenómeno, como un primer paso para reconocer su importancia y poderlo tener en cuenta. Se plantearon dos términos derivados del griego, “sarcopenia” y “sarcomalacia” (*malakós*, que significa *blando*), siendo el primero el que se ha consolidado como de uso habitual y representando actualmente uno de los mayores desafíos de la atención al paciente geriátrico (3). El músculo estriado desempeña una función primordial en el metabolismo y almacenamiento del pool corporal de proteínas.

---

<sup>1</sup>Científico considerado “el padre de la Gerontología”, uno de los primeros en determinar la importancia de utilizar métodos longitudinales para estudiar el envejecimiento humano. Jefe del *Gerontology Research Center of the National Institutes of Health* hasta 1976

La preservación de la masa muscular es esencial, no sólo para el mantenimiento de una adecuada función motora, sino también para la conservación de un metabolismo proteico eficaz en todo el organismo que sea capaz de favorecer una adecuada integridad de la piel, una favorable cicatrización de las heridas, una correcta coagulación y función inmunitaria y, en general, un adecuado funcionamiento de todos los órganos y sistemas del organismo (4). Sin embargo, pese a los grandes avances que se han producido -y se siguen produciendo- en el campo de las ciencias de la salud, y específicamente en lo referido a la sarcopenia relacionada al envejecimiento, son todavía numerosas las áreas de incertidumbre.

A lo largo de esta monografía, nos basaremos en la sarcopenia relacionada con la edad y la influencia de diversos factores que a lo largo de la vida de las personas confluyen favoreciendo su aparición, desarrollo y evolución, ya que el envejecimiento se acompaña de importantes cambios en la composición corporal que pueden afectar negativamente el estado funcional de los adultos mayores, incluyendo la disminución progresiva de la masa y la fuerza muscular y la calidad del músculo, acompañada de un aumento de la masa grasa.

La sarcopenia es una enfermedad multicausal y de resultados variables. Aunque se observa principalmente en personas de edad avanzada, también puede aparecer en adultos más jóvenes. En algunos individuos puede identificarse una causa clara y única de sarcopenia, mientras que en otros, no se puede aislar una causa evidente. Por tanto, las categorías de sarcopenia primaria o idiopática y secundaria pueden ser útiles en la práctica clínica. Cabe destacar que en muchas personas de edad avanzada, la etiología de la

sarcopenia es multifactorial por lo que no es posible clasificar algunos casos como consecuencia de una enfermedad primaria o secundaria (5).

Por todo lo expuesto, en el presente trabajo nos proponemos una *revisión bibliográfica de la literatura científica, principalmente de los últimos 10 años, resumiendo el estado actual de la materia y los avances más recientes que se han producido* con el propósito de:

- Identificar los **factores de riesgo** vinculados al estilo vida que actúan como determinantes para el desarrollo de la sarcopenia relacionada al envejecimiento
- Describir la **influencia** de cada uno de los factores identificados en la patogenia de la sarcopenia y detallar la relación entre éstos y dicha entidad explicitando los mecanismos a través de los cuales actúan favoreciendo su aparición
- Describir las **alternativas** más eficaces y viables para su **tratamiento** poniendo énfasis especial en aquellas vinculadas con nuestro ejercicio de la profesión y con la **prevención** en particular.

## **II. DESARROLLO**

Como se mencionó anteriormente, la sarcopenia es la pérdida de masa muscular esquelética y de fuerza por envejecimiento y contribuye en gran medida a la discapacidad y la pérdida de independencia del anciano (6). A partir de los 35 años la masa muscular declina entre un 1 y un 2 % por año, pero la fuerza muscular disminuye un 1,5 % anualmente y hasta un 3 % a partir de los 60 años. Estos porcentajes son más altos en personas sedentarias y dos veces mayores en los hombres que en las mujeres (7). Mientras que en los primeros se produce de forma más gradual, en las mujeres se produce de manera más abrupta al llegar la menopausia (8).

Puede clasificarse en primaria si no se encuentran otras causas más que el propio proceso de envejecimiento o secundaria cuando sí subyacen una o más causas. La sarcopenia puede aparecer o agravarse coincidiendo con una desnutrición calórico-proteica, y por lo tanto así estará asociada a la pérdida de peso. Sin embargo, también puede encontrarse sarcopenia con un peso corporal normal o incluso alto. La obesidad con sarcopenia, o también llamada “obesidad sarcopénica”, acumula los problemas asociados de ambos y se ve favorecida y agravada por dietas inadecuadas y estilos de vida sedentarios (9).

## II.A. EPIDEMIOLOGÍA

La gran variabilidad en la **prevalencia** de sarcopenia observada en la población anciana se debe a diferentes factores, pero esencialmente depende de las características de la población estudiada (general, sana, enferma) y de la metodología empleada. En los estudios cuya población se encuentra compuesta por adultos mayores sanos de la comunidad, se observa una elevada prevalencia y por lo general mayor en el sexo femenino que se incrementa con la edad (10). En uno de los primeros estudios realizados en Estados Unidos hace ya más de una década, se observó una prevalencia de un 20% en los varones de entre 70 y 75 años que alcanzó hasta el 50% de los mayores de 80 años, y en las mujeres las cifras descritas fueron del 25 y del 40%, respectivamente (11). Un trabajo más reciente efectuado en Francia ha mostrado datos de prevalencia en ancianos del 12,5% en varones y del 23,6% en mujeres (12). Por el contrario, otros estudios similares realizados en Taiwán muestran cifras del 23 y del 18,6%, respectivamente (13). En un estudio con población adulta sana de la ciudad de Barcelona, se observaron prevalencias de 10% en varones y 35,5% en mujeres (14). Cuando se realizan trabajos en los que la población diana presenta algún tipo de patología, por ejemplo, una fractura del fémur, las cifras son muy superiores. Así, un trabajo realizado en Australia y publicado en el año 2009 reveló una prevalencia total de sarcopenia en ancianos con fractura del fémur del 75% (15). En otro estudio realizado y publicado el mismo año en ancianos con fractura de fémur se observó una

prevalencia del 43% en varones y del 64% en mujeres, es decir, prácticamente el doble de la detectada en adultos mayores sanos de la comunidad (16).

A continuación se presenta un resumen con los datos de prevalencia de sarcopenia más relevantes publicados hasta 2009 (tabla 1).

**Tabla 1.** Prevalencia de Sarcopenia

Estudio	Edades en años	Prevalencia de sarcopenia en hombres (%)	Prevalencia de sarcopenia en mujeres (%)	Índice utilizado	País	Población de estudio	Observaciones
Baumgartner et al, 1998	61-86	13,5-57,6	23,1-60	IMM	EE.UU.	Ancianos en general	Variación según rango de edad y etnia
Baumgartner et al, 2000	60-85	13,5-29	8,8-13,5	IMM	EE.UU.	Ancianos en general	Variación según rango de edad
Castillo et al, 2003	55-98	4-16	3-13	IMM	EE.UU.	Ancianos en general	Variación según rango de edad
Tichet et al, 2008	60-78	3,6	2,8	IMM	Francia	Ancianos en general	
Tichet et al, 2008	60-78	12,5	23,6	IME	Francia	Ancianos en general	
Chien et al, 2008	65-90	23,6	18,6	IMM	Taiwán	Ancianos en general	
Masanés et al, 2009	70-85	10	33	IMM	España	Ancianos sanos	
Masanés et al, 2009	75-95	36	65	IMM	España	Ancianos con fractura del fémur	

Fuente: Adaptado de Masanés Torán F, Navarro López M, Sacanella Meseguer E, López Soto A. ¿Qué es la sarcopenia? Semin Fund Esp Reumatol. 2010;11(1):14-23.

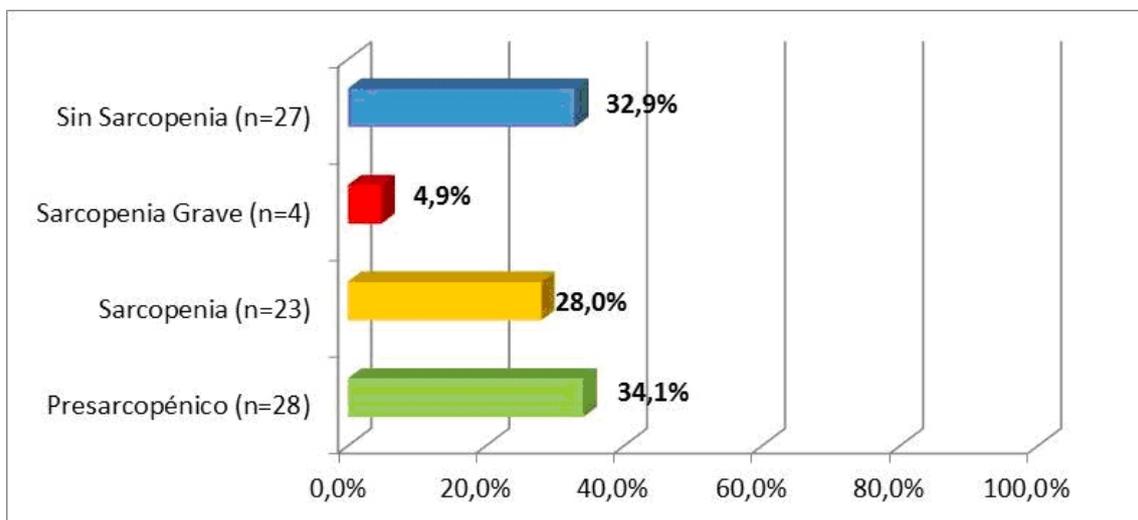
En el año 2014 se inició en España un estudio multicéntrico nacional para determinar la prevalencia de la sarcopenia en distintos niveles asistenciales geriátricos utilizando los nuevos criterios diagnósticos del European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP). El mismo se realizó en 2 muestras de personas mayores: una formada por aquellas que acuden a consultas externas de geriatría hospitalarias, y la otra por aquellas que están ingresadas en una residencia. Se recogieron diversas variables (demográficas, antecedentes clínicos, medicamentos consumidos, presencia de síndromes geriátricos, movilidad, comorbilidad, calidad de vida, valoración nutricional, entre otros). Para conocer la prevalencia de sarcopenia en ancianos que viven

en residencia, se incluyeron 276 personas mayores de 70 años capaces de caminar (mediana de edad 87,2 años; 69% mujeres). Los resultados arrojaron que un 37% tenía sarcopenia (15% hombres, 46% mujeres), un 37% baja masa muscular, un 86% lentitud al caminar y un 95% debilidad muscular. La prevalencia de sarcopenia se incrementó con la edad. El 90% de las personas con sarcopenia presentaban conjuntamente una disminución de fuerza y velocidad. El 39% de personas con lentitud y el 38% de personas con debilidad muscular tenían sarcopenia. Esto permitió concluir que la presencia de sarcopenia es un problema frecuente en personas mayores que viven en residencias, especialmente en mujeres. La mayor parte de los casos son graves, con una disminución concurrente de la fuerza muscular y de rendimiento físico. Aunque la funcionalidad muscular está alterada en 9 de cada 10 participantes, la mayoría de ellos tiene preservada la masa muscular (17, 18).

Respecto de la población anciana argentina, en el año 2015 se publicó un estudio interdisciplinario y multicéntrico, cuyo objetivo fue conocer la prevalencia de sarcopenia en un grupo de adultos mayores del área metropolitana de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Argentina), empleando los criterios propuestos por el EWGSOP. Para la conformación de la muestra se convocó a adultos mayores de 65 años que concurrieran a un consultorio ambulatorio de geriatría en el conurbano bonaerense y otro grupo de adultos mayores que asistían a talleres, en el contexto de la extensión comunitaria de la Escuela de Ciencia de Envejecimiento de la Universidad Maimónides de Buenos Aires. Se evaluó una muestra de 82 sujetos, de los cuales 67 eran mujeres (81,7%) y 15 hombres (18,3%); la edad promedio fue  $75,37 \pm 6,29$

años. Según los criterios propuestos por la EWGSOP: el 67,1% de los voluntarios (n=55) presentó algún grado de sarcopenia, de los cuales un 34,1% (n=28) manifestó pre-sarcopenia, el 28% (n=23) sarcopenia y un 4,9% (n=4) sarcopenia grave (Figura 1). El 54,5% de los sarcopénicos presentó sobrepeso y obesidad (19).

**Figura 1.** Descripción de la prevalencia de Sarcopenia en los adultos mayores pertenecientes a distintos niveles de atención gerontológica de CABA y área metropolitana



Fuente: Adaptado de Nemerovsky J, Mariñansky C, Zarebski G, Leal M, Carrazana C, Marconi A, et al. Diagnóstico y prevalencia de Sarcopenia: un estudio interdisciplinario y multicéntrico con adultos mayores de CABA y Área Metropolitana, Argentina. Rev Electron Biomed [Internet]. 2015 [citado Abr 2016];2. Disponible en: <http://biomed.uninet.edu/2015/n2/nemerovsky.html>

## II.B. FACTORES DE RIESGO

Además del propio proceso de envejecimiento es posible identificar, en ocasiones, factores que pueden facilitar la pérdida de masa muscular (5, 20) (tabla 2). Es importante destacar que sobre algunos de ellos el individuo no tiene responsabilidad y no pueden modificarse, mientras que sobre muchos otros sí puede actuarse en etapas, ya sea de prevención como de tratamiento una vez que la enfermedad ya se encuentra presente.

**Tabla 2.** Factores de riesgo para la Sarcopenia

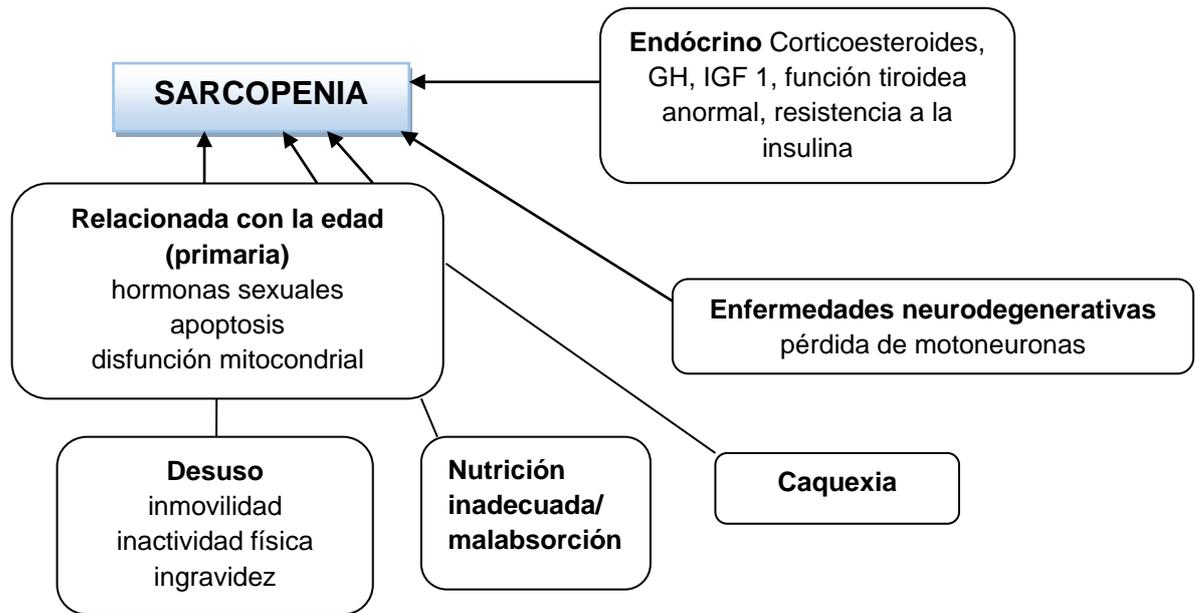
<b>Factores de riesgo</b>	<b>Enfermedades crónicas</b>
<b>Constitucionales</b>	Deterioro cognitivo
Sexo femenino	Trastornos del humor
Bajo peso al nacer	Diabetes mellitus
Susceptibilidad genética	Insuficiencia cardíaca
<b>Estilos de vida</b>	Insuficiencia Hepática
<i>Malnutrición</i>	Insuficiencia renal
<i>Baja ingesta de proteínas</i>	Insuficiencia respiratoria
<i>Tabaquismo</i>	Artrosis
<i>Inactividad física</i>	Dolor crónico
<b>Condiciones de vida</b>	Obesidad
Inanición	Efectos catabólicos de los Fármacos
Inmovilidad por internación	Cáncer
Ingravidéz	Enfermedad inflamatoria crónica

Fuente: Traducido de Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick E, Goodpaster B, Nevitt M, et al. Sarcopenia: alternative definitions and association with low extremity function. J Am Geriatr Soc. 2003;51(11):1602-9.

## II.C. PATOGENIA

Hay varios **mecanismos** que podrían intervenir en el origen y progresión de la sarcopenia (Figura 2) (5). Entre estos se destacan el grado de ejercicio físico, el estado nutricional, cambios hormonales y de citoquinas relacionados con la edad que actúan sobre mecanismos como el estrés oxidativo, el recambio de las proteínas musculares, la pérdida de motoneuronas alfa, la apoptosis, alteraciones bioquímicas secundarias a cambios en la respuesta inflamatoria, el incremento de ciertos factores moduladores, y una base genética predisponente (21). En una persona con sarcopenia pueden participar varios de los citados mecanismos y las contribuciones relativas pueden variar con el tiempo (5).

**Figura 2.** Mecanismos de la sarcopenia



Fuente: Traducida de 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 and Ageing*. 2010;39(4):412-423.

Se ha demostrado la relación de múltiples factores con la sarcopenia, y se especula con que pueda haberla con muchos otros. Es importante conocer estos factores y las relaciones entre ellos para poder plantear tratamientos contra la sarcopenia, a pesar de no contar aún con evidencia científica de peso que permita comprender el grado de influencia de cada uno de ellos (21). A continuación se detallan los más relevantes.

**Inactividad:** se ha comprobado ampliamente la relación entre la inactividad física y la pérdida de masa y fuerza muscular a cualquier edad. La condición de la sarcopenia se acentúa con el desuso y una vida sedentaria, lo que produce una mayor y más rápida pérdida de músculo que una vida activa. Por lo tanto, realizar actividad física (especialmente ejercicios de resistencia) ayuda a

prevenir la sarcopenia, combinando una mejora de la masa muscular y de su calidad, además de su inervación y del patrón de activación de las motoneuronas (21).

**Pérdida de función neuromuscular:** principalmente ocurre por pérdida de axones de las alfa-motoneuronas. La afectación es mayor en las extremidades inferiores. También se ve afectado el acoplamiento neuromuscular. Se ha observado una desmielinización segmental en el proceso de envejecimiento, pero su papel en el desarrollo de la sarcopenia parece ser menor.

La formación de nuevas fibras a partir de las llamadas “células satélite” (células progenitoras miogénicas que pueden diferenciarse a nuevas fibras musculares) también disminuye con el envejecimiento. Por tanto, también se dificulta la recuperación muscular tras cualquier tipo de daño (22). Con el envejecimiento, las fibras musculares pierden sus proteínas de contracción, se hacen más delgadas, son reemplazadas por tejido conjuntivo colágeno, se atrofian y desaparecen. Principalmente se pierden las fibras musculares del tipo II (rápidas, de metabolismo glucolítico), y no tanto las del tipo I (lentas, de metabolismo oxidativo) (21).

**Alteraciones endocrinológicas:** el envejecimiento está acompañado, naturalmente, de una disminución en los niveles de algunas hormonas relacionadas con el metabolismo muscular como la insulina, la IGF-1, la hormona de crecimiento, el cortisol, la vitamina D y hormonas sexuales como la testosterona y los estrógenos (10). Los cambios hormonales relacionados con la edad tienen un importante papel en la pérdida muscular, pero hay

numerosas controversias sobre los efectos concretos de cada una de las hormonas y su relación con las demás (22).

Los cambios en la composición corporal y, en especial, el incremento del tejido graso que acompañan al envejecimiento se asocian a una mayor insulinoresistencia. La insulina, hormona anabólica por excelencia, estimula selectivamente la síntesis proteica a nivel muscular pero en los ancianos dicho efecto parece estar algo disminuido en comparación con las personas más jóvenes (10).

Respecto de los estrógenos, su papel es aún contradictorio en la génesis de la sarcopenia (10). La pérdida progresiva con la edad se asocia a un aumento de citoquinas proinflamatorias que estarían relacionadas con el desarrollo de la sarcopenia y si bien estudios epidemiológicos sugieren su participación en la prevención de la pérdida de masa muscular, los trabajos en los que se administran estrógenos no muestran un efecto beneficioso a nivel de la masa y/o fuerza muscular (23). Sin embargo, diversos estudios concluyen que la administración de testosterona ha contribuido a mejorar la cantidad de masa muscular y la capacidad funcional de los ancianos. La testosterona es uno de los factores reguladores más importantes de la función de las células satélite musculares (24-28).

Los niveles de la hormona de crecimiento (GH) y del factor de crecimiento similar-insulinoide (IGF-1) también disminuyen con la edad y tienen un potencial papel sobre el desarrollo de sarcopenia debido a la disminución de la función anabólica (29). Si bien su aporte exógeno ha mostrado en estudios que aumenta la síntesis proteica y la masa muscular, los mismos presentan resultados contradictorios ya que la propia actividad física parece ser un

regulador de este eje hormonal, es decir no tiene un claro efecto en la fuerza si no se añade un entrenamiento específico (22, 30-35).

Una hormona cuya secreción aumenta con la edad es el cortisol, una hormona que es catabólica y que por lo tanto podría tener un hipotético efecto sobre el desarrollo de sarcopenia (10).

Con el envejecimiento, los niveles de la 25 (OH) vitamina D van decayendo, pudiendo asociar un aumento en la parathormona (PTH). Ambas han mostrado asociación con sarcopenia, por tanto se recomienda medir los niveles de 25 (OH) vitamina D en cualquier anciano con sarcopenia, y suplementar si los niveles son deficitarios (21). La presencia de receptores de vitamina D a nivel muscular parece relacionarse con un correcto desarrollo y crecimiento muscular. Asimismo, la vitamina D juega un papel en la activación de la proteincinasa C, que tiene efecto sobre la síntesis proteica, y en el paso de calcio al citosol. Sin embargo, una vez más los estudios realizados muestran resultados contradictorios (36-38).

Un aumento de citoquinas proinflamatorias en ciertas enfermedades altamente prevalente en los ancianos, como el cáncer o la insuficiencia cardíaca, se asocia con pérdida de peso corporal, incluyendo también masa muscular. Se considera una forma de hipercatabolismo agudo que se conoce como caquexia. Incluso en ausencia de enfermedades caquetizantes, el propio proceso de envejecimiento se asocia a un incremento crónico y gradual de la producción de citosinas proinflamatorias, específicamente la interleucina 1, el factor de necrosis tumoral y la interleucina 6, que condicionan un estado inflamatorio subclínico. Esta situación crea un efecto catabólico directo junto con un efecto anorexigénico y a la vez favorece la disminución de otros

factores anabólicos. Estas alteraciones bioquímicas tienen una influencia sobre el balance muscular global provocando cambios en el recambio proteico y favoreciendo el desarrollo de sarcopenia (30, 39, 40).

**Daño mitocondrial:** Una de las consecuencias del estrés oxidativo que se produce en el proceso del envejecimiento es la acumulación de mutaciones a nivel del ADN mitocondrial muscular que se traduce en una reducción de la síntesis proteica, la de ATP, y finalmente provoca la muerte de la fibra muscular. Sin embargo se especula que la causa principal de las alteraciones en la mitocondria es la baja actividad física, más que el propio avance de la edad (10).

**Apoptosis:** las mutaciones a nivel del ADN mitocondrial se asocian a una aceleración de la apoptosis de los miocitos que conlleva una pérdida de masa muscular, en especial de las fibras tipo II, que son las más afectadas en la sarcopenia (21).

**Influencia genética:** aproximadamente entre un 36 y un 65% de la fuerza de una persona estaría determinada por la herencia (21). La predisposición genética parece ser uno de los factores que más influyen en la variabilidad que existe entre los individuos tanto de la masa como de la función muscular, por lo que resultaría lógico sospechar que contribuyen al desarrollo de la sarcopenia. Diversos estudios epidemiológicos concluyen que parte de la fuerza muscular o de la capacidad para realizar las actividades básicas de la vida diaria son debidas a factores hereditarios (10). Múltiples genes se han

relacionado, como los de la vía de las miostatinas, el del receptor de vitamina D, o el de la enzima convertidora de angiotensina (22).

**Bajo aporte nutricional y proteico:** son múltiples los factores que afectan la ingesta en los adultos mayores y que suelen conllevar a una disminución en la misma, lo que suele traducirse en niveles importantes de desnutrición (en especial proteica). En consecuencia, hay pérdida de masa muscular al producirse catabolismo (26, 41-44). Uno de los principales es la anorexia del anciano, en parte debida a la progresiva pérdida de gusto y olfato relacionada con la edad, que contribuye a la sarcopenia al reducir el aporte proteico. De todos modos, hay que contemplar la influencia de otras cuestiones que potencian la anorexia, incluyendo enfermedades mentales como la depresión que pueden causar una disminución de la ingesta, o los problemas dentales, entre otros. Además, el anciano tiene menor capacidad para ajustar su metabolismo basal a la ingesta (23).

## **II.D. CUADRO CLÍNICO, CONSECUENCIAS Y COMPLICACIONES**

Se puede afirmar que, dada la importancia que el sistema muscular esquelético tiene en la movilidad, la presencia de esta enfermedad se traduce en una disminución de la capacidad funcional lo que conduce a la aparición de

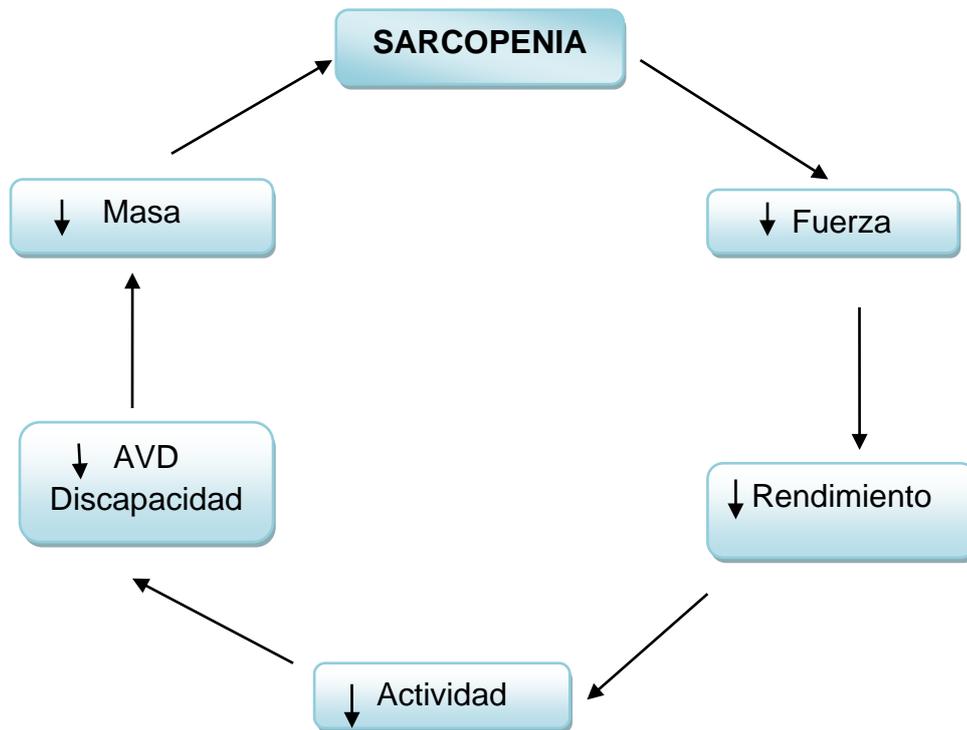
diversos síndromes geriátricos (inmovilidad, caídas) y a un incremento de la discapacidad que presenta el anciano, de ahí el interés clínico de su conocimiento (10).

La relevancia clínica de la sarcopenia depende fundamentalmente del nivel de masa muscular inicial y de la velocidad de la pérdida. Múltiples trabajos epidemiológicos relacionan la menor cantidad de masa muscular con la discapacidad, incrementando su riesgo en 2–5 veces. La evidencia es más robusta en personas con sarcopenia severa (45), y en los obesos sarcopénicos que tendrían un riesgo 2,6 veces mayor (46).

Una menor cantidad de masa muscular comporta una disminución en la capacidad aeróbica máxima. La presencia de sarcopenia facilita que la fatiga aparezca más precozmente y a la vez disminuye la resistencia física (47).

El mecanismo por el que aparecen las consecuencias sigue un orden lógico en el que la disminución de la masa muscular se asocia a una disminución de fuerza muscular que a su vez provoca una disminución del rendimiento físico dificultando la realización de actividades habituales de la vida diaria, discapacidad y dependencia (Figura 3) (8).

**Figura 3.**Consecuencias de la sarcopenia

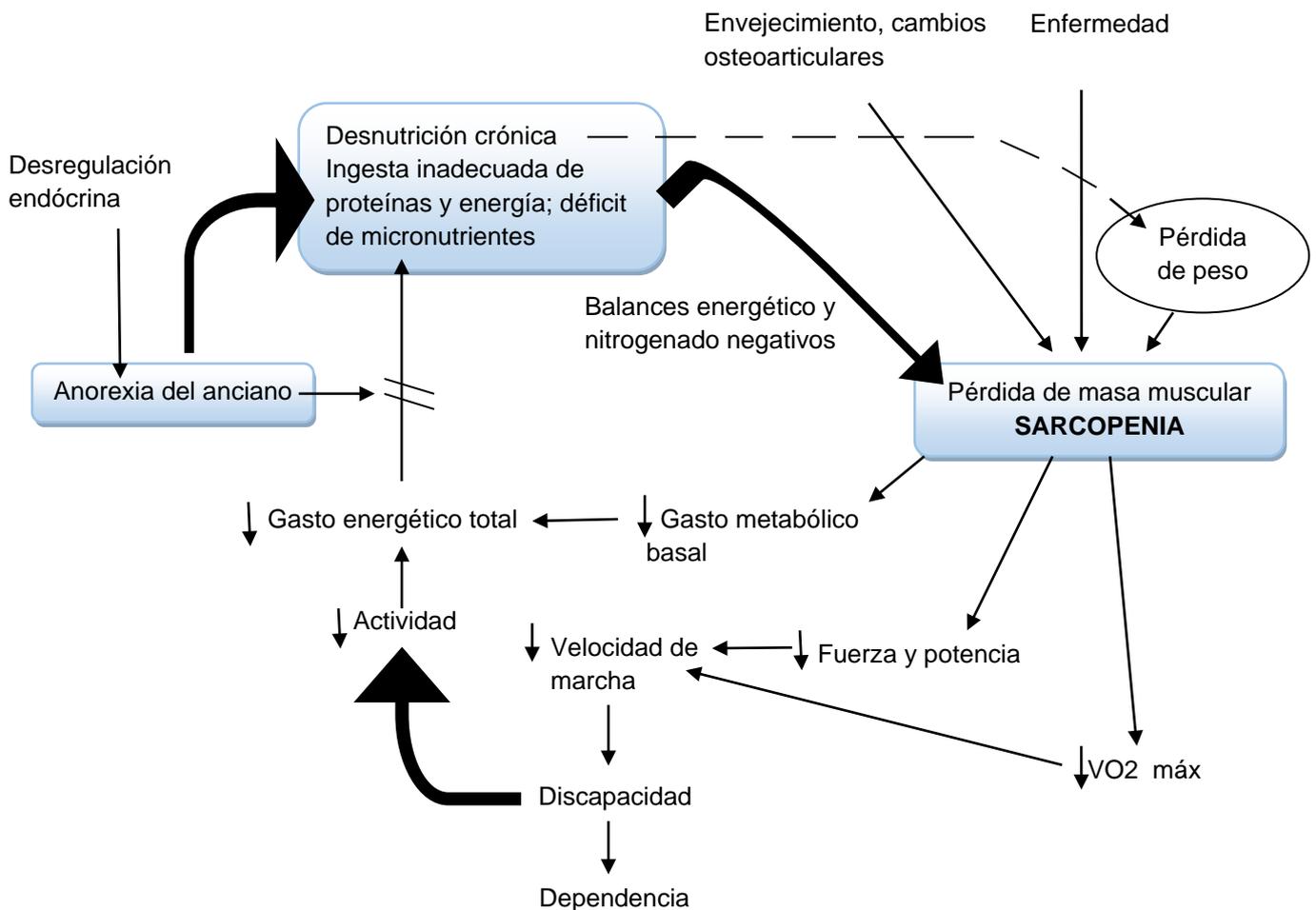


Fuente: Adaptada de Cruz Jentoft AJ, Cuesta Triana F, Gómez-Cabrera MC, López-Soto A, Masanés F, Matía Martín P, et al. La eclosión de la sarcopenia: Informe preliminar del Observatorio de la Sarcopenia de la Sociedad Española de Geriatría y Gerontología. RevEspGeriatrGerontol. 2011;46(2):100-10.

Se ha descrito que la sarcopenia se asocia a un aumento en el riesgo de presentar ciertas enfermedades crónicas, como son la osteoporosis y la diabetes, infecciones nosocomiales o con la peor recuperación tras una enfermedad aguda. Incluso, algunos autores lo han relacionado con mayor mortalidad (es probable que dicho efecto esté relacionado con la coexistencia de una disminución de la reserva nutricional) (21).

Además, la sarcopenia desempeña un papel clave en el desarrollo del síndrome clínico de fragilidad<sup>2</sup>, que es altamente predictivo de la aparición de eventos adversos en el anciano y se asocia a mayor morbimortalidad (Figura 4) (46, 48). Tiene un rol determinante en la fisiopatología de la fragilidad, y a través de ella la sarcopenia predispone a las caídas, deterioro funcional, discapacidad, uso de recursos hospitalarios y sociales y finalmente una peor calidad de vida y muerte (48, 49)

**Figura 4.** Papel de la sarcopenia en el desarrollo de la fragilidad



Fuente: Traducido de Fried LP, Walston J. Frailty and failure to thrive. In: Hazzard WR, Blass JP, Ettinger WH Jr, Halter JB, Ouslander J, eds. *Principles of Geriatric Medicine and Gerontology*. 4th Ed. New York: McGraw-Hill; 1998. 1387-14

<sup>2</sup> El síndrome de la fragilidad se define como un estado de vulnerabilidad que conlleva un incremento en el riesgo de eventos adversos y discapacidad en los ancianos. Es una condición cuyas causas y fisiopatología resultan complejas.

## II.E. DIAGNÓSTICO

La revisión de la literatura en relación a las técnicas utilizadas para el diagnóstico de la masa muscular es controversial. Si bien se especifica que para diagnosticar sarcopenia es necesario estimar esta masa en particular, se observaron estudios que aplicaron técnicas que no la miden directamente. Se destacan estudios que señalaron las **técnicas radiológicas de imagen corporal** como la **Resonancia Magnética Nuclear**, la **Tomografía Axial Computada** y la **Absorciometría Dual de Energía de Rayos X (DEXA)**. Las primeras dos metodologías permiten realizar una valoración mediante diversos cortes del cuerpo que permiten conocer la masa de cada componente. Basándose en la diferencia de densidad del tejido muscular (1,04 Kg/L) permiten calcular la masa total con exactitud. El DEXA permite estimar la composición corporal mediante el uso de absorciometría dual de energía de rayos X, que ayudado por un programa específico, calcula la masa del tejido graso, óseo y magro. Otra técnica es el **Análisis de Bioimpedancia**, el cual se basa en la medida de la conductividad eléctrica de los tejidos, que permite la cuantificación de masa magra y masa grasa (8). Sin embargo, estas metodologías de valoración de la composición corporal son apropiadas para estimar la masa magra y no existe en la mayoría de los casos la posibilidad de inferir la masa muscular a partir de ésta.

El Grupo Europeo de Trabajo sobre la Sarcopenia en personas de edad avanzada (EWGSOP) recomienda utilizar la presencia de una masa muscular baja y una función muscular deficiente (fuerza o rendimiento) para el **diagnóstico** de la sarcopenia. Así pues, el diagnóstico requiere la confirmación del criterio 1, así como la del criterio 2 o el criterio 3 (Tabla 3) (5).

**Tabla 3.** Criterios para el diagnóstico de la sarcopenia

---

El diagnóstico se basa en la confirmación del criterio 1 más el 2 ó el 3:

.....

Criterio 1 →Masa Muscular baja

Criterio 2 →Menor fuerza muscular

Criterio 3 →Menor rendimiento físico

---

Fuente: Traducida de 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 and Ageing*. 2010;39(4):412-423.

Los **parámetros** de la sarcopenia son la cantidad de músculo y su función. Las variables cuantificables son masa, fuerza y rendimiento físico. El costo, la disponibilidad y la facilidad de uso determinarán las técnicas a utilizar y si las mismas están mejor adaptadas para la práctica clínica o resultan útiles con fines de investigación (Tabla 4) (5).

## **1. Técnicas utilizadas para cuantificar la masa muscular**

La cuantificación de la masa muscular total de una persona no es sencilla, ya que todos los métodos existentes tienen ventajas e inconvenientes.

Las técnicas que miden masa muscular y permitirían diagnosticar sarcopenia o identificar riesgo de masa muscular disminuida son:

- **Antropometría** → es una metodología rápida de realizar, no invasiva y permite valorar sujetos sin requerir desplazamiento (de especial importancia en pacientes postrados). Además, su costo es muy bajo. Se destacan:
  - **Antropometría Clásica:** *Circunferencia Media Muscular del Brazo* (CMMB). Para calcular este índice, se utiliza el Perímetro Braquial y el Pliegue Tricipital. La misma surge de la diferencia entre la circunferencia del brazo y el espesor del pliegue tricipital. Si bien no mide masa muscular directamente, permite inferir riesgo de masa muscular disminuida (50).
  - **Antropometría de Fraccionamiento:** *ENFA* (Evaluación Nutricional por Fraccionamiento Antropométrico). El contenido orgánico puede definirse como la sumatoria de las masas esquelética, muscular, visceral y grasa, teniendo en cuenta además, el agregado de la masa residual en ciertas circunstancias donde exista retención de líquido en los tejidos. De esta manera, el peso corporal no resulta un método válido para valorar el estado de las reservas, dado que no sería posible discriminarlas.  
Surge entonces el método de fraccionamiento antropométrico que cumple con los 4 requisitos fundamentales exigidos para su aplicación:

inocuidad, reproducibilidad, accesibilidad y bajo costo operativo. El mismo consiste en la toma de 25 medidas de superficie, determinando además 5 componentes: masa grasa, muscular, esquelética, visceral, residual, así como también la medición de las reservas proteica y calórica. Dentro de estas 25 medidas, la toma de los perímetros permite valorar la masa muscular ya que a partir de éstos se obtiene una cantidad de masa muscular en kilogramos. Este método resulta factible y viable y puede utilizarse tanto a nivel individual como poblacional, pudiéndose aplicar también en situaciones clínicas o quirúrgicas, donde exista catabolismo de los tejidos (51).

- **Laboratorio** → Determinación de la **excreción urinaria de creatinina**: Es una medida que indirectamente permite inferir la masa muscular total, ya que la excreción de este metabolito se ve altamente influenciada por la alimentación y el ejercicio y los resultados obtenidos presentan una gran variabilidad en un mismo individuo (52). Por tal motivo, todos los índices o coeficientes creados a partir de su medición presentan falencias o dificultades para inferir masa proteica muscular.

## **2. Técnicas de evaluación de la fuerza muscular**

Las técnicas para medir la fuerza muscular, y que además, estén bien validadas, son escasas. Aunque las extremidades inferiores son más importantes que las superiores para la marcha y la función física, la fuerza de prensión se ha utilizado mucho y se correlaciona bien con los resultados más relevantes. Hay que recordar que factores no relacionados con el músculo,

como motivación y cognición, pueden dificultar la evaluación correcta de la fuerza muscular (5).

- **Fuerza de prensión:** Es una medida sencilla y confiable de la fuerza muscular. Existe una fuerte relación entre la fuerza de prensión manual isométrica y la fuerza muscular de las extremidades inferiores, el momento de extensión de la rodilla y el área muscular transversal en la pantorrilla. La fuerza de prensión es mejor factor predictivo de resultados clínicos que la masa muscular baja, por lo que a mayor fuerza de prensión, mayor movilidad (53). Existe también una relación lineal entre la fuerza de prensión basal y la aparición de discapacidad en relación con las actividades cotidianas (54). Las mediciones de la fuerza muscular de diferentes compartimentos corporales están relacionadas, por lo que puede utilizarse como un marcador indirecto fiable de medidas más complicadas de la fuerza muscular en los antebrazos o las piernas (5).
- **Flexoextensión de la rodilla:** En personas adultas mayores sanas, la potencia y la fuerza suelen ser consideradas de importancia. La primera de ellas se pierde más rápidamente que la fuerza, a pesar de que es tenida en cuenta como un mejor factor predictivo de determinadas actividades funcionales (55, 56).

Existen diversas maneras de medir la capacidad del músculo para generar fuerza. Esta última puede medirse por un lado de forma isométrica y, por otro de forma isocinética, siendo esta última un reflejo más fiel de la función muscular en las actividades cotidianas. Para la medición de la fuerza isométrica de contracciones voluntarias máximas se utiliza un equipo a medida relativamente sencillo. Suele medirse como la fuerza aplicada en el

tobillo, con el sujeto sentado en una silla de respaldo recto ajustable, la pierna sin apoyar y la rodilla flexionada a 90° (57). Los dinamómetros isocinéticos comerciales modernos permiten realizar mediciones isométricas e isocinéticas de la fuerza como el momento concéntrico a distintas velocidades angulares (58, 59). A pesar de que estas técnicas son útiles para estudios de investigación, su uso en la práctica clínica se ve limitado por la necesidad de un equipo especial y de formación.

- **Flujo espiratorio máximo:** En personas sin trastornos pulmonares el flujo espiratorio máximo depende de la fuerza de los músculos respiratorios. A pesar de ser una técnica barata, sencilla, accesible y con valor pronóstico (60, 61), no se recomienda como medición aislada de la fuerza muscular dado que es limitada como medida de la sarcopenia.

### **3. Rendimiento físico**

Existe una amplia gama de pruebas del rendimiento físico, entre ellas, la Batería Breve de Rendimiento Físico (siglas en inglés SPPB), la velocidad de la marcha habitual, la prueba de deambulación durante 6 minutos y la prueba de potencia de subida de escalones (62).

- **Serie corta de rendimiento físico:** evalúa el equilibrio, la marcha, la fuerza y la resistencia mediante un examen de la capacidad de una persona de mantenerse de pie con los pies juntos al lado de otro, en semitándem y en tándem, el tiempo que tarda en recorrer caminando 2,4 m y el tiempo que tarda en levantarse de una silla y volver a sentarse cinco veces (63). Es una

medida combinada del rendimiento físico y de referencia para la investigación y la práctica clínica.

- **Velocidad de la marcha:** En esta prueba se registra el tiempo necesario para caminar una distancia determinada de la forma más rápida y segura posible (6). La relación no lineal entre la fuerza de las piernas y la velocidad de la marcha habitual explica cómo pequeños cambios en la capacidad fisiológica pueden tener efectos importantes sobre el rendimiento en adultos frágiles (64). La marcha habitual cronometrada tiene valor predictivo de la aparición de discapacidad (65), de ahí la importancia de la velocidad de la marcha como factor predictivo de episodios de salud adversos (limitación intensa de la movilidad, mortalidad) (66). Esta prueba puede utilizarse tanto en el ámbito clínico como en el de investigación (62).
- **Prueba de levantarse y andar (TGUG):** Es una prueba cronometrada que consiste en que el sujeto se encuentre sentado en una silla, se levante, camine una distancia corta, dé la vuelta y luego regrese a la silla y se siente de nuevo. Permite evaluar el equilibrio dinámico mediante una escala de cinco puntos y es útil, además, para medir el rendimiento (67).
- **Test de capacidad de subir escaleras (SCPT):** Permite medir el deterioro de la potencia de las piernas. Los resultados de dicho test, coinciden con los de técnicas más complejas que determinan la potencia de las piernas y el rendimiento. Se propone para el ámbito de la investigación (68).

## II.F. TRATAMIENTO DE LA SARCOPIENIA

Antes de comenzar a desarrollar este apartado, es importante destacar la *estadificación* de la sarcopenia como reflejo de su gravedad ya que puede ayudar a orientar su **tratamiento clínico**. El EWGSOP propone una estadificación conceptual en ‘presarcopenia’, ‘sarcopenia’ y ‘sarcopenia grave’ (tabla 4). El estadio de ‘presarcopenia’ se caracteriza por una masa muscular baja sin efectos sobre la fuerza muscular ni el rendimiento físico y sólo puede identificarse mediante técnicas que miden la masa muscular con exactitud y en comparación con poblaciones normalizadas. El estadio de ‘sarcopenia’ se caracteriza por una masa muscular baja junto con una fuerza muscular baja o un rendimiento físico deficiente. ‘Sarcopenia grave’ es el estadio que se identifica cuando se cumplen los tres criterios de la definición (masa muscular baja, menor fuerza muscular y menor rendimiento físico). La identificación de los estadios de la sarcopenia puede contribuir a seleccionar tratamientos y a establecer objetivos de recuperación adecuados (5).

**Tabla 4.** Estadios conceptuales de la sarcopenia según el EWGSOP

Estadio	Masa muscular	Fuerza muscular	Rendimiento físico
Presarcopenia	↓		
Sarcopenia	↓ ↓ ↓	↓	Ó ↓
Sarcopenia grave	↓ ↓ ↓ ↓	↓	

Fuente: Traducida de 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 and Ageing*. 2010;39(4):412-423.

## *1- Influencia de los factores de riesgo en la patogenia y evolución de la sarcopenia*

Para hablar del tratamiento de la sarcopenia, es necesario previamente describir cuál es la relación y la influencia que ejercen diversos factores que se comportan en simultáneo como factores de riesgo y factores determinantes en su patogenia y evolución, y que a su vez son el eje central en el que se basa el tratamiento. Dichos factores sobre los cuáles se hará mención a continuación, involucran aquellos que están relacionados fundamentalmente con el estilo de vida, ya que son estos sobre los cuales los nutricionistas tienen incumbencia profesional, tanto en una etapa previa a su aparición que tiene que ver con la prevención, como en lo que refiere a una etapa ya tardía que es el tratamiento una vez instalada esta entidad. Por lo que, para plantear un tratamiento eficaz y desarrollar estrategias efectivas de prevención, es fundamental comprender qué papel juegan en la etiología de la sarcopenia los factores de riesgo relacionados al estilo de vida de los individuos, que se detallan a continuación.

### ❖ Alimentación inadecuada por déficit

Las personas mayores suelen presentar conductas alimentarias inadecuadas, lo cual implica un alto riesgo de ingesta pobre y deficitaria, y esto a su vez representa un alto riesgo de ingerir nutrientes críticos en cantidades insuficientes. Distintos factores son los que, aislados o en conjunto, determinan dicha situación: anorexia, falta de piezas dentales, alteración del gusto y/o olfato, trastornos psíquicos/psiquiátricos, cuestiones económicas, falta de un

entorno social y/o familiar que los asista y acompañe, y fundamentalmente las enfermedades crónicas de base o situaciones fisiopatológicas que suelen padecer los ancianos y que complican y profundizan todo lo mencionado anteriormente.

#### - *Energía y Proteínas*

Durante la edad adulta la ingesta de alimentos disminuye progresivamente. Entre los 20 y 80 años la ingesta media diaria de energía se reduce en aproximadamente 1.300 kcal y 600 kcal en hombres y mujeres, respectivamente (69), lo que a menudo resulta en un aporte de energía y de nutrientes por debajo de los valores de referencia comúnmente aceptados (70). Son muchas las condiciones patológicas y no patológicas, relacionadas con la edad, que contribuyen a reducir el consumo de alimentos en los últimos años de vida (71). Por otra parte, la edad avanzada *en sí misma* se asocia con una reducción fisiológica del apetito ("la anorexia del envejecimiento") que puede desembocar en anorexia y desnutrición (72). Las personas mayores también desarrollan cambios en los hábitos alimenticios, con preferencia por alimentos de baja densidad energética y pobre aporte de nutrientes críticos, tales como granos, vegetales y frutas, en lugar de aquellos ricos en energía y nutrientes fundamentales como lo son las proteínas (73). Como consecuencia de estos factores, la prevalencia de la desnutrición oscila entre 5 y 20% en los adultos mayores que viven en la comunidad y supera el 60% en los ancianos

institucionalizados (74). Producto de la conjunción de todas estas situaciones que se presentan simultáneamente, las personas mayores corren un elevado riesgo de ingerir una cantidad insuficiente de proteínas, aproximadamente entre el 32 y el 41% de las mujeres y entre el 22 y 38% de los hombres mayores de 50 años consumen menos proteínas que la cantidad diaria recomendada (RDA) que es de 0,8 g/kg/día de proteínas (75).

- *Vitamina D*

El músculo esquelético posee receptores para la vitamina D, y su déficit en el músculo se expresa en forma de degradación miofibrilar, disminución del recambio proteico y de la secreción de insulina mediada por la hipocalcemia (76). Los niveles séricos de vitamina D disminuyen constantemente con la edad de las personas debido a varios factores, entre ellos una ingesta dietética inadecuada, menor exposición a la luz solar, menor capacidad de la piel de sintetizar la vitamina D bajo la influencia de la luz ultravioleta, y menor conversión de vitamina D 25-hidroxi a su forma activa en el riñón (77). No obstante, un seguimiento de 2,6 años determinó que los niveles circulantes de vitamina D son factores predictivos potentes e independientes de cambios en la masa y la fuerza muscular en personas mayores (78).

Los mecanismos mediante los que la vitamina D afecta la fisiología muscular están aún en debate (79). Se ha comprobado que los suplementos de vitamina D en la vejez mejoran la función muscular, reducen la incidencia de caídas y benefician la composición y la morfología de las fibras musculares (80-83). En

base a esto, actualmente se recomienda medir los valores séricos de 25-hidroxi vitamina D en personas mayores sarcopénicas y prescribir suplementos de vitamina D a los que presenten valores inferiores a 40 ng/mL (84).

- *Ácidos grasos omega-3*

En los últimos años, se ha considerado a los ácidos grasos omega 3 ( $\omega$ -3), tales como el ácido eicosapentaenoico (EPA), el ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido  $\alpha$ -linolénico ( $\alpha$ LNA, precursor de los dos primeros) como posibles agentes nutricionales contra la sarcopenia (79). Aunque no existe una ingesta dietética de referencia establecida (IDR) de estos nutrientes, la ingesta adecuada de  $\alpha$ LNA se establece en 1,6 y 1,1 g/día para hombres y mujeres de más de 50 años respectivamente (85).

❖ Situaciones de malnutrición por exceso

El descenso de la masa muscular que acontece a lo largo del proceso de envejecimiento está generalmente ligado a un aumento y redistribución de la masa grasa (86). Debido a esta actuación sinérgica del tejido graso y muscular, en personas mayores aparece un nuevo concepto de vital importancia desde el punto de vista de la salud y su relación con el grado de dependencia que tendrán las personas mayores, la obesidad sarcopénica. Por lo tanto, ésta puede definirse como la pérdida significativa de masa muscular acompañada en simultáneo de un exceso de masa grasa (87).

En un estudio realizado en España durante el año 2011 (Estudio Multicéntrico EXERNET), se observó que la prevalencia de obesidad sarcopénica en adultos

mayores alcanzó valores medios del 15% aumentando con la edad, ocurriendo de forma más temprana en hombres que en mujeres y siendo más prevalente en individuos de raza blanca (88).

#### ❖ Sedentarismo

La fuerza muscular tiende a incrementarse desde la niñez alcanzando su máximo pico a los 20 años y a partir de los 30, le sigue una meseta hasta los 45-50 años cuando empieza a declinar. En el anciano con edad de 65 años o más, el músculo esquelético representa el 35% de la masa corporal total y 40% de la masa libre de grasa (89). Lindle y cols (90), han reportado la pérdida de la fuerza muscular a partir de los 40 años y continúa a un ritmo de 8 a 10% por cada década y en ambos sexos. Con la edad y con la inactividad física, la mayor atrofia se observa en las fibras musculares de contracción rápida, que pueden ser recuperadas durante el ejercicio de fuerza de gran intensidad y corta duración tipo anaeróbico (91).

En la sarcopenia se solapan situaciones como menor actividad física de la requerida, sedentarismo y nutrición inadecuada. A estos factores se suman otros elementos, tales como: cambios hormonales, participación de citoquinas y cambios neuromusculares. Además, no se debe olvidar que existen factores genéticos y nutricionales de base. Estos cambios cualitativos y cuantitativos de la fibra muscular afectan su función (91, 92).

La inactividad física, que frecuentemente se asocia el envejecimiento, es uno de los factores fundamentales que contribuye a la aparición de sarcopenia (93).

## ❖ Tabaquismo

El hábito de fumar es un factor de riesgo para muchas enfermedades, y podría estar relacionado con el desarrollo de la sarcopenia (94). Algunos estudios sugieren que los metabolitos y componentes del humo del cigarrillo, entran en el torrente sanguíneo y llegan al músculo esquelético de los fumadores, acelerando la pérdida de masa muscular (95, 96). Sin embargo, una reciente revisión de la bibliografía disponible cuyo objetivo fue determinar el grado de relación entre tabaquismo y sarcopenia, concluyó que el hábito tabáquico podría tener relativamente poco impacto en el desarrollo de la sarcopenia pero que los resultados aún no son concluyentes. Esto implica la necesidad de realizar más estudios de investigación, adecuadamente diseñados, que demuestren la relación entre el tabaquismo y la sarcopenia (94).

A continuación se desarrollarán sólo los factores que, como se mencionó anteriormente, deben ser abordados por los Nutricionistas como profesionales de la salud y sobre los cuales tienen incumbencia en distintas etapas.

### *2- Abordaje nutricional*

Luego de realizar una valoración nutricional integral, la primera medida terapéutica a tomar sería intentar corregir las posibles conductas inadecuadas o los factores que dificultan la ingesta y los hábitos inadecuados, a las que hay que sumar recomendaciones sobre estilos de vida saludable. Sólo en último lugar y en caso de déficits nutricionales ya establecidos o ineficacia de las

recomendaciones respecto de la alimentación, o en alguna condición patológica específica se aconsejaría la suplementación nutricional (97).

Los ejes fundamentales y más importantes en el tratamiento de la sarcopenia son aquellos que actúan precisamente como sus factores desencadenantes, por lo que trabajar y actuar sobre ellos constituye la principal intervención:

#### ❖ Alimentación

Dado que un metabolismo proteico muscular óptimo depende en gran medida de un aporte adecuado de proteínas y aminoácidos provenientes de la dieta (98) y que además los músculos de los individuos de mayor edad conservan la capacidad de ejecutar una respuesta anabólica tras la ingestión de comidas ricas en proteínas (99), se ha propuesto una ingesta proteica diaria mayor a la recomendada como una posible medida, ya que podría atenuar la pérdida de masa muscular.

La mayoría de los investigadores está de acuerdo en que la cantidad de proteínas introducidas debe extenderse igualmente a lo largo del día con el fin de garantizar una mayor respuesta anabólica de 24 horas. Por lo tanto, de acuerdo con la evidencia disponible, debe alentarse a las personas mayores a ingerir entre 1,0 y 1,5 g/kg/día de proteínas mediante el consumo de una porción moderada (25-30 g) de las fuentes de proteínas de alta calidad en cada comida (84, 100, 101).

En este grupo etario, la ingesta proteica preocupa no sólo en cantidad, sino también en calidad. Por lo cual el foco debe estar puesto principalmente en una alimentación que aporte proteínas de alto valor biológico dado que su

composición en aminoácidos es completa, es decir, poseen los 9 aminoácidos esenciales que el organismo no puede sintetizar.

La composición de aminoácidos de las proteínas de la dieta puede regular el recambio proteico del músculo esquelético. Aquellos que han demostrado capacidad para estimular el anabolismo muscular y desacelerar su degradación son los aminoácidos esenciales, particularmente los ramificados leucina, isoleucina y valina (29). De hecho, constituyen el estímulo primario para la síntesis de proteínas. Se han realizado estudios suplementando la dieta con algunos aminoácidos específicos: glutamina, leucina y otros aminoácidos ramificados (102) que tendrían un efecto significativo antianoréctico y anticaquéctico, ya que a través de un mecanismo específico podrían tener cierto papel anticatabólico promoviendo la síntesis proteica e inhibiendo las vías proteolíticas intracelulares (29). En ancianos se ha conseguido demostrar un incremento de la masa muscular utilizando suplementación con beta-hidroxibeta-metilbutirato (un metabolito de la leucina) en combinación con ejercicio de alta resistencia, el cual ha ido acompañado de un discreto incremento en la fuerza muscular en ciertos grupos musculares (103, 104).

Cabe destacar que la utilización de suplementos proteicos sin ejercicio no ha demostrado tener eficacia en incrementar la masa muscular (105, 106). Por otro lado, los estudios que han combinado suplementación proteica con entrenamiento han obtenido sus mejores resultados cuando la misma se ha administrado inmediatamente después del ejercicio (107, 108).

Por lo tanto, la recomendación principal para las personas mayores debe estar centrada en una alimentación rica en alimentos fuente de proteínas de AVB

(84, 100), así como también es importante el consumo de alimentos ricos en vitamina D y omega 3.

#### ❖ Ejercicio físico

Sin lugar a dudas, uno de los pilares fundamentales para tratar la sarcopenia y sus efectos en el tiempo, es el ejercicio físico. Específicamente el *entrenamiento de la fuerza* es uno de los más utilizados y que a su vez arroja resultados muy positivos y beneficiosos en los ancianos (109). Tal es así que en la actualidad el entrenamiento de la fuerza, que actúa principalmente estimulando la hipertrofia, es uno de los métodos más eficaces para combatir la sarcopenia, incrementar la masa muscular y la fuerza (110) y mejorar la adaptación neuromuscular (111-121). Por lo tanto, en una rutina de ejercicios para un adulto mayor en el marco del tratamiento contra la sarcopenia, se debería incluir el entrenamiento de la fuerza (109). Además, este tipo de entrenamiento parece ser relativamente seguro, incluso en personas con comorbilidades asociadas (122, 123).

Se ha demostrado que a partir de una variedad de programas de entrenamiento de fuerza controlado y supervisado, se pueden reportar beneficios significativos en la salud de los adultos mayores, así como una mayor capacidad para realizar las actividades de la vida diaria (caminar, subir escaleras), la prevención o retraso del deterioro funcional y de la discapacidad (124). A partir de esto se desprende que el entrenamiento de la fuerza progresivo podría ser una herramienta eficaz y segura contra la sarcopenia en pacientes ancianos (109). Sin embargo, es importante destacar que para que el

entrenamiento sea totalmente efectivo, debe asegurarse una ingesta proteica suficiente (10).

Si bien todos los programas de entrenamiento inducen ciertas mejoras de la fuerza máxima, hipertrofia o potencia muscular, determinadas combinaciones tendrán un especial énfasis de adaptación en unas u otras manifestaciones de la fuerza (93). En líneas generales, para conseguir un aumento de masa y fuerza muscular, estos ejercicios de fuerza deben ser realizados en la modalidad de circuitos con intensidades del 70-90% de la potencia máxima (1RM), en 1-3 series de 8-12 repeticiones cada una en los 8-10 grupos musculares principales, y enfatizando el movimiento excéntrico por lo menos dos días a la semana no consecutivos (111, 112, 125-128). Incluso, se considera que una sola sesión a la semana sería suficiente para mantener el beneficio obtenido por el entrenamiento de resistencia (22). El tiempo de tratamiento necesario para observar efectos positivos es de 10 a 12 semanas, aunque en algunos estudios se observan efectos positivos con 2 semanas de entrenamiento (29).

Sin embargo, para que este tipo de entrenamiento sea efectivo debe cumplir con dos condiciones: por un lado deberá producir un estímulo lo suficientemente intenso (mayor al que implican las actividades cotidianas) como para obtener la respuesta de adaptación deseada pero sin producir agotamiento o esfuerzo indebido, lo que se conoce como “principio de adaptación”, y por otro lado, una vez que el organismo se adapte a este estímulo, será necesario que se modifique y/o intensifique para que se continúe progresando, lo que se conoce como “principio de progresión”. Si las cargas de entrenamiento no se incrementan progresivamente, los músculos se adaptarán

al nivel de fuerza solicitado y se mantendrán los mismos niveles de fuerza hasta que no se someta al sistema neuromuscular a un estímulo mayor (93). Cuando una persona deja de entrenar, se producirá la regresión de las adaptaciones conseguidas. En uno de los trabajos más recientes, en el cual lo que se hizo fue evaluar el efecto de 24 semanas de entrenamiento de fuerza a velocidad moderada-alta en ancianos, se observó una influencia positiva del entrenamiento tanto en distintas manifestaciones de la fuerza de los ancianos como en la reducción del número de caídas (129).

Si bien el entrenamiento de fuerza es el más indicado para detener el avance de la sarcopenia, en ancianos un programa de ejercicios que incluya actividad aeróbica sea probablemente más factible de llevar a cabo, ya que las adaptaciones producidas serán diferentes entre las personas y vendrán determinadas por su nivel de entrenamiento previo y edad. Una persona que se encuentre en buen estado físico necesitará un tipo de entrenamiento más exigente que aquel que sea inactivo y deberá comenzar el programa de entrenamiento con un estímulo menor (109). Por lo tanto, en estos últimos se recomienda realizar actividades de bajo impacto como la caminata, el ciclismo o pedaleo en la bicicleta estática, la natación, la hidrogimnasia, el subir escaleras, el baile, el yoga y la gimnasia aeróbica de bajo impacto. Estas actividades son preferibles a las llamadas de alto impacto, como trotar, correr, o practicar deportes con saltos, que tienen alta incidencia de lesiones en adultos mayores (130).

Por lo tanto, es importante señalar que la práctica habitual de ejercicio físico en los ancianos que ya presentan sarcopenia puede permitir prevenir o retardar

diversas alteraciones asociadas a la misma y contribuir a disminuir las pérdidas funcionales.

## **II.G. ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN**

Dado que la sarcopenia es considerada un problema de salud pública que afecta negativamente la masa muscular y el rendimiento al aumentar la edad, son necesarias las intervenciones pertinentes para su prevención. Hasta el momento dichas intervenciones se centran principalmente en la realización de ejercicio físico y en una nutrición adecuada, en detrimento de las medidas farmacológicas que han quedado en un segundo plano, debido a la falta de una definición de consenso para la sarcopenia (131).

Para prevenir la pérdida de masa muscular, ha sido reportada como óptima una ingesta diaria de proteínas de 1,2-1,5 g/kg/d (41). La forma más práctica para promover el anabolismo de proteínas musculares, incluye el consumo de una porción moderada de proteínas de alto valor biológico durante cada comida para estimular al máximo la síntesis de proteínas del músculo esquelético y mantener la masa muscular en los ancianos (100).

Existe un acuerdo general en que el aminoácido esencial leucina aumenta el anabolismo de proteínas y disminuye la degradación de las proteínas. Se ha demostrado que la ingestión de este aminoácido estimula la síntesis de proteína muscular durante las primeras 6 horas después de un ejercicio físico

(132), lo que proporciona evidencia que apoya, además, que la actividad física regular juega un papel importante en la restauración o el mantenimiento de la respuesta normal anabólica de proteínas en el músculo esquelético de las personas mayores (100). Al aumentar la edad, el músculo puede volverse resistente a los efectos estimulantes de las concentraciones postprandiales normales de leucina (133). Aunque tal déficit podría contribuir a la reducción del anabolismo de proteínas musculares y a una pérdida de masa muscular, estudios recientes sugieren que la suplementación de leucina puede mejorar o normalizar la síntesis de proteínas musculares en el envejecimiento (134, 135). Estos nuevos hallazgos son prometedores para el uso potencial de leucina añadido a las comidas regulares, en un esfuerzo para estimular al máximo la síntesis de proteína muscular en los ancianos (100). Sin embargo, se necesitan más pruebas de alta calidad que evalúen la eficacia a largo plazo del aumento de la ingesta de aminoácidos esenciales antes de hacer recomendaciones específicas (136).

Por todo lo expuesto anteriormente y teniendo en cuenta la naturaleza multifactorial del proceso sarcopénico, es importante para su prevención desarrollar intervenciones integrales que incluyan principalmente la actividad física y la nutrición, así como también y en caso de ser necesaria, la suplementación (137).

### **III. CONCLUSIONES**

A partir de lo observado se concluye que la pérdida de masa muscular esquelética y de fuerza por envejecimiento es un problema de salud altamente prevalente en la población de adultos mayores, con consecuencias que limitan la independencia del anciano y proporcionan una calidad de vida deficiente. Los factores que influyen en la aparición de la sarcopenia son numerosos y diversos, si bien algunos de ellos son constitucionales y no pueden modificarse, se observa que los que ejercen una gran influencia en el desarrollo de dicha entidad son los relacionados al estilo de vida. Dentro de estos últimos, se destacan ampliamente la inactividad física y la malnutrición fundamentalmente por déficit. La característica más relevante es que se trata de factores sobre los cuales si se puede actuar y que, por lo tanto, pueden modificarse. De ahí la importancia de desarrollar tanto estrategias de prevención como intervenciones oportunas y efectivas para retrasar y/o evitar este síndrome, mejorar la calidad de vida de los ancianos y aliviar la carga que representan para el sistema de salud los resultados adversos que derivan de la sarcopenia. El eje principal sobre el cual deben basarse dichas estrategias e intervenciones es la promoción de estilos de vida saludables, haciendo especial énfasis en la importancia de una alimentación adecuada en cantidad y en calidad y los beneficios de realizar ejercicio físico con regularidad. En una última instancia y sólo si con lo mencionado anteriormente no se logran los objetivos, se deberán considerar alternativas que complementen la nutrición y el movimiento,

como los suplementos nutricionales o las terapias farmacológicas.

Se considera de sumo interés llevar a cabo nuevas investigaciones que permitan conocer más sobre el tratamiento y la prevención de la sarcopenia dado que todavía son numerosas las áreas de incertidumbre.

#### **IV. AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestra directora de tesis, Licenciada Mariela Ferrari, por su acompañamiento y dedicación durante el desarrollo del presente trabajo. Por habernos estimulado a seguir aprendiendo hasta las últimas instancias.

A nuestras familias, amigos y compañeros, que durante todos estos años nos apoyaron incondicionalmente y nos alentaron a seguir transitando este camino hacia el logro de nuestra gran meta.

## **V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Delmonico MJ, Harris TB, Lee JS, et al. Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55:769–74.
2. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006;61:1059–64.
3. Rosenberg IH. Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. *J Nutr.* 1997;127:990S–991S.
4. Luna López V. Editorial. *Infogeriatría.* 2012; 5:3-4.
5. 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 and Ageing.* 2010;39(4):412-423.
6. Burgos Peláez R. Sarcopenia en ancianos. *Endocrinol Nutr.* 2006; 52(5):335-45.
7. Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Singh MA. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr.* 2002 Aug;76(2):473-81.

8. Cruz Jentoft AJ, 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. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2011;46(2):100-10.
9. Sarcopenia.es [Internet]. España: Observatorio SEGG de la Sarcopenia y Nutrición; 2011 [actualizado 31 Jul 2011; citado 20 Abr 2016]. Disponible en: [http://www.sarcopenia.es/curso1\\_1.php](http://www.sarcopenia.es/curso1_1.php)
10. Masanés Torán F, Navarro López M, Sacanella Meseguer E, López Soto A. ¿Qué es la sarcopenia? *Semin Fund Esp Reumatol.* 2010;11(1):14-23.
11. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross R, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol.* 1998;147:755-63.
12. Tichet J, Vol S, Coxe D, Salle A, Berrut G, Ritz P. Prevalence of sarcopenia in the French senior population. *J Nutr Health Aging.* 2008;12:202-6.
13. Chien M, Huang T, Wu Y. Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan. *J Am Geriatr Soc.* 2008;56:1710-5.
14. Masanés F, Culla A, Navarro-González M, Navarro-López M, Sacanella E, López-Soto A. Prevalencia de sarcopenia en ancianos sanos de la comunidad. *Rev Clin Esp.* 2008;208:S65.

15. Lloyd BD, Williamson DA, Singh NA, Hansen R, Diamond T, Finnegan T, et al. Recurrent and injurious falls in the year following hip fracture: A prospective study of incidence and risk factors from the Sarcopenia and Hip Fracture study. *J Gerontol A Sci Med Sci*. 2009;64:599-609.
16. Masanés F, Navarro-López M, Navarro-González M, Culla A, Sacanella E, López-Soto A. Prevalence of sarcopenia in elderly people with hip fracture. *J Nutr Health Aging*. 2009;13:S425.
17. Osuna-Pozo CM, Serra-Rexach JA, Viña J, Gómez-Cabrera M, Salvá A, Ruiz D, et al. Prevalencia de sarcopenia en consultas de geriatría y residencias. Estudio ELLI. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2014;49(2):72-6.
18. Salvá A, Serra-Rexach JA, Artaza I, Formiga F, Rojano i Luque X, Cuesta F, et al. La prevalencia de sarcopenia en residencias de España: comparación de los resultados del estudio multicéntrico ELLI con otras poblaciones. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2016;51(3).
19. Nemerovsky J, Mariñansky C, Zarebski G, Leal M, Carrazana C, Marconi A, et al. Diagnóstico y prevalencia de Sarcopenia: un estudio interdisciplinario y multicéntrico con adultos mayores de CABA y Área Metropolitana, Argentina. *Rev Electron Biomed [Internet]*. 2015 [citado Abr 2016];2. Disponible en: <http://biomed.uninet.edu/2015/n2/nemerovsky.html>
20. Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick E, Goodpaster B, Nevitt M, et al. Sarcopenia: alternative definitions and association with lower extremity function. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51(11):1602-9.

21. Rolland Y, Czerwinski S, Van Kan GA, Morley JE, Cesari M, Onder G, et al. Sarcopenia: Its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging*. 2008;12:433-50.
22. López Urdiales R, Virgili Casas MN. Tema de revisión clínica: Sarcopenia. *Infogeriatría*. 2012; 5:7-18.
23. Gómez-Cabello A, Vicente Rodríguez G, Vila-Maldonado S, Casajús JA, Ara I. Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España. *Nutr Hosp*. 2012; 27: 22-30.
24. Baumgartner RN, Waters DL, Gallagher D, Morley JE, Garry P.J. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech Ageing Dev*. 1999;107:123-36.
25. Giannoulis MG, Sonksen PH, Umpleby M, Breen L, Pentecost CI, Whyte M, et al. The effects of growth hormone and/or testosterone in healthy elderly men: A randomized controlled trial. *J Clin Endocrinol Metab*. 2006;91:477-84.
26. Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny A.M. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2002;57:M772-7.
27. Van den Beld AW, De Jong FH, Grobbee DE, Pols HA, Lamberts S.W. Measures of bioavailable serum testosterone and estradiol and their relationships with muscle strength, bone density, and body composition in elderly men. *J Clin Endocrinol Metab*. 2000;85:3276-82.

28. Roy T, Blackman MR, Harman M, Tobin JD, Schragger M, Metter E.J. Interrelationships of serum testosterone and free testosterone index with FFM and strength in aging men. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002;283:E284-94.
29. Burgos Peláez R. Enfoque terapéutico global de la sarcopenia. *Nutr Hosp.* 2006;21:51-60.
30. Roubenoff R, Parise H, Payette HA, Abad L, D'Agostino R, Jacques P, et al. Cytokines, insulin-like growth factor 1, sarcopenia, and mortality in very old community-dwelling men and woman: The Framingham Study. *Am J Med.* 2003;115:429-35.
31. Mak RH, Rotwein P. Myostatin and insulin-like growth factors in uremic sarcopenia: The yin and yang in muscle mass regulation. *Kidney Int.* 2006;70:410-2.
32. Giannoulis MG, Sonksen PH, Umpleby M, Breen L, Pentecost CI, Whyte M, et al. The effects of growth hormone and/or testosterone in healthy elderly men: A randomized controlled trial. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006;91:477-84.
33. Adamo ML, Farrar R.P. Resistance training and IGF involvement in the maintenance of muscle mass during the aging process. *Ageing Res Rev.* 2006;5:310-31.
34. Payette H, Roubenoff R, Jacques PF, Dinarello Ch, Wilson PW, Abad I, et al. Insulin-like growth factor-1 and interleukin 6 predict sarcopenia in very old community men and women: The Framingham Heart Study. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51:1237-43.

35. Welle S, Bhatt K, Shah B, Thornton C.A. Insuline-like growth factor-1 and myostatin mRNA expression in muscle: Comparasion between 62–77 and 21–31yr old men. *Exp Gerontol.* 2002;37:833-9.
36. Annweiler C, Schott-Petelaz AM, Beirut G, Kressig RW, Herrmann FR, Beauchet O. Vitamin D deficiency-related quadriceps weakness: Results of the epidemiologie de l'osteoporose cohort. *J Am Geriatr Soc.* 2009;57:368-9.
37. Dawson-Hugues B. Serum 25-hydroxyvitamin D and functional outcomes in the elderly. *J Clin Nutr.* 2008;88:537S-40S.
38. Montero-Odasso M, Duque G. Vitamin D in the aging musculoskeletal system: An authentic strength preserving hormone. *Mol Aspects Med.* 2005;26:203-19.
39. Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, Mayer J, Sreekumaran NK. Sarcopenia. *J Lab Clin Med.* 2001;137:231-43.
40. Roth SM, Metter EJ, Ling S, Ferruci L. Inflammatory factors in age-related muscle wasting. *Curr Opin Rheumatol.* 2006;18:625-30.
41. Morley J.E. Sarcopenia: Diagnosis and treatment. *J Nutr Health Aging.* 2008;12(7):452-6.
42. Bales CW, Ritchie Ch. Sarcopenia, weight loss, and nutritional frailty in the elderly. *Annu Rev Nutr.* 2002;22:309-23
43. Vanitallie T.B. Frailty in the elderly: Contributions of sarcopenia and visceral protein depletion. *Metabolism.* 2003;52:22-6.

44. Wilson M, Morley J.E. Invited review: Aging and energy balance. *J Appl Physiol.* 2003;95:1728-36.
45. Janssen I. Influence of sarcopenia on the development of physical disability: The Cardiovascular Health Study. *J Am Geriatr Soc.* 2006;54:56-62.
46. Roubenoff R. Sarcopenia: A major modifiable cause of frailty in the elderly. *J Nutr Health Aging.* 2000;4:140-2.
47. Baumgartner RN, Wayne SJ, Waters DL, Janssen I, Gallagher D, Morley JE. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obes Res.* 2004;12(12):1995-2004.
48. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001;56:M146-56.
49. Cruz-Jentoft A, Landi F, Topinkova E, Michel JP. Understanding sarcopenia as a geriatric syndrome. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2010;13:1-7.
50. Kuczmarski MF<sup>1</sup>, Kuczmarski RJ, Najjar M. Descriptive anthropometric reference data for older Americans. *Abstract J Am Diet Assoc.* 2000;100(1):59-66.
51. Basaluzzo JM, Basaluzzo, G. Método de Fraccionamiento Antropométrico. Modificaciones en el cálculo de las masas corporales. *Prensa Méd Argent.* 1997;84:836-840.

52. Oterdoom LH, Gansevoort RT, Schouten JP, de Jong PE, Gans RO, Bakker SJ. Urinary creatinine excretion, an indirect measure of muscle mass, is an independent predictor of cardiovascular disease and mortality in the general population. *Atherosclerosis*. 2009;207(2):534-40.
53. Laurentani F, Russo C, Bandinelli S et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003; 95: 1851–60.
54. Al Snih S, Markides K, Ottenbacher K et al. Hand grip strength and incident ADL disability in elderly Mexican Americans over a seven-year period. *Aging Clin Exp Res*. 2004;16:481–6.
55. Bean JF, Kiely DK, Herman S et al. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 461–7.
56. Foldvari M, Clark M, Laviolette LC et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:M192–9.
57. Edwards RH, Young A, Hosking GP et al. Human skeletal muscle function: description of tests and normal values. *Clin Sci Mol Med* 1977;52:283–90.
58. Feiring DC, Ellenbecker TS, Derscheid GL. Test–retest reliability of the biodex isokinetic dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther* 1990;11:298–300.

59. Hartmann A, Knols R, Murer K et al. Reproducibility of an isokinetic strength-testing protocol of the knee and ankle in older adults. *Gerontology* 2009;55:259–68.
60. Chen HI, Kuo CS. Relationship between respiratory muscle function and age, sex, and other factors. *J Appl Physiol* 1989;66:943–8.
61. Kim J, Davenport P, Sapienza C. Effect of expiratory muscle strength training on elderly cough function. *Arch Gerontol Geriatr* 2009;48:361–6.
62. Working Group on Functional Outcome Measures for Clinical Trials. Functional outcomes for clinical trials in frail older persons: time to be moving. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008;63:160–4.
63. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol* 1994;49:M85–94.
64. Buchner DM, Larson EB, Wagner EH et al. Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. *Age Ageing* 1996;25:386–91.
65. Guralnik JM, Ferrucci L, Pieper CF et al. Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:M221–31.

66. Cesari M, Kritchevsky SB, Newman AB et al. Added value of physical performance measures in predicting adverse health-related events: results from the health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc* 2009;57:251–9.
67. Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the “get-up and go” test. *Arch Phys Med Rehabil* 1986;67:387–9.
68. Bean JF, Kiely DK, LaRose S et al. Is stair climb power a clinically relevant measure of leg power impairments in at-risk older adults? *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:604–9.
69. Briefel RR, MA McDowell, Alaimo K, Caughman CR, Bischof AL, Carroll MD, et al. Total energy intake of the US population: the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–1991. *Am J Clin Nutr.* 1995;62:1072S–80S.
70. Trumbo P, S Schlicker, Yates AA, Poos M. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *J Am Diet Assoc.* 2002;102:1621–30.
71. Morley JE. Undernutrition in older adults. *Fam Pract.* 2012;29(1):i89–i93.
72. Morley JE. Anorexia of aging: a true geriatric syndrome. *J Nutr Health Aging.* 2012;16:422–5.
73. Drewnowski A, Shultz JM. Impact of aging on eating behaviors, food choices, nutrition, and health status. *J Nutr Health Aging.* 2001;5:75–9.

74. CC Sieber. Nutritional screening tolos: How does the MNA compare? Proceedings of the session held in Chicago May 2–3, 2006 (15 Years of Mini Nutritional Assessment) J Nutr Health Aging. 2006;10:488–92.
75. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes Food and Nutrition Board Institute of Medicine (2002) Excess dietary protein can adversely affect bone. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Protein and Amino Acids (Macronutrients)* National Academy Press Washington, DC.
76. Montero-Odasso M, Duque G: Vitamin D in the aging musculoskeletal system: an authentic strength preserving hormona. Mol Aspects Med 2005; 26:203-19.
77. Johnson MA, Kimlin MG. La vitamina D, el envejecimiento y el 2005 Dietary Guidelines for Americans. Nutr Rev. 2006;64:410-21.
78. Scott D, Blizzard L, Fell J, Ding C, Winzenberg T, Jones G. A prospective study of the associations between 25-hydroxy-vitamin D, sarcopenia progression and physical activity in older adults. Clin Endocrinol (Oxf). 2010;73:581-7.
79. Calvani R, Miccheli A, Landi F, Bossola M, Cesari M, Leeuwenburgh C, et al. Current nutritional recommendations and novel dietary strategies to manage sarcopenia. The Journal of frailty & aging. 2013;2(1):38-53.
80. Bischoff HA, Stahelin HB, Dick W, Akos R, Knecht M, Salis C, et al. Effects of vitamin D and calcium supplementation on falls: a randomized controlled trial. J Bone Miner Res. 2003;18:343–51.

81. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, Suppan K, Fahrleitner-Pammer A, Dobnig H. Effects of a long-term vitamin D and calcium supplementation on falls and parameters of muscle function in community-dwelling older individuals. *Osteoporos Int.* 2009;20:315–22.
82. Sato Y, Iwamoto J, Kanoko T, Satoh K. Low-dose vitamin D prevents muscular atrophy and reduces falls and hip fractures in women after stroke: a randomized controlled trial. *Cerebrovasc Dis.* 2005;20:187–92
83. Yamada M, Arai H, Yoshimura K, Kajiwara Y, Sonoda T, Nishiguchi S, et al. Nutritional supplementation during resistance training improved skeletal muscle mass in community-dwelling frail older adults. *J Frailty Aging.* 2012;1:64–70.
84. Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, Bhasin S, Cella D, Deutz NE, et al. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2010;11:391–6.
85. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Intakes for Individuals. Institute of Medicine, National Academies [Internet]. 2004 [citado Abr 2016]. Disponible en: [http://www.iom.edu/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/~//media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/5\\_Summary%20Table%20Tables%201-4.pdf](http://www.iom.edu/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/~//media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/5_Summary%20Table%20Tables%201-4.pdf)
86. Gallagher D, Ruts E, Visser M, Heshka S, Baumgartner RN, Wang J, Pierson RN, Pi-Sunyer FX, Heymsfield SB. Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000; 279: E366-75.

87. Gómez-Cabello A, Vicente Rodríguez G, Vila-Maldonado S, Casajús JA, Ara I. Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España. *Nutr Hosp.* 2012;27(1): 22-30.
88. Gomez-Cabello A, Pedrero-Chamizo R, Olivares PR, Luzardo L, Juez-Bengoechea A, Mata E, et al. Prevalence of overweight and obesity in non-institutionalized people aged 65 or over from Spain: the elderly EXERNET multi-centre study. *Obes Rev.* 2011;12(8):583-92.
89. Short KR, Nair KS. Mechanisms of sarcopenia and aging. *J Endocrinol Invest.* 1999;22(5):95–105.
90. Lindle RS, Metter E., Lynch NA. Age and gender comparisons of muscle strenght in 654 women and men age 20-93 yr. *J Appl Physiol.* 1997;83(5):1581-1587.
91. Fuenmayor RE, Villabón G, Saba T. Sarcopenia - visión clínica de una entidad poco conocida y mucho menos buscada. *Rev Venez Endocrinol Metab.* 2007;5(1):3-7.
92. Bales CW, Ritchie CS. Sarcopenia, weight loss and nutritional frailty in elderly. *Ann Rev Nutr.* 2002; 22:302-23.
93. Casas Herrero A, Izquierdo M. Ejercicio Físico como intervención eficaz en el anciano frágil. *Anales Sis Sanit Navar.* 2012;35(1):69-85.
94. Steffl M, Bohannon W, Petr M, Kohlikova E, Holmerova I. Relation Between Cigarette Smoking and Sarcopenia: Meta-Analysis. *Physiol Res.* 2015;64(3):419-426.

95. Rom O, Kaisari S, Aizenbud D, Reznick AZ. Sarcopenia and smoking: a possible cellular model of cigarette smoke effects on muscle protein breakdown. *Ann N Y Acad Sci.* 2012b;1259:47-53.
96. Rom O, Kaisari S, Aizenbud D, Reznick AZ. The effects of acetaldehyde and acrolein on muscle catabolism in C2 myotubes. *Free Radic Biol Med.* 2013;65C:190-200.
97. Malafarina V, Uriz-Otano F, Gil-Guerrero L. Valoración y tratamiento nutricional de la sarcopenia. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2013;48(4):153-154.
98. RR Wolfe. Regulation of muscle protein by amino acids. *J Nutr.* 2002;132:3219S–24S.
99. Symons TB, Schutzler SE, Cocke TL, Chinkes DL, Wolfe RR, Paddon-Jones D. Aging does not impair the anabolic response to a protein-rich meal. *Am J Clin Nutr.* 2007;86:451–6.
100. Paddon-Jones D, Rasmussen BB. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2009;12(1):86–90.
101. Symons TB, Sheffield-Moore M, Wolfe RR, Paddon-Jones D. A moderate serving of high-quality protein maximally stimulates skeletal muscle protein synthesis in young and elderly subjects. *J Am Diet Assoc.* 2009;109:1582–6.
102. De los Reyes AD, Bagchi D, Preuss HG. Overview of resistance training, diet, hormone replacement and nutritional supplements on age-related sarcopenia. A mini-review. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol.* 2003;113:159-70.

103. Vukovich MD, Stubbs NB, Bohiken RM. Body composition in 70-year old adults responds to dietary  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutarate similarly to that of young adults. *J Nutr.* 2001;131:2049-52.
104. Fujita S, Volpi E: Amino acids and muscle loss with aging. *J Nutr.* 2006;136:277S-80S.
105. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, y cols.: Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 1994; 330:1769-75.
106. Lauque S, Arnau-Battandier F, Mansourian R, Guigoz Y, Paintin M, Nourbashemi F y cols.: Protein-energy oral supplementation in malnourished nursing-home residents: a controlled trial. *Age Aging* 2000; 29:51-6.
107. Tarnopolsky MA, Atkinson SA, MacDougall JD, Chesley A, Phillips S, Schwarcz HP: Evaluation of protein requirements for trained strength athletes. *J Appl Physiol.* 1992;73:1986-95.
108. Esmarck B, Andersen JL, Olsen S, Richter EA, Mizuno M, Kjaer M: Timing of post exercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol.* 2001;535:301-11.
109. Padilla Colón CJ, Sánchez Collado P, Cuevas MJ. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. *Nutr Hosp.* 2014;29(5):979-988.
110. Paddon Jones D, Sheffield Moore M, Zhang XJ, Volpi E, Wolf SE, Aarsland A, et al. Amino acid ingestion improves muscle protein synthesis in the young and elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2004;286:321-8.

111. Rolland Y, Czerwinski S, Abellan Van Kan G. Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging* 2008; 12: 433-50.
112. Jones TE, Stephenson KW, King JG, Knight KR, Marshall TL, Scott WB. Sarcopenia mechanisms and treatments. *J Geriatr Phys Ther* 2009; 32: 83-9.
- 113.. Abellan Van Kan G, Andre E, Bischoff Ferrari HA, Boirie Y, Onder G y cols. Carla task force on sarcopenia: propositions for clinical trials. *J Nutr Health Aging* 2009; 13: 700-7.
114. Thomas DR. Sarcopenia. *Clin Geriatr Med* 2010; 26: 331-346.
115. Boirie Y. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *J Nutr Health Aging* 2009; 13: 717-23.
116. Messier V, Rabasa Lhoret R, Barbat Artigas S, Elisha B, Karelis AD, Aubertin Leheudre M. Menopause and sarcopenia: a potential role for sex hormones. *Maturitas* 2011; 68: 331-6.
117. Borst SE. Intervention for sarcopenia and muscle weakness in older people. *Age Ageing* 2004; 33: 548-55.
118. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman M. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 2004; 34: 329-48.
119. Macaluso A, De Vito G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol* 2004; 91: 450-72.

120. Marini M, Sarchielli E, Brogi L, Lazzeri R, Salerno R, Sgambati E y cols. Role of adapted physical activity to prevent the adverse effects of the sarcopenia. A pilot study. *It J Anat Embryol* 2008; 113: 217-26.
121. Liu C, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;3: CD002759.
122. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; 3: CD007146.
123. García M, Martínez JA, Izquierdo M, Gorotiaga EM, Grijalba A, Ibáñez J. Effect of resistance training and hypocaloric diets with different protein content on body composition and lipid profile in hypercholesterolemic obese women. *Nutr Hosp* 2012; 27:1511-20.
124. Seguin R, Miriam N. Los beneficios del entrenamiento de la fuerza en los adultos mayores. *Am J Med Anterior*. 2003; 25: 141-9.
125. Boirie Y. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *J Nutr Health Aging* 2009;13:717-23.
126. Borst SE. Intervention for sarcopenia and muscle weakness in older people. *Age Ageing* 2004;33:548-55.

127. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC y cols. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007;116:1094-105.
128. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004;59:48-61.
129. Solá Serrabou M, López del Amo JL, Valero O. Efecto de 24 semanas de entrenamiento de fuerza a moderada-alta intensidad en ancianos. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2014;49(3):115-20.
130. Landinez Parra NS, Contreras Valencia K, Castro Villamil A. Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. *Rev Cubana Salud Pública*. 2012;38(4):562-580.
131. Walston J. Sarcopenia in older adults. *Curr Opin Rheumatol*. 2012;24(6):623–627.
132. Dreyer HC, Drummond MJ, Pennings B, Fujita S, Glynn EL, Chinkes DL, et al. Leucine-enriched essential amino acid and carbohydrate ingestion following resistance exercise enhances mTOR signaling and protein synthesis in human muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2008;294:392-400.
133. Dardevet D, Sornet C, Balage M, Grizard J. Stimulation of in vitro rat muscle protein synthesis by leucine decreases with age. *J Nutr*. 2000;130:2630–2635.

134. Rieu I, Balage M, Sornet C, Giraudet C, Pujos E, Grizard J, Mosoni L, Dardevet D. Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia. *J Physiol*. 2006;575:305–315.
135. Layman DK, Walker DA. Potential importance of leucine in treatment of obesity and the metabolic syndrome. *J Nutr*. 2006;136:319S–323S.
136. Beasley J, Shikany J, Thomson C. The role of dietary protein intake in the prevention of sarcopenia of aging. *Nutr Clin Pract*. 2013;28(6):684–690.
137. Waters DL, Baumgartner RN, Garry PJ, Vellas B. Advantages of dietary, exercise-related, and therapeutic interventions to prevent and treat sarcopenia in adult patients: an update. *Clin Interv Aging*. 2010;5:259–270.