



UGR Universidad
del Gran Rosario

TESINA

**PRESENTADO PARA SOLICITAR SU INSCRIPCIÓN
EN EL MARCO NORMATIVO VIGENTE DE LA CARRERA DE
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

TÍTULO:

[“EFECTOS DE LA KINESIOTERAPIA EN LA SARCOPENIA DEL ADULTO MAYOR.”]

AUTORA:

MARCELA MURRI

DIRECTOR:

LIC. /PROF. FALCONI SILVIO.

FECHA DE PRESENTACIÓN:

12/10/2021. ROSARIO

FIRMA DE AUTOR

Resumen

Introducción:

La sarcopenia es un síndrome caracterizado por la pérdida generalizada y progresiva de masa del músculo esquelético. Se acompaña de inactividad física, disminución de la movilidad, enlentecimiento de la marcha y reducción de la capacidad de realizar ejercicios de resistencia; además, sirve para predecir la morbimortalidad en los adultos mayores y se asocia con altos costos para los sistemas de salud. El ejercicio físico, practicado de manera apropiada, es la mejor herramienta disponible hoy día, para retrasar y prevenir las consecuencias del envejecimiento, así como para fomentar la salud y el bienestar de la persona. Aunque muchas de las personas que lo padecen requieren de un abordaje multidisciplinario incluyendo a la kinesiología, es necesario determinar cuáles son los efectos clínicos y funcionales de la kinesioterapia en el abordaje del adulto mayor con sarcopenia.

- **Objetivos:** Determinar la efectividad de la kinesioterapia para el abordaje de la sarcopenia en el adulto mayor.

Métodos: Se llevó a cabo, mediante una revisión bibliográfica, la búsqueda, recolección y análisis de 15 artículos científicos, que involucran el análisis de los abordajes terapéuticos para pacientes con Sarcopenia. Se seleccionaron los estudios en función de los criterios de inclusión previamente establecidos. De los mismos, 6 artículos incluyen al entrenamiento como único tratamiento, uno solo incluye a los suplementos dietéticos antioxidantes y 8 artículos incluyen dentro de las variables al ejercicio y nutrición.

Resultados: De los 15 artículos seleccionados, ninguno demostró la existencia de un único tratamiento o intervención posible para prevenir y/o abordar la sarcopenia. No en todas las investigaciones se hizo referencia a la misma intervención.

Conclusión:

La kinesioterapia para la sarcopenia es un tratamiento que demostró una mejora funcional significativa, aunque no pudo concluirse que aplicado de forma independiente (como único tratamiento) sea lo más efectivo. Actualmente se necesitan más estudios que continúen aportando una visión más clara sobre la utilización del entrenamiento como intervención para dicho síndrome y de investigaciones adicionales para dilucidar los mecanismos celulares y moleculares responsables del efecto protector del ejercicio regular sobre la sarcopenia de los músculos esqueléticos inducida por la edad. La sarcopenia es una afección que no tiene una definición por consenso, también sus causas son multifactoriales, por lo que las intervenciones que se aplican actualmente varían entre ejercicio, nutrición, y pruebas farmacológicas.

Palabras Claves: Adulto mayor, Sarcopenia, Caquexia, Terapia Física, Fisioterapia, Ejercicio físico, Tratamiento preventivo, fragilidad, envejecimiento.

Índice

I. Introducción	3
II. Justificación	5
III. Objetivos	6
III.1 Objetivo general	6
III.2 Objetivos específicos	6
IV. Marco teórico	7
IV.1.a. Envejecimiento y envejecimiento activo	7
IV.1.a.1 Envejecimiento activo: un nuevo paradigma.	9
IV.1.a.2 Los pilares del envejecimiento activo.	9
IV.1.a.3 Factores determinantes del envejecimiento activo.	11
IV.1.b. Sistema muscular: anatomía y fisiología	11
IV.1. b.1. Estriaciones	12
IV.1.C. Cambios fisiológicos relacionados con la edad.	14
IV.1.d. Sarcopenia	21
IV.1.d. 1. Definición práctica	22
IV.1.d. 2. Prevalencia de la sarcopenia	23
IV.1.d. 3. Factores de riesgo asociados a la sarcopenia	23
IV.1.d. 4. Categorías y estadios de la sarcopenia (estadificación)	24
IV.1.d. 5. Sarcopenia como síndrome geriátrico	25
IV.1.d. 6. Sarcopenia y otros síndromes	26
VI.1.e. Posibles mecanismos de la sarcopenia	28
VI.1.e. 1. Mecanismos potenciales de la sarcopenia relacionados con la edad.	30
VI.1.e.2. Descripción de los mecanismos	31
IV.1.f. Identificación de sarcopenia en la investigación y la práctica clínica	36
IV.1.g. Evaluación de la sarcopenia	43
IV.1.h. Consecuencias de la sarcopenia	46
V. Metodología	47
V.1. Estrategia de búsqueda.	48
V.2. Palabras claves.	48
V.3. Combinación de palabras claves.	48
V.4. Criterio de inclusión.	49
V.5. Criterios de exclusión	49
V.6. Recolección de datos.	49

VI. Resultados	50
VI.1. Diagrama de flujo	50
VI.2. Cuadros explicativos de artículos científicos	51
VI.3. Resultado final de análisis de artículos científicos	63
VI.3.a. Exposición de las variables relacionadas únicamente al entrenamiento.	63
VI.3.b. Exposición de las variables relacionados solo a suplementos dietéticos antioxidantes.	66
VI.3.c. Exposición de las variables relacionados con ejercicio y nutrición.	67
VII. Discusión	71
VIII. Conclusión	74
IX. Referencias bibliográficas	75

I. Introducción

Hacia finales del siglo XX tuvo lugar un incremento de aproximadamente veinte años en la longevidad de las personas y se alcanzó una esperanza media de vida de alrededor de 66 años, aunque con grandes variaciones según los distintos países y zonas del planeta. Actualmente, una de cada 10 personas tiene una edad superior a 60 años y se considera que en 2050 esta relación va a ser de una de cada 5 personas. En lo que se refiere a Europa, una parte importante de la población tiene más de 60 años de edad, mientras que en África solamente una de cada 20 personas alcanza edades superiores a 60 años. El acceso a los sistemas de salud y los avances que se han efectuado en los métodos diagnósticos y terapéuticos más conservadores están facilitando un incremento de la longevidad.

Todos estos datos indican la importancia clave que tiene el abordaje de las distintas cuestiones relativas a la tercera edad con los objetivos de conocer los procesos que están implicados en el envejecimiento, de controlar los factores de riesgo de estas personas y de aplicar las intervenciones necesarias para mejorar su calidad de vida de manera que puedan vivir más en condiciones aceptables respecto a sus actividades cotidianas, mejorando su autoestima y manteniendo una vida saludable (1).

El envejecimiento humano constituye un proceso multidimensional que se caracteriza por ser heterogéneo, intrínseco o irreversible; se inicia en la concepción, se desarrolla durante el curso de vida y termina con la muerte. Es un proceso constituido de cambios biológicos y psicológicos de los individuos en interacción continua con la vida social, económica, cultural y ecológica de las comunidades durante el transcurso del tiempo.

Al referirse a las personas de edad avanzada, desde el punto de vista cronológico, se consideran personas adultas mayores aquellas con edades de 60 años o más; este límite de edad es reconocido por la Organización de Naciones Unidas (2).

Entre las modificaciones anatomofisiológicas características del proceso de envejecimiento, las del sistema muscular tienen una gran importancia desde el punto de vista funcional. Una de las más evidentes es la pérdida de masa muscular o sarcopenia. La pérdida de masa muscular se manifiesta principalmente por la disminución del peso del músculo y también por la reducción de su área de sección transversal. Se debe a la pérdida de unidades motoras y al hecho de que en las placas motoras de los ancianos los pliegues son más numerosos y las hendiduras sinápticas son más amplias, lo que disminuye la superficie de contacto entre el axón y la membrana plasmática. A consecuencia de ello, el anciano tiene una calidad menor de

la contracción muscular, menos fuerza, menor coordinación de los movimientos y, quizás, una probabilidad mayor de sufrir accidentes (p. ej. Caídas (1, p.60).

La sarcopenia es un síndrome caracterizado por la pérdida generalizada y progresiva de masa del músculo esquelético. Se acompaña de inactividad física, disminución de la movilidad, enlentecimiento de la marcha y reducción de la capacidad de realizar ejercicios de resistencia; además, sirve para predecir la morbimortalidad en los adultos mayores y se asocia con altos costos para los sistemas de salud (2, p. 228).

En el plano funcional se ve una dependencia creciente con la sarcopenia (pérdida de masa y fuerza muscular relacionada con la edad), necesitándose de personal adiestrado y servicios de rehabilitación (1, p. 61).

La forma de aplicar terapéuticamente el conocimiento que nos brinda la Kinesiología, es la Kinesioterapia, que significa el tratamiento a través del ejercicio físico. La Kinesioterapia o cinesioterapia es una parte esencial en el proceso de rehabilitación.

Su aplicación sobrepasa la simple positividad o mejora de las funciones deficitarias del discapacitado para ejercer una acción universal sobre las capacidades fisiológicas, dinámicas y psicológicas del paciente (2. p. 229).

El ejercicio físico, practicado de manera apropiada, es la mejor herramienta disponible hoy día, para retrasar y prevenir las consecuencias del envejecimiento, así como para fomentar la salud y el bienestar de la persona. De hecho, el ejercicio físico ayuda a mantener el adecuado grado de actividad funcional para la mayoría de las funciones orgánicas. De manera directa y específica, el ejercicio físico mantiene y mejora la función muscular esquelética, osteoarticular, cardiocirculatoria, respiratoria, endocrino, metabólica, inmunológica y psiconeurológica.

Finalmente, se debe reflexionar acerca de invertir en programas de ejercicio o actividad física de calidad dirigido a la población mayor a través de profesionales calificados con amplio dominio de estos temas, lo que puede generar un ahorro considerable para la sanidad del país, al disminuir costos por caídas, accidentes cerebrovasculares, infartos del miocardio o por el padecimiento de problemas de origen músculo esquelético y de enfermedades crónicas propias de esta etapa de la vida (3).

Por lo descrito anteriormente se plantea la siguiente problemática, ¿Cuáles son los efectos clínicos y funcionales de la kinesioterapia en el abordaje del adulto mayor con sarcopenia.?

II. Justificación

El riesgo de sufrir sarcopenia va asociado principalmente al envejecimiento. La falta de un protocolo de tratamiento para dicha enfermedad despertó un interés generalizado por los investigadores en la búsqueda de nuevos aspectos (tratamientos, técnicas, etc.) que conlleven al mejoramiento del bienestar humano durante la vejez. Realizamos el presente trabajo con la intención de dar a conocer los efectos beneficiosos del ejercicio físico (kinesioterapia) en la prevención y tratamiento de dicho síndrome.

Por otra parte, creemos que muchas veces el kinesiólogo desconoce o subestima las consecuencias progresivas y desfavorables que la sarcopenia puede causar (sobre todo en miembros inferiores) en los adultos mayores, dejando de lado la posibilidad de acompañar, minimizar, enlentecer dicho proceso fisiológico mediante una intervención regular y programada, pudiendo a través de éste nuevo campo de abordaje mejorar la calidad de vida de sus pacientes.

III. Objetivos

Objetivo general

- Determinar la efectividad de la kinesioterapia para el abordaje de la sarcopenia en el adulto mayor.

Objetivos específicos

- I. Analizar, a partir de una revisión bibliográfica los efectos clínicos y funcionales de la kinesioterapia en el abordaje de la sarcopenia del adulto mayor.
- II. Analizar, a través de una revisión bibliográfica los distintos tipos de abordaje para la sarcopenia del adulto mayor.
- III. Examinar y comparar la efectividad terapéutica de los diferentes abordajes o tratamientos de la sarcopenia del adulto mayor, respecto de la capacidad funcional y calidad de vida del paciente.
- IV. Analizar las implicancias de la intervención del kinesiólogo en la sarcopenia del adulto mayor.

IV. Marco teórico

IV.1.a. Envejecimiento y envejecimiento activo

No solamente los demógrafos y los sociólogos, cualquier observador atento a la sociedad de nuestros días, podrá descubrir fácilmente que el mundo de hoy, especialmente en los países de mayor desarrollo económico y social, se encuentra, sin duda, en los umbrales de una nueva era, la era de la longevidad. Cada día es más elevado el número de ancianos y, por ende, en todos los países del mundo es mayor la cifra de la población de edad avanzada y consecuentemente, también, son mayores los problemas sociales, sanitarios, económicos, psicológicos y educativos que tal fenómeno suscita para las sociedades en su conjunto y para las personas insertas en la llamada “Tercera Edad”, “Grupo de Adultos Mayores” o “Personas Mayores”, como se les denomina actualmente.

Podemos señalar que el envejecimiento ya no es un proceso demográfico exclusivo de los países desarrollados. Todas las sociedades se caracterizan por ser partícipes de este fenómeno, teniendo en cuenta, claro está, que hay diferencias entre países, regiones y continentes. (1)

El envejecimiento es un fenómeno presente a lo largo del ciclo vital desde el mismo proceso de la concepción hasta la muerte. A pesar de ser un fenómeno natural conocido por todos, es difícil aceptarlo como una realidad innata a todo ser.

Actualmente se considera un problema de salud pública tanto a nivel nacional como internacional, ya que el cambio en la pirámide poblacional se ha volcado hacia el aumento de esta población y desafortunadamente los gobiernos no están preparados para las consecuencias físicas, mentales, sociales y sanitarias que esto implica, motivo por el cual se requiere ahondar en el conocimiento del mismo desde múltiples perspectivas. (2)

La revisión de la literatura muestra que el envejecimiento se asocia a problemas físicos, psicológicos y sociales. El envejecimiento puede ser percibido de diversas maneras dependiendo de cómo la persona quiera entender el proceso. Se han identificado varias condiciones que pueden rodear el proceso del envejecimiento, las cuales pueden ser positivas o negativas. (1)

Es necesario señalar las dos concepciones de vejez (Figura 1) que conviven en este comienzo del nuevo siglo. El modelo deficitario, basado en el modelo médico

tradicional que, en torno a los cambios biológicos, conceptualizó a la vejez en términos de déficit y de involución, y el modelo de desarrollo, basado en la necesidad de redefinir la vejez como una etapa diferente de la vida, pero también plena de posibilidades. Cada vez hay más personas mayores que viven esta etapa de la vida desde este último modelo en donde la educación, la formación está presente, como estrategia básica para una mejor calidad de vida desde una visión nueva, salutogénica y formativa.

Modelos de Vejez

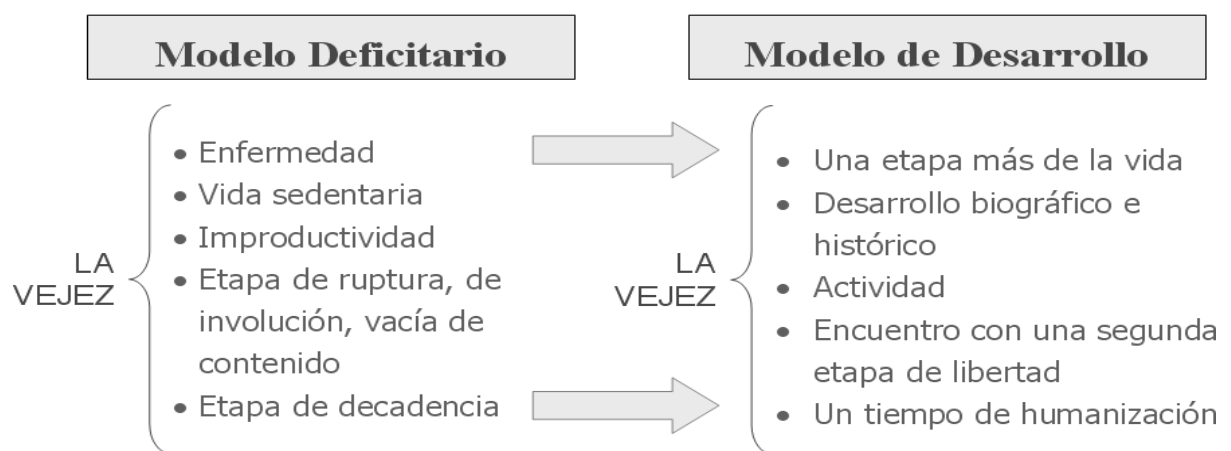


Figura 1. Modelo de vejez. Fue extraído de “Envejecimiento activo y mejora de la calidad de vida en adultos mayores” y elaborado por Maria Rosa Limón (1).

Es, en este contexto social, en el que surge una nueva forma de entender el envejecimiento, un modelo que favorece a las personas de más edad, pero, también, a la sociedad en su conjunto. Se trata del Envejecimiento Activo.

A lo largo de los años se han venido sucediendo una serie de hitos que, poco a poco, han ido construyendo las condiciones para que surgiera dicho concepto (envejecimiento activo). (2)

Entre estos tenemos:

- Envejecimiento exitoso, propuesto por Rowe, el cual hace referencia a la habilidad para mantenerse en bajo riesgo de enfermar, con un alto nivel de actividad física y mental y decididamente comprometido con la vida por medio del mantenimiento de relaciones interpersonales y de la participación en actividades significativas.

- Envejecimiento saludable, propuesto por la OMS (1998), definido como la etapa que comienza mucho antes de los 60 años. Esta solo puede obtenerse desarrollando desde edades tempranas hábitos y estilos de vida saludables, así como realizando prevención temprana de algunas enfermedades y discapacidades.

- Envejecimiento activo de la OMS (2002), enunciado como el proceso de optimización de las oportunidades de salud, participación y seguridad con el fin de mejorar la calidad de vida a medida que las personas envejecen. (1)

Podemos señalar que en los inicios de los años 60 nació la idea de que mantener en la vejez los patrones de actividad en la edad adulta constituía el medio por excelencia para envejecer óptimamente.

Finalmente, el nuevo concepto de envejecimiento activo logra superar todas las anteriores concepciones y ofrecer a la sociedad un modelo, un verdadero paradigma en el que orientarnos. (2)

IV.1.a.1. Envejecimiento activo: un nuevo paradigma.

La Organización Mundial de la salud (OMS) definió el envejecimiento activo como: *el proceso de optimización de las oportunidades de salud, participación y seguridad con el fin de mejorar la calidad de vida a medida que las personas envejecen. Se aplica tanto a los individuos como a los grupos de población. Permite a las personas realizar su potencial de bienestar físico, social y mental a lo largo de todo su ciclo vital y participar en la sociedad de acuerdo con sus necesidades, deseos y capacidades, mientras que les proporciona protección, seguridad y cuidados adecuados cuando necesitan asistencia* (Organización Mundial de la Salud, 2002).

Desde entonces, ésta es la definición oficial adoptada por todos los organismos internacionales y actores en general.

El término `activo´ se refiere a la participación en asuntos sociales, económicos, culturales, espirituales, cívicos y no solo a estar activos física o laboralmente.

IV.1.a.2. Los pilares del envejecimiento activo.

Hay cuestiones que van dando forma al propio envejecimiento activo, como son la definición de sus pilares, inicialmente tres, salud, participación y seguridad, que se

completan en 2015 con la propuesta de incorporar un cuarto pilar, el aprendizaje a lo largo de la vida. Una cuestión que ya venía vislumbrando la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) desde el año 2010 cuando celebró la VI Conferencia Internacional de Educación de Adultos -CONFITEA VI-, donde en su documento Marco de Acción de Belém (Institute for lifelong learning, 2010) se afirma que el aprendizaje a lo largo de toda la vida es “un principio organizativo de todas las formas de educación”, en su preámbulo dice que “la educación de adultos se reconoce como un elemento esencial del derecho a la educación y debemos trazar un nuevo y urgente curso de acción para posibilitar que todos los jóvenes y adultos ejerzan ese derecho”.

También se deja planteada la necesidad de que, aun no considerándose un pilar del envejecimiento activo, la intergeneracionalidad o relaciones intergeneracionales, debe estar siempre presentes para obtener el máximo rendimiento al nuevo paradigma.

Por tanto, pese a no ser un pilar del envejecimiento, si se recomienda que esté muy presente a la hora de abordar todas estas cuestiones.



Figura 2. Pilares del envejecimiento activo. Fue extraído de “Envejecimiento Activo: un paradigma para comprender y gobernar” y elaborado por Aitor Urratia Serrano (3).

IV.1.a.3. Factores determinantes del envejecimiento activo.

El paradigma del envejecimiento activo tiene una parte cuantitativa y otra parte cualitativa, cuando hablamos de la parte cuantitativa del envejecimiento, nos estamos refiriendo claramente a cuestiones demográficas, mientras que si nos referimos a la parte cualitativa nos estaremos refiriendo, sobre todo, a la evolución del imaginario social de la persona mayor en la sociedad.

a) La cuestión demográfica:

En la actualidad la cifra de población mundial se estima que esta en torno a los siete mil quinientos millones de personas.

Según previsiones la Oficina de Población de ONU, la población mundial se estabilizará entorno a los nueve mil millones y el máximo que podría alcanzar

Hoy, en 2018 la esperanza de vida se sitúa en torno a los 83 años y para 2061 se espera que sea entorno a los 92 años se sitúa en torno a los doce mil millones.

b) El imaginario social de la vejez.

El segundo factor determinante al que nos referimos al hablar de la parte cualitativa del envejecimiento, es el imaginario social y el rol social que las personas mayores juegan en la sociedad. En "Bioética y personas mayores", García dice: que el envejecimiento es un hecho natural y universal, pero las actitudes de la sociedad ante el mismo no son iguales y varían de un lugar a otro y de una época a otra.

Entenderemos imaginario social como el concepto para designar los mitos, las ideologías, las formas de interpretar el mundo, las creencias, como productos de la función significante de toda la sociedad.

El envejecimiento activo es mucho más que hablar de personas mayores. Es hablar de todo el proceso de envejecimiento y por consiguiente ha de enfocarse a lo largo de todo el ciclo de vida. Es una propuesta de cambio que se ofrece a la sociedad para afrontar el proceso de envejecimiento y el disfrute del mismo. Es sin duda un paradigma que ha de entrar en todas las agendas públicas y en todos los modos de vida de las personas. (3)

IV.1.b. Sistema muscular: anatomía y fisiología

El músculo se divide en tres tipos: estriado, cardíaco y liso. El músculo estriado conforma la gran masa de la musculatura somática. Tiene estriaciones transversales bien desarrolladas, en condiciones normales no se contrae en ausencia de

estimulación nerviosa, carece de conexiones anatómicas y funcionales entre fibras musculares individuales y casi siempre está bajo control voluntario.

El músculo estriado está formado por fibras musculares individuales. Cada fibra muscular es una sola célula multinucleada, larga, cilíndrica, rodeada por membrana celular el sarcolema.

Las fibras musculares están formadas por miofibrillas, las cuales se dividen en filamentos individuales. Estos miofilamentos contienen varias proteínas que en conjunto conforman la maquinaria contráctil del músculo estriado.

El mecanismo contráctil depende sobre todo de las proteínas miosina II, actina, tropomiosina y troponina. (4)

Las miofibrillas están suspendidas en el interior de la fibra muscular, en una matriz denominada sarcoplasma. El sarcoplasma contiene potasio, magnesio, fosfato, un elevado número de mitocondrias y una estructura denominada retículo sarcoplásmico. El retículo sarcoplásmico muestra una organización especializada que es extremadamente importante para el control de la contracción muscular (sus túbulos transversales (T) y cisternas terminales rodea a cada miofibrilla). A través de este retículo y del sistema de túbulos T se transmite el impulso nervioso que da lugar a la contracción muscular. (5)

IV.1. b.1. Estriaciones

Las diferencias en los índices de refracción de las diversas partes de la fibra muscular son las causantes de las estriaciones transversales características del músculo estriado cuando se ve al microscopio. Con frecuencia, las partes de las estriaciones transversales se identifican con letras.

La banda clara I está dividida por la línea oscura Z y la banda oscura A tiene la banda h más clara en su centro.

Se observa una línea M transversal en la parte intermedia de la banda H; esta línea más las áreas claras estrechas a ambos lados a veces se llama zona pseudo-H. El área entre dos líneas Z adyacentes se llama sarcómera.

Los filamentos gruesos, que tienen un diámetro dos veces mayor que los delgados, están formados por miosina; los filamentos delgados están compuestos por actina, tropomiosina y troponina. Los filamentos gruesos están alineados para formar las bandas A, mientras que la disposición de los filamentos delgados se extiende fuera de la banda A y hacia el interior de las bandas I, con tinción menos densa.

Las bandas H más claras en el centro de las bandas A son las regiones en las que los filamentos delgados no se superponen con los gruesos cuando el músculo está relajado. Las líneas Z permiten el anclaje de los filamentos delgados. La variante de miosina que se encuentra en el músculo es la miosina II, con dos cabezas globulares y una cola larga. Las cabezas de las moléculas de miosina forman puentes cruzados con la actina. Estas cabezas contienen el sitio de unión de la actina y un sitio catalítico que hidroliza el ATP. La línea M es el sitio de inversión de la polaridad de las moléculas de miosina en cada filamento grueso.

Los filamentos delgados son polímeros compuestos por dos cadenas de actina que forman una doble hélice larga, son filamentos largos situados en la hendidura entre las dos cadenas de actina.

Las moléculas de troponina son pequeñas unidades globulares situadas a intervalos a lo largo de las moléculas de tropomiosina. Cada una de las tres subunidades de la troponina tiene una función única: la troponina T une los elementos de la troponina con la tropomiosina; la troponina I inhibe la interacción de la miosina con la actina y la troponina C contiene los sitios de unión para el Ca que ayuda a iniciar la contracción.

Algunas proteínas estructurales adicionales que son importantes para la función del músculo estriado incluyen actinina, titina, y desmina.

Hay que destacar que a pesar de que las proteínas mencionadas son importantes en la estructura y la función musculares, no son absolutamente todas las que pudieran existir en el músculo (5, p.98, 99,100).

La unidad motora está constituida por una neurona motora, su axón, y todas las fibras musculares inervadas por dicha neurona. La transmisión de los impulsos motores se produce por medio de la neurona motora. Esta transmisión atraviesa los cuerpos celulares neuronales y las fibras nerviosas periféricas hasta alcanzar la unión neuromuscular.

Cuando el axón establece contacto con el músculo, se divide en un número variable de terminales, finalizando en el sarcolema de una fibra muscular, en una zona que recibe la denominación de placa motora. El número de fibras musculares inervadas por una única fibra nerviosa motora oscila entre cinco (músculos intrínsecos del párpado) y más de 1000 (músculos de la pierna). Según Douglas, las unidades motoras pequeñas están especializadas en los movimientos finos y delicados mientras que las unidades motoras grandes tienen a su cargo los movimientos más groseros, de fuerza y desplazamiento intensos. Así, se puede observar que todas las fibras musculares de una unidad motora se contraen o relajan prácticamente al mismo tiempo, de manera que no es posible que en un momento haya algunas fibras de una unidad motora contraídas mientras que otras están relajadas. Por tanto, cuando se

estimula una unidad motora, todas las fibras musculares inervadas por la misma también reciben este estímulo y se contraen o se relajan. Según Smith y cols. Este es el principio de “todo o nada”.

En la bibliografía se describen varios tipos de fibras musculares, aunque para dicho trabajo sólo se va a prestar atención a tres tipos de fibras musculares esquelética: los tipos I, IIA y IIB. Estos diferentes tipos de fibras muestran particularidades distintas y la mayor parte de los músculos están constituidos por diversas proporciones de los tres tipos de fibras. Las fibras de tipo I se caracterizan por presentar un aspecto oscuro, un número elevado de mioglobina, una velocidad baja de contracción y una gran resistencia a la fatiga. Los músculos antigravitatorios son un ejemplo de músculos con predominio de fibras musculares de tipo I. Las fibras de tipo IIA tienen un aspecto más pálido y una cantidad menor de mitocondrias y de mioglobina, en comparación con las fibras de tipo I. Su velocidad de contracción es más rápida que la de las fibras de tipo I y más lenta que la de las fibras de tipo IIB. Las fibras de tipo IIB son blanquecinas, con una cantidad escasa de mioglobina y de mitocondrias, una velocidad de contracción alta y una gran susceptibilidad a la fatiga. Además, las fibras musculares esqueléticas de tipo I muestran metabolismo aerobio mientras que las de tipo IIB tienen metabolismo anaerobio. Las fibras de tipo IIA se encuentran en una fase intermedia y se pueden transformar en fibras de tipo I o en fibras de tipo IIB según el nivel de actividad física (5, p.43, 44.)

IV.1.c. Cambios fisiológicos relacionados con la edad.

El envejecimiento produce alteraciones sistémicas cuando la mayoría de los órganos y tejidos van disminuyendo su actividad. Estas modificaciones comprenden la reducción de la flexibilidad de los tejidos, la pérdida de células nerviosas, el endurecimiento de los vasos sanguíneos y la disminución general del tono corporal. Diversas causas se han asociado a este deterioro, entre ellas, las de índole genético, los cambios en la actividad metabólica celular o en los procesos bioquímicos, las alteraciones hormonales y las condiciones ambientales. Varias de ellas son alteraciones que ocurren en los distintos aparatos y sistemas como resultado del proceso de envejecimiento.

El siguiente cuadro muestra los cambios estructurales en los diferentes aparatos y sistemas, cada uno con sus consecuencias fisiológicas o fisiopatológicas, propias del proceso mismo de envejecimiento. (6)

Cuadro 1. Principales cambios estructurales y sus consecuencias fisiológicas ofisiopatológicas en el proceso de envejecimiento.

Cambios estructurales	Consecuencias fisiológicas o fisiopatológicas
<p>Composición corporal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución de agua corporal. - Disminución del tamaño de los órganos. - Aumento relativo de la grasa corporal. 	<p>Resistencia disminuida a la deshidratación. Alteración en la distribución de fármacos.</p>
<p>Sistema tegumentario:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución del recambio de células epidérmicas. - Atrofia dermoepidérmica y subcutánea. - Disminución del número de melanocitos. - Atrofia de folículos pilosos y glándulas sudoríparas. - Disminución de actividad de glándulas sebáceas. - Disminución de vasculatura dérmica y asas capilares. 	<p>Arrugas cutáneas y laxitud. Fragilidad capilar. Telangiectasias. Susceptibilidad a úlceras de decúbito. Xerosis cutánea. Queratosis actínica. Encanecimiento y alopecia.</p>
<p>Aparato cardiovascular:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución del número de células miocárdicas y de la contractilidad. - Aumento de resistencia al llenado ventricular. - Descenso de actividad del marcapasos AV, velocidad de conducción y sensibilidad de los barorreceptores. - Rigidez de las arterias. - Descenso del gasto cardíaco y del flujo sanguíneo de la mayoría de los órganos. 	<p>Disminución de la reserva cardíaca. Escasa respuesta del pulso con el ejercicio. Arritmias. Aumento de la presión diferencial del pulso. Aumento de la presión arterial. Respuesta inadecuada al ortostatismo. Síncopes posturales.</p>
<p>Aparato respiratorio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la distensibilidad de la 	<p>Disminución de la capacidad vital. Aumento del volumen residual y de la diferencia alvéolo arterial de oxígeno.</p>

<p>pared torácica y pulmonar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de septos alveolares. - Colapso de las vías aéreas y aumento del volumen de cierre. - Disminución de la fuerza de la tos y aclaramiento mucociliar. 	<p>Aumento del riesgo de infecciones y broncoaspiración.</p>
<p>Aparato renal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descenso absoluto del número de nefronas, disminución del peso renal. - Descenso del tono vesical y del esfínter. - Disminución de la capacidad de la vejiga. - Hipertrofia prostática en hombres y descenso del tono de la musculatura pélvica en mujeres. 	<p>Reducción del filtrado glomerular (la cifra de creatinina se mantiene por descenso de producción).</p> <p>Disminución en la habilidad de concentración y máxima capacidad de reabsorción de la glucosa.</p> <p>Incontinencia.</p>
<p>Aparato gastrointestinal</p> <p>Boca:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la producción de saliva. <p>Erosión de dentina y del esmalte.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reabsorción de la raíz y migración apical de estructuras de soporte del diente. <p>Esófago:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución del peristaltismo. <p>Estómago e intestino:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la secreción de ácido y enzimas. <p>Colon y recto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución del peristaltismo. 	<p>Pérdida de piezas dentarias.</p> <p>Tránsito esofágico prolongado.</p> <p>Reflujo esofágico.</p> <p>Disfagia.</p> <p>Poliposis gástrica y metaplasia intestinal.</p> <p>Constipación y diverticulosis.</p> <p>Incontinencia fecal.</p>
<p>Sistema nervioso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pérdida neuronal variable. - Disminución de conexiones interdendríticas y de neurotransmisión colinérgica. - Disminución del flujo sanguíneo cerebral. - Disminución de la velocidad de 	<p>Alteraciones intelectuales.</p> <p>Lentitud y escasez de movimientos.</p> <p>Hipotensión postural, mareos, caídas.</p> <p>Reaparición de reflejos primitivos.</p> <p>Hipo e hipertermia.</p> <p>Deshidratación.</p>

<p>conducción.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alteración en los mecanismos de control de temperatura y de la sed. 	
<p>Sentidos</p> <p>Vista:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fisiología alterada del vítreo y retina. - Degeneración macular. Trastorno de coloración, rigidez y tamaño del cristalino. <p>Oído:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la función de células sensoriales en el aparato vestibular. <p>Gusto y olfato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descenso en número y función de papilas gustativas y células sensoriales olfatorias. - Disminución en la producción de saliva. <p>Tacto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución de agudeza táctil y de temperatura. - Receptores de dolor intactos. 	<p>Disminución de agudeza visual, campos visuales y velocidad de adaptación a la oscuridad.</p> <p>Trastorno en la acomodación y reflejos pupilares.</p> <p>Alta frecuencia de cataratas, astigmatismo y miopía.</p> <p>Disminución de la audición (altas frecuencias), discriminación de sonidos y alteraciones del equilibrio.</p> <p>Disminución de la satisfacción gastronómica.</p>
<p>Aparato locomotor</p> <p>Estatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acortamiento de la columna vertebral por estrechamiento del disco. - Cifosis. <p>Huesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los huesos largos conservan su longitud. - Pérdida universal de masa ósea. <p>Articulaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la elasticidad articular. - Degeneración fibrilar del cartilago articular, con atrofia y denudación de la 	<p>Descenso progresivo de altura.</p> <p>Osteoporosis.</p> <p>Colapso vertebral y fractura de huesos largos con traumas mínimos.</p> <p>Limitación articular.</p> <p>Pérdida de fuerza muscular progresiva.</p> <p>Disminución de la eficacia mecánica del músculo.</p>

<p>superficie.</p> <p>Músculos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución del número de células musculares. - Aumento del contenido de grasa muscular. 	
---	--

Nota. Modificaciones en los distintos aparatos y sistemas inherentes al proceso de envejecimiento y sus consecuencias. Tomado de Nancy Stella Landinez Parra, Dra. Katherine Contreras Valencia (6).

Además el proceso de envejecimiento induce múltiples cambios en la producción, actividad y función de las hormonas.

La liberación tiene un patrón más desordenado en personas de edad, junto con una disminución en la función del receptor hormonal que conduce a respuestas caóticas. Las pruebas más importantes y evidentes de los cambios en la producción de hormonas son la menopausia, andropausia, adrenopausia y somatopausia. Los factores endocrinos influyen en el crecimiento y desarrollo muscular a través de la vida y los estados de exceso o deficiencia hormonal pueden afectar la función y estructura muscular.

Se pueden evidenciar los cambios estructurales en el perfil hormonal del envejecimiento con sus consecuencias fisiológicas o fisiopatológicas en los siguientes puntos:

* Cambios estructurales:

- Disminución en los niveles de testosterona (andropausia)
- Disminución de estrógenos (menopausia)
- Disminución de DHEA y DHEAS (dehidroepiandrosterona sulfato)
- Disminución de hormona de crecimiento o somatotropina (somatopausia)
- Descenso en niveles de IGF-1 (factor de crecimiento similar a la insulina)
- Disminución de hormona paratiroidea y de la insulina

- Disminución de vit. D
- Aumento de citoquinas (IL-1, IL-6,)

*Consecuencias fisiológicas o fisiopatológicas:

- Disminución de masa y fuerza muscular
- Caída del rendimiento físico
- Baja del deseo sexual
- Menor densidad ósea
- Disminución de la síntesis proteica
- Aumento del riesgo cardiovascular (por ↑ DHEA). (7)

Entre las modificaciones anatomofisiológicas características del proceso de envejecimiento, las del sistema muscular tienen una gran importancia desde el punto de vista funcional. Una de las más evidentes es la pérdida de masa muscular o sarcopenia. La pérdida de masa muscular se manifiesta principalmente por la disminución del peso del músculo y también por la reducción de su área de sección transversal. Se debe a la pérdida de unidades motoras y al hecho de que en las placas motoras de los ancianos los pliegues son más numerosos y las hendiduras sinápticas son más amplias, lo que disminuye la superficie de contacto entre el axón y la membrana plasmática. A consecuencia de ello, el anciano tiene una calidad menor de la contracción muscular, menos fuerza, menor coordinación de los movimientos y, quizás, una probabilidad mayor de sufrir accidentes (por ej.; caídas).

El anciano también muestra alteraciones en su tipo de fibras musculares. Con el transcurso de los años, las fibras de contracción rápida de tipo II sufren una disminución tanto en número como en volumen, mientras que las fibras de contracción lenta o de tipo I también disminuyen, aunque en proporción menor que las de tipo II. Este hecho puede explicar la menor velocidad de los movimientos de los ancianos. Según Papaléo y Petroainu, las fibras musculares que se pierden son sustituidas por tejido conjuntivo, de manera que en el músculo del anciano tiene lugar un aumento del colágeno intersticial.

La disminución de la calidad de la contracción muscular en el anciano

también se debe al compromiso de los sistemas de túbulos T y del retículo sarcoplásmico. En algunos estudios se ha observado que puede haber un incremento en los sistemas de túbulos T y en el retículo sarcoplásmico, posiblemente como mecanismo de compensación para garantizar la transmisión del impulso nervioso (5, p.44-45).

Además, a nivel subcelular hay acumulación de moléculas con daño por estrés oxidativo, disfunción mitocondrial, acumulación de lipofuscina, falla en la síntesis de nuevas proteínas relevantes para la formación de miofibrillas, entre otros. Todos estos cambios se traducen en una menor capacidad del músculo para generar fuerza.

Los sujetos adultos mayores experimentan una serie de cambios asociados al envejecimiento que determinan que su fisiología sea muy distinta a la de los sujetos en edad media de la vida. Esto debiera implicar ajustes específicos en su cuidado y supervisión de salud. (8)

IV.1.d. Sarcopenia

Un cambio grave asociado al envejecimiento humano consiste en la reducción progresiva de la masa muscular esquelética, una espiral descendente que puede provocar una disminución de la fuerza y la funcionalidad. En 1989, Irwin Rosenberg propuso el término 'sarcopenia' (del griego 'sarx' o carne + 'penia' o pérdida) para describir este descenso de la masa muscular relacionado con la edad. Desde entonces, la sarcopenia se ha definido como la disminución de la masa muscular esquelética y la fuerza que se produce con el envejecimiento.

Sin embargo, sigue faltando una definición de sarcopenia ampliamente aceptada que resulte adecuada para uso en contextos de investigación y en la práctica clínica.

A fin de abordar estas carencias, la Sociedad de Medicina Geriátrica de la Unión Europea (EUGMS) decidió crear, en el año 2009, un Grupo de Trabajo sobre la Sarcopenia que se encargaría de elaborar definiciones prácticas y criterios diagnósticos de la sarcopenia para uso en la práctica clínica y en estudios de investigación.

También se invitó a formar parte de este grupo a otras organizaciones científicas europeas (Sociedad Europea de Nutrición Clínica y Metabolismo [ESPEN], Academia Internacional de Nutrición y Envejecimiento [IANA] y Asociación Internacional de Gerontología y Geriatria - región europea [IAGG-RE]), que aceptaron dicha invitación y nombraron representantes que pasaron a ser miembros del Grupo de Trabajo sobre la Sarcopenia.

El Grupo Europeo de Trabajo sobre la Sarcopenia en personas de edad avanzada (EWGSOP, Grupo de Trabajo sobre la Sarcopenia) se reunió por primera vez en enero de 2009, lo que se siguió de otras dos reuniones durante el año y de amplios contactos por correo electrónico. Las revisiones bibliográficas y debates se centraron en las preguntas siguientes:

- ¿Qué es la sarcopenia?

- ¿Qué parámetros definen la sarcopenia?
- ¿Qué variables miden estos parámetros y que instrumentos de medida y límites pueden utilizarse?
- ¿Cómo se relaciona la sarcopenia con otras enfermedades o trastornos?

El documento elaborado por el Grupo de Trabajo sobre la Sarcopenia se distribuyó a los comités de las cuatro organizaciones participantes (EUGMS, ESPEN, IAGG-ER, IANA) para que efectuaran aportaciones, se revisó posteriormente en consonancia con las observaciones de revisión y se envió de nuevo a las organizaciones para solicitar su aprobación final.

IV.1.d. 1. Definición práctica

La sarcopenia 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. El EWGSOP recomienda utilizar la presencia de una masa muscular baja y una función muscular deficiente (fuerza o rendimiento) para diagnosticar la sarcopenia. Así pues, el diagnóstico requiere la confirmación del criterio 1, así como la del criterio 2 o el criterio 3 (Tabla 1).

Tabla 1. Criterios para el diagnóstico de la sarcopenia.

El diagnóstico se basa en la confirmación del criterio 1 más (el criterio 2 o el criterio 3)

-
1. Masa muscular baja
 2. Menor fuerza muscular
 3. Menor rendimiento físico

Nota. Criterios diagnóstico de la sarcopenia para uso en la práctica clínica y en estudios de investigación. Tomado de Alfonso J. Cruz Jentoft (8)

La justificación del uso de dos criterios es la siguiente: la fuerza muscular no depende exclusivamente de la masa muscular y la relación entre fuerza y masa no es lineal. Por tanto, la definición exclusiva de sarcopenia en relación con la masa muscular es demasiado estrecha y podría tener una utilidad clínica limitada. Algunos autores sostienen que el término dinapenia resulta más idóneo para describir la pérdida de

fuerza y función muscular asociada a la edad. Sin embargo, sarcopenia ya es un término ampliamente reconocido, por lo que su sustitución podría generar más confusión. (9).

A partir del 2016 la Organización Mundial de la Salud (OMS) incluye a la sarcopenia como enfermedad en su Clasificación Internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud (CIE) con el código ICD-10-CM (M62.84). (10)

IV.1.d. 2. Prevalencia de la sarcopenia

La prevalencia en las personas de 60-70 años es del 5%-13%, mientras que oscila entre el 11% y el 50% en las personas mayores de 80 años. Incluso con una estimación conservadora de la prevalencia, la sarcopenia afecta a más de 50 millones de personas actualmente y afectará a más de 200 millones en los próximos 40 años. (11)

La evidencia es clara en que la prevalencia aumenta conforme la edad, sin embargo, no parece existir alguna diferencia epidemiológica entre géneros. (11)

IV.1.d. 3. Factores de riesgo asociados a la sarcopenia

*Bajo peso al nacer (o bajo peso desde edades tempranas)

*Herencia genética

*Sexo femenino

*Malnutrición

* Consumo de cigarrillo

*Sedentarismo

*Baja ingesta de proteínas (secundario a la condición de anorexia geriátrica)

*Inanición (forma más extrema de mal nutrición, consecuente a la prolongada insuficiencia de alimento)

*Caquexia (detallada más adelante)

*Deterioro cognitivo

*Diabetes Mellitus (el anabolismo celular presenta ciertas anomalías, lo que se adiciona a los efectos del envejecimiento).

*Insuficiencia hepática

*Insuficiencia cardiaca

*Artrosis

*Obesidad

*Efecto catabólico de los fármacos (10, p.18.)

IV.1.d. 4. Categorías y estadios de la sarcopenia (estadificación)

La sarcopenia es una enfermedad con muchas causas y resultados variables. Aunque se observa principalmente en personas de edad avanzada, también puede aparecer en adultos más jóvenes, al igual que ocurre con la demencia y la osteoporosis.

En algunas personas puede identificarse una causa clara y única de sarcopenia. En otros casos no se puede aislar una causa evidente. Por tanto, las categorías de sarcopenia primaria y secundaria pueden ser útiles en la práctica clínica. La sarcopenia se considera 'primaria' (o relacionada con la edad) cuando no hay ninguna otra causa evidente salvo el envejecimiento, mientras que se considera 'secundaria' cuando hay una o varias otras causas evidentes (Tabla 2). En muchas personas de edad avanzada, la etiología de la sarcopenia es multifactorial por lo que quizá no sea posible identificar cada caso como afectado por una enfermedad primaria o secundaria. Esta situación está en consonancia con el reconocimiento de la sarcopenia como un síndrome geriátrico polifacético.

Tabla 2. Categorías de sarcopenia según la causa.

Sarcopenia primaria

Sarcopenia relacionada con la edad Ninguna otra causa evidente salvo el envejecimiento

Sarcopenia secundaria

Sarcopenia relacionada con la actividad. Puede ser consecuencia del reposo en cama
Sedentarismo, decondicionamiento y situaciones de
ingravidéz.

Sarcopenia relacionada con enfermedades

Se asocia a un fracaso orgánico avanzado (cardíaca, pulmonar, hepática, renal, cerebral), enfermedades inflamatorias, neoplasias o enfermedades endocrinas.

Sarcopenia relacionada con la nutrición

Es consecuencia de una ingesta dietética insuficiente de energía y/o proteínas como ocurre en caso de malabsorción, trastornos digestivos o uso de

Nota. Clasificación de las distintas categorías de sarcopenia según su causa. Tomado de Alfonso J. C. Jentoft (9).

La estatificación de la sarcopenia, como reflejo de su gravedad, es un concepto que puede ayudar a orientar su tratamiento clínico. El EWGSOP propone una estatificación conceptual en 'presarcopenia', 'sarcopenia' y 'sarcopenia grave'.

El estadio de 'presarcopenia' se caracteriza por una masa muscular baja sin efectos sobre la fuerza muscular ni el rendimiento físico. Este estadio solo 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). Es posible que la identificación de los estadios de la sarcopenia ayude a seleccionar tratamientos y a establecer objetivos de recuperación adecuados. La estatificación también puede respaldar el diseño de estudios de investigación que se centren en un estadio concreto o en cambios de estadios a lo largo del tiempo (9, p.414).

Otros autores además de primaria y secundaria la clasifican en aguda y crónica.

Sarcopenia aguda: duración menor a 6 meses usualmente relacionada a una enfermedad aguda secundaria.

Sarcopenia crónica: tiene una duración mayor a 6 meses. Asociada a enfermedades progresivas y crónicas. Representa mayor riesgo de mortalidad (11, p. 26).

IV.1.d. 5. Sarcopenia como síndrome geriátrico

Los síndromes geriátricos son estados frecuentes, complejos y costosos de alteración de la salud en personas de edad avanzada. Son consecuencia de interacciones no totalmente conocidas entre enfermedad y edad en diversos sistemas, que originan un conjunto de signos y síntomas. El delirium, las caídas y la incontinencia son ejemplos de síndromes geriátricos. Proponemos que también podría resultar útil identificar la sarcopenia como síndrome geriátrico porque esta visión favorece su identificación y tratamiento aun cuando las causas exactas sigan siendo desconocidas.

¿Qué pruebas hay de que la sarcopenia relacionada con la edad encaja en la definición actual de un síndrome geriátrico? La sarcopenia es frecuente en las

poblaciones de edad avanzada. La sarcopenia tiene varios factores que contribuyen: el proceso de envejecimiento a lo largo de la vida, influencias sobre el desarrollo en las etapas iniciales de la vida, una alimentación subóptima, el reposo en cama o sedentarismo, enfermedades crónicas y determinados tratamientos farmacológicos.

La sarcopenia representa un deterioro del estado de salud con un coste personal elevado: trastornos de la movilidad, mayor riesgo de caídas y fracturas, deterioro de la capacidad de realizar actividades cotidianas, discapacidad, pérdida de independencia y mayor riesgo de muerte.

IV.1.d. 6. Sarcopenia y otros síndromes

La sarcopenia aparece en otros síndromes asociados a una atrofia muscular importante. El motivo principal para diferenciarlos radica en promover la investigación de los mecanismos relacionados con la edad de la sarcopenia y en orientar un tratamiento dirigido y adecuado para cada uno.

- Caquexia

La 'caquexia' (del griego 'cac' o mala + 'hexis' o condición) se reconoce ampliamente en las personas de edad avanzada como una consunción grave que acompaña a enfermedades tales como cáncer, miocardiopatía congestiva o nefropatía terminal. La caquexia se ha definido recientemente como un síndrome metabólico complejo asociado a una enfermedad subyacente y que se caracteriza por pérdida muscular con o sin pérdida de masa grasa. La caquexia se asocia a menudo a inflamación, resistencia a la insulina, anorexia y una mayor degradación de las proteínas musculares.

Por tanto, la mayoría de los pacientes caquéticos también tienen sarcopenia, mientras que a la mayoría de las personas con sarcopenia no se las considera caquéticas.

La sarcopenia es uno de los elementos de la definición propuesta de caquexia. Hace muy poco, la ESPEN, una de las sociedades que forman parte del EWGSOP, ha publicado un documento de consenso que amplía esta definición de caquexia e identifica aspectos relevantes para diferenciar caquexia y sarcopenia.

- Fragilidad

La fragilidad o decrepitud es un síndrome geriátrico que aparece como consecuencia de deterioros acumulativos, relacionados con la edad, de varios sistemas fisiológicos, con alteración de la reserva homeostática y disminución de la capacidad del organismo de soportar el estrés, lo que incrementa la vulnerabilidad a resultados de salud adversos como caídas, hospitalización, institucionalización y mortalidad. Fried y cols. Elaboraron una definición fenotípica de la fragilidad basada en aspectos físicos fácilmente identificables; tres o más de las características siguientes respaldan un diagnóstico de fragilidad: pérdida de peso involuntaria, agotamiento, debilidad, velocidad lenta de la marcha y baja actividad física. La fragilidad y la sarcopenia se superponen; la mayoría de las personas de edad avanzada frágiles presentan sarcopenia y algunas personas de edad avanzada con sarcopenia también son frágiles. El concepto general de fragilidad, sin embargo, va más allá de los factores físicos, de modo que también abarca dimensiones psicológicas y sociales, como estado cognitivo, apoyo social y otros factores ambientales.

- Obesidad sarcopénica.

En situaciones tales como neoplasias malignas, artritis reumatoide y edad avanzada se pierde masa corporal magra al tiempo que puede conservarse e incluso aumentar la masa grasa. Esta situación se denomina obesidad sarcopénica, de modo que la relación entre la reducción relacionada con la edad de la masa y la fuerza musculares suele ser independiente de la masa corporal. Durante mucho tiempo se ha pensado que la pérdida de peso relacionada con la edad, junto con la pérdida de masa muscular, era en gran parte responsable de la debilidad muscular en las personas de edad avanzada.

Sin embargo, ahora está claro que los cambios en la composición muscular también son importantes, por ejemplo, la 'marmolización', o infiltración grasa del músculo, reduce la calidad muscular y el rendimiento laboral.

En tanto que los cambios de peso varían mucho entre las personas, se han observado determinados patrones de variación de la composición corporal relacionada con la edad. En los varones que van envejeciendo aumenta inicialmente el porcentaje de masa grasa y disminuye posteriormente. Este cambio se ha atribuido a una disminución acelerada de la masa magra, junto con un aumento inicial y una disminución posterior de la masa grasa. En general, las mujeres presentan un patrón semejante: aumento de la grasa intramuscular y visceral con el envejecimiento al tiempo que disminuye la grasa subcutánea (9, p.413,414,415).

La obesidad sarcopénica es la pérdida de masa muscular magra en personas mayores con tejido adiposo excesivo. El exceso de peso y la menor masa muscular contribuyen

a la disminución de la actividad física, lo cual, a su vez acelera la sarcopenia. Un estilo de vida extremadamente sedentario en personas obesas es un importante factor condicionante de la calidad de vida. (12)

Un análisis en el Estudio de Framingham destacó recientemente las limitaciones funcionales y de movilidad en la obesidad sarcopénica. Investigadores del estudio de salud, envejecimiento y composición corporal, un estudio longitudinal de los cambios relacionados con la edad en el músculo esquelético y la composición corporal en adultos mayores, identificó recientemente que el aumento de la masa grasa se asoció con una menor calidad muscular y una pérdida acelerada de la masa corporal magra durante 8 años. (13)

IV.1.e. Posibles mecanismos de la sarcopenia

Hay varios mecanismos que podrían intervenir en el inicio y la progresión de la sarcopenia.

En una persona con sarcopenia pueden participar varios mecanismos y las contribuciones relativas pueden variar con el tiempo. Cabe esperar que la identificación de estos mecanismos y sus causas subyacentes facilite el diseño de ensayos de intervención en los que se actué sobre uno o más de los mismos (9, p.413).

Una variedad de factores y vías están implicados en la patogénesis de la sarcopenia, como las causas ambientales, los problemas endocrinos, la pérdida de las neuronas motoras, la activación de las vías inflamatorias y las reducciones en los recuentos de células satélites. Además, investigaciones recientes sugieren que la disfunción mitocondrial y la activación de la señalización apoptótica son aspectos críticos de la patogénesis de la sarcopenia relacionada con la edad (ver figura 3). (14)

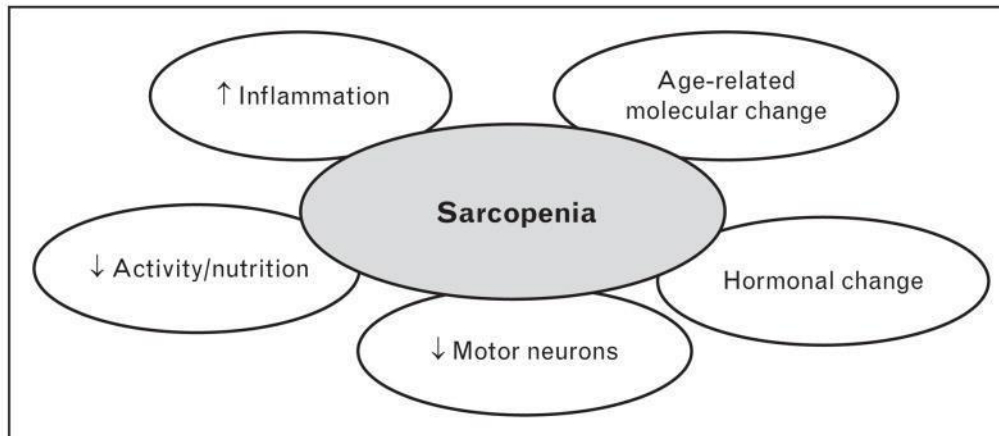


Figura 3. Causa multifactorial de sarcopenia. Los óvalos representan dominios conocidos por influir en el mantenimiento de la fuerza y la masa del músculo esquelético en organismos que envejecen. Fue extraído de “Sarcopenia en adultos mayores” y elaborado por Jeremy D. Walston (13).

Las causas ambientales generalmente se dividen entre disminuciones en la actividad física y disminuciones en la ingesta nutricional. Los adultos mayores son menos activos, en parte debido a la mayor carga de enfermedades crónicas que conduce al dolor y la fatiga. Además, las disminuciones en la ingesta adecuada de proteínas y calorías, así como la sobrenutrición que resulta en la obesidad sarcopénica y la pérdida acelerada de la masa muscular y la función, son importantes contribuyentes a la sarcopenia en adultos mayores. En conjunto, estas influencias ambientales se superponen a un cambio en la biología multifactorial, relacionado con la edad, que empuja hacia la disminución de la masa y la fuerza del músculo esquelético.

Se cree que los decrementos en el número de uniones neuromusculares, con la consiguiente disminución de las fibras musculares de tipo II o de contracción rápida, juegan un papel importante en el declive muscular relacionado con la edad. Estudios recientes en ratones hembras de mayor edad han demostrado incrementos notables en el porcentaje de uniones neuromusculares totalmente denervadas, especialmente en las fibras musculares de contracción rápida, como en el extensor digitorum longus. Curiosamente, el número de neuronas motoras en la médula espinal que inervan esta área no disminuye, lo que sugiere que esto puede ser una disminución axonal en lugar de un cambio del cuerpo nervioso por sí mismo. Debido a la importancia potencial de esta pérdida para el desarrollo de sarcopenia en humanos, se ha identificado una nueva medición de detección diagnóstica potencialmente importante, el fragmento de agrina C-terminal, como un marcador de disminución de la unión neuromuscular en hombres mayores. Las disminuciones en las hormonas que son importantes en el

mantenimiento de la masa muscular, como el factor de crecimiento tipo 1 similar a la insulina, el sulfato de dehidroepiandrosterona, la testosterona y el estrógeno, probablemente contribuyen a la sarcopenia. Estas vías también ofrecen oportunidades potenciales importantes para las intervenciones.

Se sabe que la activación de la vía inflamatoria, probablemente debido a una variedad de enfermedades y causas del envejecimiento, es un importante contribuyente a la sarcopenia. Un estudio de los niveles séricos de la citoquina inflamatoria interleucina-6 y su relación con la fuerza muscular en mujeres mayores demostraron una disminución más pronunciada en la capacidad de caminar, un mayor riesgo de desarrollar discapacidad física, explicada en parte por una disminución paralela en la fuerza muscular esquelética. Esto puede deberse en parte a la importante influencia de la exposición crónica de citoquinas inflamatorias en las células satélite de las fibras musculares. La contribución de la inflamación en adultos mayores puede provenir de múltiples fuentes. Ciertamente, los estados de enfermedad crónica se encuentran entre los desencadenantes más comunes de la activación de la vía inflamatoria. Muchas afecciones reumatológicas inflamatorias como el lupus eritematoso sistémico (LES) y la artritis reumatoidea (AR) se asocian con una pérdida muscular que se cree que está relacionada con la activación crónica de las vías inflamatorias que, a su vez, influyen negativamente en la regeneración muscular. Muchas otras afecciones crónicas, como la insuficiencia renal y la insuficiencia cardíaca congestiva, probablemente aceleran el desarrollo de sarcopenia a través del aumento de mediadores inflamatorios.

Finalmente, la pérdida de capacidad relacionada con el envejecimiento para reponer y reemplazar el músculo esquelético es cada vez más evidente. Las células madre del músculo esquelético, cruciales para la regeneración del mismo en adultos mayores y jóvenes, parecen estar comprometidas en los adultos mayores, ya que migran a velocidades mucho más lentas que las células más jóvenes, y su motilidad se ve obstaculizada en parte debido a los bajos niveles de Expresión de la integrina (13, p. 3/10, 4/10).

IV.1.e. 1. Mecanismos potenciales de la sarcopenia relacionados con la edad.

La patogenia de la sarcopenia relacionada con la edad es multifactorial e incluye miostatina, citoquinas inflamatorias y problemas derivados de la mitocondria. Especialmente, la disfunción mitocondrial inducida por la edad desencadena la

producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) por parte de las mitocondrias, impide la dinámica mitocondrial, interrumpe la mitofagia (autofagia mitocondrial) y conduce a la apoptosis mediada por mitocondrias. (Figura 4)



Figura 4. Posibles mecanismos de la sarcopenia relacionada con la edad. Fue extraído de “Papel del ejercicio en la sarcopenia relacionada con la edad” y elaborado por Su – Zi Yoo (14).

IV.1.e.2. Descripción de los mecanismos

A-Especies de oxígeno reactivo mitocondrial y disfunción mitocondrial:

La especie de oxígeno reactivo mitocondrial (mtROS) está estrechamente relacionada con el estrés oxidativo en el envejecimiento del músculo esquelético y es una causa importante de sarcopenia inducida por la edad. La acumulación de ROS mitocondriales en el envejecimiento del músculo esquelético conduce a la degradación tisular, a la atrofia del músculo esquelético, a la disfunción muscular y al aumento del tejido fibroso. La producción de mtROS está asociada con mutaciones del ADN mitocondrial (ADNmt) inducidas por el estrés oxidativo y estas mutaciones dan como resultado componentes defectuosos de la cadena de transporte de electrones (ETC). La incorporación de subunidades defectuosas en el ETC interrumpe la fosforilación oxidativa, reduce la síntesis de ATP y aumenta aún más la producción de ROS. De hecho, las fibras musculares informadas con delecciones de ADNmt mostraron anomalías en el sistema de transporte de electrones y atrofia de la fibra, y mostraron tasas de respiración mitocondrial y la producción de ATP fue dramáticamente más baja en los músculos esqueléticos de ratones mutantes de ADNmt. En consecuencia, la mtROS inducida por la edad, la mutación del ADNmt y la disfunción mitocondrial se consideran causas potenciales de sarcopenia.

B-Apoptosis mitocondrial:

La apoptosis es una forma altamente programada de muerte celular que se puede caracterizar por la fragmentación celular, la pérdida de fibras musculares y la atrofia muscular en el músculo esquelético. Las mitocondrias desempeñan un papel importante durante la apoptosis, y las disfunciones mitocondriales y mtROS desencadenan los eventos iniciales de la apoptosis mediada por mitocondrias al causar la liberación de proteínas proapoptóticas en el citosol. El desequilibrio entre la proteína proapoptótica (Bax) y la proteína antiapoptótica (Bcl-2) en la mitocondria induce la apertura del poro de transición de la permeabilidad mitocondrial (mPTP) y la liberación del citocromo c de la mitocondria al citosol, que luego se une al factor 1 activador de la proteasa apoptótica (Apaf-1) y pro-caspasa 9, activa la caspasa-3, y eventualmente causa la fragmentación del ADN. Además, la apoptosis también se desencadena por una vía independiente de la caspasa por la cual la endonucleasa G y el factor inductor de apoptosis (AIF) desencadenan directamente la fragmentación del ADN en las mitocondrias. Estudios anteriores han presentado evidencia de que la apoptosis mitocondrial se induce en el músculo esquelético senescente. Song et al. (2006) informaron que la expresión de la proteína Bax está elevada y la expresión de Bcl-2 está disminuida en el músculo esquelético senescente y de manera similar, Gospillou et al. (2014) encontraron que el mPTP era más sensible en los músculos vastos laterales de hombres mayores. Además; Siu et al. (2005) mostraron aumentos dramáticos en los contenidos de AIF y la fragmentación de ADN apoptótico en los músculos gastrocnemios de roedores de edad avanzada. Por lo tanto, la apoptosis mediada por mitocondrias parece ser una causa importante de sarcopenia inducida por la edad.

C-Dinámica mitocondrial:

La función y la estructura de las fibras musculares esqueléticas se ven afectadas principalmente por la dinámica y la morfología mitocondrial (forma y tamaño), que son inducidas por señales intracelulares y extracelulares. Estos cambios en la dinámica y las morfologías mitocondriales se controlan mediante la fusión y la fisión continuas. La fusión mitocondrial puede compensar el deterioro mitocondrial, mientras que la fisión mitocondrial puede preservar la función al separar las mitocondrias disfuncionales de las mitocondrias sanas. Además, las mitocondrias deterioradas pueden fallar su proceso de fusión al inactivar la fusión o activar los mecanismos de fisión y, por lo tanto, evitar que las mitocondrias dañadas se reincorporen a la red mitocondrial sana. Por lo tanto, la dinámica mitocondrial no solo determina las formas de los orgánulos intracelulares sino que también tiene efectos sustanciales sobre la regulación del ADNmt y la función mitocondrial. Trifosfatasa de guanosina relacionadas con la

dinamina, atrofia óptica 1 (OPA 1) y mitofusina 1 (Mfn 1) y su parólogo mitofusina 2 (Mfn 2) han demostrado estar involucrados en la fusión mitocondrial. Mfn 1 y Mfn 2 en la membrana mitocondrial externa unen las mitocondrias adyacentes, mientras que OPA 1 en la membrana mitocondrial interna media la fusión de la membrana mitocondrial interna. Westermann identificó las proteínas involucradas en la fisión mitocondrial como la proteína relacionada con dinamina 1 (Drp 1) y la proteína de fisión (Fis 1). Los desequilibrios de la dinámica mitocondrial afectan negativamente la homeostasis y la función mitocondrial, y recientemente se ha informado que en el músculo esquelético estos desequilibrios inducen senescencia y atrofia muscular. Por ejemplo, Chen et al. (2010) informaron que la eliminación de Mfn 1 y Mfn 2 condujo a la mutación de mtDNA, y que las acumulaciones de mutaciones de mtDNA dieron lugar a disfunción mitocondrial y atrofia muscular. Además, Romanello et al. (2010) observaron que la sobreexpresión de Drp 1 y Fis 1 desencadenó la fragmentación y disfunción mitocondrial, activó la autofagia mitocondrial (mitofagia) y causó atrofia de las fibras musculares (14, p.1/16, 3/16, 4/16).

D-Autofagia mitocondrial:

La autofagia es un proceso celular donde componentes citoplasmáticos y aún organelas completas son secuestrados en vesículas de doble membrana (autofagosomas) y luego degradados al fusionarse con los lisosomas. Tiene un rol importante en los cambios metabólicos que se necesitan para mantener la homeostasis celular. Existen formas selectivas de autofagia en las que se eliminan organelas específicas. Éste es el caso de la mitofagia, una autofagia selectiva de mitocondrias dañadas o que resultan excesivas para la demanda metabólica. La mitofagia conforma un potente sistema de resistencia a la toxicidad por daño mitocondrial. El rol de mantener la integridad y función mitocondrial es importante para el bienestar celular. En primer lugar, requiere identificar las mitocondrias disfuncionales que serán eliminadas mediante un proceso de autofagia. Esto ocurre de manera integrada con otros procesos como la creación de nuevas mitocondrias (biogénesis mitocondrial) y los reordenamientos morfológicos de la red mitocondrial (proceso de dinámica mitocondrial que comprende fusión y fisión de mitocondrias). Este sistema en su conjunto permite adaptar cantidad y calidad mitocondrial a las condiciones microambientales y demandas fisiológicas (15).

Recientemente, la mitofagia en el músculo esquelético ha recibido una mayor atención de investigación, especialmente en el contexto de la atrofia muscular. Varios autores han sugerido que la disfunción mitofágica puede no ser utilizada adecuadamente debido al envejecimiento, considerando las observaciones de la reducción de la biogénesis mitocondrial y la acumulación continua de orgánulos dañados. Por ejemplo,

se ha informado que las expresiones de los genes relacionados con la autofagia, tales como, LC3, Atg7, p62, Beclin 1, Bnip 3, Parkin se reducen con el envejecimiento (Heo et al., 2017). Además, Romanello et al. (2010) informaron que la sobreexpresión de BNIP3 indujo fragmentación mitocondrial, niveles más altos de autofagia y atrofia muscular), y Pagano et al. (2015) informaron expresiones más altas de Beclin 1 y LC3 II en músculos esqueléticos de perros sarcopénicos de 15 a 22 años de edad que perros de 2 a 5 años de edad. En conjunto, parecería que la mitofagia es crítica para el mantenimiento de la función mitocondrial y la masa muscular.

E- Miostatina:

La miostatina es una citoquina extracelular y un miembro de la superfamilia del factor de crecimiento transformante β , que desempeña un papel negativo en la regulación de la masa y el crecimiento del músculo esquelético (13, p. 5/16). Estudios sugieren que el papel fisiológico de la miostatina está mayormente asociado con el crecimiento muscular prenatal, donde los mioblastos están proliferando, diferenciando y fusionando para formar fibras musculares.

Se ha teorizado sobre la influencia de la miostatina en la pérdida muscular causada por el envejecimiento, también conocida como sarcopenia, ya que se cree que el gen de la miostatina en humanos es un supresor del crecimiento muscular en edades avanzadas. Yarasheski et al, observan mayores niveles de miostatina en suero en hombres y mujeres de mediana edad que en los jóvenes, y que la masa grasa libre y la masa muscular correlacionan inversamente con las concentraciones en suero de la proteína miostatina inmunoreactiva, sugiriendo que la miostatina en suero podría ser un biomarcador de edad asociado a la sarcopenia. Se ha descubierto que la supresión de este gen provoca, en algunas circunstancias, aumento de la masa muscular, no sólo por hipertrofia del músculo sino también por hiperplasia, por ello se han abierto varios campos de estudio para determinar su influencia en algunas enfermedades que cursan con emaciación y en la sarcopenia. Además, estudios experimentales indican que el bloqueo de esta proteína podría facilitar la regeneración muscular en diversas enfermedades, incluida la distrofia muscular (16).

F-Citoquinas inflamatorias:

En general, el envejecimiento puede ser pensado como la retirada o la resistencia a varios estímulos anabólicos al músculo (entrada del sistema nervioso central [SNC], hormona del crecimiento, estrógeno, testosterona, proteína dietética, actividad física, acción de la insulina) y posiblemente el desarrollo de procesos catabólicos (inflamación subclínica, producción de citoquinas catabólicas, como factor de necrosis tumoral (TNF), interleucina-6 (IL-6), y posiblemente interleucina-1 (IL-1), identificado

directa o indirectamente a través del aumento de su proteína antagonista, antagonista del receptor de IL- 1(IL-1R).

El envejecimiento “per se” está asociado con un progresivo aumento del nivel de citoquinas proinflamatorias, cuyas concentraciones se ha observado que también están muy elevadas en la sarcopenia, obesidad y osteoporosis. La pérdida muscular se reemplaza con tejido adiposo y fibroso, la cual provoca disminución en la funcionalidad del organismo. La grasa es un tejido metabólicamente activo que secreta citoquinas pro-inflamatorias como son la interleucina (IL)-6 y el factor de necrosis tumoral (TNF), ambas están relacionadas positivamente con la masa grasa y negativamente con la masa muscular, participando activamente en el desarrollo de la sarcopenia al provocar una pérdida involuntaria de la masa libre de grasa sin que el descenso del peso esté inicialmente presente.

La inflamación crónica es un estado asociado al envejecimiento y del deterioro funcional, es el resultado de un proceso en el cual las citocinas son el mediador, las cuales se producen en exceso como consecuencia de deficiencias, estrés o de los propios mecanismos inflamatorios, que influyen en la masa muscular.

Se plantea la hipótesis de que el envejecimiento está vinculado a un estado inflamatorio subclínico caracterizado por un aumento del nivel de IL6 y niveles más bajos de IGF1. Estos cambios se asocian con pérdida acelerada de masa muscular, pérdida de masa sin grasa y un aumento de la masa grasa. IGF1, una hormona peptídica, es un factor anabólico que mantiene la masa muscular. mediadores de la inflamación son las citocinas, como la interleucina 6 (IL-6) y 1 (IL-1), ya que en el envejecimiento estas sustancias se producen en cantidades más elevadas, lo que sugiere que el mecanismo modulador de la inflamación en el adulto mayor está alterado .Los niveles elevados de las citocinas, principalmente la IL-6, provocan el catabolismo acelerado de proteínas, además de que induce la síntesis de otras proteínas como la proteína C reactiva e influye de manera negativa en la síntesis de otras como la albúmina.

Las citocinas tienen un efecto benéfico como mecanismo de protección, pero su sobreproducción y la cronicidad del estado inflamatorio pueden ser dañinos.

- Factor de necrosis tumoral α (FNT- α):

El TNF- α es una de las citocinas inflamatorias que está ligada a un estado resistente a la insulina y la sarcopenia. Afecta la vía de señalización de la insulina, lo que podría agravar su resistencia. Los altos niveles de TNF- α , promueven la apoptosis mediante la activación del receptor de muerte en la superficie celular del músculo envejecido.

-Interleucina 6 (IL-6):

IL6 es un mediador de los cambios en la composición corporal asociados al proceso de envejecimiento, y está implicada en enfermedades de fisiopatología diferente pero bastante comunes en el anciano, como la enfermedad vascular cerebral, insuficiencia cardíaca, osteoporosis, artritis, depresión y demencia. La IL-6 es una citoquina ligeramente catabólica que también tiene propiedades anti-inflamatorias, mientras que IL-1R α es un antagonista puro de citoquina sin efectos catabólicos. Fue identificada originalmente como una citocina producida principalmente por células inmunes, pero muchos tejidos son capaces de producirla, entre ellos el tejido adiposo y el tejido muscular esquelético.

Es importante considerar que el adulto mayor las produce en cantidades más elevadas como respuesta a diversos estímulos y que su respuesta inflamatoria es más prolongada que en los jóvenes; todo esto es sugerente de que el mecanismo modulador de la inflamación está modificado en los ancianos. Niveles altos de IL6, provocan el catabolismo acelerado de proteínas. También implicada de manera importante en la respuesta inmune contra los estímulos dañinos, además de que induce la síntesis de otras proteínas de fase aguda como la proteína C reactiva, las haptoglobinas, el fibrinógeno, el factor VIII y el dímero D, pero influye de forma negativa en la síntesis de otras como la albúmina.

-Interleucina 1 (IL1)

Factor de necrosis tumoral X, la IL1, el X-interferón y el factor neurotrófico ciliar, han demostrado una relación con la "anorexia" del envejecimiento, y a su vez con el estado nutricional y la masa muscular. A pesar de que el mecanismo no es del todo claro, la elevación de citosinas resulta en disminución progresiva del número de fibras musculares, pérdida de peso, pérdida de masa muscular con la respectiva pérdida de la fuerza. (17)

Concluyendo, Varios mecanismos han sido propuestos en la aparición de la sarcopenia, pero su contribución específica aún es desconocida. Probablemente se necesiten investigaciones adicionales para dilucidar los mecanismos que intervienen.

IV.1.f. Identificación de sarcopenia en la investigación y la práctica clínica

Los parámetros de la sarcopenia son la cantidad de musculo y su función. Las variables cuantificables son masa, fuerza muscular y rendimiento físico (9, p.415).

- Masa muscular

La masa corporal libre de grasa disminuye de 25 a 30% desde los 30 hasta los 60 años, y ocurre un aumento de la grasa corporal de 10 a 15% durante todo el ciclo de vida (10, p.12).

Para evaluar la masa muscular puede utilizarse una amplia gama de técnicas. El coste, la disponibilidad y la facilidad de uso determinan si estas técnicas están mejor adaptadas para la práctica clínica o resultan más útiles para la investigación. En la Tabla 3 (citada más adelante) se recogen las recomendaciones del EWGSOP respecto al uso de estas técnicas con fines de investigación y en la práctica clínica habitual.

-Técnicas de imagen corporal: Se han utilizado tres técnicas de imagen para calcular la masa muscular o la masa magra: tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM) y absorciometría radiológica de doble energía (también denominada densitometría, o, en inglés, *dual X-ray absorptiometry* (DXA) o *dual energy X-ray absorptiometry* (DEX)).Se considera que TC y RM son sistemas de diagnóstico por imagen muy precisos que puedan separar la grasa de otros tejidos blandos del organismo, lo que hace que sean métodos de referencia para calcular la masa muscular en el contexto de investigación.

Su coste elevado, el acceso limitado a los equipos en algunos centros y las preocupaciones acerca del límite de exposición a la radiación limitan el uso de estos métodos de imagen de cuerpo entero en la práctica clínica habitual. La DEXA es un método alternativo atractivo con fines de investigación y uso clínico para diferenciar los tejidos adiposo, mineral óseo y magro. Este estudio de cuerpo entero expone al paciente a una cantidad mínima de radiación. El principal inconveniente es que el equipo no es portátil. Entonces TC y RM son las pruebas de referencia para calcular la masa muscular en contextos de investigación. La DEXA es el método alternativo de elección con fines de investigación y uso clínico (9, p.415).

Sin embargo, este método tiene varias limitaciones, como la capacidad para distinguir la retención de agua o la infiltración de grasa dentro del músculo o la masa muscular en relación con la masa corporal total (18).

-Análisis de bioimpedancia: El análisis de bioimpedancia (ABI) calcula el volumen de masa corporal magra y grasa (9, P. 415, 416).

La impedancia bioeléctrica es una técnica utilizada para medir la composición corporal, basada en la capacidad que tiene el organismo para conducir una corriente eléctrica. Se denomina impedancia a la oposición de un conductor al flujo de una corriente alterna, y la medida de la misma está compuesta por dos vectores: resistencia y reactancia. Estos dos parámetros físicos dependen del contenido en agua y de la

conducción iónica de los volúmenes biológicos. Tal conductividad eléctrica es mayor en el tejido magro, respecto al tejido adiposo, ya que el primero contiene prácticamente casi toda el agua y los electrólitos del cuerpo. Los valores obtenidos de masa muscular en kilogramos (kg) por la medición por ABI se indicarán según el índice de masa muscular definido como la masa muscular expresada en kg en relación al cuadrado de la talla, en metros (m) de la persona (kg/m²) (19).

Se han validado ecuaciones de predicción para adultos de distintas razas y se han definido valores de referencia para varones y mujeres adultos de raza blanca, incluidas personas de edad avanzada. Por tanto, el ABI podría ser una buena alternativa portátil a la DEXA.

-Cantidad total o parcial de potasio por tejido blando sin grasa: Dado que el músculo esquelético contiene más del 50% de la reserva de potasio corporal total (PCT), el PCT es el método clásico de estimación del músculo esquelético. Más recientemente, se ha propuesto el potasio corporal parcial (PCP) del brazo como una alternativa más sencilla. El PCP del brazo es seguro y económico.

El PCT es el método clásico de estimación del músculo esquelético, aunque este método no es de uso habitual.

-Medidas antropométricas: Se han utilizado cálculos basados en la circunferencia del brazo y los pliegues cutáneos para calcular la masa muscular en entornos ambulatorios.

La circunferencia de la pantorrilla se correlaciona positivamente con la masa muscular; una circunferencia de la pantorrilla < 31 cm se ha asociado a discapacidad. Sin embargo, los cambios relacionados con la edad de los depósitos adiposos y la pérdida de elasticidad cutánea contribuyen a errores de estimación en las personas de edad avanzada. Hay relativamente pocos estudios en los que se hayan validado medidas antropométricas en personas de edad avanzada y obesas; estos y otros factores de confusión hacen que las medidas antropométricas sean vulnerables al error y cuestionables para uso individual. No se recomiendan para uso habitual en el diagnóstico de sarcopenia (9, p.415, 416).

-ultrasonido muscular: El ultrasonido muscular es una técnica que viene en aumento. Permite valorar el grosor muscular, área de sección, grosor de los fascículos y ecogenicidad, esta última refleja la funcionabilidad. La pérdida de tejido contráctil e infiltración grasa muscular se muestran como hiperecoicas (claras) (11, p.30).

Definición de límites:

Los límites dependen de la técnica de medición elegida y de la disponibilidad de estudios de referencia. El EWGSOP recomienda utilizar poblaciones normativas

(adultos jóvenes sanos) en lugar de otras poblaciones de referencia predictivas, con los límites en dos desviaciones estándar por debajo del valor de referencia medio. Se han propuesto diversas opciones para definir valores inferiores a los normales con el fin de designar la sarcopenia. Ejemplo: Baumgartner y cols. Sumaron la masa muscular de los cuatro miembros a partir de una DEXA como la masa muscular esquelética de las extremidades (MMEE) y definieron un índice de masa muscular esquelética (IMME) como $MMEE/talla^2$ (kg/ m²). Un IMME dos desviaciones estándar por debajo del IMME medio de grupos de referencia de varones y mujeres jóvenes se definieron como límite relacionado específicamente con el sexo para indicar sarcopenia. Definida de esta manera, la sarcopenia presentó una asociación significativa con la discapacidad física y fue independiente del grupo étnico, la edad, las enfermedades coexistentes, las conductas de salud y la masa grasa. Este método se basa en la medición de la MMEE mediante DEXA o mediante ABI.

Tabla 3. Técnicas de medición de la masa, fuerza y función muscular en investigación y en la práctica clínica.

Variable	Investigación	Práctica clínica
Masa muscular	Tomografía computarizada (TC)	ABI
Resonancia magnética (RM)	DEXA	
Absorciometría radiológica de doble energía (DEXA)	Antropometría	
Análisis de bioimpedancia (ABI)		
Cantidad total o parcial de potasio por tejido blando sin grasa		
Fuerza muscular Manual	Fuerza de presión manual	Fuerza de presión
	Flexoextensión de la rodilla	

Flujo espiratorio máximo		
Rendimiento físico	Serie corta de rendimiento físico (SPPB)	SPPB
	Velocidad de marcha	Velocidad de marcha
levantarse y andar		Prueba de
	Prueba cronometrada de levantarse y andar	
	Test de capacidad de subir escaleras	

Nota. Recomendaciones del EWGSOP respecto al uso de técnicas de medición tanto para la investigación como la práctica clínica. Tomado de Alfonso J. Cruz Jentoft (9).

-Fuerza muscular

Hay menos técnicas bien validadas para medir la fuerza muscular. 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 musculo, por ejemplo, motivación y cognición, pueden dificultar la evaluación correcta de la fuerza muscular (9, p. 415).

-Fuerza de prensión:

La medición de la fuerza muscular se realiza con la ayuda de un dinamómetro, pidiéndole al individuo que se quede de pie, con el brazo extendido debe apretar el dinamómetro con la mayor fuerza posible. Es una técnica barata, rápida y fácil de realizar que se utiliza para detectar la pérdida de función muscular fisiológica. Se usa como un indicador del estado nutricional y de salud en general.

La fuerza de prensión se considerará alterada cuando sea menor de 30 kg en varones y 20 kg en mujeres (9, p. 415,416).

La fuerza de prensión manual isométrica guarda una estrecha relación con la fuerza muscular de las extremidades inferiores, el momento de extensión de la rodilla y el área muscular transversal en la pantorrilla. Las mediciones de la fuerza muscular de diferentes compartimentos corporales están relacionadas, por lo que, cuando es viable, la fuerza de prensión medida en condiciones normalizadas con un modelo bien estudiado de dinamómetro manual, con poblaciones de referencia, puede ser un marcador indirecto fiable de medidas más complicadas de la fuerza muscular en los antebrazos o las piernas.

La fuerza de prensión es una medida sencilla y buena de la fuerza muscular y se correlaciona con la fuerza de las piernas (9, p. 415,416)

En caso de no poder realizar la prueba por tener la mano deshabilitada como ocurre en artritis o posterior a un evento cerebrovascular se puede utilizar métodos isométricos con torque en extremidades inferiores (11, p. 30).

-Flexoextensión de rodilla:

La capacidad del musculo de generar fuerza puede medirse de varias formas, de manera isométrica o isocinética, siendo esta ultima un reflejo más fiel de la función muscular en las actividades cotidianas. La fuerza isométrica de contracciones voluntarias máximas puede medirse con 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 90°. Los dinamómetros isocinéticos comerciales modernos permiten realizar mediciones isométricas e isocinéticas de la fuerza como el momento concéntrico a distintas velocidades angulares. Esta medición es viable en personas de edad avanzada frágiles. Estas técnicas son apropiadas para estudios de investigación, pero su uso en la práctica clínica se ve limitado por la necesidad de un equipo especial y de formación.

-Flujo espiratorio máximo: En las personas sin trastornos pulmonares, el flujo espiratorio máximo (PEF) depende de la fuerza de los músculos respiratorios. Sin embargo, la investigación sobre el uso del PEF como medida de la sarcopenia es limitada, por lo que, en este momento, no puede recomendarse como medición aislada de la fuerza muscular (9, p.416, 417).

-Rendimiento físico

El rendimiento físico es la capacidad o aptitud física para realizar las actividades funcionales (siendo éstas las actividades básicas de la vida diaria ej: bañarse, caminar, vestirse, etc.) con vigor (10, p. 22).

La evaluación del rendimiento físico es uno de los componentes más importantes en la asistencia de los ancianos, especialmente en lo que se refiere a los fisioterapeutas, cuyo objetivo principal es la intervención terapéutica para mejorar las características funcionales del paciente y reducir el grado de morbilidad de una patología determinada, incrementando asimismo la esperanza de vida (9, p. 416).

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

Serie corta de rendimiento físico. La escala SPPB 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 semitandem y en tandem, el tiempo que se tarda en recorrer caminando 2,4 m y el tiempo que se tarda en levantarse de una silla y volver a sentarse cinco veces. Es una combinación de

algunas pruebas independientes que también se han utilizado individualmente en la investigación de la sarcopenia. Ha sido recomendada recientemente por un grupo de trabajo internacional para uso como criterio de valoración funcional en ensayos clínicos con personas de edad avanzada frágiles. La escala SPPB puede emplearse como medida de referencia del rendimiento físico en investigación y en la práctica clínica (11, p. 30).

-Velocidad de la marcha:

La marcha normal es una serie de movimientos alternantes y rítmicos de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento del centro de gravedad hacia adelante. A los 60 años, un 15% de las personas presentan alteraciones en la marcha mientras que, un 35% a los 70 años y aumenta hasta cerca del 50% en los adultos mayores de 85 años. (Cerdeira, 2010). (44). Buchner y cols. Fueron los primeros en observar una relación no lineal entre la fuerza de las piernas y la velocidad de la marcha habitual; esta relación explicaba como pequeños cambios en la capacidad fisiológica pueden tener efectos importantes sobre el rendimiento en adultos frágiles. Desde entonces, un estudio realizado por Guralnik y cols indicó que la marcha habitual cronometrada tiene valor predictivo de la aparición de discapacidad. La velocidad de la marcha forma parte de la escala SPPB, aunque también puede utilizarse como parámetro aislado en la práctica clínica y la investigación (10, p. 13).

Es rápida, segura y confiable, predice efectos adversos y mortalidad. La más utilizada es la marcha de 4 metros, en donde se mide con tiempo la rapidez. Un corte de velocidad menor a ≤ 0.8 m/s para ambos sexos indica sarcopenia severa (20).

-Prueba de levantarse y andar: La prueba cronometrada de levantarse y andar (TGUG) mide el tiempo necesario para completar una serie de tareas importantes desde el punto de vista funcional. La TGUG exige que el sujeto se levante de una silla, camine una distancia corta, se dé la vuelta, regrese y se siente de nuevo. Por eso sirve como una evaluación del equilibrio dinámico. Se observa la función de equilibrio y se puntúa en una escala de cinco puntos.

La TGUG, utilizada en la evaluación geriátrica, puede servir como medición del rendimiento.

-Test de capacidad de subir escaleras: El test de capacidad de subir escaleras (SCPT) se ha propuesto como medida clínicamente pertinente del deterioro de la potencia (es la velocidad del trabajo realizado) de las piernas. La SCPT se ha propuesto para el ámbito de la investigación (9, p.416).

IV.1.g. Evaluación de la sarcopenia

La identificación de pacientes con sarcopenia, tanto en la práctica clínica como en la investigación parece ser una tarea importante. El EWGSOP ha elaborado un algoritmo basándose en la medición de la velocidad de la marcha como forma más fácil y fiable de comenzar la detección de casos de sarcopenia (10, p.17).

El algoritmo consiste en un tamizaje para identificar sarcopenia. Se realiza en personas mayores de 65 años. La primera variable para la evaluación es la velocidad de marcha la cual mide el rendimiento físico. Si ésta es menor 0,8 m/seg se procede a la medición de la masa muscular y de ser ésta baja se diagnostica sarcopenia, si es normal el resultado es sin sarcopenia.

Por otro lado, si la velocidad de marcha es mayor al punto de corte (0,8m/s) se procede a la evaluación de la fuerza muscular (mediante dinamometría). Si la fuerza es normal se clasifica sin sarcopenia, mientras que si es baja se realiza la medición de la masa muscular siguiendo los pasos anteriormente nombrados para establecer el diagnóstico final (9, p.417).

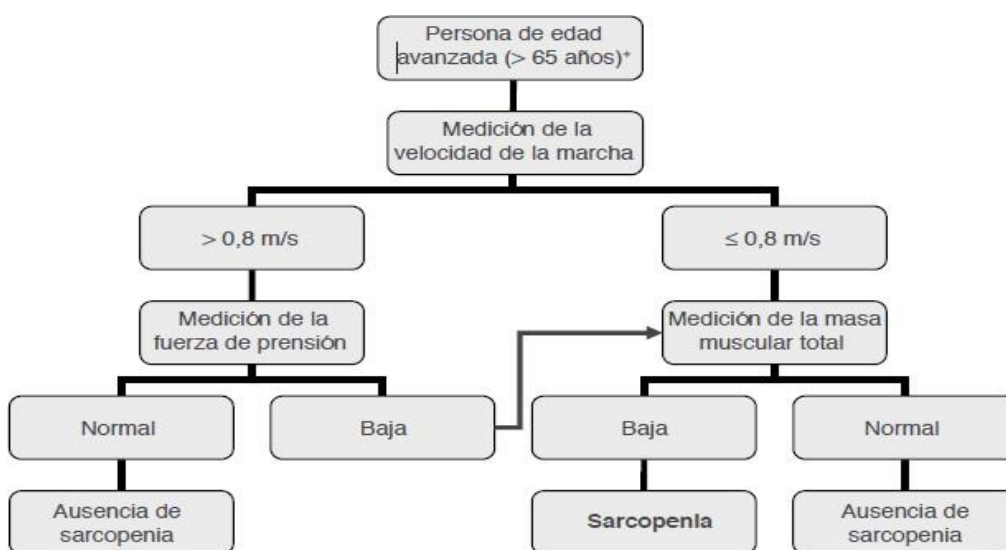


Figura 5. Algoritmo para la detección de sarcopenia. Fue extraído de “Sarcopenia: consenso europeo sobre su definición y diagnóstico” y elaborado por J. Cruz Jentoft (9).

Así como el Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Personas Mayores (EWGSOP) define los criterios de diagnóstico de la sarcopenia, otros grupos tales como: el Grupo de Trabajo Internacional sobre Sarcopenia (IWGS), el Grupo de Trabajo Asiático para Sarcopenia (AWGS) la Fundación Instituto Nacional de Salud

(FNIH) han establecido de manera similar sus propios criterios de diagnóstico para la misma. Sin embargo, debido a que el método para diagnosticar la sarcopenia es complejo y se considera difícil de introducir en la práctica habitual, se justifican métodos de evaluación más simplificados como el SARC-F, una herramienta de detección simplificada para evaluar la sarcopenia en adultos mayores (planteado por el EWGSOP2). (11, p. 31).

-Tamizaje:

La ICFSR (conferencia internacional sobre investigación de fragilidad y sarcopenia) recomienda un tamizaje anual a todo adulto por encima de los 65 años y también que se realice en esta población, posterior a un evento de salud mayor, como por ejemplo una hospitalización por un infarto agudo de miocardio.

Se recomienda también tamizar a pacientes que reportan síntomas o signos de sarcopenia los cuales son caídas, debilidad, marcha lenta, dificultar para levantarse de una silla, pérdida peso y emaciación (adelgazamiento patológico). En la actualidad existen 2 métodos aceptados de tamizaje, los cuales son el cuestionario SARC-F (A simple Questionnaire to Rapidly diagnose Sarcopenia) y valorar la velocidad de la marcha (9, p. 417).

El SARC-F es una prueba de screening que evalúa la pérdida de la masa magra de forma subjetiva, es una escala que sirve de equivalente a la medición objetiva del BIA (análisis de bioimpedancia) y la densitometría. Una puntuación ≥ 4 supone riesgo de sarcopenia y debe incentivar a realizar estudios complementarios (9, p.418).

Cuadro 2. Cuestionario SARC-F

SARC-F

Componente	Pregunta	Puntuación	>4
Fuerza	¿Cuánto le cuesta levantar o llevar 5 Kg de peso?	Nada	0
		Algo	1
		Mucho o incapaz	2
Ayuda caminar	¿Cuánto le cuesta caminar en una habitación	Nada	0
		Algo	1
		Mucho, usa bastón o incapaz	2
Levantarse de la silla	¿Cuánto le cuesta levantarse de una silla o de la cama?	Nada	0
		Algo	1
		Mucho o incapaz sin ayuda	2
Subir escaleras	¿Cuánto le cuesta subir 10 escalones?	Nada	0
		Algo	1
		Mucho o incapaz	2
Caídas	¿cuántas veces se ha caído en el último año	Ninguna	0
		1 a 3	1
		4 o más	2

Nota. Herramienta de detección simplificada para evaluar sarcopenia. Tomado de Blanca Llorente Sanz (22).

EWGSOP2 y ICFSR recomiendan aplicar el SARC-F. Se puede utilizar a nivel de atención primaria, se basa en 5 preguntas que reportan los pacientes (basado en sus propias percepciones sobre sus limitaciones en ámbitos como capacidad para caminar, levantarse de una silla, subir escaleras, también sobre su experiencia en caídas. Presenta una baja-moderada sensibilidad y alta especificidad.

También el EWGSOP2 y ICFSR recomiendan la prueba de velocidad de la marcha debido a que no ocupa gran espacio para aplicarla y por su facilidad técnica, los cuales son aspectos a valorar sobre todo si se está valorando en atención primaria.

Una manera sencilla de abordaje diagnóstico es al realizarla en 4 pasos:

1. **Identificar individuos de alto riesgo:** Con el cuestionario SARC-F o por sospecha clínica debido a sintomatología / signos.
2. **Valorar evidencia de sarcopenia probable:** Con la prueba de fuerza de agarre de la mano o la de levantarse de la silla.
3. **Confirmar diagnóstico:** Evidenciar baja cantidad / calidad muscular (ej.: determinar infiltración grasa en músculo) con DXA.
4. **Determinar severidad:** Con la prueba velocidad e la marcha (elección), otra opción es la prueba de marcha de 400 metros.

*El abordaje diagnóstico mediante los 4 pasos es un método sencillo que ayudará al clínico a mantener un orden mental y valorar la patología desde un punto global. (11)

*La capacidad de detección de SARC-F parece ser baja con el fin de excluir la sarcopenia; sin embargo, podría representar una herramienta muy útil para detectar sujetos para realizar más pruebas y hacer un diagnóstico definitivo de la misma. (21)

*El diagnóstico de sarcopenia puede ser difícil de afirmar. Las mediciones integrales utilizadas en la investigación no siempre son prácticas en entornos de atención médica y, por lo general, no influyen en la planificación de la atención. La investigación futura debería centrarse en explorar las vías biológicas que conducen a la sarcopenia junto con la búsqueda de mejores biomarcadores de diagnóstico. La mejor práctica actual para minimizar el impacto adverso general de la sarcopenia es una mayor conciencia entre los pacientes y los proveedores de atención médica, la detección temprana y un enfoque multidisciplinario del tratamiento (11).

IV.1.h. Consecuencias de la sarcopenia

La sarcopenia trae una serie de consecuencias y problemas en la composición corporal como la disminución del índice metabólico basal y el gasto de energía, al igual

que bajan las necesidades calóricas y el sistema inmunitario también se ve afectado por la bajada de defensas, las proteínas por otro lado se sintetizan en menor proporción y se empiezan a degradar más, con lo que disminuye la oxidación de las células y la termorregulación del organismo. Se produce también un aumento de masa grasa, una disminución de la masa ósea, aumenta la resistencia a la insulina, con lo que los niveles de glucosa aumentan también y se reduce el fitness cardiocirculatorio. Esto conlleva a que se den muchos factores como: disminución de la actividad física, aumento del sedentarismo y nutrición deficiente e inadecuada, a su vez, se producen otros elementos como son los cambios en el sistema hormonal, participación de citoquinas y los cambios neuromusculares. Influyen también la genética de cada persona y la base nutricional que la persona haya tenido a lo largo de su vida, ya que esto puede dar lugar a tener una masa muscular más o menos gruesa o delgada. Todos estos problemas causados por la sarcopenia, merma de independencia en el anciano ya que se produce una disminución de la velocidad para caminar, de la flexibilidad, aumentando el riesgo de caídas, produciéndose mayor fatiga y menor tolerancia al ejercicio. Todo esto conlleva a que la persona mayor necesite una mayor demanda de los servicios sanitarios, sería consecuencia también que aumentara la dependencia lo que conlleva al anciano a aislarse socialmente, depresión y abandono. Cuando una persona tiene sarcopenia hay que valorar los factores que intervienen y tener en cuenta que a lo largo del tiempo estos factores pueden haber aumentado, es necesario entonces valorar e identificar los mecanismos y las causas para que así a los profesionales nos facilite el tratamiento y la intervención, enfocada a actuar sobre uno o más factores relacionados con el comienzo y desarrollo de la misma. (22)

V. Metodología

Para alcanzar los objetivos propuestos se realizó un trabajo de investigación consistente en una revisión bibliográfica.

V.1. Estrategia de búsqueda.

Se llevó a cabo la búsqueda, recolección y análisis de diferentes artículos científicos publicados entre el año 2009 y 2021, mediante una revisión bibliográfica. Se analizan los efectos clínicos y funcionales de la kinesiología en el abordaje de la sarcopenia del adulto mayor. Los artículos fueron recuperados de diferentes bases de datos tales como Pubmed, Biblioteca virtual en salud (BVS), y la Biblioteca de Ciencia y Tecnología del MinCyT.

Se filtró la información a través de la utilización de diversas palabras claves, tanto en inglés como en español.

V.2. Palabras claves.

A continuación, se exponen las palabras claves utilizadas al momento de pesquisar en las diferentes bases de datos, con su correspondiente categoría (MeSH o DeCS):

Palabra clave	Término DeCS	Término MeSH
Adulto Mayor	Adulto mayor	Aged
Sarcopenia	Sarcopenia	Sarcopenia
Caquexia	Caquexia	Cachexia
Terapia física	Modalidades de fisioterapia	Physical Therapy Modalities
Fisioterapia	Fisioterapia	Physical therapy
Ejercicio Físico	Ejercicio Físico	Exercise
Tratamiento preventivo	Prevención & control	Prevention & control
Fragilidad	Fragilidad	Frailty
Envejecimiento	Envejecimiento	Aging

Término libre: Funcionalidad / functionality.

V.3. Combinación de palabras claves.

La combinación de palabras claves utilizada para responder los objetivos será:

1. Adulto mayor / Aged AND sarcopenia / sarcopenia.
2. Sarcopenia / sarcopenia AND envejecimiento / aging.

3. Modalidades de fisioterapia / physical therapy Modalities AND sarcopenia / sarcopenia.

5. Sarcopenia / sarcopenia AND tratamiento preventivo /prevention & control.

6. Sarcopenia /sarcopenia AND ejercicio físico/ exercise.

V.4. Criterio de inclusión.

Los artículos científicos fueron filtrados a través de ciertos criterios:

- Tipo de estudio: se han seleccionado artículos que hubieran incluido suplementos nutricionales, ejercicios de entrenamiento y que hubieran examinado medidas de fuerza muscular, tamaño y rendimiento físico.
- Idioma: se incluyeron artículos en inglés y español.
- Población: adultos mayores con masa muscular reducida o debilitada.
- Intervención: los trabajos científicos debieron incluir la aplicación en la población elegida de un tratamiento de ejercicio y/o nutrición.
- Antigüedad de la publicación: las piezas encontradas han sido publicadas en un período comprendido entre los años 2009 y 2021.

V.5. Criterios de exclusión

- Estudios no basados en personas adultos mayores
- Años y periodos de las publicaciones,
- Artículos basados en animales.

V.6. Recolección de datos.

La búsqueda implementada a partir de las combinaciones previamente detalladas y, a su vez, sesgada por los criterios de inclusión (tipos de estudio, antigüedad, tipo de población, rango de edad, intervención nutricional, intervención con ejercicios, resultados de fuerza muscular, tamaño y rendimiento físico), arrojó un total de 2345 artículos.

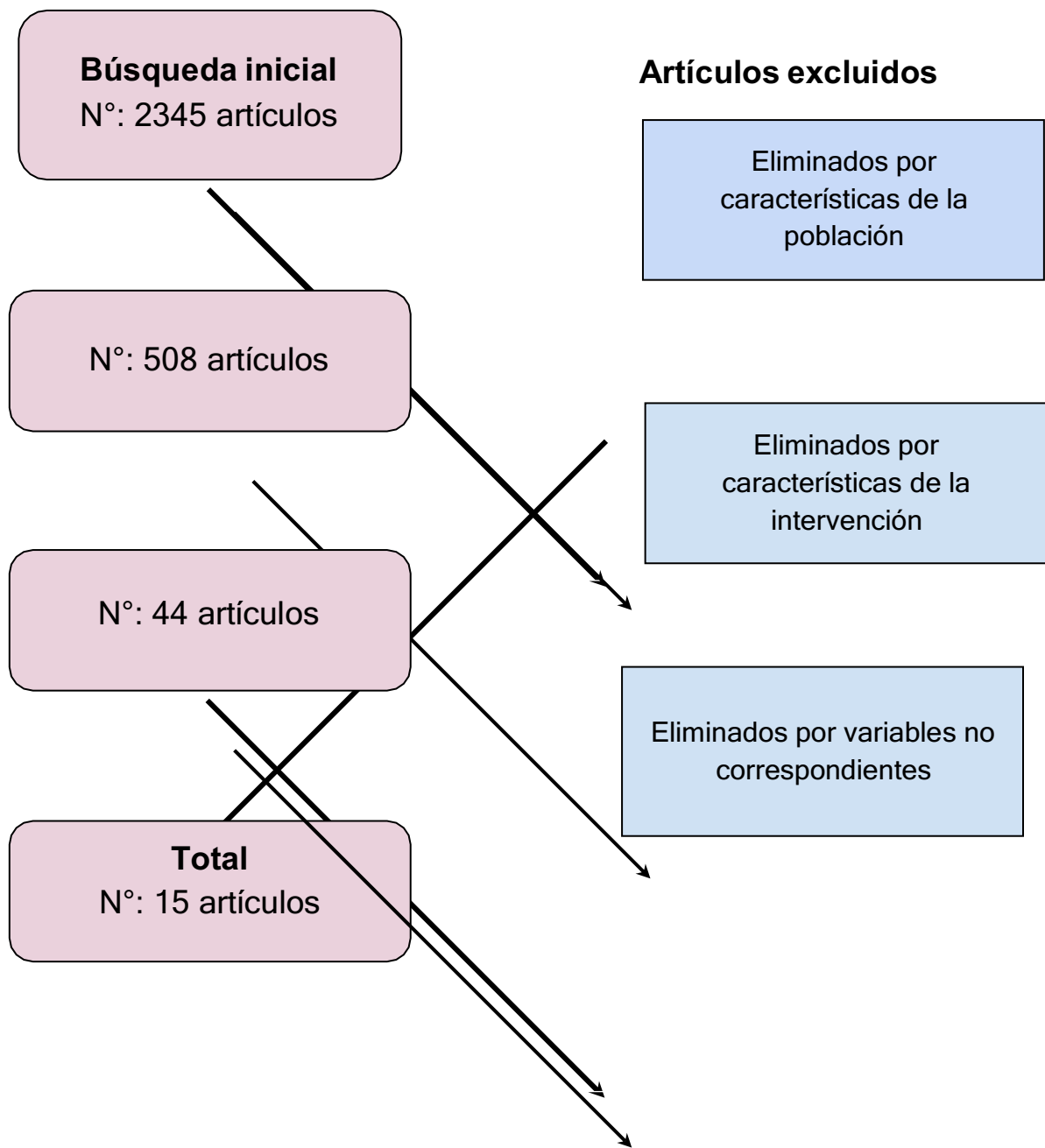
Los mismos fueron analizados minuciosamente y, de todos ellos, la selección definitiva constó de 15 artículos.

Los trabajos de investigación descartados no lograban cumplir con los objetivos propios de esta tesina, o bien carecían de calidad metodológica aceptable.

VI. Resultados

A partir de la búsqueda bibliográfica realizada se seleccionaron 15 artículos de investigación en los cuales se incluyeron las variables de debilidad muscular, ejercicio físico con y sin altas cargas, nutrición, suplementación con antioxidantes, proteínas.

VI.1. Diagrama de flujo



VI.2. Cuadros explicativos de artículos científicos

A partir del análisis de los artículos seleccionados se realizaron los siguientes cuadros que reflejan los datos de relevancia recolectados.

Autor	Tipo de diseño	Población	Variables	Efectos	Resultados	Conclusión
Burton Louise A y Sumukadas Deepa (28)	Revisión bibliográfica	<p>Hombres mayores (incluso >90 años).</p> <p>Personas mayores.</p> <p>Personas mayores con deterioro funcional sin insuf. Cardíaca.</p>	<p>Ejercicios de resistencia.</p> <p>PRT (entren. Resistencia progresiva).</p> <p>Inhibidores de ECA (enzima convertidora de angiotensina).</p>	<p>-↑ Masa muscular y fuerza atenuando el drllo. de sarcopenia.</p> <p>-Mejora función física y rendimiento físico.</p> <p>-IECA: efecto beneficioso sobre el musculoesquelético al mejorar función musc. , ↑ nº de mitocondrias y niveles de IGF-I para contrarrestar sarcopenia.</p>	<p>Frontera et al (67) demostró mejoras en la CSA muscular en un 11%, así como una mejora en la fuerza muscular (> 100%) después de un período de 12 semanas de entrenamiento con ejercicios de resistencia de alta intensidad en hombres mayores.</p> <p>Una revisión Cochrane de 121 ensayos controlados aleatorios de PRT en personas mayores mostró que realizar PRT 2-3 veces por semana mejoró la función física, la velocidad de la marcha, la hora de levantarse e irse, subir escaleras y el equilibrio y, lo que es más importante, tuvo un efecto significativo en fuerza muscular especialmente en los grupos de entrenamiento de alta intensidad.</p> <p>-Un estudio que analizó a personas mayores con deterioro funcional sin insuficiencia cardíaca ha demostrado que los inhibidores de la ECA aumentan la distancia de caminata de 6 minutos a un grado comparable al logrado después de 6 meses de entrenamiento físico.</p>	<p>-El entrenamiento de resistencia (PRT el más usado) sigue siendo la intervención más eficaz para la sarcopenia sin embargo, las personas mayores tal vez no pueden o no están dispuestas a embarcarse en programas de entrenamiento de ejercicios extenuantes.</p> <p>-La evidencia reciente ha mostrado beneficios con los inhibidores de la ECA sin embargo, se requieren más ensayos controlados aleatorios.</p> <p>-Las intervenciones farmacológicas han demostrado una eficacia limitada para contrarrestar los efectos de la sarcopenia.</p>

<p>Jeremy D. Walston. (23)</p>	<p>Revisión bibliográfica</p>	<p>-Adultos > y ancianos frágiles -Adultos ></p>	<p>-Ejercicios de resistencia y nutrición -Descubrimiento molecular (pruebas farmacológicas)</p>	<p>-Mejora funcional y ↑ de síntesis de proteínas musc. con dicha combinación. -Alteraciones en la biología celular, sist. de angiotensina y apoptosis pueden afectar sarcopenia.</p>	<p>-Estudios de intervención clínica en los residentes de hogares de ancianos y frágiles han demostrado una mejora funcional significativa a través de una combinación de nutrición y ejercicio de resistencia. Estudios clínicos recientes continúan mostrando esto con aumentos significativos en la síntesis de proteínas musculares en adultos mayores que reciben actividad física y nutrición. -Los estudios preliminares de proteínas asociadas con la apoptosis mostraron una regulación positiva en los adultos mayores con menor volumen muscular en el muslo y velocidad de marcha más lenta, lo que sugiere que la apoptosis puede contribuir a esta disminución muscular.</p>	<p>-Las intervenciones para la sarcopenia continúan desarrollándose con mayor énfasis en el ejercicio y las intervenciones nutricionales. -Los descubrimientos moleculares más recientes que pueden afectar la sarcopenia incluyen alteraciones en la biología mitocondrial, el sistema de angiotensina y la apoptosis. -El desarrollo farmacéutico ha sido en parte frenado por la falta de una definición de consenso para la sarcopenia.</p>
<p>Padilla Colón Carlos j, Sánchez Collado Pilar y Cuevas María José (32)</p>	<p>Revisión bibliográfica</p>	<p>Personas de edad avanzadas.</p>	<p>Entrenamiento de fuerza (ej: entrenamiento con pesas).</p>	<p>Produce beneficios funcionales significativos, ↑ en capacidades cognitivas, volitivas y mejoras en salud gral. Y bienestar.</p>	<p>-Frischknecht (68) concluyó que el entrenamiento de fuerza en personas de edad avanzada produce hipertrofia de las fibras musculares y mejora los factores neurales implicados en la producción de fuerza. -Frontera y Bigard (69) el entrenamiento de fuerza ha demostrado invertir parcialmente las pérdidas relacionadas con la edad en la</p>	<p>-El entrenamiento de la fuerza es uno de los métodos más eficaces para combatir la sarcopenia (mediante la estimulación de la hipertrofia), incrementar la masa muscular y la fuerza y mejorar la adaptación neuromuscular. -En la actualidad se necesitan más estudios que continúen aportando una visión más clara sobre la utilización e integración del entrenamiento fuerza a</p>

					función muscular. El progreso en los resultados del entrenamiento de fuerza aumenta de forma espectacular la fuerza muscular, hipertrofia (aunque en menor medida), aumento en la síntesis de proteínas, aumento en la fuerza de la fibra muscular específica, y cambios en pruebas funcionales, tales como caminar y poder subir escaleras.	condiciones como la sarcopenia.
Deninson Hayley J., Cooper Cyrus, Sayer Avan Aihie y Robinson Sian M (31)	Revisión bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"> - Adultos ≥ 65 años sanos, frágiles y sarcopénicos. - Adultos ≥ 65 años 	<ul style="list-style-type: none"> -7 estudios evaluaron Aa (aminoácidos o proteínas en combinación con entrenamiento físico. - 2 estudios con suplementación con vitamina D combinadas con ejercicio físico. - 6 estudios con suplementación con multinutrientes. - 2 estudios evaluaron efectos combinados de entrenamiento con ejercicio y suplementación con creatina. 	P/↑ fuerza y/o masa musc. y mejoras en el rendimiento físico	<p>En 3 estudios hubo evidencia de ganancias adicionales por la supl. con proteínas o aminoácidos combinada con el entren. Físico, en la fuerza musc. (71) o en la masa magra. (70), (72). Se encontraron mayores beneficios del entren. físico en los participantes suplementados, las medidas de fuerza y masa libre de grasa fueron mayores, en comparación con los grupos de control. Estas dif. No arrojaron mejoras en el rendimiento físico (73) (74). Se revisaron 17 estudios de intervención que combinaron entrenamiento con ejercicios y supl. nutricionales para mejorar los resultados musc. en personas mayores. Hay más beneficios del entrenamiento con ejercicios cuando se combina con la supl.</p>	<p>En algunos ensayos se han demostrado beneficios mejorados del entrenamiento con ejercicios, cuando se combina con suplementos dietéticos, lo que indica su potencial como estrategia de intervención, pero la evidencia existente es inconsistente.</p> <p>La evidencia existente se basa en poblaciones que difieren en edad, fragilidad y estado nutricional, y los hallazgos son inconsistentes. Las muchas lagunas en la comprensión actual significan que no hay pruebas suficientes en las que basar las recomendaciones. Son necesarios otros estudios que evalúan los efectos del entrenamiento del ejercicio combinado con estrategias dietéticas para aumentar tomas de una gama de alimentos, así</p>

					dietética, para la prevención y el tratamiento de la sarcopenia.	como no-alimentos bioactivos
Palop Montoro Maria Victoria, Párraga Montilla Juan Antonio, Lozano Aguilera Emilio, Arteaga Checa Milagros. (33)	Revisión de la literatura	Adultos mayores	Entrenamiento de resistencia progresiva y suplementos nutricionales proteicos. Ambas intervenciones combinadas en el tratamiento de la sarcopenia.	Aumento de la masa muscular y la fuerza, la síntesis de proteínas musculoesqueléticas y tamaño de la fibra muscular.	147 estudios realizaban ejercicio de resistencia, mediante sesiones de 45-60 minutos, 2-3 veces por semana, y 3-4 series de 8 repeticiones, a una intensidad creciente. Este ejercicio produjo un aumento de la masa muscular y la fuerza, así como incremento en la síntesis de proteínas musculoesqueléticas y tamaño de la fibra muscular. Los suplementos nutricionales tales como el beta-hidroxi-beta- metilbutirato (HMB), la leucina y los aminoácidos esenciales produjeron beneficios en la masa muscular. Todos los suplementos aumentaron la fuerza, especialmente cuando se combinaron con el ejercicio de resistencia.	Si bien los cambios en la composición corporal son consecuencia de un proceso multifactorial y se producen a lo largo del proceso de envejecimiento, incluso en personas sanas, existen evidencias de que el estilo de vida juega un papel de especial relevancia sobre la masa grasa, muscular y ósea. La combinación del entrenamiento de resistencia progresiva y las proteínas incluidas en la dieta, o bien en forma de suplementos nutricionales, refuerza los efectos que cada una de estas intervenciones puede tener en el tratamiento de la sarcopenia en las personas mayores.
C.Beaudart , A. Dawson , S. C. Shaw , N. C. Harvey , J. A. Kanis , N. Binkley , J. Y. Reginster , R. Chapurlat, D.C . Chan, O.	Revisión sistemática	Sujetos sanos ≥ 60 años	Ejercicio físico y nutrición (proteínas, aminoácidos esenciales, creatina, HMB, vit. D, etc.)	Mostrar mejoría sobre la masa muscular, la fuerza muscular o el rendimiento físico en sujetos de 60 años o más con el adicional de la suplementación dietética	Se analizaron 37 ECA (ensayo clínico aleatorizado) En el 79% de los estudios (27/34 ECA), la masa muscular aumentó con el ejercicio, pero solo se encontró un efecto adicional de la nutrición en 8 ECA (23,5%). La fuerza muscular aumentó en el 82,8% de los estudios (29/35 ECA) después de la	El ejercicio físico tiene un impacto positivo en la masa muscular y la función muscular en sujetos sanos de 60 años o más. El efecto adicional de la suplementación dietética sólo se ha informado en un número limitado de estudios. La población estaba compuesta por sujetos sanos de edad avanzada.

<p>Bruyère, R. Rizzoli, C. Cooper, E.M. Dennison, y el Grupo de Trabajo IOF-ESCEO (30)</p>					<p>intervención con ejercicios, y la suplementación dietética mostró beneficios adicionales solo en un pequeño número de estudios (8/35 ECA, 22,8%). Finalmente, la mayoría de los estudios mostró un aumento del rendimiento físico después de la intervención con ejercicios (26/28 ECA, 92,8%), pero solo se encontró interacción con la suplementación nutricional en 14.</p>	<p>Todavía faltan estudios que evalúen el impacto de una intervención combinada con ejercicio y una intervención dietética en poblaciones frágiles y sarcopénicas, poblaciones que sufren de deficiencia nutricional o poblaciones en riesgo de desnutrición. Se deben implementar más estudios bien diseñados y bien realizados en estos tipos de poblaciones.</p>
<p>Guescini Michele , Tiano Luca, Genova Maria Luisa, Polidori Emanuela, Silvestri Sonia, Orlando Patrick, Carmela Fimognari, Cinzia Calabrini, Viliberto Stocchi, y Sestili Piero (29)</p>	<p>Revisión de la literatura.</p>	<p>Adultos Mayores</p>	<p>- Combinación de AO (antioxidantes) dirigidos a los músculos como Cr (creatina) y CoQ10 (coenzima Q10 o ubiquinona) con entrenamiento físico.</p>	<p>-Mejora masa, fuerza muscul. y rendimiento. -Mejora miogénesis, actividad AO y antiinflamatoria.</p>	<p>Los antioxidantes no han proporcionado hasta ahora pruebas claras de sus resultados. -Dos ensayos distintos en adultos canadienses mayores mostraron mejoras generales en la fuerza y > ganancias en masa libre de grasa en participantes suplementados con Cr, en comparación con los grupos placebo. -Un metaanálisis de datos de 357 adultos mayores encontró mayores beneficios (en términos de masa magra, fuerza y masa ósea) del entrenamiento físico cuando se combina con suplementos de Cr.</p>	<p>Se necesita una reevaluación profunda del papel de AO en la prevención de sarcopenia. Este tema requiere más investigación, pero podría allanar el camino para una mejor comprensión de los mecanismos de adaptación del músculo esquelético y la plasticidad y proporcionar nuevas dianas terapéuticas para "restablecer" la pérdida muscular asociada a la edad. -AO genéricos (N-acetilsisteina, vit. C, E etc.) no han proporcionado hasta ahora pruebas claras de sus beneficios. -La Cr, CoQ10 considerados AO específicos de muscul. junto al entrenamiento físico podrían ayudar a retrasar la aparición y progresión de la sarcopenia. Aunque se necesitan más</p>

						estudios.
Antoniak Anneka Elizabeth y Greig Carolyn A (34)	Revisión sistemática y metaanálisis	Hombres y mujeres ≥ 65	Combinación ejercicio de fuerza y suplementación con vit.D3 (colecalfiferol)	Mejora fuerza muscular y funcionalidad.	7 estudios clasificados en 2 grupos: a) grupo 1: comparó suplementación vit.D3 y entrenamiento con ejerc. Vs ejercicio solo, se vió que la fuerza musc. de MMII mejoró significativamente dentro del grupo de intervención, efectos positivos pequeños, pero no significativos. b) grupo 2: comparó suplemento con vit.D3 y entrenamiento con ejerc. Vs suplementación con vit.D3 sola donde la batería corta de rendimiento físico (SPPB), cronometrada y listo (TUG), la fuerza muscular de la extremidad inferior y la densidad mineral ósea del cuello femoral mostraron mejoras significativamente mayores en el grupo de intervención.	Esta revisión no mostró evidencia de beneficio de la suplementación con vitaminaD sola. Si bien proporciona apoyo tentativo para el efecto aditivo de la suplementación combinada de RET y vitamina D ₃ para la mejora de la fuerza muscular en los adultos mayores. Para otras variables funcionales (SPPB y TUG), no se encontró ningún beneficio adicional más allá del obtenido con el entrenamiento físico. Se requieren más pruebas para sacar conclusiones firmes respecto a esta combinación.
Montoya Castro Felipe, Salazar Cock Sebastián, Varela Agudelo Darwin Exneider, Patiño Villada Fredy Alonso.	Revisión sistemática de literatura y metaanálisis	-Adultos mayores de 60 años. -O con un promedio mayor a 58 años.	-Cualquier entrenamiento con RFS (E-RFS) vs control (GC). -Entrenamiento de fuerza con RFS (EF- RFS) vs entrenamiento de fuerza sin RFS (EF).	- Incrementa las ganancias de fuerza y masa muscular en adultos mayores. - Es un entrenamiento as cómodo y tolerable frente al entrenamiento con altas cargas.	- 8 estudios, con un total de 201 participantes, fueron incluidos. -De acuerdo con la escala PEDro, los estudios tuvieron una calidad metodológica regular. E-RFS tuvo un tamaño del efecto pequeño no significativo sobre la ganancia de fuerza en adultos mayores, comparado contra GC, sin importar el tipo de	- El entrenamiento con EFS no representa una ventaja sobre las ganancias de fuerza y masa muscular, comparado con el entrenamiento sin RFS en adultos mayores. - Estos resultados no varían según el tipo de entrenamiento realizado con RFS. Sin embargo, la disminución del tiempo de

(23)			-EF- RFS vs entrenamiento de fuerza con altas cargas y sin RFS (EF- AC).		entrenamiento (fuerza o aeróbico). Sin importar el tipo de entrenamiento, E-RFS tuvo un tamaño del efecto pequeño no significativo sobre la ganancia de masa muscular en adultos mayores, comparado contra GC. -No hubo diferencias significativas entre EF y EF-RFS sobre ganancia de fuerza en adultos mayores. EF-AC tuvo un tamaño del efecto pequeño no significativo sobre la ganancia de fuerza en adultos mayores, comparado con EF-RFS. -Respecto a la funcionalidad, E-RFS tuvo un tamaño del efecto grande sobre los resultados en los test <i>Up and Go</i> y <i>Sit to Stand</i> comparado contra GC.	ejecución en el <i>Up and Go Test</i> y el aumento de las repeticiones en el <i>Sit to Stand Test</i> . - Futuros estudios con mayor calidad metodológica son necesarios para determinar cómo las adaptaciones derivadas del entrenamiento con RFS están relacionadas con cambios en la funcionalidad de los adultos mayores
Damanti Sarah, Azzolino Domenico, Roncaglione Carlotta, Arosio Beatriz, RossiPaolo y CesariMatteo. (24)	Revisión sistemática	Adultos mayores.	-Ejercicios de fortalecimiento muscular. -Suplementación con proteínas.	Promueve el aumento de la masa muscular y de la fuerza Mejora el rendimiento físico.	La suplementación con proteínas, y el ejercicio de fortalecimiento mus., son eficaces para el aumento de la masa musc., de la fuerza y mejorar el rendimiento físico en adultos mayores con riesgo de sarcopenia o fragilidad. El estado nutricional debe evaluarse antes de cada intervención, las proteínas deben ajustarse al estado nutricional, nivel de act. física, estado de la enfermedad y la tolerancia.	Las intervenciones alimenticias producen efectos beneficiosos s/parámetros del músc. en adultos mayores. La personalización de la dieta y los programas de ejercicios s/ necesidades son importantes para el tratamiento de la sarcopenia. Las estrategias preventivas deben promover un acercamiento del curso de la vida a esta condición, preservando la función del musculo, que afecta la calidad de vida.

<p>DamianoSimona, MuscarielloEs pedita, La RosaGiuliana, Di MaroMartina, Mondola Paolo y SantilloMariar osaria.(25)</p>	<p>Revisión bibliográfica</p>	<p>Ancianos</p>	<p>-Actividad física -Suplementación con antioxidantes</p>	<p>Asociar la suplementación antioxidante(AO) en sujetos sarcopénicos que realizan actividad física como un efecto nutricional</p>	<p>A pesar de que los mecanismos redox que llevan a la pérdida de la masa y de la fuerza del músculo en la sarcopenia se han desentrañado en parte, los datos clínicos con la suplementación antioxidante están lejos de ser claro y como resultado de estos informes contradictorios, la suplementación antioxidante no se puede todavía considerar como intervención alimenticia para prevenir y para tratar la sarcopenia.</p>	<p>Estrés oxidativo tiene un papel central en el inicio de la sarcopenia, por lo que se quiso comprender los mecanismos celulares y moleculares subrayados que implicaban la señalización del ROS en la tentativa de identificar las estrategias correctas basadas en la suplementación antioxidante para la prevención y el tratamiento de esta condición.Los datos clínicos con la suplementación AO no son claros. Se requiere un esfuerzo más intenso de la investigaciónse debe hacer para aclarar la asociación correcta entre la dieta y el ejercicio eficaces para contrarrestar el inicio y el grado del sarcopenia relativo a la edad.</p>
<p>Wei Ning y Yf Ng Gabriel (26)</p>	<p>Estudio Observacional</p>	<p>Adultos mayores</p>	<p>-Vibración en todo el cuerpo -Grupo de control</p>	<p>La vibración de todo el cuerpo fue un entrenamiento eficaz para mejorar el rendimiento muscular. El propósito de este estudio fe explorar los efectos del programa de entretenimiento de vibración del cuerpo entero de 12 semanas sobre la activación voluntaria de los músculos cuádriceps de personas mayores con perdida muscular</p>	<p>No hubo diferencias significativas entre el grupo de entrenamiento con vibración de cuerpo entero y el grupo de control en los valores absolutos de la relación de contracción interpolada después de 12 semanas de entrenamiento. Sin embargo, los valores modificados de la relación fueron significativamente diferentes entre los dos grupos</p>	<p>La activación voluntaria de los músc. cuádriceps de personas mayores con pérdida muscular relacionada con la edad se facilitó después de 12 semanas de entrenamiento WBV con 40 Hz x 4 mm x 360 s. Es pequeña la muestra, solo proporciona una evidencia de ser eficaz para facilitar el impulso motor central en personas mayores con pérdida muscular relacionada con la edad. Se necesitan más</p>

				relacionada con la edad (sarcopenia)		sujetos para confirmar el hallazgo, debería apuntar a la contradicción y las sinergias musculares.
Hughes Luke, Paton Bruce, Rosenblatt Ben, Gissane Conor, Patterson Stephen David (27)	Revisión sistemática y metaanálisis de literatura	Adultos mayores con riesgo de sarcopenia y pacientes con miositis.	El entrenamiento con ejercicios de baja carga con restricción del flujo sanguíneo (BFR) de rehabilitación musculoesquelética clínica efectiva (MSK).	El objetivo de esta revisión fue analizar sistemáticamente las pruebas con respecto a la efectividad de esta nueva modalidad de entrenamiento en la rehabilitación clínica de MSK.	20 estudios fueron elegibles, incluyendo reconstrucción del LCA (ligamento cruzado, osteoartritis de rodilla, adultos mayores con riesgo de sarcopenia y pacientes con miositis esporádica del cuerpo de inclusión. El análisis de los datos agrupados indicó que el entrenamiento de BFR de baja carga tuvo un efecto moderado sobre el aumento de la fuerza pero fue menos efectivo que el entrenamiento de carga pesada.	En comparación con el entrenamiento de baja carga, el entrenamiento de BFR de baja carga es más efectivo, tolerable y, por lo tanto, una herramienta potencial de rehabilitación clínica. Es necesario el desarrollo de un enfoque individualizado de la prescripción de entrenamiento para minimizar el riesgo del paciente y aumentar la eficacia.

Su Zi Yoo, Mi Hyun No, Jun Won Heo, Parque Dong Ho, Ju Hee, Kang, So Hun Kim y Hyo Bum Kwak (25)	Artículo de revisión	Adultos mayores	Ejercicio aeróbico, de resistencia y combinado	Revisión sobre las posibles causas de la sarcopenia relacionada con la edad y las características esenciales de las posibles estrategias terapéuticas.	Se centraron en ejercicios aeróbicos o de resistencia. El ejercicio aeróbico tiene un pequeño efecto sobre la fuerza muscul. o la masa en comparación con el ejercicio de resistencia, mientras que el ejercicio de resistencia puede aumentar el riesgo de lesiones, reducir las tasas de participación e inducir el aburrimiento porque del grado de repetición. El ejercicio de resistencia puede ser menos efectivo en personas mayores debido a la señalización deficiente que está involucrada en la síntesis de proteínas musculares. Se recomendaron programas incluyan ejercicios aeróbicos y de resistencia.	El estrés oxidativo mitocondrial, la apoptosis y la dinámica, y la mitofagia, la miostatina y las citoquinas inflamatorias están asociadas con sarcopenia relacionada con la edad. Sin embargo, se ha demostrado que los regímenes aeróbico, de resistencia y de entrenamiento combinado producen los efectos preventivos y terapéuticos más beneficiosos. Se requieren investigaciones adicionales para dilucidar los mecanismos celulares y moleculares responsables del efecto protector del ejercicio regular sobre la sarcopenia de los músculos esqueléticos inducida por la edad.
Palop Montoro Maria Victoria, Párraga Montilla Juan Antonio, Lozano Aguilera Emilio, Arteaga Checa Milagros. (32)	Revisión sistemática	Adultos mayores	Entrenamiento con plataforma vibratoria.	Mejorar el sistema neuromuscular utilizando para el entrenamiento la plataforma vibratoria.	Se encontraron 214 artículos sobre el entrenamiento vibratorio en personas mayores, como única intervención o en combinación con otros ejercicios combinados de resistencia, aeróbicos, de equilibrio o flexibilidad; de los cuales 45 cumplían los criterios de selección. 30 artículos fueron eliminados por no superar los 5 puntos según la escala PEDro. Por tanto, se	El entrenamiento plataforma vibratoria es un entrenamiento de la fuerza seguro, adecuado y eficaz para la población de mayor edad, con resultados similares al ejercicio de resistencia convencional. Puede servir como ejercicio alternativo los que no se sienten atraídos por el ejercicio de resistencia tradicional o no pueden realizarlo. Podría ser efectivo en el tratamiento y la prevención de la sarcopenia.

					incluyeron para el análisis final 15 ensayos clínicos.	Deberían realizar protocolos de intervención individualizados ajustados a las capacidades de cada persona.
--	--	--	--	--	--	--

VI.3. Resultado final de análisis de artículos científicos

Con el fin de analizar el abordaje terapéutico en pacientes con Sarcopenia, se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica. A continuación, se detallarán las variables seleccionadas de cada trabajo científicos que concordaron con los objetivos de esta tesina.

VI.3.a. Exposición de las variables relacionadas únicamente alentrenamiento.

Respecto a la búsqueda de artículos que incluyen al entrenamiento como el único tratamiento para combatir la sarcopenia se seleccionaron 6 artículos, los cuales son revisiones bibliográficas, sistemática de literatura y metaanálisis y estudio observacional. Dentro de los artículos seleccionados encontramos que el primero utiliza como método para combatir la sarcopenia al entrenamiento de la fuerza; otro artículo utiliza los regímenes aeróbicos, de resistencia y los entrenamientos combinados para producir efectos preventivos y terapéuticos; otro utiliza el entrenamiento con vibraciones en todo el cuerpo y al grupo de control en el nivel de activación voluntaria del cuádriceps de personas con pérdida muscular; otro artículo utiliza el entrenamiento con plataformas vibratorias como método de intervención en la sarcopenia comparando sus resultados a los obtenidos con los ejercicios de resistencia convencional; otro artículo utiliza el entrenamiento con ejercicios de baja carga con restricción de flujo sanguíneo porque puede aumentar la fuerza muscular y ser utilizada como herramienta de rehabilitación clínica musculoesquelética eficaz; y por último, hay un artículo que también utiliza el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre la fuerza, la masa muscular y la funcionalidad en adultos mayores por entender que es un método más cómodo y tolerable para esta población.

En el artículo de Padilla Colón Carlos j, Sánchez Collado Pilar y Cuevas María José se realizó una investigación en la que se analizan los diferentes factores relacionados con la sarcopenia y el entrenamiento de la fuerza como método preventivo. Dentro de los tratamientos para combatir la sarcopenia, el entrenamiento de la fuerza es uno de los métodos más eficaces para combatir la sarcopenia (mediante la estimulación de la hipertrofia), incrementar la masa muscular y la fuerza y mejorar la adaptación neuromuscular. Por tanto, dentro de un programa de ejercicios se debería incluir el entrenamiento de la fuerza. Típicamente, los incrementos de fuerza asociados con el entrenamiento han sido mucho más grandes que la respuesta hipertrófica. Además, el entrenamiento de fuerza parece ser relativamente seguro, incluso en los participantes con múltiples comorbilidades. Como resultado, se obtiene una mayor capacidad para realizar las actividades de la vida diaria, la prevención del deterioro funcional y la discapacidad. Por otra

parte, es importante destacar que se han reportado escasos efectos secundarios asociados a este tipo de tratamiento, y que únicamente habría que limitarlo en pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva. La realización de entrenamiento de la fuerza, es una de las intervenciones más eficaces para retrasar la sarcopenia y los eventos relacionados que se asocian habitualmente con esta condición. Cada vez se confirman más resultados beneficiosos del entrenamiento de fuerza en la población de personas mayores y sus efectos se extienden a otras situaciones como lo son las caídas y el deterioro cognitivo. Aunque, se necesitan más estudios que continúen aportando una visión más clara sobre la utilización e integración del entrenamiento de fuerza a condiciones como la sarcopenia, así como a otras patologías relacionadas con el deterioro funcional de las personas mayores y sus efectos se extienden a otras situaciones como lo son las caídas y el deterioro cognitivo. En el artículo de Su Zi Yoo, Mi Hyun No, Jun Won Heo, Parque Dong Ho, Ju Hee, Kang, So Hun Kim y Hyo Bum Kwak se realizó una revisión de las posibles causas de la sarcopenia relacionadas con la edad. se cree que el estrés oxidativo mitocondrial, la apoptosis y la dinámica y la mitofagia, la miostatina y las citoquinas inflamatorias están asociadas con sarcopenia relacionada con la edad. Sin embargo, se ha demostrado en un entrenamiento multimodal realizado en 117 sujetos ancianos durante 6 meses con programas de ejercicios bien integrados que incluyan ejercicios aeróbicos y de resistencia mejoraron el rendimiento de resistencia. Estos informes indican que se pueden usar los ejercicios combinados para combatir la sarcopenia relacionada con la edad. Aunque se requieren investigaciones adicionales para dilucidar los mecanismos celulares y moleculares responsables del efecto protector del ejercicio regular sobre la sarcopenia de los músculos esqueléticos inducida por la edad.

En el artículo de Wei Ning y Yf Ng Gabriel se realizó un estudio piloto aleatorio en donde el propósito fue explorar los efectos del programa de entrenamiento de vibración de cuerpo entero de 12 semanas sobre la activación voluntaria de los músculos cuádriceps de personas mayores con pérdida muscular relacionada con la edad. La interpolación de Twitch se realizó para examinar la activación voluntaria de los cuádriceps antes y después de la intervención. Los resultados demostraron que no hubo diferencias entre el grupo de entrenamiento con vibración de cuerpo entero y el grupo de control en los valores absolutos de la relación de contracción interpolada después de 12 semanas de entrenamiento. Se concluyó que la activación voluntaria de los músculos cuádriceps de personas mayores con pérdida muscular relacionada con la edad se facilitó después de 12 semanas de entrenamiento WBV (vibraciones en todo el cuerpo) es eficaz para facilitar el impulso motor central en personas mayores con pérdida muscular relacionada con la edad. Se necesitan más sujetos para confirma el hallazgo actual.

Palop Montoro Maria Victoria, Párraga Montilla Juan Antonio, Lozano Aguilera Emilio, Arteaga Checa Milagros, realizaron una revisión de la literatura para comprobar la efectividad del entrenamiento con vibraciones de cuerpo completo en el sistema neuromuscular de los adultos mayores. Encontraron 214 estudios en donde utilizaban como única intervención o en combinación con otros ejercicios, de los cuales 45 cumplían los criterios de selección. De los cuales 30 fueron eliminados por no superar los 5 puntos de la escala PEDro. Y se incluyeron para el análisis final 15 ensayos clínicos. Concluyeron que el entrenamiento con plataformas vibratorias demuestra ser un método de entrenamiento de la fuerza seguro, adecuado y eficaz para la población de mayor edad, pero con resultados similares al ejercicio de resistencia convencional, en la prevención y tratamiento de la sarcopenia. Y al ser un entrenamiento que puede llevarse a cabo en el hogar podría servir como una intervención de ejercicio alternativo en aquellos adultos mayores que no se sienten atraídos por el ejercicio de resistencia tradicional o que no pueden realizarlo debido a alguna afección que los limita en su práctica. Aunque sería conveniente realizar protocolos de intervención individualizados ajustados a las capacidades de cada persona, sobre todo en el colectivo de personas mayores y en aquellos con limitaciones funcionales.

En el artículo de Hughes Luke, Paton Bruce, Rosenblatt Ben, Gissane Conor, Patterson Stephen David se realizó una revisión sistemática y un metaanálisis de la literatura. El objetivo de la investigación fue analizar las pruebas respecto a la efectividad del entrenamiento con ejercicios de baja carga con restricción del flujo sanguíneo (BFR), para aumentar la fuerza muscular y ofrecer una herramienta de rehabilitación clínica musculoesquelética. Se concluyó que, en comparación con el entrenamiento de baja carga, el entrenamiento de BFR de baja carga es más efectivo, tolerable y, por lo tanto, una herramienta potencial de rehabilitación clínica. Aunque, es necesario el desarrollo de un enfoque individualizado de la prescripción de entrenamiento para minimizar el riesgo del paciente y aumentar la eficacia. En esa investigación futura deben centrarse en identificar como las diversas adaptaciones al entrenamiento impactan la función física y la calidad de vida durante la rehabilitación.

En el artículo de Montoya Castro Felipe, Salazar Cock Sebastián, Varela Agudelo Darwin Exneider, Patiño Villada Fredy Alonso se realizó una revisión sistemática de la literatura y metaanálisis de ensayos clínicos aleatorios que evalúan los efectos del entrenamiento con FRS (restricción de flujo sanguíneo) sobre la fuerza, la masa muscular o la funcionalidad en adultos mayores. Realizaron tres comparaciones: 1. Cualquier entrenamiento con RFS (E-RFS), vs grupo control (GC); 2. Entrenamiento de fuerza con RFS (EF-RFS) vs entrenamiento de fuerza sin RFS (EF) y 3. EF-RFS vs entrenamiento de fuerza con altas cargas y sin RFS (EF-AC). La conclusión a la que se arriba es que el entrenamiento con RFS no representa una ventaja sobre las ganancias de fuerza y masa muscular, comparado con el

entrenamiento sin RFS en adultos mayores. Estos resultados no varían según el tipo de entrenamiento realizado con RFS. Sin embargo, el entrenamiento con RFS representa una ventaja para los adultos mayores sobre la disminución del tiempo de ejecución en el Up and Go test y el aumento de las repeticiones en el Sit to Stand test. Son necesarios futuros estudios con mayor calidad metodológica para determinar cómo las adaptaciones derivadas del entrenamiento con RFS están relacionadas con cambios en la funcionalidad de los adultos mayores.

VI.3.b. Exposición de las variables relacionadas solo asuplementos dietéticos antioxidantes.

Respecto a la búsqueda de artículos que incluyen a los suplementos antioxidantes se seleccionó un artículo de Damiano Simona, Muscariello Espedita, La Rosa Giuliana, Di Maro Martina, Mondola Paolo y Santillo Mariarosaria en donde se realizó una revisión bibliográfica sobre varios estudios que han evaluado, además de los efectos del ejercicio, los efectos de los suplementos dietéticos antioxidantes en la limitación de la masa y el rendimiento muscular relacionados con la edad, pero los datos que se han divulgado son contradictorios. En el músculo esquelético, ROS/RNS (especies reactivas de oxígeno y nitrógeno) tienen una doble función: en niveles bajos aumentan la fuerza muscular y la adaptación al ejercicio, mientras que en los niveles altos conducen a una disminución del rendimiento muscular. Los resultados polémicos obtenidos con la suplementación antioxidante en personas más ancianas en parte podrían reflejar la carencia de efectos unívocos del ROS sobre masa y la función del músculo. El propósito fue examinar los mecanismos moleculares que son la base de los efectos duales del ROS en la función del músculo esquelético y el análisis de los datos de literatura sobre la suplementación antioxidante dietética asociada a ejercicio en temas normales y sarcopénicos. Aunque, los datos clínicos con la suplementación antioxidante están lejos de ser claros y como resultado de estos informes contradictorios, la suplementación antioxidante no se puede todavía considerar como única intervención alimenticia para prevenir y para tratar la sarcopenia. Un esfuerzo más intenso de la investigación se debe hacer para aclarar la asociación correcta entre la dieta y el ejercicio efectivo para contrarrestar el inicio y el alcance de la sarcopenia relacionada con la edad.

Vi.3.c. Exposición de las variables relacionadas con ejercicio y nutrición.

Respecto a la búsqueda de artículos que incluyen dentro de las variables al ejercicio y nutrición, se seleccionaron ocho artículos. El primero de ellos, de los autores Burton Louise A y Sumukadas Deepa realiza una revisión bibliográfica en la que identifican como posibles intervenciones para la sarcopenia el ejercicio, la actividad física y los suplementos nutricionales. Se ha demostrado que tanto el entrenamiento con ejercicios aeróbicos como el de tipo resistencia (fuerza) mejoran la tasa de disminución de la masa muscular y la fuerza con la edad. Aunque, el entrenamiento con ejercicios de resistencia parece tener un mayor efecto en el aumento de la masa muscular y la fuerza y atenúa el desarrollo de sarcopenia. Las mejoras en la fuerza muscular se pueden lograr con una sesión de entrenamiento de ejercicio de resistencia por semana. En cambio, la participación en el entrenamiento regular del ejercicio requiere la motivación del individuo que puede ser difícil para algunas personas mayores; por lo tanto, las intervenciones inexistentes pueden ofrecer una alternativa útil. Se están desarrollando opciones alternativas de tratamiento potencial para contrarrestar el proceso de sarcopenia. La evidencia reciente ha demostrado que los inhibidores de la ECA (enzima convertidora de angiotensina), pueden mejorar la capacidad de ejercicio muscular en personas mayores con discapacidad funcional; sin embargo, se requieren ensayos controlados aleatorios adicionales.

Otro artículo que también incluye las variables de ejercicio y nutrición es el de los autores Deninson Hayley J., Cooper Cyrus, Sayer Avan Aihie y Robinson Sian M. Este artículo realiza una revisión exhaustiva de la literatura, se consideraron 17 estudios de adultos mayores (≥ 65 años) en los que se utilizaron intervenciones combinadas de nutrición y ejercicio para aumentar la fuerza muscular y/o la masa, y lograr mejoras en el rendimiento físico. Los estudios fueron diversos en cuanto a los participantes incluidos (estado nutricional, grado de fragilidad física), estrategias de suplementación (diferencias en nutrientes, dosis), entrenamiento con ejercicios (tipo, frecuencia), así como diseño (duración, ajuste). El mensaje principal es que se han demostrado mayores beneficios del entrenamiento con ejercicios, cuando se combina con la suplementación dietética, en algunos ensayos, lo que indica el potencial de intervenciones futuras, pero que las pruebas existentes son inconsistentes. Otros estudios son necesarios, particularmente del entrenamiento físico combinado con las estrategias dietéticas que aumenten la ingesta de una variedad de nutrientes, así como de no-nutrientes bioactivos, para proporcionar la evidencia en las cuales la salud pública y las recomendaciones clínicas pueden ser basadas.

Palop Montoro Maria Victoria, Párraga Montilla Juan Antonio, Lozano Aguilera Emilio, Arteaga Checa Milagros, realizaron una revisión de la literatura para comprobar la efectividad del entrenamiento de resistencia progresiva, los suplementos nutricionales proteicos y ambas intervenciones combinadas para el tratamiento de la sarcopenia. En un total de 147 estudios que realizaban ejercicio de resistencia, mediante sesiones de 45-60 minutos, 2-3 veces por semana, y 3-4 series de 8 repeticiones, a una intensidad creciente. Este ejercicio produjo un aumento de la masa muscular y la fuerza, así como incremento en la síntesis de proteínas musculoesqueléticas y tamaño de la fibra muscular. Los suplementos nutricionales tales como el beta-hidroxi-beta-metilbutirato, la leucina y los aminoácidos esenciales produjeron beneficios en la masa muscular. Todos los suplementos aumentaron la fuerza, especialmente cuando se combinaron con el ejercicio de resistencia. Concluyeron que la combinación del entrenamiento de resistencia progresiva y las proteínas incluidas en la dieta, o bien en forma de suplementos nutricionales, refuerza los efectos que cada una de estas intervenciones puede tener en el tratamiento de la sarcopenia en las personas mayores.

El artículo de C. Beaudart , A. Dawson, S. C Shaw, N. C. Harvey, J. A. Kanis, N. Binkley, J. Y. Reginster, R. Chapurlat, D.C. Chan, O. Bruyère, R. Rizzoli, C. Cooper, E.M. Dennison, y el Grupo de Trabajo IOF-ESCEO. Es una revisión sistemática donde resume el efecto del ejercicio combinado y la intervención nutricional sobre la masa muscular y la función muscular. Identificaron un total de 37 ECA (ensayos controlados aleatorios). Los resultados indicaron que el ejercicio físico tiene un impacto positivo en la masa muscular y la función muscular en sujetos de 65 años o más. Sin embargo, cualquier efecto interactivo de la suplementación dietética parece ser limitado, el efecto adicional de la suplementación dietética sólo se ha informado en un número limitado de estudios. Para la mayoría de los estudios incluidos en esta revisión sistemática, la población estaba compuesta por sujetos sanos de edad avanzada. Todavía faltan estudios que evalúen el impacto de una intervención combinada con ejercicio y una intervención dietética en poblaciones frágiles y sarcopénicas, poblaciones que sufren de deficiencia nutricional o poblaciones en riesgo de desnutrición. Se deben implementar más estudios bien diseñados y bien realizados en estos tipos de poblaciones. Parece probable que las intervenciones nutricionales en poblaciones que presentan deficiencias nutricionales o físicas serían más beneficiosas que las intervenciones en poblaciones bien nutridas y repletas. Existe la necesidad de una documentación rigurosa del nivel de ejercicio basal del sujeto y del estado nutricional antes de implementar regímenes de intervención en esos estudios futuros.

En el artículo de los autores Guescini Michele, Tiano Luca, Genova Maria Luisa, Polidori Emanuela, Silvestri Sonia, Orlando Patrick, Carmela Fimognari, Cinzia

Calcabrini, Vilberto Stocchi, y Sestili Piero, se realizó un análisis de la literatura. El objetivo fue analizar la combinación de ejercicios físicos con la suplementación de AO (antioxidantes) seleccionados racionalmente dirigidos a los músculos como Cr (creatina) y CoQ10 (coenzima Q10 o ubiquinona), para verificar si podrían mejorar la masa, fuerza muscular y rendimiento, mejorar miogénesis, actividad AO y antiinflamatoria y prevenir y/o retrasar la sarcopenia. A pesar de la fuerte justificación, los resultados obtenidos fueron contradictorios, particularmente con respecto a los efectos de los suplementos de OA probados. Una explicación posible pudo ser que no todos los agentes incluidos en el título general de "AO" podrían satisfacer los requisitos para contrarrestar la compleja serie de eventos que causan y o aceleran la sarcopenia: la combinación de la creatina y de la coenzima Q10, antioxidantes dirigidos a los músculos, con ejercicio físico como fundamento biomédico para la prevención y/o el tratamiento pleiotrópicos del sarcopenia se discute. Este análisis requiere más investigación, pero podría allanar el camino para dar una mejor comprensión de los mecanismos de adaptación y plasticidad del musculo esquelético y proporcionar nuevos objetivos terapéuticos para restablecer la perdida de musculo asociada a la edad.

El artículo de los autores Antoniak Anneka Elizabeth y Greig Carolyn A, es una revisión sistemática que tiene como objetivo evaluar la efectividad del entrenamiento combinado con ejercicios de fuerza y la suplementación con vitamina D3 sobre la salud musculoesquelética en los adultos mayores. Para este estudio buscaron ensayos controlados aleatorios. Sólo siete estudios fueron elegibles para la inclusión, con un total de 792 participantes, clasificados en 2 grupos: A) grupo 1: comparó suplementación vitamina D3 y entrenamiento con ejercicios Vs ejercicio solo, donde se vio que la fuerza muscular de MMII mejoró significativamente dentro del grupo de intervención. Todos los demás resultados mostraron efectos positivos pequeños, pero no significativos para el grupo de intervención. B) grupo 2: comparó suplemento con vitamina D3 y entrenamiento con ejercicios Vs suplementación con vitamina D3 sola donde la batería corta de rendimiento físico (SPPB), cronometrada y listo (TUG), la fuerza muscular de la extremidad inferior y la densidad mineral ósea del cuello femoral mostraron mejoras significativamente mayores en el grupo de intervención para las comparaciones de este grupo. Esta revisión no mostró evidencia de beneficio de la suplementación con vitamina D3 sola. Si bien proporciona apoyo tentativo para el efecto aditivo de la suplementación combinada de RET y vitamina D₃ para la mejora de la fuerza muscular en los adultos mayores. Para otras variables funcionales (SPPB y TUG), no se encontró ningún beneficio adicional más allá del obtenido con el entrenamiento físico. Se requieren más pruebas para sacar conclusiones firmes respecto a esta combinación.

El artículo de Damanti Sarah, Azzolino Domenico, Roncaglione Carlotta, Arosio Beatriz, Rossi Paolo y Cesari Matteo, es una revisión que tiene como objetivo proporcionar una visión general sobre el papel de las proteínas y otros nutrientes clave, solos o en combinación con el ejercicio físico, en los parámetros musculares. Es decir, analizar la eficacia de las intervenciones nutricionales como tratamientos independientes o sinérgicos con ejercicio para el manejo de la sarcopenia. Desafortunadamente, todavía no hay tratamientos farmacológicos disponibles para prevenir o tratar esta afección relacionada con la edad. Actualmente, las únicas estrategias para el tratamiento de la sarcopenia se basan principalmente en intervenciones nutricionales y de ejercicio físico. Concluyen que la personalización de los programas de dieta y ejercicio de acuerdo con las necesidades de los pacientes sigue siendo el paso fundamental para el tratamiento de la sarcopenia. Por otra parte, las estrategias preventivas para maximizar el pico de la masa muscular durante la edad adulta y para reducir el declive de la masa muscular de la mediana edad se deben promover configurando un enfoque de ciclo de vida para esta condición, de modo que la función del músculo esté preservada por tanto cuanto sea posible; y, por lo tanto, afecta positivamente la calidad de vida y la salud.

VII. Discusión

La sarcopenia es un síndrome caracterizado por la pérdida progresiva, generalizada de masa y fuerza del músculo esquelético. Se acompaña de inactividad física, disminución de la movilidad, marcha lenta, poca resistencia física, inflamación, estrés oxidativo, pérdida de neuronas motoras, cambios en la función endocrina y a veces fragilidad. La fragilidad implica un declive acumulativo en múltiples sistemas fisiológicos, incluido el sistema neuromuscular que está relacionado con el desarrollo de sarcopenia en la edad adulta.

Comprender los mecanismos que han implicado en el desarrollo de la sarcopenia puede ayudar a dirigir los tratamientos e intervenciones a aplicar. La investigación está en curso y no se ha identificado hasta el momento ninguna causa principal de sarcopenia siendo multifactores los que parecen estar involucrados en el desarrollo de la misma.

Asimismo, actualmente, nos encontramos con la dificultad de que no existe un criterio de diagnóstico estandarizado para la sarcopenia. Una de las principales dificultades para diagnosticarla obedece a la falta de consenso en la definición, así como en la dificultad para medir los cambios en la masa muscular y la función a lo largo del tiempo en las personas mayores. Es por ello que el objetivo principal de este trabajo es determinar la efectividad de la kinesioterapia para el abordaje de la sarcopenia en el adulto mayor.

A partir del análisis de los estudios seleccionados, se puede observar que en la mayoría de estos no se llega a una conclusión precisa sobre la efectividad del abordaje kinésico, pero sí refieren que la intervención de dicha área puede ser beneficiosa para los adultos mayores, aunque también las intervenciones nutricionales y farmacológicas deben ser contempladas para los individuos sarcopénicos. Se encontraron revisiones sistemáticas y bibliográficas considerando que existe una escasez en ensayos clínicos.

Al investigar sobre el tratamiento para la sarcopenia se encontró que la intervención del kinesiólogo en adultos mayores es beneficiosa y dentro de ella hay diferentes abordajes como ser el entrenamiento físico de resistencia o fuerza con /sin carga, aeróbico, utilizando plataformas vibratorias (vibración de todo el cuerpo o segmentaria) y restricción del flujo sanguíneo. Aunque también consideran como tratamientos beneficiosos los suplementos antioxidantes, la combinación de nutrición y ejercicios, y las pruebas farmacológicas. Por tal motivo, se comparan los diferentes abordajes y tratamientos para la sarcopenia.

Se ha demostrado que tanto el entrenamiento con ejercicios aeróbicos como de resistencia mejoran la tasa de disminución de la masa muscular y la fuerza con la edad. Estos resultados coinciden con lo que expuesto por Louise A. Burton y Deepa Sumukadas, quienes informaron a través de una tabla comparativa que la intervención terapéutica (ejercicio aeróbico y de resistencia) tiene múltiples ventajas. Y la única contra que

encuentran es la falta de motivación que puede existir en algunos adultos mayores. Asimismo, consideran diferentes intervenciones (suplementos nutricionales, testosterona, vitamina d, creatina), a los que le encuentran desventajas que implican un riesgo para la salud como por ejemplo cuando se aplican suplementos nutricionales puede incidir negativamente en la ingesta natural de alimentos o con la creatina las contras son informes de nefritis. Una desventaja que presenta este artículo y deja sin resolver es que no especifica cuáles son de manera exacta las intervenciones que se realizan. No muestra un programa de entrenamiento sino solo hace referencia a que son ejercicios de resistencia o aeróbicos sin detallar cantidad de repeticiones o series y que su avance pueda ser medible en días, semanas o meses (su avance o falta de este). Al igual, que cuando hace mención a los suplementos nutricionales. Falta información adicional a saber: instrucciones para la ingesta de suplementos, cual es el peso de las personas, y por cuánto tiempo fueron suministrados, al ser ensayos aleatorios los resultados obtenidos tienen una eficacia limitada y se requieren más ensayos controlados. En este mismo punto, se encontró otro artículo expuesto por Deninson Hayley J., Cooper Cyrus, Sayer Avan Aihie y Robinson Sian M., donde también realizan un cuadro comparativo, aunque a diferencia del anterior, tenemos mayor información adicional acerca del programa de ejercicios utilizado cantidad de veces por semana, en cuanto a los suplementos, establecen cantidades y lo que aporta cada una de ellas y sus resultados. La desventaja de este artículo radica en que utilizaron a un grupo poblacional muy diverso en edad, fragilidad y estado nutricional y los hallazgos a los que arribaron son inconsistentes.

Por otra parte, encontramos varios artículos que utilizan como única intervención al entrenamiento. Y dentro de ellos todas sus variables. En el artículo de Ning Wei y Gabriel YF Ng, se encontró que utilizan como intervención para la sarcopenia el entrenamiento con vibraciones de todo el cuerpo en el nivel de activación voluntaria del cuádriceps de personas con pérdida muscular relacionada con la edad. Este es el primer estudio que explora los cambios inducidos en los niveles de activación voluntaria en personas mayores con pérdida muscular relacionada con la edad. Y proporcionaron la primera evidencia científica de que la vibración es eficaz para facilitar el impulsor motor central. Aunque un aspecto negativo y sin solución es el tamaño pequeño de la muestra que no logra confirmar el hallazgo. En el artículo de Felipe Montoya Castro, Sebastián Salazar Cock, Darwin Exneider Varela Agudelo y Fredy Alonzo Patiño Villada, utilizaron el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo y sin restricción de flujo sanguíneo. Ambos tipos de entrenamiento tuvieron un efecto pequeño no significativo sobre la ganancia de fuerza y masa muscular y no representan una ventaja sobre la ganancia de fuerza y masa muscular, sea que se realice el entrenamiento con o sin RFS. Por lo que concluyeron que se requieren estudios de mayor calidad metodológica para determinar cómo las adaptaciones derivadas

del entrenamiento con RSF están relacionadas con cambios en la funcionalidad de los adultos mayores. Por otra parte, en el artículo de Su Zi Yoo, Mi Hyun No, un Won Heo, Parque Dong Ho, Ju Hee Kang, So Hun Kim y Hyo Bum Kwak, se encontró que el ejercicio aeróbico, de resistencia y de entrenamiento combinado producen los efectos preventivos y terapéuticos más beneficiosos. Sin embargo, un solo tipo de ejercicio no aborda adecuadamente los requisitos del ejercicio terapéutico para la sarcopenia sino que se requieren ejercicios bien integrados que incluyan ejercicios aeróbicos y de resistencia combinados. Queda sin resolver y se necesitan investigaciones adicionales para dilucidar y determinar los mecanismos celulares responsables del efecto protector del ejercicio regular sobre la sarcopenia.

Otra investigación, hace mención, además de los efectos del ejercicio, los efectos de la intervención con suplementos dietéticos antioxidantes para contrarrestar la aparición y el alcance de la sarcopenia relacionado con la edad. El artículo de Simona Damiano, Espedita Muscariello, Giuliana La Rosa, Martina Di Maro, Paolo Mondola y Marianrosaria Santillo, encuentra que el envejecimiento está asociado con el estrés oxidativo del músculo esquelético debido al aumento de la generación de ROS y al deterioro de los sistemas de enzimas antioxidantes. Asimismo, el desuso muscular y la desnutrición se asocian al envejecimiento y también ayudan al estrés oxidativo lo que lleva a la disminución de la masa y la fuerza muscular. Desafortunadamente, queda sin resolver y son poco claros los resultados acerca de la suplementación alimenticia con antioxidantes y aun no puede considerarse como intervención alimenticia para prevenir y para tratar sarcopenia.

Por último, cabe mencionar que, durante la investigación, como se menciona en el apartado de métodos, se realizó una búsqueda de artículos mediante recolección, revisión y análisis de diferentes artículos científicos publicados entre el año 2009 y 2021 mediante revisión bibliográfica. Se seleccionaron artículos que hubieran incluido suplementos nutricionales, ejercicios de entrenamiento y que hubieran examinado medida de masa muscular, fuerza y rendimiento físico. También se tuvo en cuenta que la población de la investigación sean adultos mayores con masa muscular reducida debilitada y que incluyan al menos un tipo de tratamiento de ejercicio y/o nutrición como intervención única o combinada. Debido a que el fin es determinar la efectividad de la kinesiterapia para el abordaje de la sarcopenia en el adulto mayor. Al llevar a cabo la búsqueda, no se encontraron estudios que respondan al abordaje integral kinésico y unívoco en donde predomine cual es la efectividad de la intervención kinésica para la sarcopenia.

VIII. Conclusión

El primer y más importante paso para el manejo de la sarcopenia es diagnosticar dicha afección, pero aún hoy, no existen criterios de diagnóstico estandarizados. Uno de los inconvenientes para su detección obedece a la falta de consenso en la definición, así como en la dificultad de medir los cambios en la masa muscular y la función a lo largo del tiempo en las personas mayores.

La falta de diagnóstico y la multicausalidad llevan a que no exista tampoco un tratamiento específico o único. Y que las intervenciones en los adultos mayores tengan diferentes abordajes como pueden ser el entrenamiento físico de resistencia o fuerza con y sin carga, aeróbico, entrenamiento utilizando plataformas vibratorias, vibración de todo el cuerpo o de distintos segmentos, suplementos dietéticos antioxidantes, la combinación de nutrición y ejercicios, y las pruebas farmacológicas.

La kinesioterapia es uno de los abordajes para la sarcopenia y es fundamental para los adultos mayores. La inactividad física está claramente relacionada con la pérdida de masa muscular y fuerza lo que sugiere que el aumento de los niveles de actividad física debería tener efectos protectores.

Actualmente, el entrenamiento es uno de los métodos más eficaces para combatir, retrasar y prevenir la sarcopenia. Aunque hay discrepancia sobre cuál es el entrenamiento más apropiado. Y si debe ser aplicado de forma en solitario o en combinación con suplementos dietéticos, nutricionales o antioxidantes.

No obstante, los estudios que se han realizado y que aún siguen en estudio, refieren que el tratamiento por excelencia y de aplicación estándar para la sarcopenia es el ejercicio físico y la nutrición.

Para finalizar, se cree necesario que se realicen mayores investigaciones para determinar la efectividad de la kinesioterapia para el abordaje de la sarcopenia en el adulto mayor, ya que es un campo donde el kinesiólogo juega un papel importante.

IX. Referencias bibliográficas

1. María Rosario Limón, María del Carmen Ortega. Envejecimiento activo y mejora de la calidad de vida en adultos mayores. Revista de psicología y educación. 2011 [citado el 13 de diciembre]; (6): 226. Disponible: <http://www.rpye.es/pdf/68.pdf>
2. Alejandra María Álvaro García, Ángela María Salazar Maya. Análisis del concepto de envejecimiento. Aging Concept analysis [internet]. 2014; [citado el 18 de diciembre]; 25(2):57. Disponible: <http://scielo.isciii.es/pdf/geroko/v25n2/revision1.pdf>
3. Aitor Urrutia Serrano. Envejecimiento activo: un paradigma para comprender y gobernar. [Internet]. 2018 [citado el 22 de diciembre 2019]; 47 (1): 30, 31, 32,35. Disponible: [file:///D:/Mis%20documentos/Downloads/Dialnet-EnvejecimientoActivo-6292840%20\(13\).pdf](file:///D:/Mis%20documentos/Downloads/Dialnet-EnvejecimientoActivo-6292840%20(13).pdf).
4. Ganong. William Francis. Fisiología Médica. 24° edición. México: Mc Graw Hill; 2012.
5. José Rubens Rebelatto, José Geraldo da Silva Morelli. Fisioterapia Geriátrica. 1° edición. Madrid: Mc Graw Hill /interamericana; 2004.
6. Msc. Nancy Stella Landinez Parra, Dra. Katherine Contreras Valencia, Dr. Angel Castro Villamil. Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. Aging, exercising and physical therapy [internet]. 2012 [citado el 5 de febrero]; 38(4): Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662012000400008
7. Rodrigo Becerra Urrego, Juan Carlos Galvis Rincon. Perfil Hormonal del envejecimiento muscular [internet]. 2011 [19/11/21]; 20(4):217-224. Disponible en: <https://revistas.fucsalud.edu.co/index.php/repertorio/article/view/772/803>
8. Felipe Salech, M.Dr, Rafael Jara, L. Dr, Luis Michea A.Dr. Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento. Revista Médica Clínica Las Condes [internet]. 2012 [citado el 2 de enero 2020]; 23:19-29. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(12\)70269-9](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(12)70269-9).
9. Alfonso J. Cruz Jentoft, Jean Pierre Baeyens, Jurgen M. Bauer, Yvés Boirié, Tommy Cederholm, Francesco Landi et al. Sarcopenia: Consenso Europeo sobre su definición y diagnóstico. Age an Agein. [internet] 2010 [12 de febrero del 2020]; 39:413,414,415. Disponible:
: https://watermark.silverchair.com/afq034.pdf?token=AQECAHi208BE49Oan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAsMwggK_BgkqhkiG9w0BBwagggKwMIICrAIBADCCAqUGC_SqGSIB3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQMciXIBJHW3JTUs0fnAgEQgIICdmRUav3zc_xV6_Or42bm6QTe3pH6d92jYW4y6OheRDJ_XV0FXVyObm6cAl_wvBTyeDle9kKKRRRel2brdmcKJdvs79RqxYnVWuH-JaEAsB8F2fh74XyPLOli4VcPLjXkcpof0TU4kj1h8V9yKK6zfschXxsBjs-8IXWZa7zQ3zb2bU0Er3vjpli5--LEeuv-fiHKRxYRE0ZL0SPiLa-SCKaVdnECed7I0ThGYGtyS8E_KZMZf992VGhb-

[EaGISkaWBcmd aRLxsn8a9 82aNki76JYurzqiyVZYW-Q aGqcT6Xx-
vtpIZ_gnmSIZyXmkYHU6WxQBw8Y0pvL6hAySfVOv7s9Z2j5XWcdorDRuOVwqWVms0ea8](#)

[UOgvGKKB70P7L452IHVkJwjqCMNeeTYm2IOYziGbA2qMMvlzrhCY1YqPLXj09HBCR1nGlzeGmdoDY7Wea4m7Vt1fw4RgU-Zqpbp-h5cyY2E1DBYDqniEj0KsjiqIHdOADSQ2ZepPVAf6qo4CerKXzMJzb_TRCzvTAKTzySbx0gDJXUS10fpD1vgpwiFQxaWRmlPTiEdFd6F-2j7m3KDYSEyyimeQhtZ23Cq8Cq6dpl6u673uleza0RBWGNhjQ99wAiwP4ZcQuIY9FfuUhPPeStf4u5k7AGBibFv4g41yVXde1rU-rNURa26RibuHy4p4U5004zq9FPz4fQ2hBpz-czrEwMJvhP15mxbYAM8HSwDsC5iLufh1fkiFzyCBroEO6bF4nSwePIYAMTaWu71rDH5m-LsxenyNcY-WboFPukzX2Hj-gA8jPeOV39vkyjJEuALhANBi7pkpFelaDoVzCWWNA](https://www.researchgate.net/publication/328111111)

10. Del Campo Bermeo Nicole Andrea. Prevalencia de sarcopenia aplicando el algoritmo diagnóstico EWGSOP en pacientes geriátricos mayores de 65 años de la fundación “Mujeres trabajando unidas” del Cantón Durán en el año 2017. Guayaquil (Ecuador): Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2017.

11. Christopher Rojas Bermúdez, Aldair Buckanan Vargas, Gabriela Benavidez Jiménez. Sarcopenia: abordaje integral del adulto mayor [internet]. 2019 [citado el 13 de mayo 2020]; vol.4 (5).24-34. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/sinergia/rms-2019/rms195c.pdf>

12. L. Kathleen Mahan, Sylvia Escott- Stump, Janice L. Raymond. Krause Dietoterapia. 13ª edición. Barcelona, España: El sevier; 2013.

13. Jeremy D. Walston. Sarcopenia en adultos mayores. HHS Public Access. [internet]. 2012 (citado el 23 de junio); 2/10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4066461/>

14. Su-zi yoo, Mi- Hyunno, Jun- Wonheo, Parque Dong-Ho, Ju- Heekang, So Hun Kin et. al. Papel del ejercicio en la sarcopenia relacionada con la edad. Journal of exercise rehabilitation. 2018 [citado el 3 de marzo del 2020] 14(4):551-558. Disponible: <https://www.e-er.org/journal/view.php?number=2013600543>

15. Kornblihtt LI, Cavalieri V, Blanco GA. Mitofagia: una forma selectiva de autofagia que participa en la homeostasis de las células hematopoyéticas. Hematología [internet]. 2016 [citado el 12 de marzo del 2020]; 20: 216-223. Disponible: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=mitofagia%3Auna+forma+selectiva+de+autofagia&btnG=

16. Ferragut Fiol c., Calbet, Jal. La miostatina y el crecimiento muscular. Myostatin and Muscle Growth [internet]. 2003 [citado el 18 de marzo del 2020]; xx (95): 237-242. Disponible: https://www.researchgate.net/profile/Carmen_Ferragut/publication/46726980_La_miostatina_y_el_crecimiento_muscular/links/53cf88fd0cf25dc05cfa66/La-miostatina-y-el-crecimiento-muscular.pdf

17. Garza- González Elena, L.Gallegos -Flores Elaine A., Hernández- Gutiérrez Jazmín, Flores Mansivais Janeth E., Nava-González Edna J. Biomarcadores moleculares en la predicción de sarcopenia. Biomarcadores, predicción, sarcopenia [internet]. 2017 [citado el 1 de abril del 2020]; 16:23-32. Disponible: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2017/spn171d.pdf>
18. Robinder JSDhillon y Sarfaraz Hansi. Patogenia y manejo de sarcopenia. [Internet]. 2017 [citado el 11 de febrero 2021];33(1):17-26. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5127276/>
19. Julio Nemerovsky, Cynthia Mariñensky, Graciela Zarebski, Marcela Leal, Carla Carranza, Araceli Marconi et al. Diagnóstico y prevalencia de sarcopenia. Revista electrónica de biomedicina [internet]. 2015 [citado el 10 de febrero 2021]; 2:29-41. Disponible en: <https://www.biomed.uninet.edu/2015/n2/nemerovsky.html>
20. José Rubens Rebelato, José Geraldo da Silva Morelli. Fisioterapia Geriátrica. 1° edición. Madrid: Mc Grawhill/interamericana; 2004.
21. Satoshi Ida, Ryutaro Kaneko, Kazuya Murata. SARC-F para la detección de sarcopenia en adultos mayores: Un metanálisis de la precisión de la prueba de detección [internet]. 2018 [citado el 20 de mayo del 2020]; 19 (8): 685-689. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1525861018301531>
22. Blanca Llorente Sanz, Paula Ruíz Mesa. Impacto del ejercicio en la sarcopenia [tesis de grado]. Valliolid (México):2017-2018.
23. Montoya Castro Felipe, Salazar Cock Sebastián, Exnneider, Varela Agudelo Darwin, Alonso Patiño Villada Fredy. Efecto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre la fuerza, la masa muscular y la funcionalidad en adultos mayores: una revisión sistemática y metaanálisis [internet].2018 [citado el 16 de septiembre de 2020] ; 7(7). Disponible en:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5541589/>
24. Damanti Sarah, Azzolino Domenico, Roncaglione Carlotta, Arosio Beatriz, Rossi Paolo y Cesari Matteo Eficacia de las intervenciones nutricionales como tratamientos independientes o sinérgicos con ejercicio para el tratamiento de la sarcopenia. [internet] [citado el 18 de agosto de 2020]; 11(9): 1991. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6770476/>
25. DamianoSimona, MuscarielloEspedita, La RosaGiuliana, Di MaroMartina, Mondola Paolo y SantilloMariasaria. Papel dual de la especie reactiva del oxígeno en la función del músculo: ¿Pueden los suplementos dietéticos antioxidantes contrarrestar sarcopenia relativo a la edad? [internet]. [citado el 11 de septiembre de 2020].20(15): 3815. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6696113/>
[Papel dual de la especie reactiva del oxígeno en la función del músculo: ¿Pueden los suplementos dietéticos antioxidantes contrarrestar sarcopenia relativo a la edad? \(nih.gov\)](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6696113/)

26. Wei Ning y YF Ng Gabriel. El efecto del entrenamiento con vibraciones de todo el cuerpo en el nivel de activación voluntaria del cuádriceps de personas con pérdida muscular relacionada con la edad (sarcopenia): un estudio piloto aleatorizado [internet]. [citado el 16 de julio de 2020]. 240. Disponible en:<https://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=https://bmcgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12877-018-0923-z&prev=search&pto=aue>
27. Hughes Luke, Paton Bruce, Rosenblatt Ben, Gissane Conor, Patterson Stephen David. Disponible en: Entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo en la rehabilitación musculoesquelética clínica: una revisión sistemática y un metanálisis | Revista Británica de Medicina Deportiva (bmj.com) [internet]. [citado el 15 de Julio de 2020]. 51 (13) Disponible en:
<https://bjsm.bmj.com/content/51/13/1003.long>
28. Louise A y SumukadasDeepa. Manejo óptimo de la sarcopenia. [internet] [citado el 16 de septiembre de 2020].5: 217-228.Disponible en: [Manejo óptimo de la sarcopenia \(nih.gov\)](#)
29. GuesciniMichele, TianoLuca, GénovaMaría Luisa, PolidoriEmanuela, Silvestri Sonia, OrlandoPatrik, Fimognari Carmela, Calcabrini Cinzia, Stocchi Vilberto, y Sestili Piero. La combinación de ejercicio físico con los antioxidantes Músculo-dirigidos para contrarrestar sarcopenia: Un análisis razonado biomédico para el tratamiento pleiotrópico con la creatina y la coenzima Q10 [internet]. 2017 [citado el 16 de septiembre de 2020].Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5632475/>
30. Beudart C, Dawson A, Shaw S. C, Harvey N. C, Kanis J. A,Binkley N., Reginster J. Y, Chapurlat R, Chan D.C, Bruyère O., Rizzoli R., Cooper C., Dennison E. M, y el Grupo de Trabajo IOF-ESCEO Sarcopenia. Nutrición y actividad física en la prevención y el tratamiento de la sarcopenia: revisión sistemática. [internet] 28(6): 1817-1833). [citado el 16 de septiembre de 2020]Disponible en: Nutrición y actividad física en la prevención y el tratamiento de la sarcopenia: revisión sistemática (nih.gov)
31. Denison Hayley J,Cooper Cyrus, SayerAvan Aihie, y RobinsonSian M. Prevención y manejo óptimo de la sarcopenia: una revisión de las intervenciones combinadas de ejercicio y nutrición para mejorar los resultados musculares en personas mayores. [internet] 10: 859-869. [citado el 15 de septiembre de 2020]. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4435046/>
32. Padilla Colón Carlos j, Sánchez Collado Pilar y Cuevas María José. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia [internet]. 29(5):979-988. [citado el 11 de septiembre de 2020].Disponible en: <http://www.aulamedica.es/nh/pdf/7313.pdf>

33. Palop Montoro Maria Victoria, Párraga Montilla Juan Antonio, Lozano Aguilera Emilio, Arteaga Checa Milagros. [internet] 31(4):1481-1490 [citado el 14 de julio de 2020]. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n4/04revision04.pdf>
34. Antoniak Anneka Elizabeth y Greig Carolyn A. El efecto del entrenamiento combinado de ejercicios de resistencia y la administración de suplementos de vitamina D₃ sobre la salud y la función musculoesquelética en adultos mayores: una revisión sistemática y un metanálisis. [internet] 7 (7) [citado el 10 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5541589/>