

**TENDENCIA ACTUAL DEL TRATAMIENTO DE LA SARCOPENIA EN EL ADULTO
MAYOR**

LISSETH ELIANA REALPE VILLAGOMEZ

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial para optar al título de

NUTRICIONISTA DIETISTA

DIRECTORA DE TRABAJO DE GRADO

JOHANNA BARBOSA MURILLO ND. MSc

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

BOGOTÁ, D.C.

Noviembre, 2014

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por que no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

**TENDENCIA ACTUAL DEL TRATAMIENTO DE LA SARCOPENIA EN EL ADULTO
MAYOR**

LISSETH ELIANA REALPE VILLAGOMEZ

APROBADO

Concepción Judith Puerta B., PhD

Decana Académica

Facultad de Ciencias

Martha Constanza Liévano Fiesco ND. MSc

Directora de Carrera

Facultad de Ciencias

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría, el entendimiento y la fuerza para lograr este proyecto y así mismo seguir culminando el sueño de ser una excelente profesional, Nutricionista Dietista.

A mi familia, por ser ejemplar, por sus sacrificios y su lucha constante de verme realizada, por regalarme la educación, por brindarme todo lo necesario para estar y llegar hasta donde estoy, siendo un gran apoyo para mí desarrollo.

Amor, retos y sacrificios dieron sus frutos y me ayudaron a llegar a donde estoy hoy.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme todo lo necesario en cada momento de mi vida a través de este proceso educativo.

Mis más grandes agradecimientos a la Dra. Johanna Barbosa Murillo ND. MSc; mi directora de este trabajo de grado, por darme la oportunidad de trabajar al lado de ella en esta investigación, por guiarme, por brindarme sus conocimientos, su comprensión, su apoyo y dedicación para hacer posible la culminación de este trabajo de grado.

A mis padres y amigos por ser mi apoyo incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. MARCO TEÓRICO Y REVISION DE LITERATURA	11
2.1 GENERALIDADES	11
2.1.1 Proceso de Envejecimiento	11
2.1.2 Sistema Muscular	11
2.1.3 Acción Muscular.....	12
2.1.4 Fuerza Muscular	12
2.1.5 Cambios en el Sistema Muscular	13
2.2 Sarcopenia	14
2.2.1 Mecanismos de la Sarcopenia	14
2.2.2 Etiología de la Sarcopenia.....	15
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	17
3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
3. 2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
4. OBJETIVOS	18
4.1 Objetivo General:.....	18
4.2 Objetivos Específicos:.....	18
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
5.1 Diseño de la Investigación	19
6. RESULTADOS.....	20
6.1 Nutrición como prevención y tratamiento de la Sarcopenia	20
6.2 Ejercicio físico como prevención y tratamiento de la Sarcopenia	25
6.2.1 Tipos de Ejercicio.....	26
6.2.1.1 Ejercicio de Resistencia o Potenciación Muscular	26
6.2.1.2 Ejercicio Aeróbico	27
6.2.1.3 Ejercicio de Equilibrio.....	27
6.2.1.4 Ejercicio de Flexibilidad o Elasticidad.....	28
6.3 Tratamiento Farmacológico como prevención y tratamiento de la Sarcopenia	29
6.3.1 Tratamiento sustitutivo con Testosterona u otros Anabolizantes	29
6.3.2 Tratamiento sustitutivo con Estrógenos	30
6.3.3 Tratamiento sustitutivo con Hormona de Crecimiento Humana (HGM)	30
6.3.4 Intervenciones sobre Citoquinas y Función Inmune	31
7. PROPUESTA.....	32
8. CONCLUSIONES.....	35
9. RECOMENDACIONES.....	36
10 REFERENCIAS.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de tipo de estudios.....	19
Tabla 2. Intervenciones Farmacológicas contra la Sarcopenia.....	31
Tabla 3. Ejercicios de Resistencia.....	32

ANEXOS

Anexo 1. Recopilación de artículos sobre prevención y/o tratamiento de la sarcopenia

Anexo 2. Características de los 47 Estudios

RESUMEN

El propósito de este estudio fue describir la tendencia actual del tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor. La sarcopenia es un síndrome que se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética y la fuerza. La sarcopenia en el adulto mayor condiciona malabsorción, malnutrición, sedentarismo, inactividad física, inmovilidad, enfermedades neurodegenerativas, lo que contribuye a agravar su calidad de vida. No existe un consenso con respecto al tratamiento para sarcopenia que considere los beneficios de la nutrición y la práctica regular del ejercicio en los adultos mayores con sarcopenia. Se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos en donde los resultados mostraron tres tipos de tratamiento para el manejo de la sarcopenia; nutricional, el ejercicio de resistencia y farmacológico. Se evidenció que el consumo adecuado de proteína de 1 a 1.5g/kg peso ideal/día junto con un programa de ejercicios de fuerza y resistencia 3 veces por semana durante 24 semanas tuvo un efecto positivo en la prevención y el tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor; y en el aspecto farmacológico no se encontraron beneficios para su tratamiento; por el contrario se evidenciaron efectos adversos.

ABSTRACT

The purpose of this study was to describe the current trend of the treatment of sarcopenia in the older adult. Sarcopenia is a syndrome characterized by a gradual and widespread loss of skeletal muscle mass and strength. Sarcopenia in elderly conditions of malabsorption, malnutrition, sedentarism, physical inactivity, immobility, neurodegenerative diseases, which contributes to their quality of life. There is no consensus regarding the treatment for sarcopenia deemed the benefits of nutrition and regular practice of the exercise in older adults with sarcopenia. Was conducted an exhaustive search for items where the results showed three types of treatment for the management of sarcopenia; nutrition, resistance exercise and pharmacological. It was evident that adequate intake of protein from 1-1.5 g/kg weight ideal/day along with strength and resistance exercises 3 times a week for 24 weeks had a positive effect in the prevention and treatment of sarcopenia in elderly; and the pharmacological aspect benefits found no treatment; conversely, adverse effects were apparent.

1. INTRODUCCIÓN

Los adultos mayores son un grupo poblacional con necesidades nutricionales especiales, ya que con el paso de la edad se presentan alteraciones en la composición corporal que producen una variedad de consecuencias fisiológicas sobre la salud y el estado funcional de los ancianos, además de que afectan su calidad de vida, representando un alto costo para la seguridad social, convirtiéndose en un problema político y sanitario.

Conocer y analizar cuál es el mejor tratamiento para manejar la sarcopenia en el adulto mayor, es un aspecto fundamental para los nutricionistas dietistas dado que se producen cambios en su estado nutricional modificando la composición corporal y, uno de los cambios más consistentes que ocurre en esta etapa es el declive en la masa magra corporal, especialmente en la masa muscular; esta reducción en la masa muscular afecta a su vez la funcionalidad y por ende produce discapacidad en los ancianos; bajos niveles de masa muscular están asociados con niveles reducidos de fuerza, actividad funcional, función inmune deprimida y aumento en el riesgo de morbilidad y mortalidad. Esta disminución de la masa muscular y fuerza con la edad, pero no siempre de la calidad del músculo es conocida como Sarcopenia. Además esta pérdida de masa muscular y de la fuerza va acompañada por un incremento en la grasa corporal. Es así como el aumento de la edad se asocia con incremento de la discapacidad física, pérdida de independencia, con daños funcionales tales como pérdida de la movilidad, calidad de vida deficiente y mortalidad.

Si bien, surgen ciertas complicaciones asociadas al envejecimiento de las cuales, se encuentra la Sarcopenia, que hace referencia a la pérdida involuntaria de la masa muscular, además es el resultado de múltiples variables, lo que hace compleja su fisiopatología diagnóstica, prevención y tratamiento. Por tal razón conocer el tratamiento del manejo de la sarcopenia permitirá modificar la calidad de vida en el adulto mayor.

Partiendo de los resultados encontrados, a través de una búsqueda exhaustiva de artículos, se logró obtener información necesaria para poder tratar el manejo de la sarcopenia en el adulto mayor y a su vez identificar qué tipo de tratamiento es el más beneficioso tanto en el ámbito nutricional, como el ejercicio físico y farmacológico.

Al establecer estos tratamientos, las Nutricionistas Dietistas, pueden generar acciones que favorecen a la recuperación y el bienestar de la población del adulto mayor con sarcopenia; como recomendar una alimentación adecuada junto con la importancia del ejercicio de resistencia y conociendo los efectos de la terapia farmacológica, para así garantizar la recuperación de la masa muscular, favoreciendo que el adulto mayor sea independiente mejorando así su etapa de vida.

2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES

2.1.1 Proceso de Envejecimiento

Durante el proceso de envejecimiento se producen cambios fisiológicos, se alteran las estructuras y se reducen las funciones de las células y los tejidos de todos los sistemas del organismo. Estos cambios son normales, y con el paso de los años predisponen a una serie de eventos fisiopatológicos que llevan al adulto mayor a presentar variadas enfermedades.(1, 2)

Alrededor de los 21 años en los hombres y a los 18 años en mujeres se alcanza el máximo nivel de estatura, y se va manteniendo aproximadamente durante los 30 y 40 años(1) en los cuales, se van dando cambios donde los procesos catabólicos superan a los procesos anabólicos, por ende hay una pérdida de los mecanismos de reserva del organismo, lo que determina un aumento de la vulnerabilidad ante cualquier tipo de agresión.(3) Por lo tanto estos cambios fisiológicos se dan a partir de los 50 años, en donde el nivel de estatura va disminuyendo 5mm por año, esta modificación es más relevante en las mujeres; esto debido a las alteraciones posturales (mayor flexión de cadera y rodillas), disminución de la altura de los cuerpos vertebrales y alteración de los discos intervertebrales.(1)

Los adultos mayores alcanzan su peso máximo a los 50 años y posteriormente va disminuyendo. En el compartimento de tejido graso corporal se produce un aumento de un 14 a 30% entre los 40 y 55 años para luego disminuir a aproximadamente un 20% promedio; además se produce una disminución del agua corporal total, sobre todo en el compartimento intracelular, por lo que hay mayor tendencia a la deshidratación.(1,3)

2.1.2 Sistema Muscular

Como se mencionó anteriormente el adulto mayor va teniendo cambios fisiológicos, uno de ellos afecta el sistema muscular, el adulto mayor va presentando disminución de la masa y fuerza muscular, ya que no permite enfrentar con éxito los requerimientos de fortaleza y rapidez en la movilidad.(3) Para comprender el desarrollo de la fuerza muscular, primero es necesario recordar cómo es su funcionamiento.

Las células musculares o miocitos que están especialmente diferenciadas reciben el nombre de fibras musculares debido a su forma alargada. Las fibras musculares tienen un diámetro entre 10 y 80 micrómetros. La mayoría de ellas tienen la misma longitud que el músculo al que pertenecen. Esto significa que una fibra muscular en el muslo puede tener más de 35 cm de largo. El número de fibras musculares por cada músculo varía considerablemente, dependiendo del tamaño y de la función de este. La fibra muscular está rodeada por una membrana de plasma llamada sarcolema,(4) está constituida por una membrana plasmática y una capa de material polisacárido (hidratos de carbono), así como por fibrillas delgadas de colágeno que ofrecen resistencia al sarcoplasma, este es el nombre que se le asigna a las células musculares.(5) La extensa red de túbulos visibles en el sarcoplasma incluye los túbulos T, que permiten la comunicación y el transporte de sustancias por toda la fibra muscular, y el retículo sarcoplasmático, que almacena calcio.(4) Las miofibrillas se componen de sarcómeros, estos son las unidades más pequeñas de un músculo; un

sarcómero se compone de filamentos de dos proteínas, que son responsables de la contracción muscular; la miosina es un filamento grueso, que se dobla formando una cabeza globular en un extremo y, la actina es un filamento compuesto por actina, tropomiosina y troponina, un extremo de cada filamento de actina se une a una línea z.(4)

2.1.3 Acción Muscular:

Ya conociendo la anatomía de las fibras musculares revisemos como se produce el movimiento de las mismas:

Se inicia con un impulso nervioso motor. El nervio motor libera acetilcolina, que abre las puertas de los iones en las membranas de las células musculares, permitiendo que el sodio entre en la célula muscular (despolarización), si la célula se despolariza suficientemente, se dispara un potencial de acción y la acción muscular se produce.(4) El potencial de acción viaja a lo largo del sarcolema, después a través del sistema de túbulos y finalmente hace que el calcio almacenado sea liberado del retículo sarcoplasmático.(4) El calcio se enlaza con la troponina, y luego esta levanta las moléculas de tropomiosina de los puntos activos sobre el filamento de actina, abriendo estos puntos para que se enlacen con la cabeza de miosina.(4) Una vez se enlazan con el punto activo de actina, la cabeza de miosina se inclina, arrastrando el filamento de actina de modo que los dos deslicen uno a través del otro. La inclinación de la cabeza de miosina es el ataque de fuerza.(4) La energía es requerida antes de que la acción muscular pueda ocurrir. La cabeza de miosina se enlaza con el ATP, y el ATP que se encuentran en la cabeza divide el ATP en ADP y Pi, liberando energía para alimentar la contracción.(4) La acción muscular finaliza cuando el calcio es bombeado nuevamente desde el sarcoplasma al retículo sarcoplasmático para almacenarlo. Este proceso, que conduce a la relajación requiere también energía aportada por el ATP.(4)

Si bien, el músculo esquelético es un tejido capaz de hacer frente a un amplio rango de demandas funcionales, desde realizar movimientos de gran precisión para los que se requiere poca fuerza, hasta contracciones máximas, pasando por el mantenimiento de la postura del cuerpo. Esta versatilidad del músculo esquelético se debe a que contiene dos tipos de fibras: una de contracción lenta (ST, del inglés *slow-twitch*) y la otra de contracción rápida (FT, del inglés *fast-twitch*). Las fibras de contracción lenta necesitan aproximadamente 110 ms para alcanzar su máxima tensión cuando son estimuladas, las fibras de contracción rápida, por otro lado pueden alcanzar su máxima tensión en unos 50 ms.(4, 6). Cabe resaltar que la diferencia en el desarrollo de la fuerza entre las unidades motoras de contracción lenta y rápida se debe al número de fibras musculares, por unidad motora, no a la fuerza generada por cada fibra. Las fibras de contracción lenta tienen una mayor resistencia aeróbica y son adecuadas para las actividades de resistencia de baja intensidad, mientras que las fibras de contracción rápida son adecuadas para la actividad anaeróbica.(4)

2.1.4 Fuerza Muscular

Ya anteriormente hablando de como es el proceso de la acción muscular, este prosigue con la fuerza y nos refleja la fortaleza de los músculos para producir esa fuerza muscular. Si se tiene fuerza para levantar un peso de 135 kg, es que los músculos son capaces de producir

suficiente fuerza para superar una carga de 135 kg. Incluso cuando están descargados (no intentando levantar un peso), estos músculos deben generar todavía suficiente fuerza para mover los huesos a los que están unidos.(4) El desarrollo de esta fuerza muscular depende de lo siguiente: de las unidades motoras y tamaño muscular.

Se puede generar más fuerza cuando se activan más unidades motoras. Las unidades motoras FT (contracción rápida) generan más fuerza que las unidades motoras ST (contracción lenta) puesto que cada unidad motora FT tiene más fibras musculares que una unidad ST. De manera similar, músculos más grandes al tener más fibras musculares, pueden producir más fuerza que músculos más pequeños. Longitud del músculo: los músculos y sus tejidos conectivos (aponeurosis y tendones) tienen la propiedad de la elasticidad. Cuando se estiran, esta elasticidad da como resultado energía acumulada. Durante la actividad muscular posterior, esta energía acumulada se libera, aumentando la intensidad de la fuerza. La producción de fuerza puede maximizarse si el músculo se elonga un 20% antes de la acción. En este punto, la cantidad de energía acumulada y el número de puentes cruzados actina-miosina unidos son óptimos.

La velocidad de la acción del músculo afecta también la cantidad de fuerza producida. Para la acción concéntrica, esta ocurre cuando un músculo desarrolla una tensión suficiente para superar una resistencia, de forma tal que este se acorta y moviliza una parte del cuerpo venciendo dicha resistencia y la fuerza máxima puede lograrse con contracciones más lentas. Cuando más se acerca a la velocidad cero (estática), más fuerza se puede generar. Con las acciones excéntricas, esta se da cuando una resistencia dada es mayor que la tensión ejercida por un músculo determinado, de forma que este se alarga; no obstante, los movimientos más rápidos permiten una mayor producción de fuerza.(4) Como por ejemplo cuando se hace una sentadilla al bajar se realiza una acción concéntrica, llegando al punto medio es una velocidad cero, y cuando se levanta se realiza una acción excéntrica.

2.1.5 Cambios en el Sistema Muscular

Ahora revisemos como el envejecimiento puede modificar la masa y la fuerza muscular, pero antes es necesario definir la sarcopenia, según el consenso Europeo; 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.(7)

Esta pérdida de la calidad de la masa muscular se produce por la disminución del número y tamaño principalmente de las fibras musculares rápidas tipo II demostrando atrofia selectiva esto debido a una reducción en las actividades de alta intensidad que reclutan estas fibras, (3, 8) mientras que las fibras tipo I se produce un aumento relativo y una disminución en la actividad oxidativa muscular y de la densidad capilar. Los sarcómeros, las unidades funcionales del músculo, son reemplazados en la fibra muscular por grasa y tejido fibroso, lo que causa un acortamiento de la fibra y una reducción de la capacidad de contracción.(9)

La sarcopenia en el anciano se diferencia claramente de la atrofia por desuso, en la que la disminución de la masa muscular no va acompañada de una disminución del número de fibras musculares, ni de la fuerza muscular. En la atrofia por desuso se produce una mayor expresión de fibras musculares de tipo rápido.(9)

Ahora bien, la sarcopenia asociada al envejecimiento natural existen una serie de factores etiológicos de los cuales se encuentran la inactividad física, el incremento de la grasa muscular, la resistencia a la insulina, la pérdida de las neuronas alfa-motoras, la disminución de la ingesta proteica, el aumento de la interleucina 6 (IL-6), la disminución de estrógenos y andrógenos, la disminución de la secreción de la hormona de crecimiento, la deficiencia de vitamina D entre otros.(3) Ronenn Roubenoff y colaboradores proponen que la sarcopenia es producida por una reacción de células mononucleares de sangre periférica de citocinas inflamatorias (factor α de necrosis tumoral [TNF- α], interleucina 1 β , interleucina 6), interleucina 6 sérica y el factor de crecimiento insulínico tipo 1(IGF-1), y la masa libre de grasa. Estos factores producen un proceso inflamatorio. El estudio evidencia que el envejecimiento está asociado con la inflamación, pero esta no evidencia síntomas, y que esta inflamación afecta la mortalidad en los ancianos a través del aumento de la interleucina 6 y la reducción de los niveles de IGF-1, y quizás también el desarrollo de la sarcopenia llegando a la etapa final de vida en los adultos mayores ambulatorios.(10)

2.2 SARCOPENIA

Sarcopenia es la pérdida de masa muscular y la fuerza muscular que está asociada con el envejecimiento, (11) y el riesgo de presentar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente y mortalidad.(7)

Aunque la sarcopenia es principalmente una enfermedad del adulto mayor su desarrollo puede estar asociada con las condiciones de que no se ven exclusivamente en personas mayores, como el desuso, la desnutrición y caquexia. Así como la osteopenia y las enfermedades inflamatorias también se pueden ver en pacientes más jóvenes. La pérdida de masa muscular y, la fuerza del músculo causado por estas condiciones suele ser funcionalmente menos relevante en los individuos más jóvenes, ya que su masa muscular y la fuerza del músculo es mayor, antes de que se vea afectada por estas condiciones.(11)

2.2.1 Mecanismos de la sarcopenia

Hay diferentes mecanismos que podrían intervenir en el inicio y la progresión de la sarcopenia, en la que se encuentra la síntesis proteica, proteólisis, integridad neuromuscular y contenido de grasa muscular. En un individuo con la condición de sarcopenia pueden mediar diversos mecanismos como la inadecuada nutrición, malabsorción, caquexia, el desuso inmovilidad, inactividad física, ingravidez, enfermedades neurodegenerativas pérdida de motoneuronas, endocrino: corticoesteroides, GH, IGF1, función tiroidea anormal, resistencia a la insulina, y el mecanismo relacionada con la edad (primaria) hormonas sexuales, apoptosis disfunción mitocondrial y las contribuciones relativas de estos pueden variar con el tiempo.(7,12)

2.2.2 Etiología de la sarcopenia

La etiología de la sarcopenia usualmente está relacionada a cambios con la edad del músculo esquelético, esta aparece con otros síndromes asociados a una atrofia muscular importante. La sarcopenia puede depender del proceso de inflamación crónico que afecta a la mayoría de las personas mayores, agravada por la infiltración de grasa en el músculo y la

obesidad sarcopénica. También el consumo excesivo de alimentos altos en calorías promueve a un mayor descenso de masa magra.(7,12)

La incapacidad funcional aparece como consecuencia de la disminución de la producción de la fuerza rápida (fibras rápidas o fibras tipo II). Ya que hay una menor resistencia de este tipo de fibras, a la desnervación, deficiencias en la expresión génica de la miosina tipo II y a una menor resistencia de estas fibras al estrés oxidativo. Además, estos mecanismos podrían estar relacionados con la deficiencia de testosterona encontrada en las personas mayores.(12)

La disminución de fibras en la masa muscular también se produce por factores intrínsecos en los miocitos. Este efecto perjudicial es ocasionado por la acumulación de daño del ADNmt que afecta negativamente a la tasa metabólica, la síntesis de proteínas y la producción de ATP. Como resultado esto produce la muerte de las fibras musculares.(12)

Por otro lado, existen otras causas y factores relacionados con la etiología de la sarcopenia:

La malnutrición en personas mayores con lleva a consecuencias que podrían reflejarse en la pérdida de masa magra y fuerza muscular. Debido a que el adulto mayor suele consumir cantidades más pequeñas de alimentos, produciendo un aporte deficiente de macronutrientes y micronutrientes. La anorexia va ligada al envejecimiento que unida a otros factores, derivan de una menor ingesta, generando un elevado riesgo de desgaste del músculo, el cual a su vez, puede generar un estado caquéctico unido a un progresivo deterioro funcional.(12,13)

El músculo empieza a tener modificaciones cuando se llega a la edad de 30 años, se empieza a perder hueso y masa muscular. Las fibras musculares sufren un descenso en el número de proteínas de contracción, se hacen más delgadas y son sustituidas por tejido conjuntivo y colágeno. Finalmente, se atrofian y desaparecen.(12)

La causa neurológica está asociada con la pérdida del tono neurotrófico vital para sostener el tono muscular, la pérdida de unidades motoras alfa y fibras nerviosas de conducción rápida de la médula espinal. Estas fibras nerviosas son necesarias para llevar el impulso nervioso a las fibras musculares de contracción rápida tipo 2 que modifican la posición y actitudes corporales y que ayudan a evitar caídas, mantener la estación bípeda, así como moverse con destreza y habilidad.(12)

Con el paso de los años se produce un descenso en los niveles de diversas hormonas, algunas de las cuales guardan una estrecha relación con el metabolismo muscular; como la insulina, la hormona de crecimiento, factor de crecimiento similar a la insulina, vitamina D, cortisol, hormonas sexuales esteroideas. La hormona de crecimiento, actuando de forma directa o a través del factor de crecimiento similar a la insulina, genera un efecto anabólico; la disminución en los niveles de estas hormonas a causa del envejecimiento compromete una caída en los procesos anabólicos, lo que evidencia su papel en la etiología de la sarcopenia. El efecto inverso tiene lugar con el cortisol, hormona de marcado efecto catabólico, cuyos niveles aumentan con la edad.(13)

La caquexia usualmente se presenta en edades avanzadas acompañadas de ciertas enfermedades agudas y crónicas como cáncer, miocardiopatía congestiva o nefropatía

terminal. La caquexia fue definida por Evans y colaboradores,(12) como un síndrome metabólico complejo asociado con la enfermedad subyacente y caracterizada por la pérdida de músculo con o sin pérdida de masa grasa. Por ende, la mayoría de los sujetos caquéticos también tienen sarcopenia, mientras que a la mayoría de las personas con sarcopenia no se las considera caquéticas.(7)

Los cambios en la composición corporal que se producen con el envejecimiento y la enfermedad tienen implicaciones importantes para el estado funcional y la supervivencia. La pérdida de masa corporal magra y la masa celular corporal se asocia con la pérdida de la fuerza, la función inmune, la función pulmonar, y con el aumento de la discapacidad y la mortalidad.(14)

La Fragilidad se le considera un síndrome geriátrico que se determina por deterioros acumulativos, relacionados con la edad, de diferentes sistemas fisiológicos, con alteración de la reserva homeostática y disminución de la capacidad del organismo de soportar el estrés. Según Fried y colaboradores,(12) la fragilidad se define como la pérdida de peso involuntaria, agotamiento, debilidad, velocidad lenta de la marcha y baja actividad física. Por lo tanto varios adultos mayores son frágiles y tienden a presentar sarcopenia.

La condición de la sarcopenia empeora con un estilo de vida sedentario, lo que produce una mayor y más rápida pérdida de músculo que una persona activa. El estilo de vida sedentario está relacionado con un nivel bajo de actividad física. Una de las causas del adulto mayor son las alteraciones de la marcha y el equilibrio, si bien con el paso de los años se va perdiendo fuerza y la percepción de las cosas y esto es producto de un estilo de vida sedentario.(12)

Dada la importancia de la sarcopenia en la calidad de vida de los adultos mayores se hace fundamental estudiar cuál o cuáles serán las estrategias terapéuticas más apropiadas para detener o mejorar la evolución de la sarcopenia.

Si bien, en el campo nutricional, se juega un papel muy importante, ya que en adulto mayor sano el aporte de proteína va cambiando, como lo evidencia, Campbell, Trappe, y colaboradores; en el cual evaluaron la adecuación de la dosis diaria recomendada (RDA) de proteínas para las personas mayores mediante el examen de las respuestas de más largo plazo en la excreción urinaria de nitrógeno, fue un estudio de 14 semanas de dieta controlada con precisión, se evaluaron en 10 hombres y mujeres sanos en edades entre 55 y 77 años, recibieron dietas que contenían 0.8g proteína/kg/día. Se logró concluir que durante las 14 semanas el aporte proteico de 0.8g de proteína/kg/día no son suficientes para mantener la masa muscular del anciano, ya que se evidenció una disminución del área muscular del muslo que fue medido mediante un TAC, por lo que se propone que el aporte proteico debe ser mayor.(15) Por consiguiente las intervenciones dietéticas dirigidas a la ingesta de proteínas por encima de la RDA actual son un enfoque viable para el tratamiento de la sarcopenia en que los aumentos moderados en la ingesta de proteínas por encima de la RDA se han sugerido para reducir la pérdida progresiva de masa muscular con el envejecimiento.(16)

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál combinación; manejo nutricional, ejercicio físico y farmacológico, favorecen la prevención y/o tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor?

3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En Colombia se considera adulto mayor de acuerdo a la ley 1276 De 2009. En el artículo 7, párrafo b, determina que “Adulto Mayor: Es aquella persona que cuenta con sesenta (60) años de edad o más.”(17) Por lo tanto, como se ha evidenciado en varios artículos, esta es la edad más vulnerable para la pérdida de la masa magra y de la fuerza, impidiendo así, realizar las actividades diarias.

Ahora bien, según la OMS, el aumento de la esperanza de vida y la disminución de la tasa de fecundidad, la proporción de personas mayores de 60 años está aumentando más rápidamente que cualquier otro grupo de edad en casi todos los países. (18). En Colombia para el año 2005 había 42'090.500 habitantes, de los cuales 2'617.240 son mayores de 65 años, 54,6% son mujeres y el 45,4% son hombres; con una proporción de 6,6% de adultos mayores entre 60 y 74 años, y 2,4% mayores de 75 años. (19)

El envejecimiento es un proceso que afecta a todo el cuerpo. Cada órgano pierde de manera independiente su función y el organismo se vuelve senil. Se sabe que los individuos envejecen con diferente rapidez, pero no se comprenden bien los procesos que controlan la celeridad con la cual se da este envejecimiento y como este afecta al desarrollo de enfermedades crónicas.(20) El envejecimiento produce una reducción sustancial de todas sus capacidades. La estructura corporal compuesta de huesos y músculos también es susceptible a ser vulnerable, por lo que su deterioro suele ocasionar una discapacidad relativa. Algunas funciones pueden verse afectadas aún antes del envejecimiento. El hecho de no haber experimentado un óptimo desarrollo durante la plenitud de la vida (como por ejemplo tener poca masa ósea o escaso volumen muscular) puede favorecer el deterioro más temprano.(21)

Se ha evidenciado que el músculo esquelético representa el mayor órgano del cuerpo humano; que la masa muscular magra constituye hasta casi el 50% del peso corporal total de los adultos, pero entre los 75 y los 80 años disminuye hasta casi un 25% del peso corporal total. La reducción de la masa magra en los miembros inferiores que se produce en el envejecimiento tiene mucho que ver con el estado de la movilidad. El área de la sección transversal de los cuádriceps disminuye hasta un 40% entre los 20 y los 80 años.(22) Adicionalmente se ha planteado que la pérdida de masa muscular conlleva a la disminución de la Frecuencia Cardíaca máxima en hombres y mujeres, adicional mente se presenta el descenso en la concentración de glucógeno, enzimas glucolíticas y oxidativas en el músculo del adulto mayor.(23) Además durante el envejecimiento hay menor gasto energético lo que se espera una disminución de la fuerza y masa muscular especialmente después de los 60-70 años.(22)

Dentro de las complicaciones asociadas al envejecimiento esta la sarcopenia, la palabra Sarcopenia proviene de *sarco*, carne, y *penia*, pobreza. En su definición debe considerarse la etimología griega *sarcos* (sarcófago; lugar donde se “descompone la carne”).(24) según la definición de Rosenberg la sarcopenia hace referencia a la pérdida involuntaria del músculo esquelético.(14) La Sarcopenia es el resultado de múltiples variables, lo que hace compleja su fisiopatología, diagnóstico, prevención y tratamiento.(21) Esta pérdida de masa muscular según varios autores es la principal causa de disminución del tamaño y número de las fibras musculares, afectando de manera selectiva las fibras tipo II lo cual disminuye la fuerza contráctil al reclutarse menos unidades motoras y en consecuencia la potencia y fuerza disponibles,(14,23) con riesgo de provocar resultados adversos como discapacidad física, deficiencia en la calidad de vida y llegando hasta la mortalidad.(20)

Según el consenso Europeo se establecen dos categorías de sarcopenia: la sarcopenia primaria y secundaria, la primaria se relaciona con el envejecimiento, la sarcopenia secundaria se relaciona a malnutrición, una ingesta dietética insuficiente de energía, proteína en casos de malabsorción, trastornos digestivos; además se asocia con la baja actividad física, y por ultimo con enfermedades inflamatorias, neoplásicas o endocrinas.(7)

Por consiguiente, la nutrición juega un papel importante en el tratamiento de la sarcopenia, los estudios arrojan estrategias de consumo de proteínas y vitamina D. Según el Dr. Jeffrey R. Stout refiere que “Estudios recientes se han centrado en el consumo de proteínas como uno de los mecanismos fundamentales vinculados a la sarcopenia. Así, estos trabajos revelan que un bajo consumo de proteínas en la dieta está relacionado con la pérdida de masa muscular en hombres y mujeres de edades comprendidas entre los 70 y los 79 años.”(25) Por otro lado, la sarcopenia tiene aspectos claramente modificables. Se ha demostrado la capacidad de adaptación del músculo al ejercicio y a otros agentes; el aumento de la fuerza y el aumento de la masa muscular en el anciano, pueden ser el primer paso para una mejoría en la actividad física. El ejercicio físico en los ancianos produce efectos fisiológicos benéficos sin importar la edad y el nivel de incapacidad, el ejercicio puede usarse para mejorar el estado de salud en los ancianos sanos, ancianos frágiles, en nonagenarios y en aquellos con múltiples enfermedades.(26).

Dado lo anterior, se requiere evaluar la importancia de la nutrición, el ejercicio físico y farmacológico como tratamiento y prevención de la sarcopenia en el adulto mayor, propiciando así su bienestar, y mejorando su calidad de vida. Adicionalmente impacta directamente para futuras intervenciones interesados en implementar políticas y programas de promoción, prevención y/o tratamiento de sarcopenia en la población Colombiana.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer el manejo actualmente recomendado para la prevención y tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la importancia del manejo nutricional para la prevención y/o tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor

- Describir ejercicio de resistencia como herramienta para la prevención y/o tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor
- Describir el aspecto farmacológico como herramienta para la prevención y/o tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor
- Analizar la relación entre el manejo nutricional, el ejercicio de resistencia y farmacológico para la prevención y/o tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se diseñó una revisión bibliográfica, tomando como muestra 96 artículos, divididos de acuerdo a los resultados, aspecto nutricional 21, ejercicio físico 60 y farmacológico 15 clasificados de acuerdo a tipos de estudios. (ver tabla 1. Clasificación de tipo de estudios.)

Tabla 1. Clasificación de tipo de estudios

RESULTADOS	TIPOS DE ESTUDIOS	# ARTÍCULOS	
NUTRICIÓN	Revisión	11	21
	Estudio longitudinal de cohortes, ensayo multicéntrico	1	
	Estudio experimental aleatorizado en paralelo	5	
	Estudio experimental ensayo controlado aleatorizado, simple ciego	1	
	Estudio experimental ensayo clínico secuencial	1	
	Estudio experimental ensayo controlado aleatorizado, doble ciego	2	
EJERCICIO FÍSICO	Revisión	11	60
	Estudio experimental ensayo controlado aleatorizado paralelo	26	
	Ensayo controlado no aleatorio secuencial	1	
	Meta-análisis	1	
	Ensayo controlado no aleatorio paralelo	16	
	Estudio experimental ensayo clínico controlado y aleatorizado cruzado	1	
	Estudio experimental ensayo controlado aleatorizado doble ciego	3	
	Ensayo controlado no aleatorio doble ciego	1	
FARMACOLÓGICO	Revisión	6	15
	Estudio experimental ensayo controlado aleatorizado, doble ciego,	3	
	Estudio de cohorte ensayo comunitario	1	
	Estudio transversal ensayo comunitario	3	
	Estudio experimental estudio aleatorizado, ensayo clínico multicéntrico	1	
	Estudio experimental controlado cruzado, simple ciego	1	
	TOTAL ARTÍCULOS	96	

Ver anexo 1. (Recopilación de artículos sobre prevención y/o tratamiento de la sarcopenia) en la cual se pretende responder la siguiente pregunta ¿Cuáles son los tratamientos óptimos

para la prevención y tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor? teniendo en cuenta los siguientes factores de inclusión: primero que las publicaciones estuvieran entre los años 1990 a 2014, segundo que los idiomas de publicación podían ser español y/o inglés, se excluyeron los artículos que no cumplieran con estas condiciones. La búsqueda de los textos se realizó por medio de la base de datos de la Pontificia Universidad Javeriana. Se revisaron artículos en las bases de datos PubMed, EbscoHost, SciELO, Elsevier, ScienceDirect, Medline, Infomed, Scopus, ProQuest Health & Medical Complete, y se revisaron referencias encontradas en los artículos en el buscador de Google académico. La búsqueda se desarrolló por medio de las palabras claves como: sarcopenia, adulto mayor, nutrición, ejercicio físico, fuerza muscular, farmacológico, correlacionándolas. Además los términos en inglés fueron: sarcopenia, sarcopeny, nutrition, body composition, thews, elderly.

6 RESULTADOS

6.1 NUTRICIÓN COMO PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA SARCOPENIA

Es importante no suponer que con el envejecimiento la asistencia nutricional es solo un tratamiento médico nutricional. Nunca es demasiado tarde para hacer énfasis en la nutrición para la promoción de la salud y prevención de la enfermedad.

Muchos adultos mayores tienen necesidades especiales de nutrientes porque en el envejecimiento hay mayor riesgo de problemas nutricionales, ya que normalmente en el músculo se forman proteínas a partir de los aminoácidos y hay un equilibrio entre la síntesis y la degradación de las proteínas; sin embargo, en personas mayores, los mecanismos que actúan en la degradación están estimulados, mientras que los mecanismos que operan en la síntesis están disminuidos; produciendo un déficit de la masa muscular. Además en esta población presentan una menor capacidad de regulación de la ingesta de alimentos. Por ello es fundamental conocer los estudios que registren de como modificar la ingesta dietética conforme se envejece; evitando y tratando la sarcopenia.

Por otra parte, se encontró 21 artículos relacionados con nutrición para prevenir y contrarrestar la sarcopenia de los cuales, 14 artículos se evidencia sobre los aportes nutricionales, la ingesta adecuada de proteína, y 7 artículos relacionados con suplementos ergogénicos. Si bien; los 14 artículos reportan lo siguiente:

El primer artículo de Pozo S, y Colaboradores; de acuerdo a Euronut, la Acción Concertada de la UE sobre Nutrición y Salud, organizó un estudio longitudinal, de cohortes, para tratar de analizar entre otros factores en diversas culturas alimentarias europeas este cambio en los hábitos dietéticos. Este estudio recibió el nombre de SENECA (Survey in Europe on Nutrition and the Eldely: a Concerted Action).(27) En una parte de este trabajo realizado en la ciudad de Betanzos, España; recogieron información de un grupo con edades comprendidas entre 71 y 80 años, sobre el consumo cuantitativo y cualitativo de alimentos, ingesta de energía, nutrientes y su aporte a las ingestas recomendadas. Se realizó un registro de tres días y una encuesta de frecuencia de consumo. Los sujetos que estuvieron dispuestos a participar fueron los más sanos y activos y se les reevaluó a los cuatro años observando que se habían producido cambios en la dieta, indicadores nutricionales y de salud en una dirección desfavorable. La distribución en percentiles muestra que existen individuos sin o con un consumo muy bajo de algunos alimentos. Se observaron porcentajes

elevados de personas que no cubren las ingestas recomendadas.(27) Por lo tanto el aumento en edad de 4 años se asociaba a la disminución de la ingesta energética con repercusión importante en la mayoría de los micronutrientes.

Es un hecho que la alimentación del anciano, juega un papel muy importante para su calidad de vida, la malnutrición los hace vulnerables al desarrollo de diversas patologías, una baja ingesta calórico-proteico y el sedentarismo con lleva a una pérdida de la masa muscular y por ende a una debilidad muscular. Por ello, se ha demostrado que los aminoácidos esenciales (AAE) son necesarios para estimular el crecimiento del músculo, y la única forma de obtenerlos es mediante la ingesta directa a través de la dieta, pues el organismo no puede sintetizarlos por sí mismos.

Por lo tanto hay varias evidencias que sugieren investigar el aporte de proteína como fuente preventiva para el tratamiento de la sarcopenia. Como se evidencia en 13 artículos de una revisión de Burgos 2006; un estudio experimental de campbel 2001; revisión de volvi E, 2013; revisión de Paddon.2009; estudio experimental de Fiataron 1994; Revisión De los Reyes AD; 2003; estudio experimental Symons TB, 2009; revisión de Beasley; 2013; estudio experimental de Volpi E, Kobayashi, 2003; revisión de Suzuki M 2003; estudio experimental de Esmarck B, 2001; revisión de Rosenberg Irwin H 2001; estudio experimental de Volpi E, Mittendorfer B 2000. En donde Burgos; Katsanos y colaboradores, demostraron, que el consumo de una pequeña dosis de AAE (7 g) no producía el mismo efecto anabólico en ancianos mayores de 68 años que en jóvenes mayores de 31 años; además las actuales recomendaciones de ingesta diaria (RDA's) de proteínas (0,8 g/kg peso/día) no son suficientes para mantener la masa muscular del anciano.(28) Campbel y colaboradores en 2001 concluyó, que 10 días de un elevado consumo de proteínas podía ser perjudicial para la función renal, sostiene que la ingesta de proteína debería se aproximadamente de 1.1g/kg/día.(15) Volpi E, Campbell WW, y colaboradores, sugieren que los suplementos de proteína de la dieta por encima de la dosis diaria recomendada (es decir, 1 a 1,5g /kg/día) puede ser un objetivo de la intervención para prevenir y/o reducir la sarcopenia (29).

Según dos artículos de revisión de Volpi, Campbell, y Paddon, Rasmussen, la cantidad de proteína es necesaria en cada comida, para mantener la masa muscular esquelética en el envejecimiento.(30) De acuerdo a cinco artículos de Burgos Peláez; Paddon Jones D; Fiatarone, M.A., De los Reyes AD, y Symons TB, hay evidencia según ensayos clínicos pequeños altamente controlados aleatorizados en los cuales se acepta la necesidad de estimular al máximo la síntesis de proteínas musculares, se ha identificado que la dosis umbral de la leucina para la estimulación de la síntesis de proteína muscular en adultos mayores parece ser aproximadamente 3g; correspondiente a aproximadamente 25-30 g de una proteína de alta calidad. A partir de estos datos, se puede inferir que cualquier comida que contenga menos de la dosis de aminoácidos esenciales como la leucina, sería menos anabólico para el músculo esquelético en los adultos mayores.(29,30, 31,32,33)

Los suplementos de proteínas varían ampliamente en su composición, y pequeños ensayos de diseños de estudios heterogéneos han hecho que sea difícil extrapolar los resultados, para desarrollar recomendaciones basadas en la evidencia, en datos para la administración de suplementos de proteína en la prevención de la sarcopenia.(34)

Como lo demuestra un estudio experimental de Symons; y una revisión de Burgos, donde los resultados de estudios sobre la suplementación de la dieta con algunos aminoácidos específicos como: glutamina, leucina y otros aminoácidos ramificados; como isoleucina, valina, identificaron que la administración de leucina ha sido favorable en adultos jóvenes, ya que estos incrementaron la masa libre de grasa cuando se ha utilizado en combinación con el ejercicio. (28,33)

Según las revisiones de Burgos Peláez y Beasley Jeannette M y Colaboradores, se ha demostrado que los aminoácidos esenciales estimulan el anabolismo proteico muscular en los ancianos, pero se desconoce si todos los aminoácidos son necesarios para lograr este efecto.(10,34) Por lo tanto Volpi E, Kobayashi H y colaboradores realizaron un estudio experimental clínico secuencial donde se evaluó si se requieren aminoácidos no esenciales en un suplemento nutricional para estimular el anabolismo proteico muscular en los ancianos. Se evaluó a 14 personas, en edades entre 69 y 71 años, estas personas fueron reclutadas a través del “Centro Sealy del Envejecimiento” de la Universidad de Texas. Se realizaron dos grupos para comparar la respuesta del metabolismo de la proteína muscular de los cuales uno grupo de 6 personas de una edad promedio de 69 años; consume un suplemento de 18g de una combinación de 9 aminoácidos esenciales como: Histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina. El otro grupo de 8 personas entre la edad promedio de 71 años consume un suplemento de 40g de aminoácidos no esenciales compuesto por 18g AA Esenciales más 22g de AA No esenciales como: Alanina, arginina, asparagina, cisteína, glutamina, glicina, prolina, serina, tirosina. Fue administrado por vía oral, en pequeños bolos cada 10 minutos durante 3 horas. El metabolismo de la proteína muscular se midió en el estado basal y durante la administración de aminoácidos. Se evidencian resultados positivos utilizando suplementación de 18g de aminoácidos esenciales ya que son principalmente responsables de la estimulación inducida por el anabolismo de aminoácidos de la proteína muscular en los ancianos; mientras que la adición de 22g de aminoácidos no esenciales no produjo ningún efecto adicional sobre la síntesis proteica. (35) Otra revisión de Beasley Jeannette M y Colaboradores, refieren que el papel de los suplementos de proteína para reducir el riesgo o detener la sarcopenia del envejecimiento es algo controvertido.(34)

Por otro lado, en una revisión de Suzuki, Masashige, muestra la importancia sobre la ingesta de hidratos de carbono con elevado índice glicémico junto con una mezcla de proteínas y aminoácidos justo después de realizar un ejercicio de resistencia tiene un efecto positivo sobre la síntesis de proteína muscular; además disminuye la acumulación de grasa corporal.(28,36) Como lo evidencia el estudio experimental aleatorizado paralelo de Esmarck y colaboradores; donde investigaron el efecto de la sincronización de un suplemento que contiene proteína y carbohidratos, consumido después del ejercicio, sobre el desarrollo de hipertrofia muscular y la fuerza durante un período de entrenamiento de resistencia en personas de edad avanzada. Se evaluaron a 13 hombres (edad de 74 ± 1 años con IMC de 25 ± 1 kg/m²), completaron un programa de entrenamiento de resistencia de 12 semanas (3 veces por semana), recibieron proteína oral en forma líquida, este suplemento consistía en un gel de proteína (proteína JogMate, Otsuka Pharmaceutical, Japón) que contiene 10g de proteína (de leche desnatada y de soja), 7g de hidratos de carbono y 3,3g de lípidos, que corresponde a una ingesta de energía de 420 kJ. El gel de proteína se disolvió en agua caliente (aproximadamente 35°C) antes de la ingestión oral. El grupo P0 ingirió el

suplemento de proteína dentro de los 5 minutos después de la finalización de cada sesión de entrenamiento y el grupo P2 ingirió el suplemento de proteína 2 horas después de cada sesión de entrenamiento. A los adultos no se les permitió ingerir nada, solo el suplemento de proteínas durante los 5 minutos y 2 horas después del entrenamiento, y después si se les permitió el libre acceso a los alimentos. Además, los adultos fueron capacitados para terminar el desayuno 1,5 h antes de la sesión de entrenamiento. También se les permitió tomar agua durante el entrenamiento.

La hipertrofia muscular se evaluó por resonancia magnética (MRI) y a partir de biopsias musculares y la fuerza muscular se determinó utilizando mediciones de la intensidad dinámicas y isocinéticas. La composición corporal se determinó a partir de energía dual absorciometría de rayos X (DEXA). También se determinó la respuesta de la insulina plasmática a la suplementación de proteínas.

En respuesta a la formación, el área de sección transversal de musculo cuádriceps femoral y la media de área de fibra aumentaron en el grupo P0, mientras que no se observó ningún aumento significativo en el grupo P2. Para el grupo P0 tanto la fuerza dinámica y isocinéticas aumentó, en un 46 y 15%, respectivamente ($P < 0,05$), mientras que en el grupo P2 sólo mejoró en la fuerza dinámica, en un 36% ($P < 0,05$). No se observaron diferencias en la respuesta de la glucosa o insulina entre la ingesta de proteínas en 0 y 2 horas después del ejercicio. Se concluyó que la ingesta temprana de un suplemento de proteína por vía oral después del entrenamiento de fuerza puede ser importante para la síntesis de proteínas y la hipertrofia muscular en individuos de edad avanzada, y esto parece no estar relacionado con la hiperinsulinemia en respuesta a la ingesta de un suplemento de proteínas y carbohidratos. Estos resultados apoyan la hipótesis de que la ingesta temprana de proteínas después del ejercicio de resistencia aumenta la masa muscular total, así como la hipertrofia de las fibras musculares individuales en los seres humanos de edad avanzada. (37)

Igualmente como lo evidencia Fiatarone, M.A. y colaboradores, en donde se realizó un estudio aleatorizado, controlado con placebo, que compararon el ejercicio físico de resistencia de alta intensidad, suplementos nutricionales, ambas intervenciones, en 100 residentes de hogares de ancianos frágiles en un período de 10 semanas, se encontró que los suplementos nutricionales no lograron aumentar la masa muscular cuando se administran solos, el peso corporal, aumentó, lo que sugiere que la masa grasa aumentó con el suplemento nutricional, (31) en cuanto a la combinación del suplemento nutricional más el ejercicio de resistencia de alta intensidad evidencio una mejoría de la fuerza muscular y el tamaño muscular en el anciano frágil. (31)

Asi mismo, en una revisión de Rosenberg Irwin H, y colaboradores; evidencian que los ejercicios de resistencia y los suplementos nutricionales más el ejercicio, son modalidades que pueden afectar y revertir la pérdida de masa muscular y mejorar sustancialmente la fuerza muscular y la movilidad y el equilibrio; debido a que los suplementos nutricionales son utilizados para tratar la pérdida del músculo en el envejecimiento, sin embargo, si la actividad física no aumenta, los ancianos tienden a compensar el aumento de energía suministrada por los suplementos con reducción de la ingesta de alimentos, lo que resulta en un cambio de calorías en lugar de la suplementación; produciendo depleción en esta etapa. (10,38)

Por otro lado, hay 7 artículos como; una revisión de Rueda Ricardo 2011, estudio experimental de Knitter, A. E., 2000; revisión de Borst S 2004; estudio experimental de Esmarck B 2001, revisión de Nissen S, 2003; estudio experimental de Vukovich M.D., 2001; revisión de Fitschen Peter J., 2013; que evidencian que las ayudas ergogénicas, como el HMB (Beta-Hydroxy Beta-Methylbutyrate) influye en el mecanismo de acción en la pérdida de masa muscular.

El HMB es un metabolito de la leucina, y la leucina es uno de los aminoácidos de cadena ramificada que utilizan las células para sintetizar proteínas. Sin embargo, son necesarias elevadas dosis de leucina para incrementar la masa y fuerza muscular.(39) El HMB es producido de forma natural en humanos y es precursor de la síntesis de colesterol en células musculares. Este ergogénico, cuenta con diversos beneficios entre ellos; mejora la integridad del músculo, ayuda a reducir el daño muscular, protege el músculo del daño relacionado con estrés, disminuye la degradación proteica en estados de enfermedad, protege la masa muscular, incrementa la síntesis proteica.(39, 33)

En la revisión de Rueda; se ha demostrado el efecto del HMB en la recuperación de músculo tras la inmovilización de una pata en ratas de edad avanzada. Así, el grupo de ratas al que se le administró HMB mostró un claro incremento en la activación de células satélite, incrementando de forma significativa la formación de tejido muscular.(39)

En el estudio experimental de Knitter, A. y Colaboradores; examinaron los efectos del suplemento β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB) en el daño muscular como consecuencia del ejercicio de alta resistencia; participaron ocho hombres y ocho mujeres, en edades comprometidas de 20 a 50 años de edad, durante 6 semanas recibieron el suplemento más el entrenamiento diario; este estudio muestra como los individuos que recibieron la suplementación con HMB mostraron menores incrementos en creatinfosfoquinasa (CPK) y lactato deshidrogenasa (LDH). Estos hallazgos apoyan la hipótesis de que la suplementación con HMB ayuda a prevenir el daño muscular inducido por el ejercicio.(40)

Por otro lado el HMB cuenta como una alternativa nutricional mejor que la leucina en el manejo del desgaste muscular asociado a diversas condiciones hipercatabólicas.(39) Por otro lado, se ha demostrado que cuando un suplemento oral se toma inmediatamente tras el ejercicio se evidencia un incremento del 25% en el área transversal del músculo cuádriceps y de un 15% en la fuerza extensora, no ocurre el mismo efecto si se toma 2 horas después de realizar el ejercicio.(41, 42) Cabe resaltar que el suplemento de HMB incrementa la fuerza y la masa muscular en combinación con el ejercicio de resistencia.(43)

Si bien, los estudios realizados en adultos jóvenes han demostrado que β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB) puede aumentar las ganancias en fuerza y masa libre de grasa durante un programa de entrenamiento de resistencia progresiva. Pero un estudio de Vukovich y colaboradores determinaron si el HMB podría igualmente beneficiar a los adultos mayores de 70 años de edad sometidos a un programa de ejercicio de 5 veces por semana. (44)

En un estudio experimental doble ciego de Vukovich y colaboradores; compararon los efectos durante 8 semanas de suplementación con HMB sobre la composición corporal y la fuerza de hombres y mujeres de 70 años de edad. Los 32 sujetos compuestos por 16 hombres y 16 mujeres fueron asignados aleatoriamente en un estudio doble ciego para que

un grupo recibiera 3 g/d del metabolito de leucina β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB), cada cápsula de HMB contenía 250 mg de Ca (HMB) y 50 mg de fosfato de potasio. El otro grupo recibió 3g/d de un placebo (harina de arroz); y a todos los sujetos se supervisaron durante el ejercicio realizado 5 veces por semana. El entrenamiento de fuerza se completó dos veces por semana y consistió en dos series de 10 a 15 repeticiones en ocho ejercicios en el 70% de una repetición máxima. Por otros 3 días de ejercicio, los sujetos participaron en 60 minutos de caminata y estiramientos. Al final de las 8 semanas, la fuerza superior del cuerpo se incrementó en casi un 15% y la fuerza corporal inferior se incrementó aproximadamente un 20% en los dos grupos; sin embargo, no hubo diferencia en los cambios de fuerza entre los grupos. Las estimaciones de pliegues cutáneos de la composición corporal, así como la tomografía computarizada (TC) y la absorciometría dual de rayos X (DXA) scans se midieron antes del estudio e inmediatamente después del programa de entrenamiento de 8 semanas.

Se observó en el grupo de HMB tuvo un incremento significativo de 0,8 kg cerca de la masa muscular medido por calibradores de pliegues cutáneos, mientras que no se observó ningún cambio en el grupo placebo. El grupo HMB también tuvo una disminución de aproximadamente el 8% de la masa grasa medida por tomografía computarizada; sin embargo, no se observaron diferencias en el cambio de masa muscular entre los grupos medido por tomografía computarizada.

Según lo que concluye Vukovich y colaboradores la suplementación con HMB altera la composición del cuerpo durante un programa de ejercicios de 8 semanas en adultos mayores de 70 años de edad, de una manera similar como en los adultos jóvenes. Esto sugiere que el mecanismo que causa la estimulación de la ganancia de masa muscular por HMB es esencialmente independiente de la edad. (44)

En general, el HMB disminuye la masa grasa y puede haber aumentado la masa muscular durante un plazo relativamente corto en el ejercicio de los adultos; sin embargo, este aumento de la masa muscular no pareció resultar en aumentos adicionales de la fuerza muscular. Por otra parte, no se realizaron mediciones de la función física básica y la calidad de vida por lo que no se puede determinar si la masa magra adicional obtenida como resultado de la suplementación con HMB es un resultado significativamente mejor o los resultados fueron más significativos con el entrenamiento de fuerza.

Si bien, los resultados de este estudio proporcionan apoyo suave para el uso de HMB en el ejercicio de las personas de edad avanzada, se necesitan estudios futuros que investigan la suplementación con HMB y sus efectos en el entrenamiento de fuerza de edad avanzada mediante una intervención más larga. (45)

6.2 Ejercicio físico como prevención y tratamiento de la sarcopenia

Si bien, el ejercicio en los ancianos produce efectos fisiológicos benéficos sin importar la edad y el nivel de incapacidad. El ejercicio puede usarse para mejorar el estado de salud en los ancianos sanos, ancianos frágiles, en nonagenarios y en aquellos con múltiples enfermedades.(26) Las principales consecuencias de la sarcopenia son las relacionadas con la funcionalidad y la dependencia, como son la capacidad de marcha y las caídas. Existe una relación directa entre la fuerza muscular de las pantorrillas y la capacidad y velocidad de marcha y también entre la musculatura extensora del muslo y la capacidad de

levantarse de una silla, subir escaleras o la velocidad de la marcha. Por todo esto, los ancianos con sarcopenia y debilidad en las extremidades inferiores tienen dificultad para realizar todas estas tareas y por lo tanto, tienen un mayor riesgo de dependencia.(46).

Como ya se ha mencionado la sarcopenia representa un deterioro del estado de salud con un costo 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.(12)

Por lo tanto como lo revelan los 60 artículos de los cuales 11 artículos; divididos en 9 revisiones; de Ávila Funes 2004; de Molina JC; 2008; de Padilla Colón 2014; de Peláez Rosa 2006; de Cruz-Jentoft A, 2011; de Chodzko-Zajko WJ, 2009 de Nelson ME, 2007; de Mata-Ordóñez F 2013; Jones T, 2011 y un estudio experimental de Joshua AM, 2014; y un estudio no aleatorio de Vidarte Claros, 2012; reportan otra opción terapéutica contra la sarcopenia como lo es el ejercicio, dado que el mismo favorece el aumento de la masa y la función muscular; igualmente han evidenciado en la práctica de diversos ejercicios que es un medio viable para contrarrestar la debilidad física y muscular. Por otro lado; los 49 estudios divididos en 2 revisiones; 1 meta-análisis; 30 estudios experimentales y 18 estudios no aleatorios; reporta más específicamente sobre el aumento de la masa muscular en el adulto mayor con ayuda de los ejercicios de resistencia de alta intensidad. Por ende el ejercicio llega a ser un factor de salud, ya que pasa a ser una terapia positiva equivalente a un fármaco en la prevención de la sarcopenia.(47, 46 39)

Si bien los 11 artículos reportan lo siguiente; sobre los tipos de ejercicio, pero antes de mencionarlos es importante resaltar la diferencia de la actividad física y el ejercicio físico. Se considera actividad física cualquier movimiento corporal producido por una contracción de los músculos esqueléticos que exija gasto de energía.(48, 49) en cambio el ejercicio físico es una subcategoría de la actividad física en la cual se planea de una manera voluntaria, estructurada y repetitiva cierto tipo de movimientos corporales, con el objetivo o sin la intención explícita de mejorar alguna característica del bienestar físico.(49, 50)

6.2.1 Tipos De Ejercicio

Existen cuatro modalidades de ejercicio físico que pueden ser beneficiosos para mejorar el estado funcional de los adultos mayores.(49)

6.2.1.1 Ejercicio de Resistencia o Potenciación Muscular

Consisten en la realización de contracciones dinámicas o estáticas contra una resistencia; como por ejemplo desarrollando el levantamiento de pesas, con máquinas de resistencia o utilizando bandas elásticas.(49) Estos ejercicios de resistencia aumentan el contenido en mioglobina muscular entre el 75% y el 80% favoreciendo el almacenamiento de oxígeno, también este tipo de ejercicio incrementa el número y el tamaño de las mitocondrias, muchas enzimas oxidativas se incrementan con el entrenamiento; todos estos cambios que se llevan a cabo en el músculo, junto con las adaptaciones en el sistema de transporte de oxígeno, producen un funcionamiento más intenso del sistema oxidativo y una mejoría en la capacidad de resistencia,(4) además este tipo de ejercicio no solo aumentan la masa y potencia muscular, sino que mejoran otros aspectos como el equilibrio, la capacidad aeróbica, la flexibilidad, y otras limitaciones funcionales.(49) Este entrenamiento es importante en los adultos mayores, ya que para aprovechar el beneficio es necesario tener

en cuenta la relación a su intensidad y duración. Por ende las recomendaciones específicas según Chodzko-Zajko WJ y colaboradores son realizar estos ejercicios con pesas, 2-3 días por semana, en 1-3 series de 8-12 repeticiones cada una, que incluyan los 8-10 grupos musculares mayores, con una intensidad del 70-80% de la potencia máxima que puede realizarse con ese grupo muscular y con un descanso de un minuto entre las series.(51, 52 44,45) Por lo tanto como se ha venido evidenciando el entrenamiento de fuerza es uno de los métodos más eficaces para combatir la sarcopenia.(49, 12)

6.2.1.2 Ejercicio Aeróbico

Una actividad aeróbica es aquella que requiere de ejercicio continuo de varios grupos musculares para aumentar la frecuencia cardiaca sobre su nivel en reposo por un periodo sostenido de tiempo.(26) Las mejores resistencias que acompañan al entrenamiento aeróbico diario son el resultado de muchas adaptaciones al estímulo del entrenamiento. El entrenamiento aeróbico incrementa el número de capilares por fibra muscular y para una sección transversal muscular determinada, estos cambios mejoran la perfusión de la sangre en los músculos.(4).

Se ha evidenciado que la caída del gasto cardiaco, la pérdida de la masa muscular y la disminución de la capacidad oxidativa muscular observada en ancianos sedentarios, provocan una pérdida en la capacidad aeróbica máxima a razón de 1% al año.(26)

Por ende los ejercicios aeróbicos de intensidad media o moderada, como caminar o bicicleta estática a un 60% a 75% de la frecuencia cardiaca máxima, han demostrado su utilidad y mejoría en el sistema cardiovascular y en actividades tales como caminar o levantarse de una silla.(49) por ello se recomienda que el ejercicio aeróbico en los adultos mayores, se realicen con una reserva de frecuencia máxima alrededor del 40-60% una sesión de ejercicios durante 30 – 60 minutos al día, tres días por semana y al menos seis semanas; por supuesto, el aumento del tiempo y la intensidad debe ser progresivo.(49, 26).A pesar de esto no existe una asociación positiva con la detención del proceso de la sarcopenia.

6.2.1.3 Ejercicio de Equilibrio

La importancia de la actividad física para la coordinación y el equilibrio en el adulto mayor no ha sido completamente evaluada.(47) Sin embargo los programas del ejercicio del equilibrio tienen el objetivo de mejorar las reacciones posturales y así disminuir el miedo a caer y la frecuencia de las caídas.(47) Por lo tanto este tipo de ejercicio en la marcha en tándem, y equilibrio se ha evidenciado en algunos estudios, la eficacia en adultos mayores sanos y en aquellos con alteraciones de la movilidad, por lo que es recomendable.(47, 49) El ejercicio de equilibrio puede ser estático o dinámico éste último es aquel que incluye movimientos lentos, suaves y rítmicos; como por ejemplo el Tai Chi,(47) otro tipo de ejercicio es mantenerse en pie sobre un solo pie, subir y bajar escaleras lentamente, caminar sobre las puntas y los talones entre otros; Cruz-Jentoft y colaboradores, recomiendan estos ejercicios entre 1 y 7 días por semana, en 1-2 series de 4-10 ejercicios diferentes, aumentando la dificultad progresivamente.(49) Si bien, Joshua AM, y colaboradores, en un estudio experimental aleatorizado paralelo han demostrado que las fibras musculares tipo II contribuyen principalmente para el tiempo de reacción rápida y el mantenimiento del

equilibrio ya que es fundamentalmente necesario mantener aumentadas este tipo de fibras, por ende recomiendan continuar un entrenamiento de fuerza y equilibrio.(53)

6.2.1.4 Ejercicio de Flexibilidad o Elasticidad.

La elasticidad o flexibilidad disminuye con la edad y se acentúa por las deformidades óseas, la debilidad muscular, el acortamiento de los tendones y la menor elasticidad tisular frecuentes en los adultos mayores. Esta disminución de la elasticidad se asocia a un aumento de la incapacidad física. Se recomiendan ejercicios encaminados a aumentar la amplitud de los movimientos de los grupos musculares mayores 1-7 días en semana. La distensión del músculo debe mantenerse unos 20 segundos. La intensidad debe aumentarse progresivamente.(49) Estos ejercicios de flexibilidad tiene como beneficio reducir la tensión muscular y proporcionan una agradable sensación de relajación, también ayudan a prevenir las lesiones ya que al tener mejor elasticidad, existe un menor riesgo de ruptura muscular en caso de movimientos bruscos y con el tiempo este entrenamiento ayuda a mantener el cuerpo más ágil y a prevenir futuras caídas.(54) Se resalta que estos ejercicios no han demostrado cambios significativos en el volumen de la fuerza y masa muscular.

Por otro lado, Vidarte Claros y Colaboradores, evidenció una asociación significativa entre el ejercicio aeróbico y el aumento de la fuerza y flexibilidad de los miembros superiores, de la capacidad aeróbica, del equilibrio y de la autoconfianza para caminar por el barrio en un grupo de adultos mayores de 60 años.(55) Por ello el ejercicio físico juega un papel fundamental en el adulto mayor.

Por consiguiente los siguientes 49 artículos divididos en: 2 revisiones de Cruz-Jentoft AJ, 2014.; y de Freiburger E., 2011; 1 Meta-análisis de Peterson MD, 2010. 30 estudios experimentales como el de Ades P.A, 1996; de Ades P.A, 2005; de Ades P.A, 2003; de Bembem D.A, 2000; de Beniamini, 1999; Binder, E.F, 2005; de Brochu M., P.A. 2002; de Castaneda C., 2001; de De Vos N.J., 2005; de Fatouros I.G., 2006; de Fatouros I.G., 2005; de Figueroa A., 2003; de Greiwe J.S., 2001; de Haykowsky M, 2000; de Haykowsky M., 2005; de Henwood T.R., 2006; de Igwebuike A., 2008; de Kalapotharakos V.I., 2005; de Miszko T.A., 2003; de Panton L.B. 2001; de Pu C.T., R.A., 2001; de Reeves N.D., 2004; de Sharman M.J., 2001; de Stewart K.J., 2005; de Campbell W.W., 1994; de Galvao D.A., 2005; de Haub M.D., 2002; de Humphries B., 2000; de Tarnopolsky M., 2007; y Roth SM, 2001. Y 18 Estudios no aleatorios como; de Izquierdo M., 2003; de Izquierdo M., 2001; de Kraemer W.J., 1999; de Holviala J.H., 2006; de Ibanez J., 2005; de Ballor D.L, 1996; de Bautmans I., 2005; de Hartman M.J., 2007; de Reynolds T.H., 2007; de Hurlbut D.E., 2002; de Lemmer J.T., 2001; de Lemmer J.T., 2007; de Roth S.M., 2001; de Welle S., 1995; de Bottaro M., 2007; de Candow D.G., 2006. Reportan que las actividades físicas cotidianas como caminar, jardinería, no fueron suficientes para prevenir cambios sarcopénicos durante un periodo de tres años, en población de adultos mayores de 68 a 92 años.(56) Aclaran que para el tratamiento de la sarcopenia es fundamental el ejercicio de fuerza, dado que el mismo favorece el aumento de la masa y la función muscular; y así lo reportan actualmente como la mejor opción terapéutica contra la sarcopenia; es específicamente el entrenamiento de la fuerza, por la especificidad del estímulo que proporciona; la fuerza puede contrarrestar deficiencias morfofuncionales relacionadas con la edad.(47) como se revela en un metaanálisis, de Peterson MD y colaboradores, donde fueron incluidos 47 estudios (ver anexo 2. Características de los 47 Estudios) con un total de 1079 participantes, con una edad media entre 60 y 75 años se reveló un aumento en la fuerza, variaron desde 9.8 Kg hasta 31.6kg promedio de 12 a 24 semanas respectivamente en la fuerza de prensa de piernas, (LP) press de pecho, (CP) extensión de la rodilla (KE) y tirón lateral (Lat) Por lo

tanto estos estudios experimentales aleatorizados y no aleatorizados revelan que tras un programa de entrenamiento progresivo de fuerza, las personas mayores incrementan su fuerza; reducción factores de riesgo como enfermedades cardiovasculares, rehabilitación en cardiopatía coronaria, mejora la función física evitando que el adulto mayor sea dependiente (57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104) Si bien, el ejercicio de fuerza y resistencia en el adulto mayor favorece el aumento de la masa muscular; como lo demuestra Roth y Colaboradores; que evaluaron las características de la células satélite del músculo esquelético después de un entrenamiento de fuerza y resistencia a hombres y mujeres sanos sedentarios, fueron 14 jóvenes de 20-30 años y 15 adultos mayores de 65-75 años. La fuerza muscular se evaluó en ambos cuádriceps unilateralmente por medio de una prueba de una repetición máxima (1RM) utilizando el Keiser K-300 una máquina de resistencia variable. Completaron 9 semanas de ejercicio con una frecuencia de 3 veces por semana. Todos los cuatro grupos demostraron un aumento significativo en la proporción de células satélite en respuesta al entrenamiento de fuerza y resistencia. Pero un mayor incremento se evidenció en las mujeres de mayor edad. Por lo tanto este estudio demuestra que un entrenamiento de fuerza y resistencia de todo el cuerpo en las personas mayores de 65-75 años origina ganancia muscular en el área de la sección transversal (TSA) similares a las obtenidas en individuos jóvenes de entre 20-30 años.(105)

Finalmente el ejercicio físico es el único método probado y seguro que puede mantener la condición física, además de impedir e incluso revertir los cambios en la composición corporal asociados al envejecimiento, específicamente la pérdida de músculo esquelético; por ello la población adulto mayor es la más beneficiada con la actividad.

6.3 Tratamiento farmacológico como prevención y tratamiento de la sarcopenia

El reconocimiento de la importancia de la sarcopenia en la aparición de la discapacidad está promoviendo la investigación sobre las posibilidades de que una intervención farmacológica pueda intervenir en su curso;(49) como lo reportan 15 artículos; de los cuales 6 son de revisión de Taylor J. Marcell. 2003; de Joseph C; 2005; de Gómez Ayala 2001; de Bhasin S 2003; de Jones T E, 2011 de Mudali S, 2004; un estudio de cohorte de Payette H;2003; 3 estudios transversales de autores como: Van den Beld A. 2000;. Walsh M, 2006; y de Kenny AM, 2003 Y por último 5 estudios experimentales de Wang C, 2000; de Sorensen M B, 2001; de Rudman D, 1990 de Papadakis M 1996; y de Yeh SS 2000; en la cual evidencian que con el envejecimiento se produce el déficit de esteroides sexuales y estos tienen un gran impacto en el trofismo tanto del músculo como del hueso;(106) además según Joseph C; reporta que la decadencia de las hormonas gonadales va acompañada de una activación de mediadores inflamatorios que pueden actuar como citoquinas catabólicas para el músculo.(107) Payette H; evidencia que la deficiencia de la de hormona de crecimiento también está directamente implicada en la etiología de la sarcopenia, de forma sinérgica con el incremento de mediadores inflamatorios y con el déficit de hormonas gonadales.(108) Es así que el tratamiento farmacológico incorpora diversos compuestos hormonales y otras sustancias que actúan sobre las citoquinas y el sistema inmune.(13) como por ejemplo:

6.3.1 Tratamiento sustitutivo con testosterona u otros anabolizantes:

El tratamiento sustitutivo con testosterona u otros anabolizantes de acuerdo a 3 revisiones Bhasin S.2003; Jones T E, 2011 y Mudali S, 2004 y un estudio transversal Van den Beld A

2000; y un estudio experimental Wang C 2000; sostienen que la utilización de hormonas esteroides en la sarcopenia se fundamenta en que esta terapia hormonal sustitutiva altera la expresión de los genes a nivel muscular, aumenta la masa muscular y este aumento de la masa muscular aumenta la fuerza.(109) Es por ello que mayor edad se presenta baja concentración de testosterona en hombres y en mujeres posmenopáusicas, se ve afectada la disminución de los niveles de los estrógenos, hormonas que ejercen efectos anabólicos similares a los de la testosterona,(47) aunque son los niveles de testosterona libre los que guardan una mejor correlación con la masa que con la fuerza muscular.(49,110) Por ello Wang C reporta que la administración de testosterona en hombres de edad avanzada se ha examinado como una terapia farmacológica para preservar la masa muscular y minimizar la pérdida de la fuerza.(111) Sin embargo se sigue presentando dudas acerca de la seguridad del tratamiento con testosterona, en concreto sobre el riesgo para la próstata y las enfermedades cardiovasculares.(28) El adulto mayor es más vulnerable a los efectos secundarios del tratamiento sustitutivo con testosterona.(9) Si bien, solo se ha evidenciado mejoría en adultos jóvenes como lo menciona en una revisión de Burgos Peláez, en la cual han utilizado dosis supra fisiológicas de testosterona en pacientes hipogonadales jóvenes y han obtenido resultados similares a los producidos con ejercicios de resistencia, este tratamiento sustitutivo con testosterona se asocia con un incremento en la masa magra, una disminución en la masa grasa, un incremento en la fuerza muscular y en la síntesis proteica muscular.(9,28) Por ahora, según Jones T E, y Mudali S; se conoce los riesgos asociados con la terapia de testosterona en hombres mayores y abarcan los siguientes: comportamiento agresivo, complicaciones tromboticas, apnea del sueño, edema periférico, ginecomastia y aumento en el riesgo de cáncer de próstata.(112,113) Por el contrario, se desconoce los beneficios de los suplementos de testosterona en el adulto mayor.(109)

6.3.2 Tratamiento sustitutivo con estrógenos

La menopausia se asocia con una reducción en la masa magra y en la densidad mineral ósea, ambos relacionados con la carencia estrogénica.(28) Es así que en dos revisiones de Joseph C y Bhasin S y un estudio experimental Sorensen M; se evidencia el tratamiento sustitutivo con estrógenos, en la cual reportan que un grupo de mujeres con osteoporosis y sarcopenia es un grupo de alto riesgo de discapacidad y de fracturas; demostrado que la sarcopenia es más prevalente en mujeres con osteopenia con un 25% y osteoporosis con el 50% que en mujeres con densidad mineral ósea normal siendo un 0,8%.(107) Por otro lado, Sorensen M y colaboradores, evidenció que el tratamiento sustitutivo con estrógenos/progestágenos a dosis plenas sí se ha mostrado eficaz en incrementar la masa magra y disminuir la masa grasa corporal tras 6 meses de tratamiento en mujeres menores de 55 años.(115) Pero sin embargo, Bhasin S refiere que en mujeres que reciben tratamiento sustitutivo con estrógenos a largo plazo no se ha comprobado diferencias significativas en la masa magra entre las mujeres tratadas y los controles sin tratamiento.(109)

6.3.3 Tratamiento sustitutivo con hormona de crecimiento humana (HGH):

Con la deficiencia de las concentraciones de la hormona de crecimiento durante el envejecimiento, su participación en muchos procesos corporales se ve afectada.(112) La HGH es necesaria para el mantenimiento del músculo y del hueso, y debido a que la población adulta mayor es HGH deficiente, de acuerdo a una hipótesis el tratamiento con

HGH puede ser de gran ayuda para tratar la sarcopenia.(28) Pero es así que en 5 artículos 3 revisiones de Jones T E; Burgos P; y dos estudios experimentales de Rudman D, Papadakis M han evidenciado que el tratamiento con HGH en el adulto mayor no incrementa la masa muscular ni la fuerza,(117,118) no obstante se obtienen mejorías biológicas (aumento de la masa magra, disminución de la masa grasa), que no van acompañadas de un incremento en la fuerza ni en las actividades de la vida diaria.(9,28) Se ha combinado el efecto del ejercicio físico y la administración de HGH. La adición de hormona de crecimiento no ha demostrado un efecto beneficioso adicional al conseguido con el ejercicio.(28)

Por otro lado los efectos secundarios de la HGH se encuentra el síndrome del túnel carpiano, ginecomastia, hiperglucemia, diabetes, retención de fluidos, edemas en extremidades inferiores, artralgias, hipotensión ortostática, entre otros, son elevados en el adulto mayor;(9,28) por lo tanto no es normalmente indicada.

6.3.4 Intervenciones sobre citoquinas y función inmune:

Se han utilizado varias estrategias para modular la producción de citoquinas responsables de la pérdida de masa magra en la sarcopenia. En un estudio experimental controlado aleatorizado doble ciego de Yeh SS, y colaboradores se ha evidenciado el incremento de peso en adultos mayores con 12 semanas de tratamiento, así como incrementos de la ingesta, de las cifras de albúmina, prealbúmina y del recuento de linfocitos.(119) Aunque, no se ha conseguido demostrar un incremento en la masa magra ni en la fuerza muscular.(28)

En la siguiente tabla se evidencia las diferentes intervenciones farmacológicas contra la sarcopenia.

Tabla 2. Intervenciones Farmacológicas contra la Sarcopenia.

TRATAMIENTO	ACCION DIRIGIDA	RESULTADO	EFFECTOS SECUNDARIOS
Testosterona	Aumento de la síntesis proteica	Altas dosis aumenta la masa muscular y la fuerza	Conducta agresiva, trombosis, apnea del sueño, edema periférico, ginecomastia, aumento del riesgo de cáncer prostático
Hormona de crecimiento	Aumento de la masa muscular, disminución de masa grasa	Aumento de masa muscular, pero sin aumento de la fuerza o función	Artralgia, síndrome del túnel carpiano, intolerancia a la glucosa, diabetes, aumento del riesgo de algunos canceres
Dehidroepiandrosterona (DHEA)	Concentraciones elevadas de testosterona	Sin aumento en la masa muscular o la fuerza	Ninguno conocido
Regulación de miostatina	Inhibición disminuida de la masa muscular	Aumento de la masa muscular y la fuerza en estudios animales	Desconocidos

Tomado de: Jones T E, Stephenson K W, King JG, Knight K, Marshall T, Scott W. 2011. Sarcopenia: mecanismos y tratamientos. Rev Metab Óseo y Min. 9 (5): 171-180

El principal resultado del presente trabajo, es que existe una mejoría en el aumento de la masa muscular en el adulto mayor con sarcopenia en los sujetos que han seguido un programa individualizado de alimentación con ejercicio físico de resistencia.

Finalmente se plantea una propuesta que consiste en realizar un adecuado manejo tanto en el aspecto nutricional como en el ejercicio físico para la prevención y tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor.

PROPUESTA

Se propone unir el manejo nutricional tanto el manejo del ejercicio físico de resistencia como prevención y tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor;

Se recomienda que el adulto mayor ingiera alimentos una hora y media antes de realizar el ejercicio. Estos tipos de alimentos deben ser bajos en grasa, de bajo índice glicémico, moderado en proteína, como por ejemplo: lácteos descremados, alimentos integrales también se recomienda tomar agua.

Dado los artículos de los autores Suzuki, Masashige, Esmarck, Fiatarone, Rosenberg Irwin, Volpi E, Campbell WW, Paddon, revisados, se propone que el consumo de proteína al día debe ser de 1 a 1.5g/kg peso ideal, e ingerir 3g de leucina que se encuentra en aproximadamente 25-30g de proteína de alto valor biológico, los cuales se pueden encontrar en alimentos de origen animal, es necesario que la proteína se consuma en cada tiempo de comida y en la cena para evitar el desgaste del músculo; además una vez culminado el ejercicio físico se recomienda ingerir de forma líquida, 10g de proteína 7g de hidratos de carbohidrato y 3.3g de lípidos, que corresponde a una ingesta de 98 kcal.

De acuerdo a las recomendaciones de Chodzko-Zajko, Proctor, Fiatarone Singh, Minson, Nigg, Salem, Skinner y el Colegio Americano de Medicina del ejercicio físico; se propone realizar los siguientes ejercicios de fuerza y resistencia como inicio para contrarrestar la sarcopenia; es fundamental que los ejercicios se realicen tres veces por semana, es necesario que antes de realizar esta rutina, (ver tabla 2. Ejercicios de Resistencia.) Haya un calentamiento para disminuir el número de complicaciones como caminar 30 minutos; y estiramiento de los grupos musculares a trabajar. La fuerza de los músculos aumenta con el tiempo, por lo tanto a medida que va progresando, se debe usar pesas con mayor peso, para así lograr un aumento de la fuerza y la masa muscular.

Tabla 3. Ejercicios de Resistencia.

EJERCICIOS CON PESAS
Flexión de las muñecas

<ol style="list-style-type: none"> 1. Coloque su antebrazo en el brazo de una silla firme con la mano situada fuera del borde del brazo de la silla. 2. Sostenga la pesa con la palma de la mano hacia arriba. 3. Doble su muñeca lentamente hacia arriba y hacia abajo. 4. Repita 8-12 veces. 5. Repita con la otra mano 8-12 veces. 6. Repita 1-3 series con cada mano. 	 <p style="text-align: right;">1</p>
Levantamiento De Los Brazos	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Sentado en una silla firme 2 Mantenga los pies planos sobre el piso, separados y alineados con los hombros. 3 Sostenga las pesas a sus costados y a la altura de los hombros, con las palmas de la mano hacia el frente. Inhale lentamente. 4 Exhale lentamente mientras levanta ambos brazos arriba de la cabeza, manteniendo los codos ligeramente doblados. 5 Mantenga la posición por 1 segundo. 6 Inhale mientras baja lentamente los brazos. 7 Repita 8-12 veces. 8 Descanse; luego repita 1-3 series. 	 <p style="text-align: right;">2</p>
Levantamiento frontal de los brazos	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Póngase de pie con los pies separados y alineados con los hombros. 2 Sostenga las pesas hacia abajo, a sus costados, con las palmas de las manos hacia atrás. 3 Mantenga los brazos rectos y exhale mientras levanta ambos brazos hacia el frente, hasta alcanzar la altura de los hombros. 4 Mantenga la posición por 1 segundo. 5 Inhale mientras baja lentamente los brazos. 6 Repita 8-12 veces. 7 Descanse; luego repita 1-3 series. 	 <p style="text-align: right;">3</p>
Flexión de los brazos usando una banda de resistencia	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Siéntese en una silla firme y los pies planos sobre el piso, separados y alineados con los hombros. 2. Coloque el centro de la banda de resistencia debajo de ambos pies. Agarre cada extremo de la banda y mantenga las palmas de la mano hacia adentro. Mantenga los codos a sus costados. Inhale lentamente. 3. Mantenga las muñecas rectas y exhale lentamente mientras dobla los codos y levanta las manos hacia los hombros. 4. Mantenga la posición por 1 segundo. 5. Inhale mientras baja lentamente los brazos. 6. Repita 8-12 veces. 7. Descanse; luego repita 1-3 series 	 <p style="text-align: right;">4</p>

Remar sentado con una banda de resistencia

- 1 Siéntese en una silla firme y los pies planos sobre el piso, separados y alineados con los hombros.
- 2 Coloque el centro de la banda de resistencia debajo de ambos pies. Agarre cada extremo de la banda y mantenga las palmas de la mano hacia adentro.
- 3 Relaje los hombros y extienda los brazos al lado de las piernas. Inhale lentamente.
- 4 Exhale lentamente y empuje los codos hacia atrás hasta que las manos estén al lado de las caderas.
- 5 Mantenga la posición por 1 segundo.
- 6 Inhale mientras devuelve las manos lentamente a la posición inicial.
- 7 Repita 8-12 veces.
- 8 Descanse; luego repita 1-3 series



5

Extensión de los codos

- 1 Usted puede hacer este ejercicio estando de pie o sentado en una silla firme que no tenga brazos.
- 2 Mantenga los pies planos sobre el piso, separados y alineados con los hombros.
- 3 Sostenga la pesa en una mano con la palma hacia adentro. Levante ese brazo hacia el techo.
- 4 Apoye ese brazo con la otra mano. Inhale lentamente.
- 5 Lentamente doble el brazo levantado a la altura del codo y baje la pesa hacia el hombro.
- 6 Mantenga la posición por 1 segundo.
- 7 Exhale y estire lentamente su brazo arriba de la cabeza. Tenga cuidado de no agarrotar o trabar su codo.
- 8 Repita 8-12 veces. Con cada brazo
- 9 Descanse; luego repita 1-3 series.



6

Levantamiento de las piernas hacia atrás

- 1 Párese detrás de una silla firme y sosténgase de la silla para mantener el equilibrio. Inhale lentamente.
- 2 Exhale mientras lentamente levanta una pierna con la pesa en los tobillos hacia atrás, manteniéndola recta, sin doblar la rodilla ni poner los dedos del pie en punta. Trate de no inclinarse hacia adelante. La otra pierna, la que está usando para mantenerse parado, debe estar un poco doblada.
- 3 Mantenga la posición por 1 segundo.
- 4 Inhale mientras baja lentamente la pierna.
- 5 Repita 8-12 veces con cada pierna.
- 6 Descanse; luego repita 1-3 series



7

Extensión de las piernas

<ol style="list-style-type: none"> 1 Siéntese en una silla firme con la espalda apoyada en el respaldo de la silla. Solamente la parte delantera de los pies y los dedos del pie deben tocar el piso. Ponga una toalla enrollada al borde de la silla y debajo de los muslos para obtener soporte. Inhale lentamente. 2 Exhale y lentamente extienda una pierna hacia adelante tan recta como le sea posible, pero no agarrote o trabe la rodilla, añada pesas en los tobillos 3 Flexione el pie para apuntar los dedos del pie hacia el techo. Mantenga la posición por 1 segundo. 4 Inhale mientras baja lentamente la pierna. 5 Repita 8-12 veces con cada pierna. 6 Descanse; luego repita 1-3 series 	
---	--

(1-8) Imágenes tomadas de: National Institute on Aging. (NIH). 2011 (On line) [<http://www.nia.nih.gov/node/8684>]

7 CONCLUSIONES

Al término de esta investigación y habiendo analizado los resultados obtenidos, podemos afirmar que:

La alimentación juega un papel importante en el adulto mayor, ya que en esta etapa son más vulnerables a sufrir de diversas patologías y por ende a disminuir la masa muscular.

Al consumir solo suplementos de proteína, no se encontró ningún efecto benéfico para prevenir y tratar la sarcopenia

Al realizar solo ejercicio físico sin un adecuado aporte de nutrientes, se evidenció que no hay mejoría en el tratamiento de sarcopenia en el adulto mayor

No se encontró una ganancia de masa muscular y fuerza si solo se realiza ejercicio de resistencia como único factor de prevención y tratamiento de la sarcopenia

A pesar que el tratamiento farmacológico para adultos jóvenes es benéfico ayudando a aumentar la masa muscular, mas no la fuerza, para el adulto mayor no fue saludable por el contrario, producía efectos secundarios siendo un riesgo de morbilidad y mortalidad

La suplementación con HMB en combinación con el ejercicio de resistencia, se evidenció que incrementa la fuerza y la masa muscular en el adulto mayor

El manejo nutricional y el ejercicio de resistencia mostraron aspectos positivos para el tratamiento de la sarcopenia

Un consumo de proteína mayor de 1.5g/kg Peso Ideal/día y el ejercicio de fuerza y resistencia como alzar pesas y hacer ejercicios en banda tres veces por semana, durante 12 - 24 semanas, en adultos mayores de 60 años se evidencio que aumenta la fuerza y la masa muscular, y disminuye la masa grasa, siendo así el mejor tratamiento para contrarrestar la sarcopenia.

8 RECOMENDACIONES

Es necesario seguir investigando y desarrollar un consenso con nutricionistas y especialistas en el gremio del ejercicio físico con respecto al tratamiento para la sarcopenia que considere los beneficios de la nutrición y la práctica regular del ejercicio en los adultos mayores con sarcopenia.

9 REFERENCIAS

1. Gac E. Homero. 2000. Algunos cambios asociados al envejecimiento. Boletín de la Escuela de Medicina. Universidad Católica de Chile. Vol 29 N° 1-2
2. GeoSalud. Morel Véronique. [En línea]: *Ejercicio y el Adulto Mayor*. revisado 05 de marzo del 2014. <http://www.geosalud.com/adultos_mayores/ejercicio.htm> [Consulta: 01 septiembre 2014]
3. Penny Montenegro Eduardo, Melgar Cuellar Felipe. 2012. Geriatria y Gerontología para el médico internista. Capítulo 1 Generalidades. Primera edición. Grupo editorial La Hoguera. Bolivia. pág. 1-644
4. Wilmore Jack H, Costil David L. 2001. Fisiología Del Esfuerzo y Del Deporte. Cuarta Edición. Editorial Paidotribo Barcelona, España. Pag. 1-546
5. Porias Cuélla Hans L, Diez García Maria del pilar, Lamm Wiechers Luis G. 2011. Sarcopenia. Parte 1: los aspectos fisiológicos del musculo y la fisiopatología de este síndrome. Rev Metab Óseo y Min. 9 (4): p 114-127
6. Chicharro Lopez J. Vaquero Fernandez A. 2006 Fisiología del ejercicio. Tercera Edición. Editorial Médica Panamericana, S.A. Madrid, España. Pág. 1-987
7. Alfonso J. Cruz-Jentoft, Jean Pierre Baeyens, Jürgen M. Bauer, Yves Boirie, Tommy Cederholm, Francesco Landi, Fi nba rr C. Martin, Jean-Pierre Mi chel, Yves Rolland, StÉphane M. Schneider, Eva Topi nková, Maurits Vandewoude, Mauro Zamboni. 2010. Sarcopenia: consenso europeo sobre su definición y diagnóstico. Informe del Grupo europeo de trabajo sobre la sarcopenia en personas de edad avanzada. Age and Ageing; 39 (4): p. 412–423
8. Fielding, Roger A. Vellas Bruno, y col. 2011. Sarcopenia: An Undiagnosed Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, Etiology, and Consequences. J Am Med Dir Assoc. May; 12(4): 249–256.
9. Peláez Rosa Burgos. 2006. Sarcopenia en ancianos. Endocrinol Nutr. 53, (5): p 335-344
10. Rosenberg Irwin H, 2011. Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. Clin Geriatr Med. 27: 337–339
11. M. Muscaritoli, S.D. Anker, J. Argiles, Z. Aversa, J.M. Bauer, G. Biolo, Y. Boirie, I. Bosaeus, T. Cederholm, P. Costelli, K.C. Fearon, A. Laviano, M. Maggio, F. Rossi Fanelli, S.M. Schneider, A. Scholsm,n, C.C. Sieber. 2010. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: Joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) “cachexia-anorexia in chronic wasting diseases” and “nutrition in geriatrics” Clinical Nutrition 29; p 154–159
12. Padilla Colón Carlos J., Sánchez Collado Pilar, y Cuevas María José. 2014. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. Nutr Hosp. 29 (5): p 979-988
13. Gómez Ayala, Adela Emilia. 2011. Sarcopenia puesta al día. Ámbito farmacéutico. Divulgación sanitaria. Vol 30 (4): p 60-65
14. Roubenoff Ronenn. 1999. The Pathophysiology of Wasting in the Elderly. J. Nutr. 129: p 256S–259S,
15. Campbell WW, Trappe TA, Wolfe RR, Evans WJ. 2001. The recommended dietary allowance for protein may not be adequate for older people to maintain skeletal muscle. J Gerontol Biol Sci Med Sci. 56 (6): 373-80

16. Beasley Jeannette M, Shikany James M, Thomson Cynthia A. 2013. The Role of Dietary Protein Intake in the Prevention of Sarcopenia of Aging. *Nutrition in Clinical Practice*, 28 (6): 684–690
17. Congreso de la República de Colombia. Ley 1276 de 2009. Ley nuevos criterios de atención integral del adulto mayor en los centros vida
18. OMS. Temas de salud. Envejecimiento. 2014. [En línea] <<http://www.who.int/topics/ageing/es/>> [Consulta: 31 junio 2014]
19. Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. 2005
20. L. Kathleen Mahan, Sylvia Escott-Stump. 2003. *Nutrición y Dietoterapia de*, KRAUSE. Décima Edición. Editorial, McGraw-Hill Interamericana. Mexico, D F. p. 315
21. Padilla Colón Carlos J., Sánchez Collado Pilar, y Cuevas María José. 2014. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. *Nutr Hosp*. 29 (5): p 979-988
22. IntraMed. Marta Papponetti. Pérdida de masa muscular relacionada con la edad y enfermedades. 07 abril 2014. [En línea] <<http://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoID=83350>> [Consulta: 31 junio 2014]
23. U. Pamplona. Santiago Arboleda. La Composición Corporal Asociada Al Estado De Salud Como Condicionante Del Ejercicio Físico En Los Adultos Mayores. [En línea] <http://publicacion05.unipamplona.edu.co/unipamplona02/hermesoft/portal/home_1/rec/ar_c_12442.pdf> [Consulta: 31 junio 2014]
24. Porias Cuélla Hans L, Diez García Maria del pilar, Lamm Wiechers Luis G. 2011. Sarcopenia. Parte 1: los aspectos fisiológicos del musculo y la fisiopatología de este síndrome. *Rev Metab Óseo y Min*. 9 (4): p 114-127
25. Stout Jeffrey R. 2011. Intervenciones nutricionales en sarcopenia. *Nutr. Hosp*. 26; p 7-8
26. Ávila Funes, José Alberto; García Mayo, Emilio José. (2004). Beneficios de la práctica del ejercicio en los ancianos. *Gaceta médica de México*, 140 (4), p 431-436.
27. Pozo S., Cuadrado C.; Moreiras O. 2003. Cambios con la edad en la ingesta dietética de personas de edad avanzada. Estudio Euronut-SENECA. *Nutricion Hospitalaria*, 18 (6): 348-352
28. Burgos Peláez Rosa. 2006. Enfoque Terapéutico Global de la Sarcopenia. *Nutr Hosp*, 21 (3): 51-60
29. Volpi E, Campbell WW, Dwyer JT, Johnson MA, Jensen GL, Morley JE, Wolfe RR. 2013. Is the optimal level of protein intake for older adults greater than the recommended dietary allowance? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 68 (6): 677-681
30. Paddon Jones D, Rasmussen BB. 2009. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 12 (1): 86–90
31. Fiatarone, M.A., O'Neill, E.F., Ryan, N.D., Clements, K.M., Solares, G.R., Nelson, M.E., Roberts, S.B., Kehayias, J.J., Lipsitz, L.A., Evans, W.J. 1994. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *The New England Journal of Medicine*. 330, (25): 1769-1775
32. De los Reyes AD, Bagchi D, Preuss HG. 2003. Overview of resistance training, diet, hormone replacement and nutritional supplements on age-related sarcopenia. A mini-review. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol* 2003; 113 (114):159-170.
33. Symons TB, Sheffield-Moore M, Wolfe RR, Paddon-Jones D. 2009. A moderate serving of high-quality protein maximally stimulates skeletal muscle protein synthesis in young and elderly subjects. *J Am Diet Assoc*. 109 (9): 1582–1586
34. Beasley Jeannette M, Shikany James M, Thomson Cynthia A. 2013. The Role of Dietary Protein Intake in the Prevention of Sarcopenia of Aging. *Nutrition in Clinical Practice*, 28 (6): 684–690
35. Volpi Elena, Kobayashi Hisamine, Sheffield-Moore Melinda, Mittendorfer Bettina, Wolfe Robert R. 2003. Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *American Society for Clinical Nutrition*. 78 (2): 250-258

36. Suzuki M. 2003. Glycemic carbohydrates consumed with amino acids or protein right after exercise enhance muscle formation. *Nutr Rev*; 61:S88-S94.
37. Esmarck B, Andersen JL, Olsen S, Richter EA, Mizuno M, Kjaer M. 2001. Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol*; 535:301-311.
38. Volpi E, Mittendorfer B, Rasmussen B, y Wolfe RR. 2000 The response of muscle protein anabolism to combined hyperaminoacidemia and glucose-induced hyperinsulinemia is impaired in the elderly. *J Clin Endocrinol Metab.* 85 (12): 4481 a 4490.
39. Ricardo Rueda. 2011. Últimos avances en nutrición clínica. HMB: mecanismo de acción en la pérdida de masa muscular. *Nutr. Hosp.* 26 (2): 249-440
40. Knitter, A. E., Panton, L., Rathmacher, J. A., Petersen, A., & Sharp, R. 2000. Effects of β -hydroxy- β -methylbutyrate on muscle damage after a prolonged run. *Journal of Applied Physiology.* 89, (4): 1340- 1344
41. Borst S. 2004. Interventions for sarcopenia and muscle weakness in older people. *Age Ageing.* (33): 548–555.
42. Esmarck B, Andersen J, Olsen S, Richter E, Mizuno M, Kjaer M. 2001. Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol.* (535): 301–311.
43. Nissen S, Sharp R. 2003. Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: a meta-analysis. *J Appl Physiol.* (94): 651–659.
44. Vukovich M.D., Stubbs N.B., Bohlken R.M. 2001. Body composition in 70-year-old adults responds to dietary beta-hydroxy-beta-methylbutyrate similarly to that of young adults. *J Nutr.* 131 (7): pp. 2049–2052
45. Fitschen Peter J., Wilson Gabriel J., Wilson Jacob M., Wilund Kenneth R. 2013. Efficacy of β -hydroxy- β -methylbutyrate supplementation in elderly and clinical populations. *Nutrition.* 29 (1): pp 29–36
46. Molina JC. 2008. Sarcopenia en la pérdida funcional: rol del ejercicio. *Rev Hosp Clín Univ Chile* 19: 302 – 310
47. Mata-Ordóñez F, I. CM, Heredia-Elvar JR, Moral-González S, Marcos- Becerro JF, Da Silva-Grigollete ME. 2013. Sarcopenia and resistance training: actual evidence. *Journal of Sport and Health Research.* 5 (1): 7-24.
48. OMS. 2014. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Actividad física. [En Línea]: <<http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>> [consulta: 27 septiembre 2014].
49. Cruz-Jentoft A, Cuesta Trianab F, Gómez-Cabrerac ,MC, López-Sotod A, Masanésd F, Matía Martíne P, Serra-Rexachf, JA, Ruiz-Hidalgo D, Salvà A, Viña J, y Formiga F. 2011. La eclosión de la sarcopenia: Informe preliminar del Observatorio de la Sarcopenia de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 46 (2):100–110.
50. OMS. 2014. Actividad física. Febrero de 2014. [En Línea]: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/>> [consulta: 27 septiembre 2014].
51. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner J.S. 2009. Exercise and physical activity for older adults. *American College of Sports Medicine.* 41 (7): 1510–1530.
52. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, Macera CA, Castaneda S.C. 2007. Physical activity and public health in older adults. Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* is published by the American Heart Association. 116 (9): 1094–1105.
53. Joshua AM, D'Souza V, Unnikrishnan B, Mithra P, Kamath A, Acharya V, Venugopal A. 2014. Effectiveness of Progressive Resistance Strength Training Versus Traditional Balance Exercise in Improving Balance Among the Elderly - A Randomised Controlled Trial. *J Clin Diagn Res.* 8 (3): 98–102.

54. BD. 2014. Ejercicio para adultos mayores con diabetes. Mexico [En Linea]: <<http://www.bd.com/mx/diabetes/main.aspx?cat=3258&id=31334>> [consulta: 30 septiembre 2014].
55. Vidarte Claros, J.A; Quintero Cruz, M.V; Herazo Beltrán, Y. 2012. Efectos del ejercicio físico en la condición física funcional y la estabilidad en adultos mayores. *Hacia la Promoción de la Salud*. 17,(2): 79 - 90
56. Jones T, Stephenson K, King J, Knight K, Marshall T, Scott W. 2011. Sarcopenia: mecanismos y tratamientos. *Rev Metab Óseo y Min*. 9 (5): 171-180.
57. Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM. 2010. Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Research Reviews*. (9): 226-237.
58. Ades P.A, Ballor D.L, Ashikaga T, Utton J.L., Nair K.S. 1996. Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Ann. Intern. Med.* (124): pp. 568–572
59. Ades P.A, Savage P.D, Brochu, M, Tischler M.D, Lee N.M, Poehlman E.T. 2005 Resistance training increases total daily energy expenditure in disabled older women with coronary heart disease. *J. Appl. Physiol.* (98): pp. 1280–1285
60. Ades P.A, Savage P.D, Cress M.E, Brochu, M, Lee N.M, Poehlman E.T 2003. Resistance training on physical performance in disabled older female cardiac patients. *Med. Sci. Sports Exerc.* (35): pp. 1265–1270
61. Bembem D.A, Fetters N.L., Bembem M.G., Nabavi N., Koh E.T. 2000. Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Med. Sci. Sports Exerc.* (32): pp. 1949–1957
62. Beniamini, Y., Rubenstein J.J, Faigenbaum A.D., Lichtenstein A.H., Crim M.C. 1999. High-intensity strength training of patients enrolled in an outpatient cardiac rehabilitation program. *J. Cardiopulm. Rehabil.*(19): pp. 8–17
63. Binder, E.F, Yarasheski K.E., Steger-May, K., Sinacore D.R., Brown M., Schechtman K.B., Holloszy J.O. 2005. Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized, controlled trial. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* (60): pp. 1425–1431
64. Brochu M., Savage P., Lee M., Dee J., Cress M.E., Poehlman E.T., Tischler M., Ades P.A. 2002. Effects of resistance training on physical function in older disabled women with coronary heart disease. *J. Appl. Physiol.*(92): pp. 672–678
65. Castaneda C., Gordon P.L., Uhlin K.L., Levey A.S., Kehayias J.J., Dwyer J.T., Fielding R.A., Roubenoff R., Singh M.F. 2001. Resistance training to counteract the catabolism of a low-protein diet in patients with chronic renal insufficiency. A randomized, controlled trial. *Ann. Intern. Med.* (135): pp. 965–976
66. De Vos N.J., Singh N.A., Ross D.A., Stavrinou T.M, Orr R., Fiatarone Singh M.A. 2005. Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* (60): pp. 638–647
67. Fatouros I.G., Kambas A., Katrabasas I., Leontsini D., Chatzinikolaou A., Jamurtas A.Z., Douroudos I., Aggelousis N., Taxildaris K. 2006. Resistance training and detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. *J. Strength Cond. Res.*(20): pp. 634–642
68. Fatouros I.G., Tournis S., Leontsini D., Jamurtas A.Z., Sxina M., Thomakos P., Manousaki M., Douroudos I., Taxildaris K., Mitrakou A. 2005. Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following resistance training and detraining are intensity related. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* (90): pp. 5970–5977
69. Figueroa A., Going S.B., Milliken L.A., Blew R.M., Sharp S., Teixeira P.J., Lohman T.G. 2003. Effects of exercise training and hormone replacement therapy on lean and fat mass in postmenopausal women. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* (58): pp. 266–270
70. Greiwe J.S., Cheng B., Rubin D.C., Yarasheski K.E., Semenkovich C.F. 2001. Resistance exercise decreases skeletal muscle tumor necrosis factor alpha in frail elderly humans. *FASEB J.* (15): pp. 475–482

71. Haykowsky M, Humen D., Teo K., Quinney A., Souster M., Bell G., Taylor D. 2000. Effects of 16 weeks of resistance training on left ventricular morphology and systolic function in healthy men >60 years of age. *Am. J. Cardiol.* (85): pp. 1002–1006
72. Haykowsky M., McGavock J., Vonder Muhll I., Koller M., Mandic S., Welsh R., Taylor D. 2005. Effect of exercise training on peak aerobic power, left ventricular morphology, and muscle strength in healthy older women. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* (60): pp. 307–311
73. Henwood T.R., Taaffe D.R. 2006. Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clin. Physiol. Funct. Imaging.* (26): pp. 305–313
74. Igwebuike A., Irving B.A., Bigelow M.L., Short K.R., McConnell J.P., Nair K.S. 2008. Lack of dehydroepiandrosterone effect on a combined endurance and resistance exercise program in postmenopausal women. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* (93): pp. 534–538
75. Kalapotharakos V.I., Michalopoulos M., Tokmakidis S.P., Godolias G., Gourgoulis V. 2005. Effects of a heavy and a moderate resistance training on functional performance in older adults. *J. Strength Cond. Res.* (19): pp. 652–657
76. Miszko T.A., Cress M.E., Slade J.M., Covey C.J., Agrawal S.K., Doerr C.E. 2003. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* (58): pp. 171–175
77. Pantou L.B., Franke W.D., Bleil D.A., Baier S.M., King D.S. 2001. Effects of resistance training on cardiovascular responses to lower body negative pressure in the elderly. *Clin. Physiol.* (21): pp. 605–611
78. Pu C.T., Johnson M.T., Forman D.E., Hausdorff J.M., Roubenoff R., Foldvari M., Fielding R.A., Singh M.A. 2001. Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure. *J. Appl. Physiol.* (90): pp. 2341–2350
79. Reeves N.D., Narici M.V., Maganaris C.N. 2004. Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. *J. Appl. Physiol.* (96): pp. 885–892
80. Sharman M.J., Newton R.U., Triplett-McBride T., McGuigan M.R., McBride J.M., Hakkinen A., Hakkinen K., Kraemer W.J. 2001. Changes in myosin heavy chain composition with heavy resistance training in 60- to 75-year-old men and women. *Eur. J. Appl. Physiol.* (84): pp. 127–132
81. Stewart K.J., Bacher A.C., Turner K.L., Fleg J.L., Hees P.S., Shapiro E.P., Tayback M., Ouyang P. 2005. Effect of exercise on blood pressure in older persons: a randomized controlled trial. *Arch. Intern. Med.* (165): pp. 756–762
82. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zúñiga C, Arai H, Boirie Y, Chen LK, Fielding RA, Martin FC, Michel JP1, Sieber C, Stout JR, Studenski SA, Vellas B, Woo J, Zamboni M, Cederholm T. 2014. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age Ageing.* 43(6): pp 748–759.
83. Freiburger E, Sieber C, Pfeifer K. 2001. Physical activity, exercise, and sarcopenia - future challenges. *Wien Med Wochenschr.* 161, (17-18) pp 416-425
84. Izquierdo M., Hakkinen K., Ibanez J., Anton A., Garrues M., Ruesta M., Gorostiaga E.M. 2003. Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. *J. Strength Cond. Res.* (17): pp. 129–139
85. Izquierdo M., Hakkinen K., Ibanez J., Garrues M., Anton A., Zuniga A., Larrion J.L., Gorostiaga E.M. 2001. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J. Appl. Physiol.* (90): pp.1497–1507
86. Kraemer W.J., Hakkinen K., Newton R.U., Nindl B.C., Volek J.S., McCormick M., Gotshalk L.A., Gordon S.E., Fleck S.J., Campbell W.W., Putukian M., Evans W.J. 1999. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J. Appl. Physiol.* (87): pp. 982–992
87. Holviala J.H., Sallinen J.M., Kraemer W.J., Alen M.J., Hakkinen K.K. 2006. Effects of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women. *J. Strength Cond. Res.* (20): pp. 336–344

88. Ibanez J., Izquierdo M., Arguelles I., Forga L., Larrion J.L., Garcia-Unciti M., Idoate F., Gorostiaga E.M. 2005. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* (28):pp. 662–667
89. Ballor D.L, Harvey-Berino J.R., Ades P.A., Cryan J., Calles-Escandon J. 1996. Contrasting effects of resistance and aerobic training on body composition and metabolism after diet-induced weight loss. *Metabolism.* (45): pp. 179–183
90. Bautmans I., Njemini R., Vasseur S., Chabert H., Moens L., Demanet C., Mets T. 2005. Biochemical changes in response to intensive resistance exercise training in the elderly. *Gerontology.* (51): pp. 253–265
91. Campbell W.W., Crim M.C., Young V.R., Evans W.J. 1994. Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. *Am. J. Clin. Nutr.* (60): pp. 167–175
92. Hartman M.J., Fields D.A., Byrne N.M., Hunter G.R. 2007. Resistance training improves metabolic economy during functional tasks in older adults. *J. Strength Cond. Res.* (21): pp. 91–95
93. Reynolds T.H., Supiano M.A., Dengel D.R. 2007. Regional differences in glucose clearance: effects of insulin and resistance training on arm and leg glucose clearance in older hypertensive individuals. *J. Appl. Physiol.* (102): pp. 985–991
94. Hurlbut D.E., Lott M.E., Ryan A.S., Ferrell R.E., Roth S.M., Ivey F.M., Martel G.F., Lemmer J.T., Fleg J.L., Hurley B.F. 2002. Does age, sex, or ACE genotype affect glucose and insulin responses to strength training? *J. Appl. Physiol.* (92): pp. 643–650
95. Lemmer J.T., Ivey F.M., Ryan A.S., Martel G.F., Hurlbut D.E., Metter J.E., Fozard J.L., Fleg J.L., Hurley B.F. 2001. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med. Sci. Sports Exerc.* (33): pp. 532–541
96. Lemmer J.T., Martel G.F., Hurlbut D.E., Hurley B.F. 2007. Age and sex differentially affect regional changes in one repetition maximum strength. *J. Strength Cond. Res.* (21): pp. 731–737
97. Roth S.M., Ivey F.M., Martel G.F., Lemmer J.T., Hurlbut D.E., Siegel E.L., Metter E.J., Fleg J.L., Fozard J.L., Kostek M.C., Wernick D.M., Hurley B.F. 2001. Muscle size responses to strength training in young and older men and women. *J. Am. Geriatr. Soc.* (49): pp. 1428–1433
98. Welle S., Thornton C., Statt M. 1995. Myofibrillar protein synthesis in young and old human subjects after three months of resistance training. *Am. J. Physiol.* (268): pp. E422–427
99. Bottaro M., Machado S.N., Nogueira W., Scales R., Veloso J. 2007. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur. J. Appl. Physiol.* (99): pp. 257–264
100. Candow D.G., Chilibeck P.D., Facci M., Abeysekara S., Zello G.A. 2006. Protein supplementation before and after resistance training in older men. *Eur. J. Appl. Physiol.* (97): pp. 548–556
101. Galvao D.A., Taaffe D.R. 2005. Resistance exercise dosage in older adults: single-versus multiset effects on physical performance and body composition. *J. Am. Geriatr. Soc.* (53): pp. 2090–2097
102. Haub M.D., Wells A.M., Tarnopolsky M.A., Campbell W.W. 2002. Effect of protein source on resistive-training-induced changes in body composition and muscle size in older men. *Am. J. Clin. Nutr.* (76): pp. 511–517
103. Humphries B., Newton R.U., Bronks R., Marshall S., McBride J., Triplett-McBride T., Hakkinen K., Kraemer W.J., Humphries N. 2000. Effect of exercise intensity on bone density, strength, and calcium turnover in older women. *Med. Sci. Sports Exerc.* (32): pp. 1043–1050
104. Tarnopolsky M., Zimmer A., Paikin J., Safdar A., Aboud A, Pearce E., Roy B., Doherty T. 2007. Creatine monohydrate and conjugated linoleic acid improve strength

- and body composition following resistance exercise in older adults. *PLOS One*. 2 (10): p. e991
105. Roth SM, Ivey FM, Martel GF, Lemmer JT, Hurlbut BF, Metter EJ, Tracy BL, Rogers MA. 2001. Skeletal muscle satellite cell characteristics in young and older men and women after heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 56 (6): 240–247
 106. Taylor J. Marcell. 2003. Sarcopenia: causes, consequences and preventions. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*; 58 (10): 911-916.
 107. Joseph C; Kenny A. M; Taxel P; Lorenzo J. A; Duque G; Kuchel G.A. 2005. Role of endocrine-immune dysregulation in osteoporosis, sarcopenia, frailty and fracture risk. *Mol Aspects Med* ;26 (3):181-201
 108. Payette H; Roubenoff R; Jacques P. F; Dinarello C. A; Wilson PW; Abad L. W; Harris T. 2003. Insulin-like growth factor-1 and interleukin 6 predict sarcopenia in very old community-living men and women: the Framingham Heart Study. *J Am Geriatr Soc*;51 (9):1237-1243
 109. Bhasin S. 2003. Testosterone supplementation for aging-associated sarcopenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*.58 (11):M1002–M1008.
 110. Van den Beld A. W, De Jong F. H, Grobbee D. E, Pols H. A, Lamberts SW. 2000. Measures of bioavailable serum testosterone and estradiol and their relationships with muscle strength, bone density, and body composition in elderly men. *J Clin Endocrinol Metab*. 85: 3276–3282.
 111. Wang C, Swerdloff R S, Iranmanesh A, Dobs A, Snyder P J, Cunningham Glenn, Matsumoto A M, Weber T. 2000. Transdermal testosterone gel improves sexual function, mood, muscle strength, and body composition parameters in hypogonadal men. *J Clin Endocrinol Metab*. 85 (8): 2839–2853
 112. Jones T E, Stephenson K W, King JG, Knight K, Marshall T, Scott W. 2011. Sarcopenia: mecanismos y tratamientos. *Rev Metab Óseo y Min*. 9 (5): 171-180
 113. Mudali S, Dobs AS. 2004. Efectos of testosterone on body composition of the aging male. *Mech Ageing Dev*, 125 (4): 297-304
 114. Walsh M, Hunter GR, Livingstone MB. 2006. Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density. *Osteoporos Int*; 17 (1): 61-67.
 115. Sorensen M B, Rosenfalck A M, Hojgaard L, Ottesen B. 2001. Obesity and sarcopenia after menopause are reversed by sex hormone replacement therapy. *Obesity Research*; 9 (10): 622-626.
 116. Kenny AM, Dawson L, Kleppinger A, Iannuzzi-Sucich, Judge, JO. 2003. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in non-obese women who are long-term users of estrogen replacement therapy. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*; 58 A: 436-440.
 117. Rudman D, Feller A, Nagraj H, Gergans G, Lalitha P. 1990. Effects of human growth hormone in men over 60 years old. *N Engl J Med*; (323): p. 1-6.
 118. Papadakis M, Grady D, Black D, Tierney M, Gooding G, Schambelan MG. 1996. Hormone replacement in healthy older men improves body composition but not functional ability. *Ann Intern Med*; (124): 708-716.
 119. Yeh SS, Wu SY, Lee TP, Olson JS, Stevens MR, Dixon T, Porcelli RJ, Schuster MW. 2000. Improvement in quality-of-life measures and stimulation of weight gain after treatment with megestrol acetate oral suspension in geriatric cachexia: results of a double-blind, placebo-controlled study. *Journal of the American Geriatrics Society*. 48 (5): 485-49

10 ANEXOS

Anexo 1. Recopilación de artículos sobre prevención y/o tratamiento de la sarcopenia

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
2003	Pozo S., Cuadrado C.; Moreiras O	Cambios con la edad en la ingesta dietética de personas de edad avanzada. Estudio Euronut-SENECA	Estudio longitudinal de cohortes, ensayo multicéntrico	Estudio de SENECA. Recogió información de un grupo con edades entre 71 y 80 años, sobre el consumo cuantitativo y cualitativo de alimentos, ingesta de energía, nutrientes y su aporte a las ingestas recomendadas. Los sujetos que estuvieron dispuestos a participar fueron los más sanos y activos y se les reevaluó a los cuatro años observando que se habían producido cambios en la dieta, indicadores nutricionales y de salud en una dirección desfavorable. Se observaron porcentajes elevados de personas que no cubren las ingestas recomendadas. Por lo tanto el aumento en edad de 4 años se asociaba a la disminución de la ingesta energética con repercusión importante en la mayoría de los micronutrientes.		
2006	Burgos Peláez Rosa	Enfoque Terapéutico Global de la Sarcopenia	Revisión	Katsanos; demostraron, que el consumo de una pequeña dosis de AAE (7 g) no producía el mismo efecto anabólico en ancianos mayores de 68 años que en jóvenes mayores de 31 años. Algunas evidencias señalan que las actuales recomendaciones de ingesta diaria (RDA's) de proteínas (0,8 g/kg peso/día) no son suficientes para mantener la masa muscular del anciano		Se presenta dudas acerca de la seguridad del tratamiento con testosterona, en concreto sobre el riesgo para la próstata y las enfermedades cardiovasculares - La menopausia se asocia con una reducción en la masa magra y en la densidad mineral ósea, ambos relacionados con la carencia estrogénica - hormona de crecimiento humana (HGH): Se han realizado estudios combinando el efecto del ejercicio físico y la administración de HGH. La adición de hormona de crecimiento no ha demostrado un

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
						efecto beneficioso adicional al conseguido con el ejercicio -los efectos secundarios de la HGH se encuentra el síndrome del túnel carpiano, ginecomastia, hiperglucemia, diabetes, retención de fluidos, edemas en extremidades inferiores, artralgias, hipotensión ortostática, entre otros, son elevados en el adulto mayor, no es normalmente indicada.
2001	Campbell WW, Trappe TA, Wolfe RR, Evans WJ.	The recommended dietary allowance for protein may not be adequate for older people to maintain skeletal muscle.	Experimental: ensayo controlado aleatorizado paralelo	10 días de un elevado consumo de proteínas podría ser perjudicial para la función renal. Sostienen que la ingesta de proteína debería ser aproximadamente de 1.1g/kg/día.		
2013	Volpi E, Campbell WW, Dwyer JT, Johnson MA, Jensen GL, Morley JE, Wolfe RR	Is the optimal level of protein intake for older adults greater than the recommended dietary allowance?	Revisión	los suplementos de proteína de la dieta por encima de la dosis diaria recomendada (1 a 1,5g /kg/día) puede ser un objetivo de la intervención para prevenir y/o reducir la sarcopenia		
2009	Paddon Jones D, Rasmussen BB.	Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia	Revisión	la cantidad de proteína es necesaria en cada comida, para mantener la masa muscular esquelética en el envejecimiento		
1994	Fiatarone,	Exercise	Experimental	Se realizó un estudio que comparó el	La práctica de diversos ejercicios que es	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	M.A., O'Neill, E.F., Ryan, N.D., Clements, K.M., Solares, G.R., Nelson, M.E., Roberts, S.B., Kehayias, J.J., Lipsitz, L.A., Evans, W.J.	training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people.	tal Ensayo controlado aleatorizado, simple ciego	ejercicio físico de resistencia de alta intensidad, mas suplementos nutricionales, y ambas intervenciones, en 100 residentes de hogares de ancianos frágiles en un período de 10 semanas, se encontró que los suplementos nutricionales no lograron aumentar la masa muscular cuando se administran solos, el peso corporal, aumentó, lo que sugiere que la masa grasa aumentó con el suplemento nutricional, en cuanto a la combinación del suplemento nutricional más el ejercicio de resistencia de alta intensidad evidencio una mejoría de la fuerza muscular y el tamaño muscular en el anciano frágil.	un medio viable para contrarrestar la debilidad física y muscular.	
2003	De los Reyes AD, Bagchi D, Preuss HG.	Overview of resistance training, diet, hormone replacement and nutritional supplements on age-related sarcopenia. A mini-review.	Revisión	En ensayos clínicos pequeños altamente controlados se acepta la necesidad de estimular al máximo la síntesis de proteínas musculares, se ha identificado que la dosis umbral de la leucina para la estimulación de la síntesis de proteína muscular en adultos mayores parece ser aproximadamente 3g; correspondiente a aproximadamente 25-30 g de una proteína de alta calidad. A partir de estos datos, se puede inferir que cualquier comida que contenga menos de la dosis de aminoácidos esenciales como la leucina, sería menos anabólico para el músculo esquelético en los adultos mayores		
2009	Symons TB, Sheffield-Moore M, Wolfe RR, Paddon-Jones D	A moderate serving of high-quality protein maximally stimulates skeletal	Experimental Ensayo controlado aleatorizado, paralelo	- A pesar de un aumento de tres veces en proteínas y contenido energético, no hubo un mayor aumento en la síntesis de proteínas después de la ingestión de 340 g carne de res magra en cualquier grupo de edad. La ingestión de más de 30 g		

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
		muscle protein synthesis in young and elderly subjects		<p>de proteína en una sola comida no mejorar aún más la estimulación de la síntesis de proteína muscular en jóvenes y ancianos.</p> <p>-La suplementación de la dieta con algunos aminoácidos específicos como: glutamina, leucina y otros aminoácidos ramificados; como isoleucina, valina, los resultados de la administración de leucina han sido favorables en adultos jóvenes, ya que estos incrementaron la masa libre de grasa cuando se ha utilizado en combinación con el ejercicio; sin embargo en los ancianos se ha conseguido demostrar un incremento de la masa libre de grasa utilizando suplementación con beta-hidroxi-beta-metilbutirato (un metabolito de la leucina) añadiendo con el ejercicio de resistencia, además, este incremento de la masa muscular se ha acompañado de un moderado incremento en la fuerza muscular que no ha sido concordante en todos los grupos musculares</p>		
2013	Beasley Jeannette M. Shikany James M, Thomson Cynthia A	The Role of Dietary Protein Intake in the Prevention of Sarcopenia of Aging	Revisión	<p>Sugieren un papel protector para la suplementación de proteínas en los adultos mayores al preservar la masa corporal magra y prevenir la fragilidad.</p> <p>Los aminoácidos esenciales estimulan el anabolismo proteico muscular en los ancianos, pero se desconoce si todos los aminoácidos son necesarios para lograr este efecto</p>		
2003	Volpi Elena, Kobayashi Hisamine, Sheffield- Moore	Essential amino acids are primarily responsible for the	Experimental ensayo clínico secuencial	Se evaluó si se requieren aminoácidos no esenciales en un suplemento nutricional para estimular el anabolismo proteico muscular en los ancianos. Se evaluó a 14 personas,		

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	Melinda, Mittendorfer Bettina, Wolfe Robert R	amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults.		<p>en edades entre 69 y 71 años, estas personas fueron reclutadas a través del "Centro Sealy del Envejecimiento" de la Universidad de Texas. Se realizaron dos grupos para comparar la respuesta del metabolismo de la proteína muscular de los cuales uno grupo de 6 personas de una edad promedio de 69 años; consume un suplemento de 18g de una combinación de 9 aminoácidos esenciales como: Histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina. El otro grupo de 8 personas entre la edad promedio de 71 años consume un suplemento de 40g de aminoácidos no esenciales compuesto por 18g AA Esenciales más 22g de AA No esenciales como: Alanina, arginina, asparagina, cisteína, glutamina, glicina, prolina, serina, tirosina. Fue administrado por vía oral, en pequeños bolos cada 10 minutos durante 3 horas. El metabolismo de la proteína muscular se midió en el estado basal y durante la administración de aminoácidos. Se evidencio resultados positivos utilizando suplementación de 18g de aminoácidos esenciales ya que son principalmente responsables de la estimulación inducida por el anabolismo de aminoácidos de la proteína muscular en los ancianos; mientras que la adición de 22g de aminoácidos no esenciales no produjo ningún efecto adicional sobre la síntesis proteica.</p>		
2003	Suzuki M	Glycemic carbohydrates	Revisión	la ingesta de hidratos de carbono con elevado índice glicémico junto con una mezcla de proteínas y aminoácidos		

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
		consumed with amino acids or protein right after exercise enhance muscle formation		justo después de realizar un ejercicio de resistencia tiene un efecto positivo sobre la síntesis de proteína muscular; además disminuye la acumulación de grasa corporal		
2001	Esmarck B, Andersen JL, Olsen S, Richter EA, Mizuno M, Kjaer M.	Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans	Experimental Ensayo controlado aleatorizado, paralelo	<p>Investigaron el efecto de la sincronización de un suplemento que contiene proteína y carbohidratos, consumido después del ejercicio, sobre el desarrollo de hipertrofia muscular y la fuerza durante un período de entrenamiento de resistencia en personas de edad avanzada.</p> <p>Completaron un programa de entrenamiento de resistencia de 12 semanas (3 veces por semana), recibieron proteína oral en forma líquida, este suplemento consistía en un gel de proteína que contiene 10g de proteína (de leche desnatada y de soja), 7g de hidratos de carbono y 3,3g de lípidos.</p> <p>La ingesta temprana de un suplemento de proteína por vía oral después del entrenamiento de fuerza puede ser importante para la síntesis de proteínas y la hipertrofia muscular en individuos de edad avanzada, y esto parece no estar relacionado con la hiperinsulinemia en respuesta a la ingesta de un suplemento de proteínas y carbohidratos. Estos resultados apoyan la hipótesis de que la ingesta temprana de proteínas después del ejercicio de resistencia aumenta la masa muscular total, así como la hipertrofia de las fibras</p>		

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
				musculares individuales en los seres humanos de edad avanzada.		
2011	Rosenberg Irwin H,	Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance	Revisión	Los ejercicios de resistencia y los suplementos nutricionales más el ejercicio, son modalidades que pueden afectar y revertir la pérdida de masa muscular y mejorar sustancialmente la fuerza muscular y la movilidad y el equilibrio; debido a que los suplementos nutricionales son utilizados para tratar la pérdida del músculo en el envejecimiento, sin embargo, si la actividad física no aumenta, los ancianos tienden a compensar el aumento de energía suministrada por los suplementos con reducción de la ingesta de alimentos, lo que resulta en un cambio de calorías en lugar de la suplementación; produciendo depleción en esta etapa.		
2000	Volpi E, Mittendorfer B, Rasmussen B, y Wolfe RR	The response of muscle protein anabolism to combined hyperaminoacidemia and glucose-induced hyperinsulinemia is impaired in the elderly.	Experimental Ensayo controlado aleatorizado, paralelo	La masa muscular disminuye con el envejecimiento. Los aminoácidos solos estimulan la síntesis de proteína muscular en los ancianos. Sin embargo, la suplementación nutricional mixta no logró mejorar la masa muscular. La hipótesis de que el fracaso de los suplementos nutricionales se debe a la capacidad de respuesta alterada de la proteína muscular anabolismo a una mayor disponibilidad de aminoácidos asociada con hiperinsulinemia endógena. -La respuesta del anabolismo de proteínas musculares para hiperaminoacidemia con hiperinsulinemia endógena se ve afectada en ancianos sanos debido a la falta de respuesta de la síntesis de proteínas.		

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
2011	Ricardo Rueda	Últimos avances en nutrición clínica. HMB: mecanismo de acción en la pérdida de masa muscular	Revisión	<p>Las ayudas ergogénicas, como el HMB (Beta-Hydroxy Beta-Methylbutyrate) influye en el mecanismo de acción en la pérdida de masa muscular. El HMB es un metabolito de la leucina, y la leucina es uno de los aminoácidos de cadena ramificada que utilizan las células para sintetizar proteínas. Sin embargo, son necesarias elevadas dosis de leucina para incrementar la masa y fuerza muscular.</p> <p>-El HMB es producido de forma natural en humanos y es precursor de la síntesis de colesterol en células musculares. Este ergogénico, cuenta con diversos beneficios entre ellos; mejora la integridad del músculo, ayuda a reducir el daño muscular, protege el músculo del daño relacionado con estrés, disminuye la degradación proteica en estados de enfermedad, protege la masa muscular, incrementa la síntesis proteica</p> <p>-Se ha demostrado el efecto del HMB en la recuperación de músculo tras la inmovilización de una pata en ratas de edad avanzada. Así, el grupo de ratas al que se le administró HMB mostró un claro incremento en la activación de células satélite, incrementando de forma significativa la formación de tejido muscular</p>		
2000	Knitter, A. E., Panton, L., Rathmacher, J. A., Petersen, A., & Sharp, R	Effects of β -hydroxy- β -methylbutyrate on muscle damage after a prolonged run	Experimental Ensayo controlado aleatorizado, doble ciego,	Han examinado los efectos del suplemento β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB) en el daño muscular como consecuencia del ejercicio de alta resistencia; participaron ocho hombres y ocho mujeres, en edades comprometidas de 20 a 50 años de edad, durante 6 semanas recibieron el		

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
				suplemento más el entrenamiento diario; este estudio muestra como los individuos que recibieron la suplementación con HMB mostraron menores incrementos en creatinfosfoquinasa (CPK) y lactato deshidrogenasa (LDH). Estos hallazgos apoyan la hipótesis de que la suplementación con HMB ayuda a prevenir el daño muscular inducido por el ejercicio		
2004	Borst S.	Interventions for sarcopenia and muscle weakness in older people	Revisión	Se ha demostrado que cuando un suplemento oral se toma inmediatamente tras el ejercicio se evidencia un incremento del 25% en el área transversal del músculo cuádriceps y de un 15% en la fuerza extensora, no ocurre el mismo efecto si se toma 2 horas después de realizar el ejercicio		
2001	Esmarck B, Andersen J, Olsen S, Richter E, Mizuno M, Kjaer M.	Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans	Experimental Aleatorizado en paralelo	La ingesta temprana de un suplemento de proteína por vía oral después de entrenamiento de resistencia es importante para el desarrollo de la hipertrofia en el músculo esquelético de los hombres de edad avanzada en respuesta al entrenamiento de resistencia.		
2003	Nissen S, Sharp R.	Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: a meta-	Revisión	El suplemento de HMB incrementa la fuerza y la masa muscular en combinación con el ejercicio de resistencia		

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
2001	Vukovich M.D., Stubbs N.B., Bohlken R.M.	analysis. Body composition in 70-year-old adults responds to dietary beta-hydroxy-beta-methylbutyrate similarly to that of young adults	Experimental Aleatorizado Doble ciego	El HMB podría beneficiar a los adultos mayores de 70 años de edad sometidos a un programa de ejercicio de 5 veces por semana - la suplementación con HMB altera la composición del cuerpo durante un programa de ejercicios de 8 semanas en adultos mayores de 70 años de edad, de una manera similar como en los adultos jóvenes. Esto sugiere que el mecanismo que causa la estimulación de la ganancia de masa muscular por HMB es esencialmente independiente de la edad.		
2013	Fitschen Peter J., Wilson Gabriel J., Wilson Jacob M., Wilund Kenneth R.	Efficacy of β -hydroxy- β -methylbutyrate supplementation in elderly and clinical populations	Revisión	El HMB disminuye la masa grasa y puede aumentar la masa muscular durante un plazo relativamente corto en el ejercicio de los adultos; sin embargo, el aumento de la masa muscular no pareció resultar en aumentos adicionales de la fuerza muscular. -los resultados de este estudio proporcionan apoyo suave para el uso de HMB en el ejercicio de las personas de edad avanzada, se necesitan estudios futuros que investigan la suplementación con HMB y sus efectos en el entrenamiento de fuerza de edad avanzada mediante una intervención más larga.		
2004	Ávila Funes, José Alberto; García Mayo, Emilio José.	Beneficios de la práctica del ejercicio en los ancianos	Revisión		El ejercicio en los ancianos produce efectos fisiológicos benéficos sin importar la edad y el nivel de incapacidad. El ejercicio puede usarse para mejorar el estado de salud en los ancianos sanos, ancianos frágiles, en nonagenarios y en aquellos con múltiples enfermedades. Una actividad aeróbica es aquella que requiere de ejercicio continuo de varios	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
					<p>grupos musculares para aumentar la frecuencia cardiaca sobre su nivel en reposo por un periodo sostenido de tiempo</p> <p>la caída del gasto cardiaco, la pérdida de la masa muscular y la disminución de la capacidad oxidativa muscular observada en ancianos sedentarios, provocan una pérdida en la capacidad aeróbica máxima a razón de 1% al año</p>	
2008	Molina JC.	Sarcopenia en la pérdida funcional: rol del ejercicio.	Revisión		<p>Las principales consecuencias de la sarcopenia son las relacionadas con la funcionalidad y la dependencia, como son la capacidad de marcha y las caídas. Existe una relación directa entre la fuerza muscular de las pantorrillas y la capacidad y velocidad de marcha y también entre la musculatura extensora del muslo y la capacidad de levantarse de una silla, subir escaleras o la velocidad de la marcha. Por todo esto, los ancianos con sarcopenia y debilidad en las extremidades inferiores tienen dificultad para realizar todas estas tareas y por lo tanto, tienen un mayor riesgo de dependencia.</p> <p>-El ejercicio llega a ser un factor de salud, ya que pasa a ser una terapia positiva equivalente a un fármaco en la prevención de la sarcopenia.</p>	
2014	Padilla Colón Carlos J., Sánchez Collado Pilar, y Cuevas María José	Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia	Revisión		<p>la sarcopenia representa un deterioro del estado de salud con un costo 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</p> <p>-el entrenamiento de fuerza es uno de los métodos más eficaces para combatir la sarcopenia.</p>	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
2006	Peláez Rosa Burgos	Sarcopenia en ancianos.	Revisión		El ejercicio de resistencia de alta intensidad en el adulto mayor mejora la masa muscular, la fuerza muscular, el equilibrio y la resistencia	El adulto mayor es más vulnerable a los efectos secundarios del tratamiento sustitutivo con testosterona - solo se ha evidenciado mejoría en adultos jóvenes -han utilizado dosis supra fisiológicas de testosterona en pacientes hipogonadales jóvenes y han obtenido resultados similares a los producidos con ejercicios de resistencia, este tratamiento sustitutivo con testosterona se asocia con un incremento en la masa magra, una disminución en la masa grasa, un incremento en la fuerza muscular y en la síntesis proteica muscular
2011	Cruz-Jentoft A, Cuesta Trianab F, Gómez-Cabrerac ,MC, López-Sotod A, Masanésd F, Matía Martíne P, Serra-Rexachf, JA, Ruiz-Hidalgo D, Salvà A, Viña J, y Formiga F.	La eclosión de la sarcopenia: Informe preliminar del Observatorio de la Sarcopenia de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología	Revisión		Existen cuatro modalidades de ejercicio físico que pueden ser beneficiosos para mejorar el estado funcional de los adultos mayores <ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio de Resistencia o Potenciación Muscular Consisten en la realización de contracciones dinámicas o estáticas contra una resistencia; como por ejemplo desarrollando el levantamiento de pesas, con máquinas de resistencia o utilizando bandas elásticas. -Este tipo de ejercicio no solo aumentan la masa y potencia muscular, sino que mejoran otros aspectos como el equilibrio, la capacidad aeróbica, la flexibilidad, y otras limitaciones funcionales - el entrenamiento de fuerza es uno de los métodos más eficaces para combatir la sarcopenia <ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio Aeróbico - los ejercicios aeróbicos de intensidad	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
					<p>media o moderada, como caminar o bicicleta estática a un 60% a 75% de la frecuencia cardíaca máxima, han demostrado su utilidad y mejoría en el sistema cardiovascular y en actividades tales como caminar o levantarse de una silla.</p> <p>-el ejercicio aeróbico en los adultos mayores, se realicen con una reserva de frecuencia máxima alrededor del 40-60% una sesión de ejercicios durante 30 – 60 minutos al día, tres días por semana y al menos seis semanas; por supuesto, el aumento del tiempo y la intensidad debe ser progresivo</p> <p>- no existe una asociación positiva con la detención del proceso de la sarcopenia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio de Equilibrio <p>-tipo de ejercicio es mantenerse en pie sobre un solo pie, subir y bajar escaleras lentamente, caminar sobre las puntas y los talones</p> <p>- recomiendan estos ejercicios entre 1 y 7 días por semana, en 1-2 series de 4-10 ejercicios diferentes, aumentando la dificultad progresivamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio de Flexibilidad o Elasticidad <p>-La disminución de la elasticidad se asocia a un aumento de la incapacidad física. Se recomiendan ejercicios encaminados a aumentar la amplitud de los movimientos de los grupos musculares mayores 1-7 días en semana. La distensión del músculo debe mantenerse unos 20 segundos. La intensidad debe aumentarse progresivamente</p> <p>- Se resalta que estos ejercicios no han demostrado cambios significativos en el volumen de la fuerza y masa muscular.</p>	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
2009	Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner	Exercise and physical activity for older adults.	Revisión		Hay evidencia de que el ejercicio regular puede reducir al mínimo los efectos fisiológicos de un estilo de vida sedentaria lo contrario y aumentar la esperanza de vida activa, al limitar el desarrollo y la progresión de la enfermedad crónica y condiciones. Discapacitantes. También hay evidencia emergente para los beneficios psicológicos y cognitivos significativos derivados de la participación regular de ejercicio por los adultos mayores. Lo ideal sería que la prescripción de ejercicio para los adultos mayores debe incluir ejercicios aeróbicos, ejercicios de fortalecimiento muscular y ejercicios de flexibilidad.	
2007	Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, Macera CA, Castaneda S.C.	Physical activity and public health in older adults. Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association	Revisión		Ejercicio de Resistencia Este entrenamiento es importante en los adultos mayores, es necesario tener en cuenta la relación a su intensidad y duración realizar estos ejercicios con pesas, 2-3 días por semana, en 1-3 series de 8-12 repeticiones cada una, que incluyan los 8-10 grupos musculares mayores, con una intensidad del 70-80% de la potencia máxima que puede realizarse con ese grupo muscular y con un descanso de un minuto entre las series.	
2013	Mata-Ordóñez F, I. CM, Heredia-Elvar JR, Moral-González S, Marcos-Becerro JF,	Sarcopenia and resistance training: actual evidence	Revisión		-La importancia de la actividad física para la coordinación y el equilibrio en el adulto mayor no ha sido completamente evaluada - los programas del ejercicio del equilibrio tienen el objetivo de mejorar las reacciones posturales y así disminuir el miedo a caer y la frecuencia de las caídas.	A mayor edad se presenta baja concentración de testosterona en hombres y en mujeres posmenopáusicas, se ve afectada la disminución de los niveles de los estrógenos, hormonas que ejercen efectos anabólicos similares a los de la testosterona

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	Da Silva-Grigolletto ME				<p>-este tipo de ejercicio en la marcha en tándem, y equilibrio se ha evidenciado en algunos estudios, la eficacia en adultos mayores sanos y en aquellos con alteraciones de la movilidad, por lo que es recomendable</p> <p>- El ejercicio de equilibrio puede ser estático o dinámico éste último es aquel que incluye movimientos lentos, suaves y rítmicos; como por ejemplo el Tai Chi</p> <p>- La mejor opción terapéutica contra la sarcopenia es el ejercicio, dado que el mismo favorece el aumento de la masa y la función muscular. Específicamente el entrenamiento de la fuerza, por la especificidad del estímulo que proporciona, se considera el más adecuado para la sarcopenia</p> <p>- el entrenamiento de la fuerza puede contrarrestar deficiencias morfofuncionales relacionadas con la edad</p>	
2014	Joshua AM, D'Souza V, Unnikrishnan B, Mithra P, Kamath A, Acharya V, Venugopal A	Effectiveness of Progressive Resistance Strength Training Versus Traditional Balance Exercise in Improving Balance Among the Elderly - A Randomised Controlled Trial	Experimental ensayo controlado aleatorio paralelo		<p>han demostrado que las fibras musculares tipo II contribuyen principalmente para el tiempo de reacción rápida y el mantenimiento del equilibrio ya que es fundamentalmente necesario mantener aumentadas este tipo de fibras, por ende recomiendan continuar un entrenamiento de fuerza y equilibrio</p> <p>- El entrenamiento de fuerza resistencia progresiva en intervención individual dirigido a los músculos clave de las extremidades inferiores es más eficaz que el ejercicio tradicional de equilibrio mejorando límites de estabilidad entre los no ancianos débiles de ≥ 65 años de edad.</p>	
2012	Vidarte Claros, J.A; Quintero	Efectos del ejercicio físico en la	Ensayo controlado No		<p>se evidenció una asociación significativa entre el ejercicio aeróbico y el aumento de la fuerza y flexibilidad de los</p>	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	Cruz, M.V; Herazo Beltrán, Y.	condición física funcional y la estabilidad en adultos mayores	aleatorio Secuencia I		miembros superiores, de la capacidad aeróbica, del equilibrio y de la autoconfianza para caminar por el barrio en un grupo de adultos mayores de 60 años	
2011	Jones T, Stephenson K, King J, Knight K, Marshall T, Scott W.	Sarcopenia: mecanismos y tratamientos	Revisión		Las actividades físicas cotidianas como caminar, jardinería, no son suficientes para prevenir cambios sarcopénicos durante un periodo de tres años, en población de adultos mayores de 68 a 92 años	
2010	Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM	Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis.	Meta-análisis		Un total de 1079 participantes, con una edad media entre 60 y 75 años se reveló un aumento en la fuerza, variaron desde 9.8 Kg hasta 31.6kg promedio de 12 a 24 semanas respectivamente en la fuerza de prensa de piernas, (LP) press de pecho, (CP) extensión de la rodilla (KE) y tirón lateral (Lat) -Los estudios revelan que tras un programa de entrenamiento progresivo de fuerza, las personas mayores incrementan su fuerza.	
1996	Ades P.A, Ballor D.L, Ashikaga T, Utton J.L., Nair K.S	Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons.	Experimental Ensayo controlado aleatorio Paralelo		Los participantes en el programa de entrenamiento de resistencia submáxima aumentaron caminar por 9 minutos un aumento del 38%, mientras que no se observaron cambios en los controles entre los grupos. La relación entre el cambio en la fuerza de las piernas y el cambio en la resistencia caminar fue significativa Ninguno de los grupos mostró un cambio en la capacidad aeróbica máxima o en la composición de todo el cuerpo, aunque la masa libre de grasa de la pierna aumentó en el grupo de ejercicio. -El entrenamiento de resistencia durante 3 meses mejora la fuerza de las piernas	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
					y la resistencia caminar en, los ancianos residentes en la comunidad saludable. Este hallazgo es relevante para las personas mayores en riesgo de discapacidad, porque la resistencia caminar y fuerza de las piernas son componentes importantes de la actividad física.	
2005	Ades P.A, Savage P.D, Brochu, M, Tischler M.D, Lee N.M, Poehlman E.T.	Resistance training increases total daily energy expenditure in disabled older women with coronary heart disease	Experimental Ensayo controlado aleatorizado paralelo		La resistencia a la formación de una duración de 6 meses conduce a un aumento del gasto total de energía y el gasto de energía en la actividad física en mujeres mayores con enfermedad coronaria crónica.	
2003	Ades P.A, Savage P.D, Cress M.E, Brochu, M, Lee N.M, Poehlman E.T	Resistance training on physical performance in disabled older female cardiac patients	Experimental Ensayo controlado aleatorizado paralelo		Las mujeres mayores con enfermedad coronaria participaron en un programa para mejorar su capacidad física. Los beneficios se extienden más allá de las actividades relacionadas con la fuerza- como resistencia, el equilibrio, la coordinación y la flexibilidad; todo mejoró. La formación de la fuerza debe considerarse como un componente importante en la rehabilitación de mujeres de edad con cardiopatía coronaria.	
2000	Bemben D.A, Fetters N.L., Bemben M.G., Nabavi N., Koh E.T.	Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women.	Experimental ensayo controlado aleatorizado paralelo		La formación de protocolos de alta carga y alta repetición de resistencia son efectivas para mejorar la fuerza y el tamaño muscular en mujeres posmenopáusicas; lo que indica que a baja intensidad de resistencia puede ser beneficioso para la aptitud muscular en las mujeres para quienes la alta carga está contraindicado el ejercicio de intensidad.	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
1999	Beniamini, Y., Rubenstein J.J, Faigenbaum A.D., Lichtenstein A.H., Crim M.C.	High-intensity strength training of patients enrolled in an outpatient cardiac rehabilitation program.	Experimental Ensayo controlado aleatorio paralelo		Con supervisión médica de entrenamiento de fuerza de alta intensidad es bien tolerado cuando se añade el ejercicio aeróbico en programas de rehabilitación y permite a los pacientes obtener agresivamente la fuerza y la resistencia que se necesita para completar las tareas de la vida diaria en los esfuerzos más bajos percibidos. El entrenamiento de fuerza también reduce factores de riesgo cardíacos mediante la composición corporal y el tiempo máximo de esfuerzo.	
2005	Binder, E.F, Yarasheski K.E., Steger-May, K., Sinacore D.R., Brown M., Schechtman K.B., Holloszy J.O.	Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized, controlled trial	Experimental Ensayo controlado aleatorio paralelo		Tres meses de formación progresivo ejercicio resistencia supervisados en la fuerza muscular del muslo voluntario máxima y todo cuerpo libre de grasa magra en frágiles residentes en la comunidad de edad avanzada mujeres y hombres. Este programa de ejercicio supervisado puede no ser suficiente para reducir conjunto- cuerpo o área grasa intra-abdominal en esta población.	
2002	Brochu M., Savage P., Lee M., Dee J., Cress M.E., Poehlman E.T., Tischler M., Ades P.A.	Effects of resistance training on physical function in older disabled women with coronary heart disease	Experimental Ensayo controlado aleatorio paralelo		Mujeres mayores con discapacidad y enfermedad coronaria que participaron en la fuerza de entrenamiento son capaces de entrenar a una intensidad suficiente para producir mejorías en varios dominios de medida física, desempeño funcional, a pesar de ello la masa corporal magra no cambio	
2001	Castaneda C., Gordon P.L., Uhlin K.L., Levey A.S.,	Resistance training to counteract the catabolism	Experimental Ensayo controlado Aleatoriza		Al mejorar la masa muscular, el estado nutricional y la función, el entrenamiento de resistencia parece ser eficaz contra el catabolismo de una dieta baja en proteínas y uremia en pacientes renales	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	Kehayias J.J., Dwyer J.T., Fielding R.A., Roubenoff R., Singh M.F.	of a low-protein diet in patients with chronic renal insufficiency. A randomized, controlled trial. Ann	do paralelo			
2005	De Vos N.J., Singh N.A., Ross D.A., Stavrinou T.M, Orr R., Fiatarone Singh M.A.	Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults	Experimental Ensayo controlado Aleatorizado paralelo		El uso de cargas pesadas durante el entrenamiento de la fuerza explosiva puede ser la estrategia más eficaz para lograr mejoras simultáneas en la fuerza muscular, potencia y resistencia en los adultos mayores.	
2006	Fatouros I.G., Kambas A., Katrabasas I., Leontsini D., Chatzinikolaou A., Jamurtas A.Z., Douroudos I., Aggelousis N., Taxildaris K.	Resistance training and detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent.	Experimental Ensayo controlado Aleatorizado paralelo		La resistencia a la formación por sí mejora la flexibilidad en los ancianos. Sin embargo, las intensidades de mayor 60% de 1RM son más eficaces en la producción de flexibilidad y mejora la fuerza con la resistencia a la formación; es también dependiente de la intensidad desentrenamiento parece invertir la formación de resistencia y flexibilidad ganancias en la edad avanzada en un dependiente de la intensidad manera.	
2005	Fatouros I.G., Tournis S., Leontsini D., Jamurtas A.Z., Sxina M., Thomakos	Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following	Experimental Ensayo controlado aleatorizado paralelo		Resistencia al entrenamiento y desentrenamiento pueden alterar la leptina y adiponectina respuestas en una intensidad -dependiente. leptina y adiponectina los cambios se asociaron fuertemente con la tasa metabólica en reposo y cambios antropométricos.	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	P., Manousaki M., Douroudos I., Taxildaris K., Mitrakou A.	resistance training and detraining are intensity related				
2003	Figueroa A., Going S.B., Milliken L.A., Blew R.M., Sharp S., Teixeira P.J., Lohman T.G.	Effects of exercise training and hormone replacement therapy on lean and fat mass in postmenopausal women	Experimental Ensayo controlado aleatorizado paralelo		Ejercicio de entrenamiento resultó en cambios beneficiosos significativos en tejidos blandos magros y en masa grasa en mujeres posmenopáusicas. Estos cambios en la composición corporal no fueron influenciados por el uso de terapia de reemplazo hormonal TRH prolongada ni acompañados por cambios en los niveles totales de las hormonas determinadas en el estudio.	
2001	Greiwe J.S., Cheng B., Rubin D.C., Yarasheski K.E., Semenkovich C.F.	Resistance exercise decreases skeletal muscle tumor necrosis factor alpha in frail elderly humans	Experimental Ensayo controlado aleatorizado paralelo		TNF- alfa contribuye a la edad muscular con emaciación y que la resistencia de ejercicio puede atenuar este proceso mediante la supresión de músculo esquelético TNF- alfa expresión.	
2000	Haykowsky M., Humen D., Teo K., Quinney A., Souster M., Bell G., Taylor D.	Effects of 16 weeks of resistance training on left ventricular morphology and systolic function in healthy men >60 years of age.	Experimental Ensayo controlado aleatorizado paralelo		6 semanas de entrenamiento de resistencia RT fue suficiente para aumentar prensa de piernas y press de banca fuerza máxima, pero no alteran el tamaño o función sistólica del senescente ventrículo izquierdo	
2005	Haykowsky M.,	Effect of exercise	Experimental		Doce semanas de ST y COMT son tan eficaces como las 12 semanas de efecto	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	McGavock J., Vonder Muhl I., Koller M., Mandic S., Welsh R., Taylor D	training on peak aerobic power, left ventricular morphology, and muscle strength in healthy older women	ensayo clínico controlado y aleatorizado cruzado		aeróbico AT en la mejora relativa VO 2 pico ; sin embargo, entrenamiento de fuerza ST y combinación del entrenamiento aeróbico y de fuerza COMT son más eficaces que AT para mejorar la fuerza de las extremidades superior e inferior. Además AT y/o ST no altera la morfología del VI o función diastólica. Estos hallazgos sugieren que para las mujeres mayores para lograr una mejora en la condición física óptima que debe realizar el entrenamiento aeróbico y de fuerza.	
2006	Henwood T.R., Taaffe D.R.	Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance	Experimental Controlado o Aleatorizado en paralelo		El entrenamiento de resistencia es una estrategia eficaz para mejorar el rendimiento físico en los adultos mayores, se sabe menos sobre el tipo más eficaz de los ejercicios de resistencia o el papel de la formación funcional. -El rendimiento funcional fueron modestos entre los protocolos de entrenamiento, a corto plazo se combina la resistencia una vez por semana y una vez que el entrenamiento funcional semanal en los adultos mayores fue tan eficaz en la mejora de la fuerza muscular entrenamiento de resistencia como dos veces por semana. Estos resultados tienen implicaciones importantes para los adultos mayores que no pueden o no quieren asistir frecuentemente instalaciones para hacer ejercicio.	
2008	Igwebuike A., Irving B.A., Bigelow M.L., Short K.R., McConnell J.P., Nair	Lack of dehydroepiandrosterone effect on a combined endurance and resistance	Experimental ensayo controlado aleatorizado, doble ciego		Doce semanas de composición combinada de resistencia y entrenamiento de resistencia mejorado significativamente cuerpo, el rendimiento físico, la sensibilidad a la insulina, y el número de partículas de colesterol de lipoproteínas de baja densidad y tamaño, mientras que la	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	K.S	exercise program in postmenopausal women			dehidroepiandrosterona DHEA tuvo ningún beneficio adicional.	
2005	Kalapotharakos V.I., Michalopoulos M., Tokmakidis S.P., Godolias G., Gourgoulis V	Effects of a heavy and a moderate resistance training on functional performance in older adults.	Experimental ensayo controlado aleatorizado en paralelo		El entrenamiento de resistencia puede mejorar la fuerza y el rendimiento funcional, pero hay poca información sobre el efecto de la intensidad de la formación en el rendimiento funcional en los adultos mayores - El desempeño funcional mejoró de manera similar tanto para entrenamiento de resistencia fuerte HRT y entrenamiento de resistencia moderada MRT después del período de entrenamiento. El desempeño funcional puede mejorar significativamente con el entrenamiento de resistencia, ya sea fuerte o moderada, sin diferencias significativas en la eficacia de los protocolos de entrenamiento.	
2003	Miszko T.A., Cress M.E., Slade J.M., Covey C.J., Agrawal S.K., Doerr C.E	Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults	Experimental ensayo controlado aleatorizado en paralelo		El desempeño de las tareas diarias, como subir escaleras o levantar un objeto, requiere tanto de fuerza y potencia muscular. Reducciones asociadas a la edad en la fuerza y el poder pueden afectar la capacidad de una persona mayor para completar las tareas diarias, como subir escaleras y levantar a un niño. - El Entrenamiento de potencia es el más efectivo que el entrenamiento de fuerza para mejorar la función física en los adultos mayores residentes en la comunidad.	
2001	Panton L.B., Franke W.D., Bleil D.A., Baier S.M., King D.S.	Effects of resistance training on cardiovascular responses to lower body	Experimental ensayo controlado aleatorizado Paralelo		Los resultados indican que un programa de entrenamiento de resistencia de 12 semanas, de intensidad y volumen suficiente, puede aumentar significativamente la fuerza del cuerpo superior e inferior y la fibra muscular área de sección transversal en los	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
		negative pressure in the elderly			ancianos. Sin embargo, la fuerza muscular aumenta y la masa no se asocia con una alteración en las respuestas cardiovasculares al submáxima de la prueba LBNP (evalúa las respuestas cardiovasculares pre y post entrenamiento a un desafío ortostática.) en ancianos sanos.	
2001	Pu C.T., Johnson M.T., Forman D.E., Hausdorff J.M., Roubenoff R., Foldvari M., Fielding R.A., Singh M.A.	Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure	Experimental ensayo controlado aleatorizado Paralelo		Entrenamiento de resistencia progresiva de alta intensidad mejora las características del músculo esquelético deteriorados y el rendimiento general del ejercicio en las mujeres mayores con Insuficiencia cardíaca sistólica crónica ICC Estas ganancias se explican en gran medida por el músculo esquelético y no descansar adaptaciones cardíacas.	
2004	Reeves N.D., Narici M.V., Maganaris C.N.	Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans.	Experimental ensayo controlado aleatorizado paralelo		La fuerza muscular específica del músculo vasto lateral VL se incrementó en un 19%, pasando de 27 antes a 32,1 después del entrenamiento destacando la eficacia del entrenamiento de fuerza para aumentar la capacidad de producción de fuerza intrínseca del músculo esquelético en la vejez	
2001	Sharman M.J., Newton R.U., Triplett-McBride T., McGuigan M.R., McBride J.M., Hakkinen A., Hakkinen K., Kraemer	Changes in myosin heavy chain composition with heavy resistance training in 60- to 75-year-old men and women.	Experimental ensayo controlado aleatorizado paralelo		Los resultados muestran claramente que los sujetos de edad avanzada bajo entrenamiento de resistencia fuerte tienen la capacidad de producir un cambio similar en la expresión de las isoformas de cadena pesada de la miosina MHC de MHC IIb a MHC IIa, como se ha demostrado que se producen en los sujetos más jóvenes. Esto pone de manifiesto la plasticidad del músculo esquelético humano en respuesta al entrenamiento de resistencia fuerte, incluso a edades más	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
2005	W.J. Stewart K.J., Bacher A.C., Turner K.L., Fleg J.L., Hees P.S., Shapiro E.P., Tayback M., Ouyang P.	Effect of exercise on blood pressure in older persons: a randomized controlled trial. Arch.	Experimental ensayo controlado aleatorizado paralelo		avanzadas. Debido a las diferencias relacionadas con la edad en la causa de la hipertensión, no se sabe si las pautas de ejercicio actuales para reducir la presión arterial (PA) son aplicables a las personas mayores. Pocos estudios de ejercicio en personas de edad han evaluado cambios PA en relación con los cambios en la composición corporal o idoneidad. - Un programa de 6 meses de entrenamiento aeróbico y de resistencia bajó la presión arterial diastólica PAD, pero no la presión arterial sistólica PAS en los adultos mayores con hipertensión leve más que en los controles. La consiguiente falta de mejoría en la rigidez aórtica en ejercicios sugiere que las personas mayores pueden ser resistentes a las reducciones inducidas por el ejercicio de la PAS. Una mejor composición corporal se asoció con reducciones de la PA y pueden ser una vía por la cual el ejercicio de entrenamiento mejora la salud cardiovascular en hombres y mujeres mayores.	
2014	Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zúñiga C, Arai H, Boirie Y, Chen LK, Fielding RA, Martin FC, Michel JP1, Sieber C, Stout JR, Studenski SA, Vellas	Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative	Revisión	- Los resultados de las intervenciones nutricionales son equívocos debido al bajo número de estudios y diseño del estudio heterogéneo. -Suplementos de aminoácidos esenciales (EAA), incluyendo aproximadamente 2,5 g de leucina y ácido (HMB) suplementos-β-β metilbutírico hidroxilo, muestran algunos de los efectos en la mejora de los parámetros de masa y función muscular. -Los suplementos de proteínas no han mostrado beneficios consistentes en la	-Las intervenciones con ejercicios parecen tener un papel en el aumento de la fuerza muscular y mejorar el rendimiento físico, aunque no parecen aumentar constantemente la masa muscular, en las personas frágiles, sedentarias, residentes en la comunidad de mayor edad. - Los resultados sugieren que la combinación de varios tipos de ejercicio en un programa también puede mejorar la fuerza muscular y el rendimiento físico.	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	B, Woo J, Zamboni M, Cederholm T.	(EWGSOP and IWGS).		masa muscular y la función.		
2011	Freiberger E, Sieber C, Pfeifer K.	Physical activity, exercise, and sarcopenia - future challenges.	Revisión		La degradación de la masa muscular conduce a una pérdida de fuerza, más tarde a un estado de disminución funcional, deterioro de la movilidad, un mayor riesgo de caídas, y, finalmente, un mayor riesgo de mortalidad. - Tanto la actividad física y el ejercicio han demostrado que disminuye el riesgo de sarcopenia y la aparición de limitaciones funcionales en las personas mayores.	
2003	Izquierdo M., Hakkinen K., Ibanez J., Anton A., Garrues M., Ruesta M., Gorostiaga E.M	Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men.	Ensayo controlado No aleatorio paralelo		El entrenamiento de fuerza obtuvo una mejora significativa en la resistencia máxima y submáxima durante las primeras 8 semanas de entrenamiento de fuerza en hombres de 46 y 64 años de edad, en parte relacionada con la intensidad y el volumen de entrenamiento de resistencia utilizados y al nivel de entrenamiento de los sujetos. Las relaciones encontradas en este estudio entre varios índices de concentraciones de pruebas de ciclismo y de la hormona del suero después de entrenamiento de la fuerza sugieren que los ciclos máximos incrementados podrían ser utilizados como una prueba adicional para detectar las respuestas anabólico-catabólico al entrenamiento de fuerza prolongada en los hombres de mediana edad y mayores.	
2001	Izquierdo M., Hakkinen K., Ibanez J., Garrues M., Anton A., Zuniga A.,	Effects of strength training on muscle power and serum hormones in	ensayo controlado No aleatorio paralelo		Estos datos indican que un programa de entrenamiento de fuerza total del prolongado podría llevar a grandes ganancias en la fuerza y el poder de carga características máximas de los músculos de las extremidades superiores e inferiores, pero el patrón de	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	Larrion J.L., Gorostiaga E.M.	middle-aged and older men.			desarrollo máximo y poder parecían diferir entre las extremidades superiores e inferiores, tanto en grupos, posiblemente limitadas en magnitud debido neuromuscular y / o alteraciones endocrinas asociadas a la edad.	
1999	Kraemer W.J., Hakkinen K., Newton R.U., Nindl B.C., Volek J.S., McCormick M., Gotshalk L.A., Gordon S.E., Fleck S.J., Campbell W.W., Putukian M., Evans W.J	Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men	ensayo controlado No aleatorio paralelo		Con el entrenamiento del grupo de mayor edad demostró un aumento significativo de testosterona total en respuesta al ejercicio de estrés, junto con una disminución significativa en reposo cortisol. Estos datos indican que los hombres mayores responden con un perfil hormonal mejorado en la primera fase de un programa de entrenamiento de resistencia, pero la respuesta es diferente de la de los hombres más jóvenes.	
2006	Holviaia J.H., Sallinen J.M., Kraemer W.J., Alen M.J., Hakkinen K.K.	Effects of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women	ensayo controlado No aleatorio paralelo		Este estudio indica que el entrenamiento de resistencia pesada corporal total, incluyendo entrenamiento dinámico explosivo, se puede aplicar en los protocolos de rehabilitación o de ejercicio preventivo en el envejecimiento de las mujeres para mejorar las capacidades de equilibrio dinámico.	
2005	Ibanez J., Izquierdo M., Arguelles I., Forga L., Larrion J.L., Garcia-	Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal	ensayo controlado No aleatorio cruzado		Dos sesiones por semana de entrenamiento de resistencia progresiva, sin una dieta concomitante pérdida de peso, mejora significativamente la sensibilidad a la insulina y la glucemia en ayunas y disminuye la grasa abdominal en hombres mayores de 67	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	Unciti M., Idoate F., Gorostiaga E.M.	fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes			años con diabetes tipo 2.	
1996	Ballor D.L., Harvey-Berino J.R., Ades P.A., Cryan J., Calles-Escandon J.	Contrasting effects of resistance and aerobic training on body composition and metabolism after diet-induced weight loss	ensayo controlado No aleatorio paralelo		Por lo tanto, las alteraciones en el metabolismo de reposo o la oxidación de grasas (reposo o postprandial) no parecen ser el mecanismo (s) por el cual el ejercicio de entrenamiento facilita el mantenimiento de la pérdida de peso inducida por la dieta.	
2005	Bautmans I., Njemini R., Vasseur S., Chabert H., Moens L., Demanet C., Mets T.	Biochemical changes in response to intensive resistance exercise training in the elderly. Gerontology	ensayo controlado No aleatorio paralelo		Se supone que la inflamación de bajo grado, que se caracteriza por el aumento de circulación de IL-6 y TNF-alfa, se relaciona con el desarrollo de la sarcopenia. El ejercicio físico, el entrenamiento de resistencia especialmente alta intensidad, se ha demostrado ser eficaz en la restauración del déficit de fuerza en los ancianos. El ejercicio intenso está acompañado por la liberación significativa de IL-6 y TNF-alfa en la circulación sanguínea, pero no resulta en pérdida de masa muscular. Cambios inducidos por el ejercicio en la proteína de choque térmico (HSP), responsables de la protección celular en situaciones de estrés, pueden interferir con la reacción de fase aguda y la adaptación muscular. - El entrenamiento de fuerza en los ancianos induce cambios en la expresión de Hsp70, asociados al	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
					aumento de la fuerza y citocinas circulantes	
1994	Campbell W.W., Crim M.C., Young V.R., Evans W.J.	Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults.	Experimental ensayo controlado aleatorizado paralelo		La composición corporal y los componentes del metabolismo de la energía fueron examinados en 12 hombres y mujeres, de edad 56 a 80 y, antes y después de 12 semanas de entrenamiento de resistencia. - El entrenamiento de resistencia es una manera eficaz de aumentar los requisitos de energía, disminuir la masa de grasa corporal, y mantener la masa de tejido metabólicamente activo en las personas mayores saludables y puede ser útil como un complemento a los programas de control de peso para los adultos mayores.	
2007	Hartman M.J., Fields D.A., Byrne N.M., Hunter G.R.	Resistance training improves metabolic economy during functional tasks in older adults.	ensayo controlado No aleatorio paralelo		Estos resultados sugieren que un programa de entrenamiento de fuerza de alta intensidad podría afectar a la economía del ejercicio durante las tareas diarias y mejorar la facilidad de la actividad física, proporcionando de esta manera un posible mecanismo para aumentar la calidad de vida en una población de más edad y geriátrica.	
2007	Reynolds T.H., Supiano M.A., Dengel D.R.	Regional differences in glucose clearance: effects of insulin and resistance training on arm and leg glucose clearance in older hypertensive individuals	ensayo controlado No aleatorio paralelo		La mayor eliminación de glucosa (GC) en el brazo que en la pierna en la línea de base se debe principalmente a la mejora del flujo sanguíneo (BF) del brazo. Además, todo el cuerpo con entrenamiento de resistencia (RT) parece aumentar GC en la pierna, pero no en el brazo	
2002	Hurlbut D.E., Lott M.E.,	Does age, sex, or ACE	ensayo controlado		Estos resultados indican que el entrenamiento de fuerza (ST) tiene un	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	Ryan A.S., Ferrell R.E., Roth S.M., Ivey F.M., Martel G.F., Lemmer J.T., Fleg J.L., Hurley B.F.	genotype affect glucose and insulin responses to strength training?	No aleatorio paralelo		efecto más favorable sobre la respuesta de la insulina a una prueba de tolerancia oral a la glucosa (OGTT) en los hombres que en las mujeres y ofrece cierto apoyo a la hipótesis de que el genotipo de la angiotensina I de la enzima convertidora (ACE) puede influir en las respuestas de insulina para el ST	
2001	Lemmer J.T., Ivey F.M., Ryan A.S., Martel G.F., Hurlbut D.E., Metter J.E., Fozard J.L., Fleg J.L., Hurley B.F.	Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons	ensayo controlado No aleatorio paralelo		Los cambios en absoluto y relativo de la tasa metabólica en reposo (RMR) en respuesta al entrenamiento de fuerza (ST) se ven influidas por el género pero no la edad. Los cambios en la composición corporal en respuesta al ST no se deben a cambios en la actividad física fuera de la formación.	
2007	Lemmer J.T., Martel G.F., Hurlbut D.E., Hurley B.F.	Age and sex differentially affect regional changes in one repetition maximum strength	ensayo controlado No aleatorio paralelo		Para evaluar la influencia de la edad y el sexo en los cambios regionales en 1 repetición máxima (1RM), 10 hombres y 8 mujeres jóvenes de 20-30 años y 11 hombres 10 mujeres mayores de 65-75 años fueron estudiados antes y después de un programa de entrenamiento de fuerza en todo el cuerpo durante 24 semanas -Los sujetos más jóvenes mostraron un mayor aumento de la fuerza que los sujetos de mayor edad, y los hombres mostraron un mayor aumento de la fuerza en comparación con las mujeres. Los cambios en puntuación inferior del cuerpo (LBS) se vieron afectados por la edad con los sujetos más jóvenes muestran un mayor aumento en la resistencia en comparación con los sujetos de mayor edad, pero no por el sexo. Estos datos indican que los aumentos regionales en la fuerza son	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
					diferencialmente afectados por la edad y el sexo	
2001	Roth S.M., Ivey F.M., Martel G.F., Lemmer J.T., Hurlbut D.E., Siegel E.L., Metter E.J., Fleg J.L., Fozard J.L., Kostek M.C., Wernick D.M., Hurley B.F.	Muscle size responses to strength training in young and older men and women.	Ensayo controlado No aleatorio paralelo		Los resultados indican que ni la edad ni el género afectan el músculo en respuesta al volumen de todo el cuerpo al entrenamiento de fuerza (ST). El volumen muscular, en lugar del área de sección transversal CSA muscular, se recomienda el estudio de las respuestas de la masa muscular a ST.	
1995	Welle S., Thornton C., Statt M	Myofibrillar protein synthesis in young and old human subjects after three months of resistance training. Am	ensayo controlado No aleatorio paralelo		El presente estudio se realizó para examinar las tasas de síntesis de proteínas miofibrilares antes y después de un programa de ejercicios de resistencia progresiva de 3 meses en los hombres y mujeres jóvenes y mayores. - Todo el recambio proteico corporal aumentó aproximadamente un 10% sólo en el grupo más joven, y 24 h excreción urinaria de 3 metilhistidina (un índice de proteólisis miofibrilar) no se vio afectada significativamente por el entrenamiento. Estos datos sugieren que la tasa de síntesis de miofibrilar más lenta en sujetos de más edad no se puede explicar por el desuso.	
2007	Bottaro M., Machado S.N., Nogueira W., Scales R., Veloso J	Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older	Ensayo controlado No aleatorio paralelo		No hay diferencia significativa entre los grupos con mejor fuerza muscular. Parece que en los hombres mayores puede haber una mejoría significativamente mayor en el rendimiento funcional y potencia muscular con entrenamiento de fuerza versus entrenamiento de resistencia a baja velocidad.	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
		men.				
2006	Candow D.G., Chilibeck P.D., Facci M., Abeysekara S., Zello G.A.	Protein supplementation before and after resistance training in older men.	Ensayo controlado No aleatorio doble ciego		La suplementación con proteína antes o después del entrenamiento no tiene efecto sobre la masa muscular y la fuerza en hombres mayores. El entrenamiento de resistencia RT fue suficiente para superar los déficits en el tamaño muscular de los flexores del codo y flexores dorsal del tobillo y la fuerza de presión de piernas en los hombres mayores en comparación con los hombres más jóvenes	
2005	Galvao D.A., Taaffe D.R	Resistance exercise dosage in older adults: single-versus multiset effects on physical performance and body composition.	Experimental ensayo aleatorizado Paralelo		El entrenamiento de resistencia que consiste en ejercicios de conjunto único sólo es suficiente para mejorar significativamente la función muscular y el rendimiento físico, a pesar de la fuerza muscular y ganancias de resistencia son mayores con el trabajo de mayor volumen. Estos hallazgos tienen aplicación en el diseño de regímenes de ejercicios eficientes en tiempo para mejorar la función neuromuscular en los adultos mayores.	
2002	Haub M.D., Wells A.M., Tarnopolsky M.A., Campbell W.W.	Effect of protein source on resistive-training-induced changes in body composition and muscle size in older men	Experimental ensayo aleatorizado doble ciego		Envejecimiento se asocia con una reducción de la masa muscular y fuerza, pero las intervenciones de nutrición y de ejercicio pueden retrasar esta progresión y mejorar la calidad de vida -El aumento de la fuerza y el tamaño muscular no fueron influenciados por la fuente predominante de proteínas consumidas por hombres mayores con la ingesta total adecuada de proteínas.	
2000	Humphries B., Newton R.U., Bronks R., Marshall S., McBride J., Triplett-	Effect of exercise intensity on bone density, strength,	Experimental ensayo aleatorizado Paralelo		El entrenamiento de resistencia de alta intensidad a corto plazo proporciona un medio eficaz para aumentar la fuerza muscular en las mujeres entre 45 y 65 años. -Los efectos del entrenamiento sobre la	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	McBride T., Hakinen K., Kraemer W.J., Humphries N.	and calcium turnover in older women.			densidad mineral ósea DMO lumbar no fueron evidentes en el estudio	
2007	Tarnopolsky M., Zimmer A., Paikin J., Safdar A., Aboud A, Pearce E., Roy B., Doherty T.	Creatine monohydrate and conjugated linoleic acid improve strength and body composition following resistance exercise in older adults	Experimental Ensayo controlado aleatorizado doble ciego		El entrenamiento de resistencia supervisado es seguro y eficaz para aumentar la fuerza en los adultos mayores y que una combinación de creatina monohidrato CRM y ácido Linoléico conjugado CLA puede aumentar algunos de los efectos beneficiosos del entrenamiento durante un período de seis meses	
2001	Roth SM, Ivey FM, Martel GF, Lemmer JT, Hurlbut BF, Metter EJ, Tracy BL, Rogers MA.	Skeletal muscle satellite cell characteristics in young and older men and women after heavy resistance strength training.	Experimental Ensayo controlado Aleatorizado paralelo		Evaluaron las características de la células satélite del músculo esquelético después de un entrenamiento de fuerza y resistencia a hombres y mujeres sanos sedentarios, fueron 14 jóvenes de 20-30 años y 15 adultos mayores de 65-75 años. La fuerza muscular se evaluó en ambos cuádriceps unilateralmente por medio de una prueba de una repetición máxima (1RM) utilizando el Keiser K-300 una máquina de resistencia variable. Completaron 9 semanas de ejercicio con una frecuencia de 3 veces por semana. Todos los cuatro grupos demostraron un aumento significativo en la proporción de células satélite en respuesta al entrenamiento de fuerza y resistencia. Pero un mayor incremento se evidenció en las mujeres de mayor edad. Este estudio demuestra que un entrenamiento de fuerza y resistencia de todo el cuerpo en las personas mayores de 65-75 años origina ganancia	

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
					muscular en el área de la sección transversal (TSA) similares a las obtenidas en individuos jóvenes de entre 20-30 años.	
2003	Taylor J. Marcell.	Sarcopenia: causes, consequences and preventions	Revisión			Con el envejecimiento se produce el déficit de esteroides sexuales y estos tienen un gran impacto en el trofismo tanto del músculo como del hueso.
2005	Joseph C; Kenny A. M; Taxel P; Lorenzo J. A; Duque G; Kuchel G.A	Role of endocrine-immune dysregulation in osteoporosis, sarcopenia, frailty and fracture risk.	Revisión			La decadencia de las hormonas gonadales va acompañada de una activación de mediadores inflamatorios que pueden actuar como citoquinas catabólicas para el músculo.
2003	Payette H; Roubenoff R; Jacques P. F; Dinarello C. A; Wilson PW; Abad L. W; Harris T	Insulin-like growth factor-1 and interleukin 6 predict sarcopenia in very old community-living men and women: the Framingham Heart Study	Estudio de Cohorte ensayo comunitario			-232 hombres y 326 mujeres de 72 a 92 años se evaluó el papel pronóstico de la citoquina inflamatoria, la IL-6, y la insulina como el IGF-1 en la predicción de cambios de 2 años en la masa libre de grasa. Dio como resultado Superior al IGF-1 predijo menor pérdida de masa libre de grasa. en los hombres que en menor IGF-1 hizo después de ajustar por la edad, la línea de base de la medición exploratoria, masa grasa, y de 2 años los cambios de peso, mientras IL-6 fue un significativo predictor de sarcopenia en las mujeres. El cambio de peso fue un factor determinante del cambio en la masa libre de grasa en ambos sexos. Los predictores de la sarcopenia

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
						<p>incluyen características de composición corporal que son comunes a hombres y mujeres y los predictores metabólicos específicos del sexo. La sarcopenia parece reflejar una retirada de los estímulos anabólicos, tales como el crecimiento de la hormona, en los hombres , pero un aumento de estímulos catabólicos, como la IL6 , en las mujeres</p> <p>-La deficiencia de la de hormona de crecimiento también está directamente implicada en la etiología de la sarcopenia, de forma sinérgica con el incremento de mediadores inflamatorios y con el déficit de hormonas gonadales</p>
2011	Gómez Ayala, Adela Emilia	Sarcopenia puesta al día. Ámbito farmacéutico .	Revisión			El tratamiento farmacológico incorpora diversos compuestos hormonales y otras sustancias que actúan sobre las citoquinas y el sistema inmune
2003	Bhasin S	Testosterone supplementation for aging-associated sarcopenia	Revisión			<p>La utilización de hormonas esteroides en la sarcopenia se fundamenta en que esta terapia hormonal sustitutiva altera la expresión de los genes a nivel muscular, aumenta la masa muscular y este aumento de la masa muscular aumenta la fuerza</p> <p>- se desconoce los beneficios de los suplementos de testosterona en el adulto mayor.</p>
2000	Van den Beld A. W, De Jong F. H, Grobbee D. E, Pols H.	Measures of bioavailable serum testosterone and estradiol	Estudio transversal ensayo comunitario			-403 hombres de edad avanzada que viven de forma independiente, probaron la hipótesis de que la disminución de la masa ósea, la composición

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	A, Lamberts SW.	and their relationships with muscle strength, bone density, and body composition in elderly men				<p>corporal y la fuerza muscular con la edad están relacionados con la caída de las concentraciones circulantes de T y de estrógenos endógenos. Se compararon diversas medidas del nivel de andrógeno bioactivo a que están expuestos los tejidos: T totales (TT) y los niveles de T libres en el suero, la relación / globulina fijadora de hormonas sexuales (SHBG) TT, calculado gratis y no unida a SHBG niveles T y TT ajustados por la SHBG. Además, las relaciones con total determinada no SHBG y estradiol libre se compararon.</p> <p>En este estudio transversal en sanos ancianos hombres, no unida a SHBG T parece ser el mejor parámetro para suero niveles de T bioactivo, que parece desempeñar un papel directo en los diversos cambios fisiológicos que se producen durante el envejecimiento. Una relación positiva con la fuerza muscular se encontró y la densidad mineral ósea DMO y una relación negativa con la masa grasa. Además, tanto el suero estrona E1 y estradiol E2 parecen jugar un papel en la relacionada con la pérdida edad ósea en ancianos hombres, aunque la naturaleza de la sección transversal del estudio se opone a una conclusión definitiva. No unida a SHBG E2 parece ser el mejor parámetro de suero E2 bioactivo en la descripción de su relación</p>

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
						positiva con la DMO - los niveles de testosterona libre son los que guardan una mejor correlación con la masa que con la fuerza muscular
2000	Wang C, Swerdloff R S, Iranmanesh A, Dobs A, Snyder P J, Cunningham Glenn, Matsumoto A M, Weber T.	Transdermal testosterone gel improves sexual function, mood, muscle strength, and body composition parameters in hypogonadal men	Experimental Estudio aleatorizado, ensayo clínico multicéntrico			la administración de testosterona en hombres de edad avanzada se ha examinado como una terapia farmacológica para preservar la masa muscular y minimizar la pérdida de la fuerza
2011	Jones T E, Stephenson K W, King JG, Knight K, Marshall T, Scott W.	Sarcopenia: mecanismos y tratamientos	Revisión			Por ahora se conocen los riesgos asociados con la terapia de testosterona en hombres mayores y abarcan los siguientes: comportamiento agresivo, complicaciones tromboticas, apnea del sueño, edema periférico, ginecomastia y aumento en el riesgo de cáncer de próstata
2004	Mudali S, Dobs AS.	Effectos of testosterone on body composition of the aging male.	Revisión			Los estudios en hombres con hipogonadismo han demostrado que el reemplazo de testosterona es eficaz en el aumento de la masa muscular y la fuerza y la disminución de la masa grasa. - La testosterona parece estimular IGF-1 de expresión directa e indirectamente conduce a un aumento de la síntesis de proteínas y el crecimiento muscular. También puede

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
						<p>contrarrestar los efectos inhibidores de la miostatina, citoquinas, y glucocorticoides.</p> <p>- La evidencia actual sugiere que el reemplazo de la testosterona puede ser eficaz en la reversión de los cambios en la composición corporal dependientes de la edad y la morbilidad asociada. -Sin embargo, el hipogonadismo debe ser diagnosticado con cuidado, y la terapia debe controlarse regularmente con el fin de evitar los efectos adversos asociados con la administración de suplementos de testosterona.</p>
2006	Walsh M, Hunter GR, Livingstone MB.	Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density	Estudio transversal El ensayo comunitario			<p>El grupo de mujeres con osteoporosis y sarcopenia es un grupo de alto riesgo de discapacidad y de fracturas.</p> <p>-la sarcopenia es más prevalente en mujeres con osteopenia con un 25% y osteoporosis con el 50% que en mujeres con densidad mineral ósea normal siendo un 0,8%</p>
2001	Sorensen M B, Rosenfalck A M, Hojgaard L, Ottesen B	Obesity and sarcopenia after menopause are reversed by sex hormone replacement therapy.	Experimental controlado cruzado, simple ciego			<p>El tratamiento sustitutivo con estrógenos/progestágenos a dosis plenas sí se ha mostrado eficaz en incrementar la masa magra y disminuir la masa grasa corporal tras 6 meses de tratamiento en mujeres menores de 55 años.</p>
2003	Kenny AM, Dawson L, Kleppinger A, Iannuzzi-	Prevalence of sarcopenia and	Estudio transversal El ensayo comunitario			<p>En mujeres que reciben tratamiento sustitutivo con estrógenos a largo plazo no se ha comprobado diferencias</p>

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
	Sucich, Judge, JO	predictors of skeletal muscle mass in non-obese women who are long-term users of strogen replacement therapy	o			significativas en la masa magra entre las mujeres tratadas y los controles sin tratamiento.
1990	Rudman D, Feller A, Nagraj H, Gergans G, Lalitha P.	Effects of human growth hormone in men over 60 years old	Experimental Ensayo controlado Aleatorizado, doble ciego.			El tratamiento con HGH en el adulto mayor no incrementa la masa muscular ni la fuerza no obstante se obtienen mejorías biológicas (aumento de la masa magra, disminución de la masa grasa), que no van acompañadas de un incremento en la fuerza ni en las actividades de la vida diaria
1996	Papadakis M, Grady D, Black D, Tierney M, Gooding G, Schambelan MG.	Hormone replacement in healthy older men improves body composition but not functional ability	Experimental Ensayo controlado Aleatorizado, doble ciego.			Dosis fisiológicas de la hormona de crecimiento dada por 6 meses a los hombres mayores sanos con capacidades funcionales bien conservados aumento la masa de tejido magro y la disminución de la masa grasa. Aunque la composición corporal mejoró con el uso de la hormona del crecimiento, la capacidad funcional no mejoró. Los efectos secundarios ocurrieron con frecuencia.
2000	Yeh SS, Wu SY, Lee TP, Olson JS, Stevens MR, Dixon T, Porcelli RJ, Schuster MW	Improvement in quality-of-life measures and stimulation of weight gain after	Experimental Ensayo controlado aleatorizado, doble ciego,			-Se han utilizado varias estrategias para modular la producción de citoquinas responsables de la pérdida de masa magra en la sarcopenia. -se ha evidenciado el incremento de peso en adultos mayores, con 12 semanas de tratamiento, así

AÑO	AUTORES	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS		
				NUTRICIÓN	EJERCICIO FÍSICO	FARMACOLÓGICO
		treatment with megestrol acetate oral suspension in geriatric cachexia: results of a double-blind, placebo-controlled study				como incrementos de la ingesta, de las cifras de albúmina, prealbúmina y del recuento de linfocitos. Aunque, no se ha conseguido demostrar un incremento en la masa magra ni en la fuerza muscular

Anexo 2. Características de los 47 Estudios

Detalles del estudio		Sujetos			Detalles de la intervención				Resultados
Autor, año	Diseño	Tratamiento tamaño (n)	Edad (años)	Género	Duración (semanas)	Intensidad (% 1RM)	Nº de repeticiones	Frecuencia (por semana)	Medidas de fuerza de 1RM
Ades et al. (1996)	ECA	6	70	M	12	70	3 repeticiones	3 sesiones	CP y KE
		6	70	F	12	70	3 repeticiones	3 sesiones	CP y KE
Ades et al. (2003)	ECA	19	73	F	24	80	2 repeticiones	3 sesiones	CP y KE
Ades et al. (2005)	ECA	21	73	F	24	80	2 repeticiones	3 sesiones	CP y KE
Ballor et al. (1996)	no ECA	9	61	Combinado (4M, 5F)	12	70	3 repeticiones	3 sesiones	CP y KE
Bautmans et al. (2005)	no ECA	31	69	Combinado (10M, 21F)	6	70	3 repeticiones	3 sesiones	LP y CP
Bemben et al. (2000)	ECA	10	51	F	24	80	3 repeticiones	3 sesiones	LP, Lat, y KE
		7	52	F	24	40	3 repeticiones	3 sesiones	LP, Lat, y KE
Beniamini et al. (1999)	ECA	18	59	Combinado (13M, 5F)	12	80	3 repeticiones	2 sesiones	CP, Lat, LP, KE
Carpeta et al. (2005)	ECA	23	83	M	12	70	3 repeticiones	3 sesiones	LP, Lat, y KE
		27	83	F	12	70	3 repeticiones	3 sesiones	LP, Lat, y KE
Bottaro et al. (2007)	no ECA	11	67	M	10	60	3 repeticiones	2 sesiones	LP y CP
		9	66	M	10	60	3 repeticiones	2 sesiones	LP y CP
Brochu et al. (2002)	ECA	13	70	F	24	80	2 repeticiones	3 sesiones	CP & KE

Campbell et al. (1994)	no ECA	12	65	Combinado (8M, 4F)	12	80	3 repeticiones	3 sesiones	CP, KE, y Lat
Candow et al. (2006)	no ECA	29	59-76	M	12	70	3 repeticiones	3 sesiones	LP y CP
Castaneda et al. (2001)	ECA	14	65	Combinado (8M, 6F)	12	80	3 repeticiones	3 sesiones	LP, CP, Lat, KE
De Vos et al. (2005)	ECA	28	69	Combinado (11M, 17F)	12	80	3 repeticiones	2 sesiones	LP, CP, Lat, KE
		28	68	Combinado (11M, 17F)	12	50	3 repeticiones	2 sesiones	LP, CP, Lat, KE
		28	69	Combinado (11M, 17F)	12	20	3 repeticiones	2 sesiones	LP, CP, Lat, KE
Fatouros et al. (2005)	ECA	14	71	M	24	40	3 repeticiones	3 sesiones	Lat, KE
		12	70	M	24	60	3 repeticiones	3 sesiones	Lat, KE
		14	71	M	24	80	3 repeticiones	3 sesiones	Lat, KE
Fatouros et al. (2006)	ECA	14	71	M	24	40	3 repeticiones	3 sesiones	LP y CP
		12	70	M	24	60	3 repeticiones	3 sesiones	LP y CP
		14	71	M	24	80	3 repeticiones	3 sesiones	LP y CP
Figueroa et al. (2003)	ECA	20	55	F	52	75	2 repeticiones	3 sesiones	LP y Lat
		24	57	F	52	75	2 repeticiones	3 sesiones	LP y Lat
Galvao y Taaffe (2005)	no ECA	12	69	Combinado (7M, 5F)	20	80	1 repeticiones	2 sesiones	LP, CP, Lat, KE
		16	70	Combinado (10 M, 6 F)	20	80	3 repeticiones	2 sesiones	LP, CP, Lat, KE
Greive et al. (2001)	ECA	8	82	Combinado (4M, 4F)	12	80	3 repeticiones	3 sesiones	LP, CP, Lat, KE
Hartman et al. (2007)	no ECA	29	67	Combinado (no se informa)	26	75	2 repeticiones	3 sesiones	CP
Haub et al. (2002)	no ECA	10	63	M	12	80	3 repeticiones	3 sesiones	LP, CP, Lat, KE
		11	67	M	12	80	3 repeticiones	3 sesiones	LP, CP, Lat, KE
Haykowsky et al. (2000)	ECA	10	68	M	16	70	1 repeticiones	3 sesiones	LP y CP
Haykowsky et al. (2005)	ECA	10	70	F	12	65	2 repeticiones	3 sesiones	LP, CP, Lat, KE
		10	68	F	12	65	2 repeticiones	3 sesiones	LP, CP, Lat, KE
Henwood y Taaffe (2006)	ECA	23	71	Combinado (9M, 14F)	8	60	3 repeticiones	2 sesiones	LP, CP, Lat, KE

		22	70	Combinado (11M, 11F)	8	75	3 repeticiones	2 sesiones	LP, CP, Lat, KE
		15	69	Combinado (6M, 9F)	8	60	3 repeticiones	1 sesión	LP, CP, Lat, KE
Holviala et al. (2006)	non-RCT	22	64	F	21	70	4 repeticiones	2 sesiones	LP
Humphries et al. (2000)	no ECA	21	50	F	24	75	6 repeticiones	2 sesiones	LP y CP
		14	58	F	24	75	6 repeticiones	2 sesiones	LP y CP
Hurlbut et al. (2002)	no ECA	12	71	M	24	75	2 repeticiones	3 sesiones	CP & Lat
		9	68	F	24	75	2 repeticiones	3 sesiones	CP & Lat
Ibanez et al. (2005)	no ECA	9	67	M	16	70	4 repeticiones	2 sesiones	LP y CP
Igwebuike et al. (2008)	ECA	17	65	F	12	75	3 repeticiones	3 sesiones	LP y CP
		14	65	F	12	75	3 repeticiones	3 sesiones	LP y CP
Izquierdo et al. (2001)	no ECA	11	64	M	16	70	4 repeticiones	2 sesiones	LP y CP
		11	64	M	16	70	4 repeticiones	2 sesiones	LP y CP
Izquierdo et al. (2003)	no ECA	11	64	M	16	70	4 repeticiones	2 sesiones	LP
Kalapocharakos et al. (2005)	ECA	11	65	Combinado (4M, 7F)	12	80	3 repeticiones	3 sesiones	CP, Lat, y KE
Kraemer et al. (1999)	no ECA	9	62	M	10	75	3 repeticiones	3 sesiones	LP
Lemmer et al. (2001)	non-ECA	11	69	M	24	75	1 repeticiones	3 sessions	LP, CP, Lat, KE
		10	68	F	24	75	1 repeticiones	3 sessions	LP, CP, Lat, KE
Lemmer et al. (2007)	no ECA	21	70	Combinado (11M, 10F)	24	75	1 repeticiones	3 sesiones	LP, CP, Lat, KE
Miszko et al. (2003)	ECA	13	55	Combinado (6M, 7F)	16	75	3 repeticiones	3 sesiones	LP y CP
Panton et al. (2001)	ECA	11	67	Combinado (5M, 6F)	12	70	3 repeticiones	3 sesiones	CP y KE
Pu et al. (2001)	ECA	9	77	F	10	80	3 repeticiones	3 sesiones	LP, CP, y KE
Reeves et al. (2003)	ECA	9	74	Combinado (4M, 5F)	14	75	2 repeticiones	3 sesiones	LP y KE
Reynolds et al. (2007)	no ECA	13	66	Combinado (6M, 7F)	16	75	2 repeticiones	3 sesiones	LP y CP
Roth et al. (2001)	no ECA	9	69	M	24	75	1 repeticiones	3 sesiones	CP
		10	68	F	24	75	1 repeticiones	3 sesiones	CP
Sharman et al. (2001)	ECA	7	66	M	24	75	6 repeticiones	2 sesiones	LP
		7	65	F	24	75	6 repeticiones	2 sesiones	LP

Stewart et al. (2005)	ECA	51	63	Combinado (25M, 26F)	24	50	2 repeticiones	3 sesiones	LP, CP, Lat, KE
Sward (2001)	ECA	28	74	Combinado (6M, 22F)	12	75	1 repeticiones	3 sesiones	KE
Tarnopolsky et al. (2007)	no ECA	8	75	M	24	75	3 repeticiones	2 sesiones	LP, CP, y KE
		10	68	F	24	75	3 repeticiones	2 sesiones	LP, CP, y KE
Tsutsumi (1997)	ECA	13	68	Combinado (10M, 3F)	12	80	2 repeticiones	3 sesiones	CP y KE
		14	69	Combinado (11M, 3F)	12	60	2 repeticiones	3 sesiones	CP y KE
Welle et al. (1995)	no ECA	5	67	M	12	70	3 repeticiones	3 sesiones	KE y Lat

Tomado de: Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM. 2010. Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. Ageing Research Reviews. (9): 226-237.

*Diseño: Asignación aleatoria de las condiciones de tratamiento, así como grupos de control (ECA). Estudios de tratamiento aleatorio o no aleatorio (no ECA). Prensa de piernas, (LP) press de pecho, (CP) extensión de la rodilla (KE) y tirón lat. (Lat)