

Especialización en Programación y Evaluación del Ejercicio
Trabajo Final Integrador

**Entrenamiento de la Fuerza y sus Efectos sobre la Capacidad Funcional en
Personas Mayores Sanas; Revisión bibliográfica.**

Director de Programa: Dr. Adrián Casas
Estudiante: Lic. Yaider Bedoya Romero

Argentina

2024

Resumen

El envejecimiento es una etapa de la vida humana, la cual se encuentra marcada por una gran serie de cambios; la fisionomía propia no es la única que tiende a variar con el paso de las décadas, los aspectos fisiológicos juegan un papel determinante en el rol social de los adultos mayores entre 65-80 años de edad. El entrenamiento de la fuerza se presenta como una herramienta válida para contrarrestar algunos de los daños orgánicos y efectos negativos asociados con la vejez. Por tal razón es importante identificar la incidencia del ejercicio físico de fuerza, y los beneficios que éste puede aportar en cuanto la mejora de la capacidad funcional de las personas mayores. **Objetivos:** Analizar los efectos del ejercicio de fuerza y sus aportes para la mejora de la capacidad funcional e Identificar similitudes y discrepancias entre sus diseños, aplicaciones y efectos logrados. **Método:** se llevó a cabo una revisión de publicaciones encontradas en la base de datos PubMed, de las cuales se han seleccionado 16 artículos que atendían a los criterios de inclusión previamente establecidos. Las palabras claves utilizadas para la búsqueda fueron: Resistance Training, Elderly y Skeletal Muscle, que al ser combinadas dieron un total de 2113 documentos. Luego de la aplicación de filtros de selección, se obtuvo un total de 399 documentos para ser analizados. **Resultados:** en las investigaciones analizadas se encontraron efectos positivos en la mejora de la capacidad funcional de adultos mayores sanos, tras la aplicación de diversos programas de entrenamiento de fuerza. La mayoría de las investigaciones coinciden en mostrar beneficios en el desarrollo de fuerza, potencia y acreción muscular. También se destacan, en menor medida resultados positivos en la mejora de la composición corporal. Conclusiones: esta revisión concluye que los programas de entrenamiento contra resistencia son una excelente herramienta para la mejora de la capacidad funcional de adultos mayores de 65 años, independientemente del diseño o aplicación de las variables de entrenamiento, el ejercicio contra resistencias impacta distintos componentes que ayudan a mejorar el desempeño del adulto mayor en su diario vivir.

Palabras claves: Elderly, resistance training, Skeletal Muscle, Functional Capacity.

Abstract

Aging is a natural stage of human life, which is marked by a large series of changes; own physiognomy is not the only one that tends to vary over the decades, aspects from the physiological point of view play a determining role in the social role of older adults between 65-80 years of age. Resistance training is presented as a valid tool to counteract some of the organic damage and negative effects associated with old age. For this reason, it is important to identify the incidence of resisted physical exercise, and the benefits that this can bring in terms of improving the functional capacity of the elderly. Objective: the objective of this review is to analyze the effects of exercise against resistance and its contribution to the improvement of functional capacity, after the application of different training programs, trying to identify similarities and discrepancies between their applications, designs and effects achieved. Method: a systematic review of publications found in the PubMed database was carried out, of which 16 articles that met the previously established inclusion criteria were selected. The keywords used for the search were: Resistance Training, Elderly and Skeletal Muscle, which when combined resulted in a total of 2113 documents. After applying selection filters, a total of 399 documents were obtained to be analyzed. Results: in the investigations analyzed, positive effects were found in the improvement of the functional capacity of healthy older adults, after the application of various resistance training programs. Most of the investigations coincide in showing benefits in relation to the development of strength, power and muscular accretion. Positive results in improving body composition are also highlighted to a lesser extent. Conclusiones: esta revisión concluye que los programas de entrenamiento de fuerza son una excelente herramienta para la mejora de la capacidad funcional de adultos mayores de 65 años, independientemente del diseño o aplicación de las variables de entrenamiento, el ejercicio de fuerza impacta distintos componentes que ayudan a mejorar el desempeño del adulto mayor en su diario vivir.

Keywords: Older Adult, Resistance Training, Skeletal Muscle, Functional Capacity.

Tabla de contenido

Especialización en Programación y Evaluación del Ejercicio	1
1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	8
3. MARCO TEÓRICO.....	9
3.1 Aspectos fisiológicos del envejecimiento.....	9
Síntesis de proteínas musculares.....	12
Tejido adiposo y masa muscular.....	13
Alteraciones hormonales.....	13
Hábitos y estilos de vida	15
Aspectos Nutricionales	16
Suplementación.....	16
3.2 Capacidad Funcional.....	17
3.3 Entrenamiento de Fuerza y Capacidad Funcional	20
3.4 Diseño del Programa de Entrenamiento de Fuerza.....	21
3.5 Variables De Programación Del Ejercicio De Fuerza En El Adulto Mayor.....	23
Manipulación de las variables de entrenamiento	25
Periodización del entrenamiento.....	25
Métodos de entrenamiento:.....	26
Frecuencia de entrenamiento	28

Volumen de entrenamiento:	28
Intensidad de la carga de entrenamiento	29
Otros condicionantes del ejercicio de fuerza en el adulto mayor	29
La acción muscular:	29
Intervalos de descanso entre serie:	30
Selección y tipo de ejercicio:	30
4. METODOLOGÍA	31
4.1 DIAGRAMA DE FLUJO	32
5. RESULTADOS.....	33
6. IMPACTO DEL ENTRENAMIENTO RESISTIDO EN LA CAPACIDAD FUNCIONAL	43
7. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	46
8. CONCLUSIÓN.....	46
9. REFERENCIAS.....	47

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el ejercicio físico como herramienta principal para la mejora de la salud física del adulto mayor ha sido ampliamente estudiado. Al día de hoy son muchos los efectos positivos identificados tras la aplicación de distintos protocolos o programas de ejercicio (Izquierdo M.R, et al., 2021).

La propuesta de programas de entrenamiento multi-componentes, donde se apliquen distintos tipos de ejercicio físico en pro de la mejora de la salud física y la funcionalidad del adulto mayor, cada vez suena con mayor fuerza en los centros de acondicionamiento físico. Este modelo de entrenamiento busca intervenir en forma global sobre distintos componentes de la aptitud física (Izquierdo M.R, et al., 2021). Cuyo objetivo principal es combatir los daños orgánicos que tienden aparecer con el envejecimiento. No obstante, la superioridad de este tipo de intervenciones aún continúa siendo objeto de debate al ser comparado con protocolos de tradicionales y que apunten a un objetivo de entrenamiento específico.

Por otro lado, una gran cantidad de estudios respaldan la aplicación de programas de ejercicio fuerza como estrategia primordial para la mejora de la aptitud física, la salud y la capacidad funcional de personas mayores de 65 años. En el 2002 el colegio americano de medicina del deporte por sus siglas ACSM, mediante un estado de posicionamiento presenta su guía para los modelos de programas de ejercicio de resistencia, el cual hasta el año 2009 es actualizado (Lopez P, et al., 2018). Dicho documento recalca la importancia de la implementación de programas de ejercicio resistido en poblaciones adultas sanas y se centra de manera explícita en la aplicación de las variables del entrenamiento.

Por su parte, la National Strength and Conditioning Association (NSCA) en el año 2019 respalda el entrenamiento de fuerza como una poderosa intervención para combatir la pérdida de fuerza y masa muscular, la vulnerabilidad fisiológica y sus consecuencias debilitantes sobre el funcionamiento físico, la movilidad, la independencia, el manejo de enfermedades crónicas, el bienestar psicológico y la calidad de vida (Fragala MS, et al., 2019). Además de esto, recientemente han sido publicadas las guías internacionales para la prescripción del ejercicio físico en adultos mayores: International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines 2021. Donde el ejercicio resistido destacada como la base primordial para la consecución de adaptaciones fisiológicas, las cuales repercuten en el

rendimiento diario de personas mayores, independientemente de su estado físico o condición. Que, además, presentan una estrecha relación con el rendimiento óptimo en otras modalidades de ejercicio.

En este mismo orden de ideas, un programa de entrenamiento resistido acorde a las necesidades y capacidades propias del individuo podría garantizar un mejor desempeño frente a tareas básicas del día a día (Fragala MS, 2019). Las actividades domésticas han demostrado ser un desafío permanente para poblaciones seniles, tornándose con un mayor grado de complejidad en sujetos con conductas o estilos de vida sedentarios. La evidencia sugiere una estrecha relación entre el envejecimiento y la declinación de la capacidad funcional (Cunningham C, et al., 2020). Lo que se traduce en un mayor índice de riesgo de morbilidad, discapacidad, fragilidad, pérdida de la independencia y un alto porcentaje de accidentes caseros. Otro aspecto a destacar, es como la inactividad física aporta al deterioro progresivo de la funcionalidad (Cunningham C, et al., 2020). La incapacidad para la producción de contracciones musculares lo suficientemente fuertes y duraderas en momentos específicos (ponerse en pie desde una posición sedente, mantenerse en posición erguida, pérdida del equilibrio) o en tareas puntuales, es un común denominador en poblaciones inactivas.

Esta revisión hace notar la importancia de la implementación de los programas de ejercicio físico resistido o contra resistencias en poblaciones ancianas, que permitan apuntar hacia la consecución de un envejecimiento saludable, y al mantenimiento u desarrollo de la capacidad funcional. Lo que a su vez contribuye en la disminución de los altos índices de caídas, hospitalización y dependencia.

2. OBJETIVOS

- Conocer el impacto de un programa de entrenamiento de fuerza en adultos mayores sanos.
- Identificar los efectos sobre la capacidad funcional de los distintos protocolos de entrenamiento de fuerza en adultos mayores.
- Examinar el diseño y uso de las variables de programación en los protocolos para el entrenamiento de la fuerza en poblaciones adultas mayores.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Aspectos fisiológicos del envejecimiento

El envejecimiento fisiológico está caracterizado por el deterioro de distintos mecanismos que regulan la homeostasis corporal. La disminución de la capacidad funcional es uno de los aspectos más destacados de este proceso, los daños ocurridos en el SNC (sistema nervioso central) son de las temáticas más estudiadas, en lo que se refiere, a la búsqueda de respuestas que expliquen la interacción del envejecimiento y los distintos mecanismos implícitos en la pérdida de la autonomía e independencia del adulto mayor (Mosquera Betancourt, 2011).

Investigaciones sobre el tema, han descrito una serie de cambios a nivel sensorial, en los cuales se observa una reducción del número de células en los cuernos anteriores de las neuronas sinápticas de la medula espinal, de células autonómicas de los ganglios periféricos, al igual que degeneración axonal en raíces espinales y nervios periféricos. Lo cual se traduce en una disminución de la velocidad de conducción de estímulos, enlentecimiento de los mecanismos reflejos, y una pobre respuesta motora (Mosquera Betancourt, 2011).

En línea con lo anterior, algunos autores explican la pérdida de la funcionalidad con la marcada incapacidad para la producción de contracciones musculares potentes; la denervación muscular, provoca en poblaciones mayores pérdida de unidades motoras y de fibras musculares, Lo que conlleva, a pobres niveles de fuerza y potencia muscular (Izquierdo M.R, et al., 2021), (JM. Olmos Martínez, et al., 2007), (Cruz-Jentoft AJ, et al., 2010), (Endo Y, et al., 2020), (Plotkin DL, et al., 2021).

Algunos factores que se destacan y asocian con la pérdida de fuerza y potencia muscular son:

- Pérdida de fibras musculares
- Alteraciones hormonales.
- Hábitos y estilos de vida
- Aspectos nutricionales.
- Pérdida De Las Fibras Musculares.

El área de sección transversal es una de las más afectadas con el envejecimiento, se cree que, a partir de los 35 años de edad, tanto hombres como mujeres sufren una disminución o pérdida gradual de fibras musculares, y que esta degradación aumenta su ritmo con cada

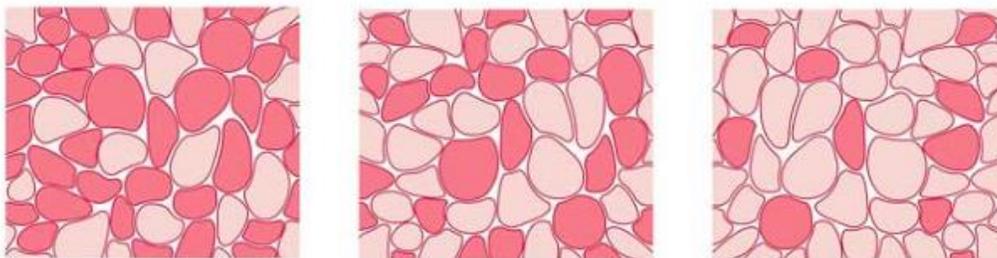
década de vida. Hasta alcanzar su máximo potencial, el cual se estima entre los 50 y 60 años (JM. Olmos Martínez, et al., 2007), (Endo Y, et al., 2020), (Cannataro R, et al., 2021).

Esta pérdida de fibras musculares se conoce que es mayor en fibras tipo II o también conocidas como fibras de contracción rápida, las cuales difieren en sus características al ser comparadas con sus homologas de tipo I o de contracción lenta.

Las fibras tipo II se caracterizan por poseer mayor tamaño que las fibras tipo I, neuronas motoras mucho más grande, un alto umbral de reclutamiento y mayor capacidad para producción de fuerza y potencia. Además, de una mayor tendencia a la hipertrofia. Todas estas características ayudan a comprender en mejor forma el papel determinante de las fibras musculares y su importancia para el mantenimiento de la capacidad funcional en poblaciones longevas.

Figura 1

Fibras tipos de fibras musculares



Nota. Fibras musculares rápidas - IIA (izquierda), intermedias - IIX (centro), tipo I (derecha).

Adaptado de HSN Blog [fotografía], Javier Colomer, 2011.

(<https://www.hsnstore.com/blog/deportes/fitness/tipos-de-fibras-musculares/>)

Figura 2

Características de las fibras musculares

Características	Tipos de fibras		
	Tipo I	Tipo IIa	Tipo IIx
Tamaño de las motoneuronas	Pequeño	Grande	Grande
Umbral de reclutamiento	Bajo	Intermedio/alto	Alto
Velocidad de conducción nerviosa	Lenta	Rápida	Rápida
Velocidad de contracción	Lenta	Rápida	Rápida
Velocidad de relajación	Lenta	Rápida	Rápida
Resistencia al cansancio	Alta	Intermedia/baja	Baja
Tolerancia física	Alta	Intermedia/baja	Baja
Producción de fuerza	Baja	Intermedia	Elevada
Producción de potencia	Baja	Intermedia/elevada	Elevada
Contenido de enzimas aeróbicas	Alto	Intermedio/bajo	Bajo
Contenido de enzimas anaeróbicas	Bajo	Alto	Alto
Complejidad del retículo sarcoplasmático	Baja	Intermedia/alta	Alta
Densidad capilar	Alta	Intermedia	Baja
Contenido de mioglobina	Alto	Bajo	Bajo
Densidad y tamaño de las mitocondrias	Elevado	Intermedio	Bajo
Diámetro de las fibras	Pequeño	Intermedio	Grande
Color	Rojo	Blanco/rojo	Blanco

Nota. Tomado de Essentials of Strength Training and Conditioning (4.a edición) National Strength Training and Conditioning Association (NSCA), (pag.45), por G. Gregory Haff y N. Travis Triplett 2017.

Este fenómeno caracterizado por la pérdida de masa muscular se conoce como Sarcopenia, el cual la organización mundial de la salud (WHO) en su décima revisión ICD-10 de 2016 cataloga con una enfermedad (Anker SD, et al., 2016). La sarcopenia está vinculada de forma directa con otras condiciones que impactan negativamente en el desarrollo de la vida activa normal en personas de avanzada edad. La dinapenia, fragilidad y caquexia suelen acompañar los diagnósticos de sarcopenia (Cannataro R, et al., 2021).

De acuerdo con el criterio del the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP), tres condiciones están presentes en el diagnóstico de la enfermedad, (Cruz-Jentoft AJ, et al., 2010), (tabla 1).

Tabla 1

Criterios para el Diagnóstico de la Sarcopenia.

criterios para el diagnóstico de la sarcopenia (EWGSOP 2010)	<u>Poca masa muscular</u>
	<u>Bajos niveles de fuerza</u>
	<u>Bajo rendimiento físico</u>

Nota. Adaptado de The European Working Group on Sarcopenia in Older People 2010 (EWGSOP).

Por otro lado, a pesar de que la sarcopenia está ligada de forma natural con el envejecimiento, y de ser considerada el principal aspecto que repercute en la pérdida de masa muscular, la alteración de la capacidad funcional y el bajo rendimiento en personas seniles. Otras condiciones han mostrado también influenciar de forma negativa sobre estos; el sedentarismo, estados de inmovilización, malnutrición, diabetes, obesidad y la inflamación crónica (Cannataro R, et al.,2021).

Síntesis de proteínas musculares

Durante el envejecimiento las fibras musculares no solo se ven afectadas en su número y funcionamiento, también se destaca la aparición de una respuesta reducida a la síntesis de proteínas musculares, lo que se conoce como “resistencia anabólica” (Loon, 2016). Algunos autores, refieren que esto es debido a una defectuosa señalización en el complejo mTORC1 (Mammalian target of Rapamycin), además de la alteración a la baja de ciertas hormonas que cumplen un papel protagónico en el acoplamiento de la degradación y síntesis proteica (Cannataro R, et al.,2021), (Endo Y,et al., 2020). Este mecanismo se desarrolla en forma inversa, es decir cuando se activa la síntesis de proteína, es suprimida su degradación y viceversa. La disminución con el envejecimiento de estas hormonas anabólicas afecta en línea directa el

funcionamiento de la proteína mTORC1 y su papel como vía metabólica para la síntesis de proteínas y otros procesos (crecimiento, proliferación y diferenciación celular) (Cannataro R, et al.,2021).

Tejido adiposo y masa muscular

Otro aspecto importante al momento de dilucidar los factores que intervienen en la pérdida de la función del músculo esquelético durante el envejecimiento, es el papel del tejido adiposo y su interacción con la masa magra.

Dominik Spira & col (2015), compararon la masa corporal en 1.343 individuos en edades comprendidas entre los 60 y 80 años, discriminando entre masa magra y masa grasa. El objetivo del estudio, fue analizar el cómo estos dos factores influían en el rendimiento físico y capacidad funcional de la población evaluada. Además, de la relación entre bajos niveles de masa magra y estados de fragilidad y sarcopenia (Spira D, et al., 2015). Los resultados de la intervención establecieron una relación a la inversa entre los mismos, lo que indicaba que a bajos porcentajes de masa magra, se observaron altos porcentajes de masa grasa y una fuerte disminución de la capacidad funcional y rendimiento físico.

Por otro lado, una reciente revisión de Cannataro & col (2021), destaca la relación entre la acumulación de masa grasa ectópica dentro del tejido muscular y su incidencia en la aparición de la sarcopenia. Que, además, está vinculada con estados de inflamación de bajo grado y alteraciones metabólicas (Cannataro R, et al.,2021), (Endo Y, et al., 2020).

Alteraciones hormonales

Las alteraciones hormonales ocurridas durante el proceso de envejecimiento inciden en muchas de las condiciones adquiridas por los adultos mayores, lo cual se refleja en el detrimento de la capacidad funcional y desenvolviendo físico diario. (Izquierdo M.R, et al., 2021).

Algunas investigaciones señalan declinaciones en los niveles de las principales hormonas que interfieren en procesos fisiológicos vinculados a la síntesis de proteínas, acreción muscular, formación de tejido óseo y oxidación de las grasas, tanto en hombres como mujeres (JM. Olmos Martínez, et al., 2007), (Endo Y, et al., 2020). Se conoce, que hormonas como la GH (Hormona de crecimiento), Testosterona y el Factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1) están vinculados en forma directa al desarrollo de estos procesos (tabla 2).

Tabla 2

Hormonas anabólicas principales y sus acciones.

Hormona	Acción
Testosterona	Aumenta de manera directa la síntesis de proteína miofibrilar y disminuye la proteólisis, potencia la liberación de GH y IGF-1, mientras inhibe la actividad de IGFP-4 (antagonista de IGF-1) e incrementa el número de células satélites.
Factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1)	Estimula la diferenciación y la función después de un miotrauma y ayuda a la donación de mionúcleos a las fibras musculares. Aun cuando IGF-1 influye directamente en la señalización del anabolismo intracelular.
Hormona de crecimiento (GH)	Sirve como un factor anabolizante a través del efecto potenciador del IGF-1, permanece cuestionable si, además de estos efectos posee un impacto sobre el desarrollo muscular.
Insulina	Causa una reducción en el desdoblamiento proteico (como factor opuesto al incremento de la síntesis de proteína muscular).

Nota. Adaptado de Ciencia y Desarrollo de la Hipertrofia, Brad Schoenfeld 2017.

La disminución en concentraciones de la GH y del IGF1 contribuiría a explicar la pérdida de masa muscular en ambos sexos. El IGF-1 también se encuentra asociado con el proceso catabólico de las proteínas musculares y con la reducción del funcionamiento de los receptores dihidropiridínicos (DHPR), lo que alteraría la regulación de los niveles de calcio intracelular y la contracción muscular (JM. Olmos Martínez, et al., 2007).

Estas alteraciones en los niveles hormonales también repercuten de manera negativa en el tejido óseo. El desequilibrio entre la resorción y remodelación del hueso es común en las poblaciones mayores, lo cual se destaca en mayor forma en mujeres pre-menopáusicas tras el cese de la actividad ovárica, donde la disminución del Estradiol afecta el balance entre osteoblastos y osteoclastos. Además, del aumento de la osteoprotegerina (OPG), proteína inhibidora de la resorción ósea producida por los osteoblastos, lo que se relaciona con la aparición de patologías como la fragilidad y osteoporosis (JM. Olmos Martínez, et al., 2007), (West DW, & Phillips SM., 2010).

Hábitos y estilos de vida

Es de conocimiento que estilos de vida con carácter sedentario, contribuyen al detrimento de la salud física y a la aparición de morbilidades. El sedentarismo se refiere a ese tiempo que se destina a estar sentado. Bien sea, en actividades de tipo laboral, domésticas o de ocio (Izquierdo M.R, et al., 2021), (Neyro Bilbao, et al., 2011), (Owen N, et al., 2010). Estas actividades, cuyo gasto energético se encuentra por debajo de 1,5 METs (equivalente de la tasa metabólica basal, 1MET = 3,5 mlO₂/kg/min) se consideran como sedentarias e insuficientes para el mantenimiento o mejora de la salud, y el rendimiento físico (Neyro Bilbao, et al., 2011).

Gran parte de la problemática que engloba los comportamientos sedentarios se debe al desconocimiento o interpretación equivocada de conceptos como actividad física (AF) y ejercicio físico (EF). Entendiendo la primera (AF) como la resultante de cualquier movimiento corporal producido por el músculo esquelético que genera un gasto de energía. Por su parte el (EF) se refiere a toda actividad planeada, estructurada y repetitiva que se realizan generalmente como un objetivo específico (Izquierdo M.R, et al., 2021). Lo que repercute en la concientización y asignación de espacios de tiempo para la realización de actividades que demanden esfuerzos físicos en pro de la mejora de la condición física. Un estilo de vida sedentario está vinculado a la pérdida de la capacidad funcional y el bajo rendimiento físico en personas mayores de 60 años. Las recientes recomendaciones para el ejercicio físico en esta población, establece una serie de factores que se relacionan dando como resultado el mantenimiento o desmejora de la capacidad funcional (Izquierdo M.R, et al., 2021), (figura 3).

Figura 3

Factores que intervienen en el mantenimiento de la capacidad funcional



Nota. Adaptado de: International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. The journal of nutrition, health & aging. volume 25, pages824–853 (2021).

Aspectos Nutricionales

La nutrición juega un papel muy importante en el mantenimiento del balance energético y el correcto funcionamiento del organismo. En las personas mayores, las cantidades inadecuadas de macro nutrientes han mostrado tener una conexión con la pérdida de la capacidad funcional y de igual manera con el rendimiento físico (Endo Y, et al., 2020). Estados de inanición y dietas hipocalóricas, reportan sumar al deterioro de la masa y función de muscular. Desde el punto vista nutricional un alto consumo de proteínas y antioxidantes durante el envejecimiento, podrían regular de forma positiva la síntesis proteica, y mitigar la aparición de patologías como la sarcopenia (Endo Y, et al., 2020), (tabla 3).

En esta misma dirección también se destacan las disminuciones del calcio y vitamina D en ancianos. Hecho que tiene una estrecha relación con la resorción ósea, al disminuirse el calcio producto de la dieta, desciende su absorción y baja la calcemia, lo que estimula la secreción de la Paratohormona (PTH), hormona protagonista en la regulación del metabolismo del calcio y el fosforo (JM. Olmos Martínez, et al., 2007).

Tabla 3

Recomendaciones para el consumo de proteínas en relación a la edad la y masa libre de grasa.

	30 a 40 años	40 a 50 años	50 a 60 años	60 a 70 años
Sin déficit calórico	2.0-2.3 g.kg	2.3-2.6 g.kg	2.6-2.9 g.kg	2.9-3.2 g.kg
En déficit calórico	2.4-2.8 g.kg	2.8-3.1 g.kg	3.1-3.5 g.kg	3.5-3.2 g.kg

Nota. Adaptado de Envejecimiento Musculo-esquelético. JM , Olmos Martinez 2007.

Suplementación

La suplementación, se propone como una estrategia que permita alcanzar el requerimiento nutricional diario. Algunos estudios refuerzan esta herramienta como una excelente opción para combatir los efectos negativos de la mala alimentación en personas mayores, y alcanzar un balance energético positivo que permita un correcto

funcionamiento del organismo, además de la mejora de los niveles de energía en pro al desarrollo de actividades cotidianas (Endo Y, et al., 2020), (Cannataro R, et al., 2021).

La suplementación con proteínas y aminoácidos es de los ámbitos con mayor exploración, dada a la necesidad fundamental de estos durante en el proceso de envejecimiento y su interacción con la aparición de la sarcopenia. Por otra parte, la vitamina D, calcio, fosforo y magnesio también son un campo en el que se ha profundizado, estableciendo la participación de estas vitaminas y minerales en la patogénesis de la osteoporosis, fragilidad, cuando las cantidades requeridas no son alcanzadas (Cannataro R, et al., 2021).

Otros suplementos que aportan beneficios en la salud de las personas ancianas son el Monohidrato de creatina y los HMB (β -hidroxi- β -metilbutirato). El consumo de Monohidrato de creatina ha demostrado causar varios efectos positivos en lo que se refiere al aumento de la masa muscular y su función, cuando se suma a protocolos de entrenamiento de fuerza (Cannataro R, et al., 2021). Lo que se establece ser, debido a la optimización energética y mecánica celular, dando como resultante prevención a la degradación proteica y aumento de la actividad de las células satélites y elevación del glucógeno muscular (Cannataro R, et al., 2021).

El HMB es un metabolito de la Leucina, que ha demostrado favorecer los procesos anabólicos como la síntesis de proteína a través de la activación del complejo mTOR o la proliferación de células satélites (Endo Y, et al., 2020). Además, de estar implicado en la inhibición de mecanismos que estimulen los efectos negativos de las ROS (especies reactivas de oxígeno) en el musculo esquelético (Cannataro R, et al., 2021).

3.2 Capacidad Funcional

La capacidad funcional en las personas mayores hace referencia a la facultad que se posee para el desarrollo de diversas actividades, de forma independiente y sin supervisión. Así, la funcionalidad física del adulto mayor constituye la suma de capacidades para realizar por sí mismo actividades indispensables para satisfacer sus necesidades (Leiva, et al., 2017). La dependencia de cualquiera de las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria se relaciona con el aumento de la mortalidad en este segmento poblacional (Duque-Fernández, et al., 2020).

La aplicación de programas de ejercicios de fuerza en adultos mayores ha demostrado tener un efecto positivo, retrasando los efectos del envejecimiento que causan dependencia o discapacidad (Duque-Fernández, et al., 2020), (Izquierdo M. R, et al., 2021). Estudios epidemiológicos en poblaciones ancianas han demostrado como la aplicación de protocolos de

ejercicio físico disminuyen la progresión de la limitantes físicas y posible desarrollo de patologías (Izquierdo M. R, et al., 2021).

Para algunos autores la capacidad funcional está integrada por tres componentes que se relacionan entre sí; dando como resultado el comportamiento funcional de un individuo. Se habla entonces de un componente biológico, psicológico (afectivo y cognitivo) el social (entorno) (Leiva,et al., 2017). La independencia funcional representa una implicación importante en la calidad de vida de una persona mayor, su familia, su grupo social y por supuesto reduciría costos en el sistema de salud.

Con la intención de identificar los diversos factores que afectan el mantenimiento de la capacidad funcional e independencia de personas seniles, y con el fin de establecer medios o formas idóneas para una correcta intervención profesional. Se ha planteado, la valoración de la condición física y funcionalidad de los adultos por medio de test físicos acordes a la edad y su estado de acondicionamiento físico. El uso de estos, se presenta como herramienta básica para obtener la mayor cantidad de información posible en todo lo que comprende a las características físicas y el estado actual del individuo, lo que permite a su vez, obtener una visión panorámica y precisa de las necesidades o cualidades a fortalecer.

Una de las propuestas más comunes y mayormente utilizada es la Batería Senior Fitness Test, propuesta por Rikli & Jones en 1999. Donde la intención de las autoras, es poder identificar con la mayor certeza posible el nivel de capacidad que tiene las personas mayores para desarrollar las tareas básicas del día a día. Desarrollándolas a su vez de forma autónoma, segura, y con la menor aparición de fatiga (Rikli RE & Jones CJ, 2013). Algunas de las variables que se analizan con la aplicación de este tipo evaluación son:

- La Capacidad aeróbica: es la capacidad para realizar sin fatiga tareas que impliquen la participación de grandes grupos musculares durante períodos prolongados.
- Flexibilidad: capacidad para realizar movimientos en todo el rango articular.
- Fuerza-resistencia: capacidad de los músculos para generar tensión y mantenerla durante un tiempo prolongado.
- Destreza: capacidad para realizar movimientos eficientemente.

Otra propuesta muy interesante para la valoración de la capacidad funcional, y además para estimar el riesgo de caídas en los adultos mayores, es la impulsada por Mikel Izquierdo con el Test Vivifrail. El modelo de prescripción del ejercicio físico desde la aplicación del Vivifrail, plantea una intervención desde un programa de entrenamiento de tipo multi-componente (varios tipos de ejercicio en un mismo programa), donde el foco central está en la prescripción de ejercicio para adultos con pre-fragilidad o fragilidad diagnosticada (Izquierdo M. R, et al., 2021).

Además del uso de los test funcionales, otra herramienta muy utilizada en el campo investigativo es el dinamómetro manual. El cual, se ha establecido como una excelente forma para analizar la fuerza de presión manual o fuerza de agarre, y se ha utilizado como un indicador de fuerza global, estatus nutricional, mortalidad y predictor de cambios en la funcionalidad de las poblaciones ancianas (Cruz-Jentoft AJ, et al., 2010).

Por todo lo anterior, el análisis de los componentes y factores que influyen en la capacidad funcional, se convierte en el punto de partida para correcta y precisa intervención desde los programas de ejercicio en el adulto mayor.

Tabla 4

Valores De Referencia Para La Fuerza De Agarre.

EDAD	FUERZA HOMBRE (KG)			FUERZA MUJER (KG)		
	mínima	Media	Máxima	mínima	Media	Máxima
60-64	22.2	40.7	59.2	15.8	25.0	34.2
65-69	22.6	41.3	60.0	13.7	22.5	31.3
70-74	14.7	34.2	53.7	11.9	22.5	33.1
+75	10.8	29.8	48.9	9.3	19.3	29.3

Nota. Adaptado de European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2010 (EWGSOP).

3.3 Entrenamiento de Fuerza y Capacidad Funcional

Existe evidencia robusta que respalda el entrenamiento de la fuerza como una excelente estrategia para contrarrestar los efectos negativos del envejecimiento. Distintos programas y protocolos de entrenamiento de fuerza han demostrado ser una opción ideal para generar adaptaciones que mitiguen los diferentes daños orgánicos que van haciendo su aparición tras el paso de las décadas. Evitar deterioro de la capacidad funcional, y de la pérdida de la autonomía en el adulto mayor, se ha convertido en uno de los objetivos principales para la aplicación del entrenamiento de la fuerza.

Las recientes recomendaciones internacionales para el ejercicio físico en el adulto mayor, confirman a el entrenamiento de la fuerza como apropiado y efectivo para maximizar adaptaciones musculo-esqueléticas y mejora de la funcionalidad, incluso en personas con fragilidad diagnosticada (Izquierdo M. R, et al., 2021). Se proponen, desde una visión muy general, las siguientes recomendaciones para la prescripción del ejercicio:

Frecuencias de entrenamiento de entre 2 y 3 veces por semana.

Entre 6 y 10 ejercicios por sesión, énfasis en multiarticulares.

1-3 series por grupo muscular.

Rangos de repeticiones entre 8 – 12.

Intensidades de esfuerzo comprendidas entre el 50% y 80% de un 1RM.

Uso de percepciones subjetivas de esfuerzo (escala de Borg).

Por su parte, el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) en su pronunciamiento de 2002 y modificación del año 2009, refiere que el entrenamiento de fuerza es ideal para la mejora de la aptitud muscular, independientemente de cual sea el objetivo entrenable deseado (fuerza muscular, potencia, hipertrofia, resistencia muscular local). Señalando también, su aporte en el mantenimiento y mejora de la capacidad funcional, al igual que su influencia positiva en la prevención de morbilidades y el deterioro de variables de la condición física en general (coordinación, agilidad, flexibilidad, equilibrio).

Seguidamente, en 2019, la National Strength and Conditioning Association (NSCA) en su estado de posición también ratifica el entrenamiento de fuerza como una

estrategia beneficiosa para combatir los efectos negativos del proceso de envejecimiento, destacando una serie de beneficios sobre la capacidad funcional (tabla 5).

Tabla 5

Beneficios del entrenamiento resistido en la capacidad funcional de los adultos mayores

**BENEFICIOS FUNCIONALES DEL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA
PARA ADULTOS MAYORES**

Mejora de la movilidad, el funcionamiento físico y desempeño en actividades de día a día y preservación de la independencia.
Disminuye el riesgo a lesiones por accidentes domésticos u eventos catastróficos.
Ayuda a la mejora del bienestar psicosocial.

Nota. Adaptado del Manual Fundamentos del Entrenamiento Personal, National Strength and Conditioning Association (NSCA) 2019.

3.4 Diseño del Programa de Entrenamiento de Fuerza

La organización y diseño de un programa de entrenamiento resistido es un factor determinante para la consecución de las adaptaciones deseadas. La manipulación y control progresivo de cada variable, juega un papel vital en la adherencia, eficacia y éxito del mismo. Más allá de que la evidencia respalde el entrenamiento contra resistencias como una estrategia segura y confiable, el mal diseño de un programa puede terminar siendo contraproducente, ineficaz y peligroso para un individuo o grupo determinado (Fragala MS, et al., 2019).

Es de conocimiento que no existe una única forma para programar el entrenamiento de fuerza, y que cada forma puede llegar a tener resultados favorables independientemente del camino elegido. Muchos son los estudios e investigaciones que se han desarrollado tratando de comparar entre métodos de entrenamiento, tipos de periodización, frecuencias, volúmenes, intensidades, acciones musculares y densidades de trabajo. Tratando de establecer similitudes, diferencias, e identificar el mayor potencial para el logro de adaptaciones en los adultos mayores (American College of Sports Medicine, 2009). En lo que se refiere a la capacidad funcional, existe un gran número de intervenciones que se asemejan en cuanto al planteamiento de sus objetivos principales o adaptaciones a alcanzar por medio del entrenamiento de la fuerza. No obstante, también discrepan en el abordaje y la aplicación de las variables de programación del entrenamiento (tabla 6).

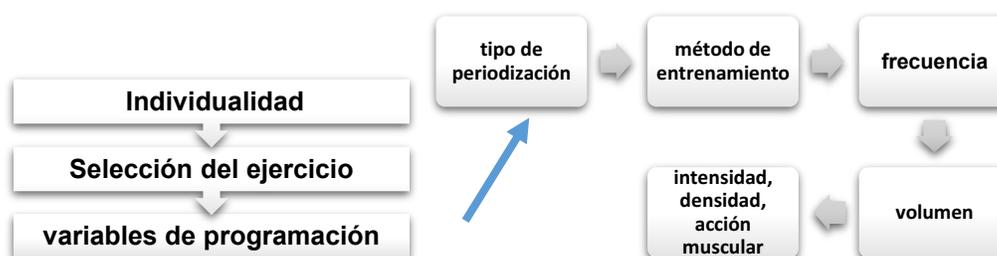
Tabla 6*Objetivos Principales del Entrenamiento de la Fuerza en el Adulto Mayor*

Aumento de los niveles de fuerza muscular	
Aumento de la potencia muscular	Nota.
Aumento del área transversal	
Control de la masa corporal	

Adaptado del American College of Sports Medicine 2009 (ACSM).

Desde las bases de programación y prescripción del ejercicio físico, se destacan distintos principios de entrenamiento. Donde la individualización podría ser considerada como el factor más determinante en lo que se refiere a la toma de decisiones para la elaboración de un adecuado programa de entrenamiento, que satisfaga con precisión las necesidades del adulto mayor (Fragala MS, et al., 2019), (figura 6)

Se documenta, que una correcta prescripción del ejercicio podría brindar esas herramientas puntuales para la preservación de funcionalidad en las personas mayores (Fragala MS, et al., 2019). Una identificación temprana de las capacidades actuales del anciano facilitará la toma de decisiones y organización de cada variable.

Figura 4.*Variables de programación para el entrenamiento de la fuerza*

Nota. Modificado de Resistance Training for Older Adults: Position Statement from the National Strength and Conditioning Association 2019. Resistance Training for Older Adults, 33(8):2019-2052.

3.5 Variables De Programación Del Ejercicio De Fuerza En El Adulto Mayor

La manipulación de las variables de entrenamiento en un programa de ejercicio resistido, es un aspecto fundamental para alcanzar los objetivos propuesto, existe evidencia que muestra diferencias y similitudes al momento de lograr adaptaciones o causar un efecto determinado, directamente dependientes de la forma en que se ajusta cada detalle de la intervención (Izquierdo M. R, et al., 2021), (American College of Sports Medicine, 2009), (Fragala MS, et al., 2019).

Es de conocimiento, que durante el proceso de envejecimiento la capacidad del organismo para responder a distintos estímulos mecánicos, proporcionados por el entrenamiento físico, difiere en su ritmo al ser comparada con pares de menor edad. Sumado a esto, las condiciones fisiológicas e individuales del anciano condicionan aún más sus respuestas adaptativas (Izquierdo M. R, et al., 2021). No obstante, pueden hallarse lineamientos de base para la manipulación de cada variable, donde a pesar, de que estas no coincidan en sus postulados de forma unánime, sus propuestas tienen más semejanzas que discrepancias, por lo cual sus conceptualizaciones pueden ser analizadas y aplicadas en un caso específico.

Uno de los casos donde se puede observar discrepancias o desacuerdos por parte de expertos, está en lo referido al uso de las acciones musculares dentro de los programas de entrenamiento para las personas mayores. Si bien, es conocido que una acción muscular excéntrica, concéntrica e isométrica, al igual que las velocidades de ejecución, se diferencian en su forma de aplicación y estímulo producido, esto no se considera como una limitante al uso de diversas variantes dentro de un programa de entrenamiento para la población en cuestión, donde la mejora de la capacidad funcional sea el objetivo principal. La individualidad y especificidad, serán los aspectos principales a tener en cuenta por parte del entrenador o planificador, esto facilitara una aplicación contextualizada y pertinente para el logro de los distintos objetivos del entrenamiento resistido (American College of Sports Medicine, 2009) (tabla 7).

Respecto al uso de métodos avanzados de entrenamiento en los programas para adultos mayores no existe un consenso unificado, pero si muchas investigaciones aisladas que presentan sus resultados en dirección a una o varias adaptaciones logradas con diversos protocolos desarrollados. En la presente revisión intentaremos ampliar los aportes de estos, en pro a la mejora de la capacidad funcional de la población investigada.

Tabla 7

Bases de Programación del Entrenamiento del Entrenamiento de la Fuerza

Bases de Programación del Entrenamiento de Fuerza en el Adulto Mayor			
VARIABLES DE ENTRENAMIENTO	American College of Sport Medicine (ASCM) 2009	National Strength and Conditioning Association (NSCA) 2019	Guías Internacionales 2021
Tipo de periodización	Clásica, inversa, ondulada	No especifica	No especifica
Métodos de entrenamiento	Series unicas, biseries circuitos	No especifica	No especifica.
Frecuencia semanal	2 -- 3 sesiones por semana 3 -- 6 sujetos avanzados.	2 -- 3 sesiones semanas 2 -- 5 sesiones avanzados	2-3 sesiones por semana.
Volumen por sesión	1-3 series por grupo muscular 8 – 12 / 10-15 o más repeticiones.	2 – 3 series por grupo muscular 6 – 12 repeticiones 10 – 15 repeticiones.	1-3 series por grupo muscular 8-10 series músculos grandes 8-12 repeticiones
Acciones musculares	Concéntricas, excéntricas, isométricas; velocidades altas o moderadas.	Explosivas, balísticas, Movimientos funcionales.	Concéntricas, excéntricas, isométricos movimientos explosivos / controlados.
Tipo de ejercicio	Ejercicios multiarticulares Maquinas, pesos libres, bandas elásticas.	Máquinas, pesos libres ejercicios multiarticulares y monoarticulares, bandas elásticas.	Ejercicios multiarticulares y monoarticulares, maquinas, pesos libres, bandas de elásticas.
Rango de Intensidad de entrenamiento	30- 80% 1RM	40-85% 1RM	30-80% de 1RM
Descanso / series	1 – 3 minutos	1,30 -- 3 minutos	1 – 3 minutos

Nota. Adaptado de The International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR, 2021), Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults (2009), Resistance Training for Older Adults: Position Statement from the National Strength and Conditioning Association (2019).

Las investigaciones recientes, dejan claro que sea cual fuere el modelo elegido para la prescripción del ejercicio en el adulto mayor, los efectos positivos generalmente son un hecho. Y que la consecución de una determinada adaptación en mayor proporción que otra va depender en gran medida del modelo que se establezca, la individualidad y su interacción con las otras variables de entrenamiento.

Conlon & col (2017), compararon las adaptaciones logradas en un grupo de 41 adultos mayores, utilizando un modelo lineal, uno ondulado y un programa no periodizado en ancianos no entrenados. Si bien, el experimento comprobó que los tres protocolos mejoraron la fuerza, la potencia y el rendimiento funcional en el grupo en los grupos evaluados, los programas con periodización lineal y ondulado lograron mayores valores que el programa no periodizado. Es importante destacar que en fases tempranas de entrenamiento (6 – 12 meses) las adaptaciones tienen a ser mayores que en sujetos avanzados, por lo que la periodización en estos casos podría no tener un protagonismo tan determinante, cuando se compara con sujetos experimentados.

Manipulación de las variables de entrenamiento

La prescripción con precisión de un programa de entrenamiento para el adulto mayor ha demostrado ser una excelente herramienta para contrarrestar los aspectos negativos del envejecimiento, el detrimento de la capacidad funcional es el principal afectado con el paso de las décadas, distintas respuestas orgánicas se ven afectadas causando una pérdida progresiva de la independencia y autonomía en adultos ancianos. Distintos protocolos del entrenamiento muestran un impacto positivo en la mejora de la funcionalidad y desempeño diario de esta población.

La comprensión, y correcta la manipulación de las variables de entrenamiento es el aspecto más importante para lograr las adaptaciones deseadas, tomando como punto de partida el principio de la individualidad, donde cada una de las decisiones tomadas por parte del entrenador va determinar éxito o fracaso de un programa de entrenamiento establecido.

Periodización del entrenamiento: la periodización del entrenamiento hace referencia a la estructura y orden que se le da a un programa de ejercicio, tratando de no dejar nada al azar, estableciendo un orden coherente en pro de los objetivos planteados (Vargas Molina, 2018). Se asume que el primero en plantear este concepto fue Matveiev, entre la década de los 70 y 80, en su afán por entender el Síndrome General de Adaptación planteado por Seyle en 1936. En la actualidad son tres los modelos en que se basa la programación del ejercicio independientemente la población, encontramos entonces; El modelo Lineal, Ondulado y el Inverso.

Métodos de entrenamiento: el detrimento de la funcionalidad en las poblaciones ancianas, es sin dudar el objetivo principal a combatir con la implementación de un programa de ejercicios de fuerza. La pérdida de la fuerza muscular acompañada de la incapacidad de producir acciones musculares potentes se convierte en una constante en personas mayores de 60 años e incluso antes, si a esto se le suman hábitos o conductas sedentarias. En esta misma dirección, aparece la pérdida natural de la masa muscular, lo que marcaría un objetivo más a contrarrestar con una adecuada prescripción del entrenamiento. Pero que, además, guarda una estrecha relación con los hábitos nutricionales (Cannataro R, et al., 2021).

Diferentes métodos o estrategias de entrenamiento han demostrado tener aportes positivos en lo que se refiere a la consecución de adaptaciones fisiológicas y neuromusculares en los adultos mayores (West DW & Phillips SM, 2010). Conocer la aplicación y efecto de estos, permite tener una amplia gama de herramientas para plantear una puntal intervención encaminada a la mejora de la función muscular, las ganancias de fuerza, potencia muscular, masa libre de grasa, equilibrio u estabilidad. Sin bien, la literatura establece que algunos de los métodos convencionales de entrenamiento se dirigen principalmente a practicantes avanzados, en poblaciones adultas han demostrado ser igualmente aplicables, atendiendo siempre a la individualidad y estado de condición física. En el siguiente cuadro se exponen algunas definiciones los métodos que pueden ser utilizados en poblaciones adultas, partiendo obviamente desde las consideraciones del principio de la individualidad (tabla 8).

Tabla 8

Definición de los Métodos de Entrenamiento de la Fuerza.

Métodos de Entrenamiento Convencionales Utilizados en Los Programas de Entrenamiento de La Fuerza

Tradicional (series unicas, superseries, triseries)	Se caracteriza por la realización de una serie de trabajo seguida por una pausa o descanso. Dentro de este también se encuentran las denominadas súper series (dos series distinto ejercicio seguidos de una pausa), triseries (tres series de un mismo o diferentes ejercicio seguido de una pausa).
Pirámides	Consiste en realizar series con cambios en el número de repeticiones y el porcentaje de carga, generalmente cuando se aumenta este, disminuye el número de repeticiones, guardando siempre una equivalencia entre ambos aspectos. Pueden desarrollarse en forma ascendente o descendente. El objetivo principal de esta estrategia brindar variedad a la sesión de entrenamiento, aumentos de volúmenes, fuerza y evitar estancamiento.
Drop set	También llamadas series descendentes, consisten en realizar series con el fin de llegar al fallo concéntrico establecido, disminuyendo la carga de trabajo luego realizar de un numero de repeticiones determinado, esto se repite de forma inmediata dentro de la misma serie (sin pausa), hasta lograr el fallo muscular (incapacidad para seguir trabajando). Este tipo de series permite el incremento de la sesión de entrenamiento, y han demostrado resultados positivos para la hipertrofia, resistencia muscular y la fuerza.
Clúster	Se trata de realizar una pausa luego de un número específico de repeticiones, luego de este descanso que generalmente es de 10-20 segundos, si realizan las repeticiones restantes para terminar la serie. El objetivo principal de esta estrategia es reducir o evitar los altos niveles de fatiga, logrando acumular mayores volúmenes de trabajo dentro de la sesión. Los descansos entre repeticiones permiten la restauración de las reservas de fosfocreatina, lo cual permitiría un mejor rendimiento.
Oclusión Vascolar	También conocido con BFR (restricción del flujo sanguíneo) se direcciona a la búsqueda del estrés metabólico, uno de los mecanismos relacionados con la hipertrofia. Se trata de rodear con bandas o manquitos zonas específicas de las extremidades superiores e inferiores, utilizando % de cargas de entre 30-50% de 1RM del individuo, lo que lo hace una estrategia aplicable a poblaciones con limitaciones para el uso de % de carga elevados. Cabe resaltar que es uno de los métodos que requiere de mayor conocimiento para su aplicabilidad y cualquier sea la población a intervenir.

Nota. Modificado de Vargas Molina S. Estética Corporal, Entrenamiento Científico (2019).

Frecuencia de entrenamiento: La National Strength and Conditioning Association (NSCA) define la frecuencia de entrenamiento, como la cantidad de sesiones que se dan dentro de una semana. Esta, generalmente están determinadas por el objetivo y estado de acondicionamiento del individuo. En adultos mayores, las recomendaciones recientes para el ejercicio de fuerza, estipulan frecuencias de entre dos y tres veces por semana, haciendo claridad en establecer periodos de descansos entre 48-72hrs seguidos a una sesión de entrenamiento (Izquierdo M. R, et al., 2021). Esta recomendación tiene como objetivo disminuir la fatiga, además de permitir una óptima recuperación muscular en pro de la consecución de las adaptaciones pretendidas, y la adherencia a un determinado programa de entrenamiento.

No obstante, se sabe que el nivel de acondicionamiento de adulto mayor es determinante para establecer el número de sesiones semanales. En adultos sanos y entrenados una frecuencia de tres días podría resultar insuficiente, dado a la capacidad adaptativa propia. Pero en esta misma dirección y situándonos en un extremo contrario, frecuencias mayores a dos días por semana pueden resultar poco acertadas en adultos con bajos niveles de condición física (Turpela M, et al., 2017).

Volumen de entrenamiento: aunque el termino apropiado seria Volumen de Carga, en muchos documentos se sigue expresando de forma igual. El volumen de carga hace referencia a la cantidad de trabajo resultante del número de repeticiones realizadas por la carga de trabajo ($\text{VolCarga} = \text{número total de repeticiones} \times \text{carga}$) (Fragala MS, et al., 2019). Al igual que la frecuencia de entrenamiento, el volumen juega un rol determinante en cuanto a la consecución de adaptaciones, la forma en que estos se controlan dentro de un programa de ejercicios para el adulto mayor, repercute en las ganancias de fuerza, hipertrofia y la capacidad funcional. Además, en las respuestas metabólicas y hormonales (American College of Sports Medicine, 2009).

A pesar de la importancia del volumen de entrenamiento, las investigaciones señalan que este no tiende a ser determinante en fases tempranas del ejercicio resistido. Sin embargo, se han registrado mayores ganancias en protocolos que incluyeron durante la sesión de entrenamiento 3 series en vez de 1 por grupo muscular en periodos cortos de intervención (6-12 semanas) (Fragala MS, et al., 2019). En cuanto al número de repeticiones por serie se establece un amplio rango de repeticiones (6-15), las cuales estarán condicionadas por el objetivo al que se direcciona la prescripción del ejercicio (Izquierdo M. R, et al., 2021).

Intensidad de la carga de entrenamiento: existe una implicación directa de la intensidad de la carga de entrenamiento sobre las respuestas metabólicas, hormonales y neurales del individuo. Por tal razón la intensidad de la carga de entrenamiento dentro de los programas de ejercicio resistido para el adulto mayor, está sujeta al objetivo en que se direcciona (American College of Sports Medicine, 2009). Distintos rangos de Intensidad han demostrado impactar de forma positiva la capacidad funcional de los ancianos practicantes; mejoras en la fuerza, potencia y masa muscular se han observado luego de la aplicación de programas de entrenamiento de resistencia (Fragala MS, et al., 2019). Las investigaciones plantean rangos de intensidades de la carga que oscilan entre 30%– 85 % de 1RM, esto condicionado de las características del levantador, nivel de acondicionamiento y objetivo de entrenamiento (Izquierdo M. R, et al., 2021). Schoenfeld (2017), refiere que de acuerdo a la intensidad de carga manejada durante la sesión, se pueden clasificar los entrenamientos como: duros (1-5 RM), medios (6-12 RM) y ligeros (más de 15 RM), estableciendo las diferencias fisiológicas dadas tras la implicación de un determinado porcentaje de carga.

Otros condicionantes del ejercicio de fuerza en el adulto mayor

cada aspecto de un programa de ejercicio es determinante para el desarrollo de las adaptaciones pretendidas, por lo tanto, su puesta en práctica debe estar siempre en dirección con el objetivo que se pretende. Atendiendo a que no existe una única forma de diseñar un programa de ejercicio resistido para el adulto mayor, la literatura expone diversas características entrenables a tener en cuenta, algunas de estas son:

La acción muscular: son tres los tipos de acciones musculares establecidas; concéntrica, excéntrica e isométrica. Cada una de estas se da en una determinada fase o porción del movimiento, y su accionar es diferente en cuanto a la generación de tensión sobre las fibras musculares, tras una repetición en concreto. Estudios longitudinales han permitido conocer que el énfasis en una de las tres acciones mencionadas, por encima o en mayor proporción que otra, tiende a favorecer y condicionar la adaptación resultante al ejercicio resistido (Fragala MS, et al., 2019). Si bien las diferentes acciones musculares se incluyen en los programas de entrenamiento para el adulto mayor; las acciones musculares concéntricas y de forma rápida o explosiva generalmente son las priorizadas. Esto en línea con su semejanza en la forma de realizarse las actividades de la vida cotidiana en las personas de edad avanzada (Izquierdo M. R, et al., 2021), (Fragala MS, et al., 2019). Estudios que se direccionaron hacia la mejora de la fuerza y potencia muscular, plantean que estas reclutan mayor número de fibras, y por preferencia las fibras tipo II.

Intervalos de descanso entre serie: los tiempos de descanso entre series son quizás el único aspecto donde se encuentra unanimidad entre estudios y autores. Ciertamente estableciendo la dirección en que se desarrolla el entrenamiento, pausas de entre 1 y 3 minutos se consideran ideales para la recuperación intra serie en adultos mayores (Izquierdo M. R, et al., 2021), (Fragala MS, et al., 2019), (Cannataro R, et al., 2021).

Selección y tipo de ejercicio: distintos tipos de ejercicios han demostrado ser útiles y aplicables en los programas de entrenamiento de las personas mayores. El uso de pesos libres, maquinas, poleas, el peso corporal y bandas elásticas es totalmente acertado para el desarrollo de adaptaciones. Todas estas herramientas son perfectamente utilizables en un programa de ejercicio de fuerza que busque la mejora de la condición física de los ancianos. Por otro lado, los ejercicios multiarticulares donde se involucren los grupos musculares más grandes, se plantean como los principales a incluir dentro de la programación ejercicio. No obstante, ejercicios mono-articulares o aislados cobran mayor importancia en casos o condiciones particulares del entrenado mayores (Izquierdo M. R, et al., 2021), (Fragala MS, et al., 2019), (Cannataro R, et al., 2021),

4. METODOLOGÍA

Se desarrolló una revisión bibliográfica en el motor de búsqueda PubMed, con acceso a la base de datos MEDLINE. La búsqueda se llevó a cabo utilizando las palabras claves: “Resistance training”, “Elderly”, “Skeletal Muscle” y “Funtional Capacity”.

Los criterios para la inclusión y exclusión de los documentos encontrados fueron los siguientes:

Criterios de inclusión

- Estudios experimentales de control aleatorizado y no aleatorizado.
- Estudios realizados en hombres y mujeres mayores de 65 años.
- Estudios en poblaciones sanas activas e inactivas.
- Artículos en inglés, publicados entre el año 2016 y 2021.
- Artículos donde se detallará el programa de entrenamiento empleado y su forma de intervención.

Criterios de exclusión

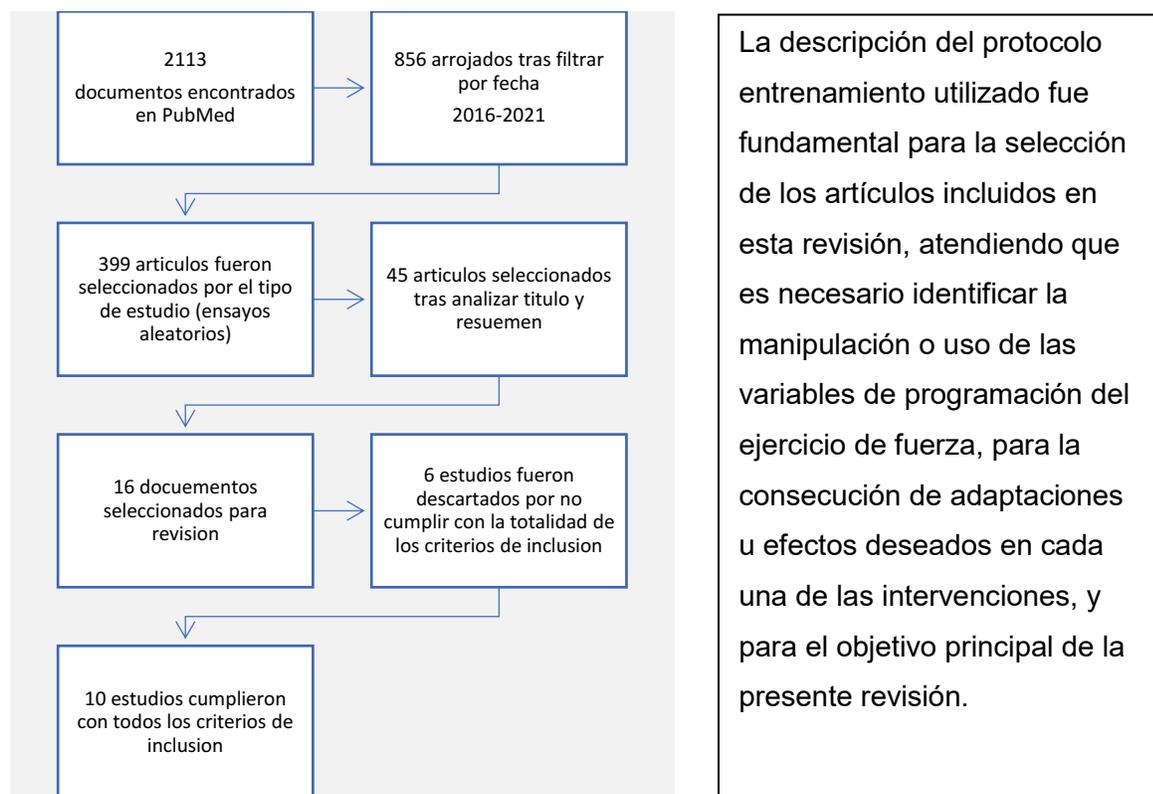
- Estudios en poblaciones con patología descrita.
- Artículos con programas de entrenamiento e intervenciones no especificadas.
- Revisiones sistemáticas, actas de congreso o simposios.

Esta búsqueda arrojó como resultado 2113 artículos, luego de aplicar algunos filtros de selección se rejudo su número a 856, y al seleccionar por tipo de documento se obtuvieron 399, de los cuales al analizar títulos, resumen y metodología se seleccionaron 16 trabajos para incluir en la presente revisión tal como lo muestra la figura 1.

4.1 DIAGRAMA DE FLUJO

Figura 5

Diagrama de flujo para la selección de trabajos.



Luego de la revisión de los 10 estudios seleccionados, se exponen los aspectos más relevantes aquí encontrados. Donde se destaca la participación de 551 sujetos (369 mujeres, 182 hombres), con edades comprendidas entre los 60 y 86 años. Se pudo observar que en la mayoría de los protocolos se usaron máquinas de pesas y peso libre, donde la duración de las intervenciones oscila entre las 12 semanas y 36 según lo establecido por el grupo investigador. En lo que refiere a las intensidades de carga se muestra el uso de distintos porcentajes del 1 RM (20% - 90%), con frecuencias de 2 hasta 4 veces por semana (tabla n°9).

5. RESULTADOS

Tabla 9

Características de los estudios incluidos

Autor /año	Participantes, Intervención y características	Programa de entrenamiento	Efecto/ resultado
Rubens et al (2018)	<p>56 mujeres sanas Edad 68.8 años 16 semanas de entrenamiento de resistencia 3 veces x semana (48 sesiones) y seguidamente 6 semanas de desentrenamiento. Se realizó una comparación entre 5 grupos sometidos al entrenamiento de resistencia:</p> <p>baja intensidad BFR (restricción de flujo sanguíneo) con baja presión 105.45 ± 6.5mmHg. baja intensidad BFR con alta presión 185.75 ± 5.45mmHg. RT alta intensidad. RT baja intensidad. CG no realizo entrenamiento.</p> <p>Periodización lineal en todos los protocolos. Acción muscular:</p>	<p>Ejercicios: Squat, Leg Press, Knee Extension and Leg Curl. Tiempo sesión: 40 – 50min</p> <p>L- BFR - L & L- BFR-H Intensidad 20-30% 1RM) series 3 – 4, repeticiones 30, 15,15 descanso series 30” descanso ejercicio 90”.</p> <p>RT baja intensidad 20-30% de 1 RM 3 – 4 series 15 -30 repeticiones, descansos 30” x series 90” por ejercicio</p> <p>RT alta intensidad 70 80% de 1 RM 3 – 4 series 6-8 repeticiones, descansos 60” x series 90” por ejercicio.</p>	<p>Aumentos en los niveles de fuerza de todos los grupos entrenados p<0.05</p> <p>Después del periodo de desentrenamiento las ganancias de fuerza disminuyeron en todos los grupos. Sin embargo, se mantuvieron superiores a los valores obtenidos al inicio de la intervención (p<0.5).</p> <p>El entrenamiento con BRF muestra ser igual de efectivo que el Entrenamiento Tradicional con alta intensidad en poblaciones ancianas.</p> <p>La comparación entre BRF con presiones Bajas vs Altas, demostró que ambos son igual de efectivos para las ganancias de fuerza en poblaciones adultas.</p>

Continúa tabla 9

Autor /año	Participantes, Intervención y características	Programa de entrenamiento	Efecto/ resultado
M.Turpela et al., 2017	<p>106 hombres y mujeres 64-75 años. 6 meses de intervención, comparación entre frecuencias de entrenamiento.</p> <p>4 grupos conformados X1 entrenamiento una vez por semana 12 hombres / 13 mujeres X 2 entrenamiento dos veces por semana.</p> <p>12 hombres / 15 mujeres X3 entrenamiento tres veces por semana 12 hombres / 16 mujeres.</p> <p>GC grupo control, no entreno 12 hombres / 13 mujeres Periodización Lineal en meso ciclo 1 / ondulada en meso ciclo 2 Acciones musculares: concéntricas, se aplicó fallo muscular</p>	<p>Full Body 2-5 series 4-12 repeticiones</p> <p>7-9 ejercicios x sesión / Intensidades, Fuerza 70-90% 1RM Potencia 30-80% 1RM Pausas entre serie 1-3 minutos</p>	<p>Todos los grupos entrenados lograron mejorar su fuerza y potencia muscular al ser comparados con el grupo control. Loa ancianos entrenados con una frecuencia de 3 días muestran mayores ganancias de fuerza, potencia y velocidad ($p=0.047$).</p> <p>El tiempo para desplazarse de un punto a otro disminuyo en todos los grupos entrenados tras la aplicación del programa de entrenamiento, ($P=0.05$).</p> <p>La capacidad para levantarse de una silla también mostro mejorías en todos los grupos entrenados ($P=0.029$).</p> <p>La masa magra aumento en mayor proporción en grupo con frecuencia 3 en comparación con el grupo control y los otros.</p>

Continúa tabla 9

Autor /año	Participantes, Intervención y características	Programa de entrenamiento	Efecto/ resultado
E.S. Bezerra et al., 2019	<p>12 mujeres y 8 hombres adultos mayores de 65 años, no entrenados.</p> <p>12 semanas de entrenamiento, asignación aleatoria y comparación entre 2 grupos: alto volumen vs bajo volumen de entrenamiento resistido.</p> <p>La frecuencia de entrenamiento fue de 2 veces por semana para ambos grupos, días no consecutivos. 24 sesiones de entrenamiento</p> <p>ERAV (alto volumen): 3 – 5 series por ejercicio 5 RM</p> <p>ERBV +(bajo volumen): 1 serie 15 RM</p> <p>La diferencia entre los volúmenes se aplicó solo al ejercicio de Remo sentado en máquina, el cual fue el único que se realizó hasta el fallo concéntrico.</p> <p>El resto de ejercicios aplicados en el protocolo se desarrolló en igualdad de parámetros en ambos grupos.</p>	<p>Ejercicios: remo sentado en máquina, prensa de piernas, extensión de rodillas, curl de piernas sentado, press pectoral con bandas elásticas.</p> <p>Series 2 x 10 repeticiones sobre el 1 RM personal.</p> <p>Tiempos de descanso 2 minutos por serie. Cadencia por serie 2:2</p> <p>Periodización lineal</p>	<p>Los resultados mostraron que ambos volúmenes de trabajo indujeron ganancias en la fuerza y resistencia muscular local en el tren superior, a pesar de las diferencias en el volumen y la carga utilizada 83% AV1RM, 63% 1RM $P < 0.001$.</p> <p>Lo cual destaca que las ganancias de fuerza en las fases tempranas de entrenamiento (12-20 semanas) se producen independientemente del volumen aplicado en las poblaciones ancianas no entrenadas.</p>

Continúa tabla 9

Autor /año	Participantes, Intervención y características	Programa de entrenamiento	Efecto/ resultado
Cook et al., 2017	<p>36 adultos sanos e inactivos (mujeres 21, hombres 15) mayores de 65 años.</p> <p>12 semanas de entrenamiento resistido, donde se comparó entre un protocolo de entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo (BFR) y uno tradicional con cargas altas (HL).</p> <p>El objetivo del estudio fue evaluar la fuerza muscular del tren inferior, la funcionalidad y la calidad de vida, tras la intervención en cada grupo</p> <p>La frecuencia de entrenamiento para cada grupo fue de 2 veces por semanas para ambos grupos y para el grupo control (CG), que realizó sesiones de estiramiento y trabajo con bandas elásticas.</p>	<p>Ejercicios asignados para ambos grupos:</p> <p>BRF Y HL:</p> <p>Extensión de piernas en maquina sentado.</p> <p>Curl de piernas en maquina sentado</p> <p>Prensa de piernas horizontal.</p> <p>BFR:</p> <p>3 series al fallo muscular</p> <p>30-50 % del 1RM</p> <p>1.5 presión sanguínea sistólica individualizada.</p> <p>60" de descanso entre series, 3' de descanso entre ejercicio.</p> <p>HL: 3 series al fallo muscular</p> <p>70 % del 1RM</p> <p>60" de descanso entre series, 3' de descanso entre ejercicio.</p> <p>Cadencia: 3.3</p> <p>Periodización lineal en ambos grupos</p>	<p>Los resultados obtenidos muestran que tanto el entrenamiento con altas cargas (HL) como el de restricción de flujo sanguíneo (BFR) tuvieron un efecto positivo en cuanto al aumento de la masa muscular y aumento de la producción de fuerza. Destacando el HL por encima del BFR y el CG ($P < 0.05$) al comparar los resultados obtenidos para las ganancias de fuerza.</p> <p>Mientras que en lo referido a las ganancias de masa muscular el BFR se mostró superior al finalizar la intervención ($P < .01$).</p> <p>HL: semana 1 a 6 RM tests (26%) semana 6 a 12 (+18%), MVC (16%), CSA (3.6%).</p> <p>BFR:RM tests (24% semana 1 a 6) Semana 6 a 12 (+12%) CSA (4.3%) MVC (12%).</p>

Continúa tabla 9

Autor /año	Participantes, Intervención y características	Programa de entrenamiento	Efecto/ resultado
N. Schott, et al., 2019	<p>32 adultos sanos y activos (16 mujeres, 16 hombres). 26 semanas de entrenamiento resistido en dos grupos de adultos mayores sanos y entrenados con edades comprendidas entre los 60 y 86 años asignados de forma aleatoria.</p> <p>El objetivo del estudio fue evaluar el desarrollo muscular en ancianos entrenados, aplicando entrenamiento con peso libres (EPL) vs máquinas (EM), comprando a su vez la factibilidad en su aplicación para las ganancias de masa muscular.</p>	<p>Ejercicios asignados para cada grupo:</p> <p>Entrenamiento con máquinas: prensa de piernas, press pecho posición sentado, jalón dorsal en máquina, extensión de codos en polea alta, flexión de codos en polea baja.</p> <p>Entrenamiento con pesos libres: sentadilla con barra, press pecho en banco plano, remo con barra, curl bíceps con barra y press frances con barra.</p> <p>Ambos grupos usaron las mismas variables.</p> <p>Periodización lineal Frecuencia semanal: 2 sesiones Carga: 70-80% (10RM9) series: 3 x 10-12 repeticiones (10RM)</p> <p>Cadencia: 2.2 Descanso entre serie 2 minutos. Método tradicional (un ejercicio y serie a la vez).</p>	<p>Los resultados muestran que ambos grupos Maquinas vs Peso libre, se obtuvieron ganancias de fuerza luego de evaluar post intervención. Además, de mantener parte de la misma tras una evaluación posterior al periodo de desentrenamiento. El grupo de entreno con peso libre logro mayores ganancias de fuerza al compararse con el grupo de máquinas, 28 - 75% vs 40-111%.</p> <p>Los ejercicios de peso libre mostraron un mayor efecto en las ganancias de fuerza al ser comprados con sus pares en maquina Sentadilla libre (t (24) = 4.91, p < .001, d=-1.92), Press frances (t (24) = 4.91, p < .001, d=-1.94), remo con barra (t (24) = 4.91, p=.087, d=-0.65). no obstante la evidencia demuestra que ambos tipos de trabajo son viables a implementar en la población adulta mayor.</p>

Autor /año	Participantes, Intervención y características	Programa de entrenamiento	Efecto/ resultado
Alex S. Ribeiro et al., 2017	<p>Comparación entre dos protocolos de entrenamiento resistido, protocolo tradicional (ET) vs protocolo piramidal (EP), y sus efectos sobre la fuerza muscular, masa muscular y respuestas hormonales en ancianas adultas.</p> <p>29 mujeres mayores de 60 años de edad, sanas e inactivas durante los últimos 6 meses previos al estudio ET (14) - PM (15), participaron de 36 semanas de entrenamiento dividido en 3 fases.</p> <p>En la primera fase en grupo un grupo realizo EP y el otro ET. la segunda fase consistió en 12 semanas de desentrenamiento, para la última fase del estudio se intercambiaron roles de entrenamiento.</p>	<p>Programa de ejercicios de cuerpo completo para ambos grupos.</p> <p>Press pecho en máquina, prensa de piernas horizontal, remo sentado, extensión de rodillas, curl bíceps en banco predicador, extensiones de codos en polea y pantorillas en máquina sentado.</p> <p>Variables de entrenamiento ET volumen 3 series x 8-12 RM repeticiones (misma carga para cada serie). Periodización lineal de la carga 2.5-5%, 5-10% .</p> <p>Cadencia: 1;2 Pausa entre serie: 1-2' Pausa entre ejercicios: 2-3'EP</p> <p>Volumen: 3 series con repeticiones descendentes y aumento de carga 12, 10, 8 RM.</p> <p>Periodización lineal de la carga 2.5-5%, 5-10%. Cadencia: 1;2 Pausa entre serie: 1-2' Pausa entre ejercicios: 2-3'.</p>	<p>Ambos protocolos mostraron ser efectivos para las ganancias de fuerza y el aumento de la masa muscular en las mujeres.</p> <p>El volumen total en repeticiones fue mayor en el ET ($p < 0.001$), CI = 31.4–32.8. No existió una diferencia entre los valores que reflejan las ganancias de fuerza entre los grupos ($p \leq 0.05$). Los autores señalan que esto podría deberse a que el EP presento el uso de cargas más elevadas que ET.</p> <p>La Testosterona y IGF-1 en las distintas etapas del estudio, no presentan diferencias significativas entre protocolos, marcando comportamiento un similar en las adaptaciones hormonales ($p < 0.05$).</p> <p>Ambas formas de entrenamiento de fuerza ET y EP mostraron ser igual de efectivos para las ganancias de fuerza e hipertrofia en ancianas.</p>

Continúa tabla 9

Continúa tabla 9

Autor /año	Participantes, Intervención y características	Programa de entrenamiento	Efecto/ resultado
H Lee et al., 2018	<p>136 adultos mayores sanos (112 mujeres- hombres 24) fueron asignados de forma aleatoria teniendo en cuenta su edad, adultos jóvenes entre 65-74 años (n=73), adultos mayores más de 75 años (63), se realizó un programa de ejercicio utilizando bandas elásticas y el peso corporal.</p> <p>El propósito del estudio fue establecer una relación entre el ritmo de ganancias de fuerza y masa muscular en adultos mayores sano.</p> <p>Además, se compararon las ganancias de fuerza en los músculos flexores y extensores de la rodilla.</p>	<p>Programa de ejercicios de cuerpo dividido Frecuencia: 2 veces x semana. Dia 1/ Cuerpo Superior: Push up apoyo en pared, empujes de tríceps usando una silla, press hombros con banda, remo inclinado con banda, elevaciones laterales y frontales con banda, vuelos inclinados con banda, extensiones de codo con banda, curl de bíceps con banda.</p> <p>Dia 2 / Cuerpo Inferior Sentadilla en postura amplia, marcha en el lugar, media estocada, extensión de cadera, abduccion de cadera, extensión de cadera, puente gluteo, flexión plantar. Frecuencia: 2 veces por semana.</p> <p>Intensidad del ejercicio: percepción del esfuerzo 1-15 escala de Borg. Volumen: 3- 5 series por 15-20 repeticiones Borg. Candencia: 1.1 Tipo de periodización: ondulada.</p>	<p>Mayores ganancias de fuerza en hombres, tanto en tren superior como tren inferior ($P < 0.001$), de igual tanto hombres como mujeres obtuvieron mejoras al comparar con sus valores de base.</p> <p>Los ancianos jóvenes mostraron mayores ganancias de fuerza que sus pares de mayor edad $P < 0.001$). La masa muscular solo mostro mostró aumentos en los ancianos jóvenes ($P < 0.025$). La fuerza de la musculatura extensora de la rodilla se mostró inversamente relacionada con la edad ($P < 0.043$). Por su parte la fuerza de la musculatura flexora no mejoró significativamente para ambos grupos etarios, lo cual podría tener relación con el programa de ejercicios seleccionados ($P < 0.042$) ancianos mayores , ancianos jóvenes ($P < 0.011$).</p>

Autor /año	Participantes, Intervención y características	Programa de entrenamiento	Efecto/ resultado
Lichtenberg et al., 2019	<p>43 hombres mayores de 72 años con diagnóstico de Osteosarcopenia fueron seleccionados para realizar un programa de entrenamiento de resistencia de alta intensidad (EAI), los ancianos fueron y asignados de aleatoria a un grupo control (CG) o grupo entrenado (GE), el estudio.</p> <p>28 semanas de entrenamiento dividido en tres fases, la intervención busco identificar el impacto del EAI sobre la masa muscular y la densidad ósea de los adultos mayores.</p> <p>El programa de ejercicio se desarrolló dos veces por semana; lunes – miércoles o miércoles – viernes, según la disposición de cada individuo.</p> <p>Ambos grupos contaron con suplementación de proteínas y valores de 1.5gs/kg/d para EAI y 1.2grs/kg/d para GC.</p>	<p>Ejercicios: jalón dorsal al pecho, remo sentado, aducción escapular, extensión lumbar, press plano banca, press de hombros, vuelos con mancuernas, crossover en poleas, crunch abdominal, prensa de piernas, curl femoral, aducción de caderas y abducción.</p> <p>VARIABLES DE ENTRENAMIENTO</p> <p>Fase # 1: 1-2 series, 8 – 15 repeticiones, cadencia 2.1.2, pausa entre serie 90” -120”</p> <p>Fase # 2: 1 serie, 7-1 repeticiones / 15-18, cadencia 1.1.2 / 4.14, pausa entre series 90”.</p> <p>Fase # 3: 1 serie, repeticiones 6-8 / 8-15, cadencia 1.1.2 / 4.1.4, pausa entre series 90”.</p> <p>Periodización lineal para cada fase.</p> <p>Intensidades de carga</p> <p>Fase 1. No RM</p> <p>Fase 2. No RM.</p> <p>Fase 3 1RM</p>	<p>Se marca un efecto positivo sobre los % de masa muscular del grupo entrenado 4.2 % ($p<0.001$) al comparar con el CG, destacando que el consumo de % ideales de proteína sin estímulos de entrenamiento no es suficiente para generar cambios en la masa magra de individuos ancianos.</p> <p>El valor Z-score de sarcopenia de acuerdo con los parámetros del EWGSOP-I (0,8 m/s para la velocidad de la marcha y 30 kg para la fuerza de agarre), mejoró solo en el grupo entrenado ($p<0.001$) al ser comparado con el CG ($p=0.012$).</p> <p>Las evaluaciones confirman mejorías en el EAI tras finalizar el programa de entrenamiento de fuerza (+4.2%, $p<0.001$). Por su parte que el CG que mostro leves disminuciones (-0.4%, $p=0.548$) al comparar con los valores de base.</p>

Autor /año	Participantes, Intervención y características	Programa de entrenamiento	Efecto/ resultado
R. Ramírez Campillo et al.,2018	<p>Se comparó el efecto de 12 semanas de entrenamiento resistido a alta velocidad sobre el rendimiento funcional y la calidad de vida de 52 mujeres sanas mayores de 65 años.</p> <p>Se utilizó una configuración de entrenamiento que difería entre series tradicionales (ST) vs series de tipo clúster (SC).</p> <p>Grupo control (n= 17), Grupo Clúster (n=15), Series Tradicionales (n= 20).</p> <p>El objetivo de la intervención fue determinar los efectos del ejercicio resistido a altas velocidades (concéntricas) y su impacto en la funcionalidad de las ancianas.</p>	<p>Protocolo de entrenamiento:</p> <p>Press pectoral en banco plano, remo al menton, curl de bíceps, prensa de piernas, extensión de rodillas, curl femoral acostado, lanzamiento con balón medicinal, salto de altura CMJ, crunch abdominal, superan en posición prono.</p> <p>Series 3/ Repeticiones 8 (ST, sin pausa entre repetición), (SC, 30" de pausa cada dos repeticiones).</p> <p>Intensidad de carga: 45-75% de 1RM.</p> <p>Periodización lineal.</p> <p>Descanso entre series: ST 150" luego de 8 repeticiones, ST 150" dividido en 5 bloques de 30" de acuerdo al modelo prescrito.</p> <p>Cadencia: concéntrico a máxima velocidad, 3" excéntrico. Los ejercicios Superman y crunch se realizaron en 3.3.</p>	<p>Ambas configuraciones del ejercicio de fuerza a alta velocidad (concéntrica) muestran mejoras en los dos grupos intervenidos.</p> <p>En la prueba de 10 metros SC (d=1.33) - ST (d=0.33), como en las de sentarse y pararse de una silla. Del mismo modo, en la prueba de ir y volver en 8 metros ($p < 0.05$; d=0.18–0.63).</p> <p>El grupo que realizo series tipo clúster, mostró un desempeño superior, y mayor velocidad de desplazamiento en las pruebas realizadas (d=0.85).</p> <p>Esto se asocia con un mayor torque ejercido por la musculatura del tren inferior (cadera, rodillas, pantorillas) y con la potencia resultante.</p> <p>Por otro lado, la relación pausa – trabajo, se asemeja en gran medida a las actividades diarias realizadas por los mayores.</p>

Continúa tabla 9

Autor /año	Participantes, Intervención y características	Programa de entrenamiento	Efecto/ resultado
Conlon et al., 2017	<p>Se comparó entre los efectos causados en la masa muscular, el ratio de desarrollo de fuerza, la potencia muscular y rendimiento funcional en un grupo de 41 adultos mayores de 70 años (mujeres = 21) (hombres=20), sanos y no entrenados. Tras la aplicación de un programa de entrenamiento resistido periodizado en forma lineal, uno periodizado de forma ondulado y un programa no periodizado.</p> <p>El experimento tuvo una duración de 22 semanas, donde todos los grupos entrenaban con una frecuencia de 3 días no consecutivos cada semana.</p>	<p>Protocolo de entrenamiento utilizado</p> <p>Ejercicios: Prensa de piernas, horizontal, jalón en polea al pecho, curl femoral sentado, press pectoral en máquina, extensión de rodillas en máquina, remo sentado en máquina.</p> <p>Acciones musculares: Concéntrica 1'' Excéntrica 2''</p> <p>Variables de programación por grupo: No Periodizado (NP): 3 series x 10 RM Periodizado Lineal (PL): 3 series x 15 RM, 3 series x 10 RM, 3 series x 5 RM (modificado cada 10 sesiones) Periodizado Ondulado (PO): 3 series x 15 RM, 3 X 10 RM, 3 X 5RM (modificado cada semana a lo largo de la intervención).</p> <p>Descanso entre series: 1-2' en todos los protocolos.</p>	<p>Mejoras considerables en los niveles de fuerza, la potencia muscular y el rendimiento funcional en todos los grupos intervenidos. El NP demostró mayores ganancias en los picos de producción de velocidad y salto de altura. La fuerza isométrica (13.8%), torque isocinético a 60° (17.7%) y 180° (19.8%), mejoran en todos los grupos. Independientemente a esto, el grupo de PL fue el cual obtuvo mayor producción de fuerza isométrica (ES= 0.70), vs NP (ES=0.37), PO (ES=0.39).</p> <p>La masa muscular reflejo cambios positivos en todos los grupos ($p < 0.001$). La musculatura del tren inferior mostró mejorías del 66% con relación a los valores de base. Las ganancias de fuerza y el Ratio de desarrollo de fuerza se presentaron mayores en el grupo PO.</p>

Continúa tabla 9. Nota. Esta tabla muestra las características de los estudios revisados, el uso de las variables de entrenamiento y los aspectos de mayor relevancia en cada uno.

En los estudios seleccionados, resulta evidente el impacto positivo sobre la capacidad funcional de los adultos mayores. Independientemente de la aplicación de distintos protocolos para el entrenamiento de la fuerza, hay mejoras en el desempeño de las actividades diarias, tareas domésticas, en el grado de independencia y adaptaciones neuromusculares y fisiológicas.

6. IMPACTO DEL ENTRENAMIENTO RESISTIDO EN LA CAPACIDAD FUNCIONAL

Los estudios incluidos en esta revisión analizan el impacto de los programas de entrenamiento resistido sobre la capacidad funcional de adultos mayores sanos. Un total de 9 estudios incluidos aportan evidencias positivas en lo que se refiere a aspectos condicionantes para desarrollo diario de actividades cotidianas realizadas por los ancianos. La fuerza muscular, el aumento del área de sección transversal, la producción de potencia tanto en miembros superiores como inferiores, cambios en ratio de desarrollo de fuerza y la composición corporal, se destacan como resultantes de la aplicación de un programa de ejercicios sostenido en un tiempo determinado. Por lo anterior, se puede afirmar que:

- El entrenamiento de la fuerza es una excelente herramienta para contrarrestar los efectos negativos producidos por el envejecimiento.
- Un programa de entrenamiento contra resistencias bien direccionado contribuye a la mejora y el mantenimiento de la condición física en edades adultas.
- La pérdida de fuerza, potencia y masa muscular en poblaciones anciana, se considera como un factor de riesgo desencadenante de accidentes domésticos y disminución de la calidad de vida.
- La práctica regular del ejercicio resistido ha demostrado ser una estrategia ideal para la prevención de enfermedades osteomusculares, metabólicas e incluso cardiopatías.

Tipo de periodización: periodizaciones de entrenamiento en forma lineal y ondulada parecen ser igual de efectivas para la consecución de adaptaciones en ancianos. Turpela & col (2017), reportan aumentos en los niveles de fuerza de 106 adultos mayores en edades comprendidas entre los 65-74 años, tras la aplicación de protocolo de entrenamiento se caracterizó por fases, donde se aplicaba periodización lineal y ondulada según el momento específico del programa. Además, los adultos mejoraron su desempeño en actividades como caminatas rápidas, subir escalares, sentarse y levantarse de una silla.

Por su parte Conlon & col (2017), aplicaron un programa de ejercicio en 21 mujeres y 20 hombres mayores 65 años, comparando entre un protocolo de entrenamiento resistido periodizado de forma lineal, uno ondulado y uno no periodizado, encontrando que en adultos no entrenados o en fases tempranas de entrenamiento, las tres formas fueron igual de efectivas para las ganancias de fuerza muscular, potencia, y el aumento de la masa magra.

H Lee & col (2018), aplicaron un protocolo con periodización ondulada a 136 adultos ancianos, reportando mejoras en la producción de fuerza de extremidades inferiores, el experimento comparo entre dos grupos; ancianos jóvenes (65-74) vs ancianos mayores (>75) mostrando también mejoras en la masa muscular solo en el grupo de menor edad.

Método de entrenamiento: distintas formas para el desarrollo para un programa de ejercicios en personas ancianas muestran ser válidas; métodos tradicionales como serie unicas, superseries, series piramidales, restricción de flujo sanguíneo y series de tipo clúster reportan ser estrategias pertinentes para la programación del ejercicio en esta población.

Ramírez-Campillo & col (2018), compararon entre series tradicionales y tipo clúster, y su influencia en el rendimiento de las tareas cotidianas desarrolladas por un grupo de mujeres mayores de 65 años. Ambas formas organización de entrenamiento mostraron ser favorables en la mejora de la capacidad funcional, pero los autores destacan que las series de tipo clúster lograron mayores ganancias que las series tradicionales, asociando estos resultados con expresiones superiores de potencia y la ratio de desarrollo de fuerza logrados por la metodología pausa – trabajo, que se asemejan a las acciones de la vida diaria y tareas domésticas.

Frecuencia, volumen e intensidad del entrenamiento: publicaciones recientes establecen como optimas frecuencias de entre 2 y 3 veces por semana en poblaciones mayores, puntualizando que la capacidad de recuperación puede diferir entre pares de la misma edad, sexo y nivel de acondicionamiento; por otro lado, se destaca que los ancianos que han entrenado a lo largo de su vida podrían tolerar frecuencias mayores de entrenamiento. Turpela & col (2017), encontraron respuestas favorables al entrenamiento ante frecuencias de dos y tres veces por semana al ser comprarlas con solo una sesión en hombres y mujeres mayores de 64 años. Destacando superioridad

en lo referido a las ganancias de fuerza y potencia en individuos que participaron de una frecuencia de tres días.

Lee & col (2018), utilizaron un protocolo de entrenamiento de cuerpo dividido (superior – inferior) en 136 adultos mayores de 65 años sanos, con una frecuencia de solo un entrenamiento semanal para cada región corporal. El grupo investigador destaca ganancias en la fuerza muscular, pero no en el área de sección transversal de la población evaluada.

Por su parte, Lichtenberg & col (2019), utilizaron un protocolo de entrenamiento de cuerpo total, con frecuencia tres veces semana en adultos mayores de 72 años. Los autores mencionan cambios en la masa magra de los ancianos, acreditando estas a mayores frecuencia y volúmenes de estímulos, necesarios para la acreción muscular. Esta misma dirección Bezerra & col (2019), afirman, luego de comparar volúmenes de entrenamiento altos y bajos en dos grupos de ancianos de edades similares mayores de 60 años, que las ganancias de masa de fuerza no dependen del volumen establecido durante los primeros meses de entrenamiento, cabe resaltar que la población de estudio no había entrenado vez alguna, por tanto, se necesitan más estudios en poblaciones con experiencia previa y niveles superiores de condición física donde se establezcan y comparen volúmenes de entrenamiento.

La intensidad de la carga tiene una relación directa con los resultados obtenidos de la aplicación de un programa de ejercicios; la orientación a las ganancias de fuerza, potencia y masa muscular depende en gran medida de los porcentajes de carga usados. Cook & col (2017), compararon dos protocolos distintos, entrenamiento tradicional vs restricción de flujo sanguíneo. Para el primero las intensidades se controlaron desde el 70-80% del 1RM, mientras que el segundo fue establecido entre el 30 y 50%. Si bien los protocolos difieren en su aplicación se pudo analizar que ambos porcentajes de carga resultaron ser efectivos para la acreción muscular y ganancias de masa magra. No obstante, los porcentajes entre 70-80% del 1RM destacan mayores ganancias en fuerza y potencia muscular.

Schott & col (2019), encontraron resultados similares en las ganancias de fuerza y potencia muscular al comparar el uso de máquinas y pesos libres en un grupo de adultos en mayores de 60 años, posteriormente a la aplicación de un programa de ejercicios con intensidades de carga osciladas entre el 70 y 80% del 1RM. Los resultados obtenidos por los investigadores nos presentan una gama de intensidades de carga bastante amplia, donde el conocimiento del entrenador entra en juego al momento de seleccionar valores acordes al nivel de acondicionamiento actual de entrenado, su prioridad y objetivo de entrenamiento específico.

Acciones musculares: en los trabajos analizados la acción muscular concéntrica y de realización rápida-explosiva, se muestra como predominante al ser comparada con excéntricas e isométricas. Cabe aclarar, que en ninguna de las intervenciones revisadas se usa de forma específica ni asilada un solo accionar muscular. Los autores hacen hincapié en evitar el daño muscular producido en mayor proporción por acciones excéntricas, destacando también el impacto sobre huesos y ligamentos, que podría resultar contraproducente cuando la experiencia del levantador es poca.

7. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las investigaciones futuras deberían centrarse en ampliar los conocimientos establecidos hasta la fecha en lo referente a la relación que existe entre las adaptaciones neuromusculares con otros tejidos y sistemas del cuerpo humano, tras la aplicación de un programa de ejercicio resistido en las poblaciones ancianas. Buscando con esto, incrementar los saberes propios del entrenador, una actualización de concepciones erráticas u ambiguas, y que todo esto a su vez impulsen y solidifiquen un mejor desarrollo del profesional. Puntualmente en cuanto al diseño y aplicación de programas de entrenamientos de la fuerza en las poblaciones de edad avanzada.

8. CONCLUSIÓN

La revisión y análisis de los estudios seleccionados para este trabajo, nos permite concluir; que el entrenamiento de fuerza impacta de manera positiva en la salud física de adultos mayores sanos, y que, además, es una excelente herramienta para contrarrestar los efectos negativos producidos por el envejecimiento. Por otro lado, se pudo observar, que una correcta programación y aplicación de ejercicios de fuerza combate de forma directa aspectos como el deterioro neuromuscular y la pérdida de la capacidad funcional.

9. Referencias

- American College of Sports Medicine. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc. American College of Sports Medicine position stand.*, 41(3), 687-708. doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670
- Anker SD, M. J. (2016). Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.*, 7(5), 512-514. doi:10.1002/jcsm.12147.
- Cannataro R, C. L.-M. (8 de septiembre de 2021). Sarcopenia: Etiology, Nutritional Approaches, and miRNAs. *Int J Mol Sci*, 22(18). doi:10.3390/ijms22189724
- Cruz-Jentoft AJ, B. J. (2010). European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*, 39(4), 412-2. doi: 10.1093/ageing/afq034
- Cunningham C, O. S. (2020). Consequences of physical inactivity in older adults: A systematic review of reviews and meta-analyses. *Scand J Med Sci Sports*, 30(5), 816-827. doi:10.1111/sms.13616
- Duque-Fernández, L. M.-C.-P. (2020). Actividad física y su relación con el envejecimiento y la capacidad funcional: una revisión de la literatura de investigación. *Psicología y Salud*, 30(1). Obtenido de link.gale.com/apps/doc/A628052332/IFME?u=anon~6e80117b&sid=googleScholar&xid=935d2632
- Endo Y, N. A. (2020). Optimizing Skeletal Muscle Anabolic Response to Resistance Training in Aging. *Front Physiol.* doi:10.3389/fphys.2020.00874

- Fragala MS, C. E. (Aug de 2019). Resistance Training for Older Adults: Position Statement
From the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond*, 33(8), 2019-
2052. doi:10.1519/JSC.00000000000003230
- Hutton B, C.-L. F. (2016). La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas
que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA [The PRISMA statement extension
for systematic reviews incorporating network meta-analysis: PRISMA-NMA]. *Med Clin*,
147(6), 262-6. doi:10.1016/j.medcli.2016.02.025
- Izquierdo M. R, A. M. (2021). International Exercise Recommendations in Older Adults
(ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *J Nutr Health Aging*, 25(7), 824-853.
doi:10.1007/s12603-021-1665-8
- JM. Olmos Martínez, J. M. (2007). Musculoskeletal aging. *REEMO*, 16(1), 1-7.
doi:10.1016/S1132-8460(07)73495-5
- Leiva, A. M.-M.-C.-F.-M. (2017). El sedentarismo se asocia a un incremento de factores de
riesgo cardiovascular y metabólicos independiente de los niveles de actividad física.
Revista médica de Chile, 145(4), 458-467. doi:10.4067/S0034-98872017000400006
- Loon, L. J. (2016). PROTEÍNA DE LA DIETA PARA MANTENER EL. *Sports Science
Exchange*, 28(160), 1-5.
- Lopez P, P. R. (2018). Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic
review. *Aging Clin Exp Res*, 30(8), 889-899. doi:10.1007/s40520-017-0863-z
- Mosquera Betancourt, G. (2011). Physiological aging and predisposition to traumatic brain
injury: [review]. *Arch. méd. Camaguey*, 15(5). doi:ID: lil-615971

- Neyro Bilbao, J. C.-A. (2011). Regulación del metabolismo óseo a través del sistema RANK-RANKL-OPG. *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral [en línea]*., 3(2), 105-112. Recuperado el 13 de abril de 2023, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360933652006>
- Owen N, H. G. (2010). Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev*, 38(3), 105-13. doi:10.1097/JES.0b013e3181e373a2.
- Plotkin DL, R. M. (2021). Muscle Fiber Type Transitions with Exercise Training: Shifting Perspectives. *Sports (Basel)*, 9(9), 127. doi:10.3390/sports9090127
- Rikli RE, J. C. (2013). Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist.*, 53(2), 255-57. doi:10.1093/geront/gns071
- Spira D, B. N.-T. (2015). Association of Low Lean Mass With Frailty and Physical Performance: A Comparison Between Two Operational Definitions of Sarcopenia-Data From the Berlin Aging Study II (BASE-II). *J Gerontol A Biol Sci Med*, 70(6), 779-84. doi:10.1093/gerona/glu246
- Turpela M, H. K. (2017). Effects of different strength training frequencies on maximum strength, body composition and functional capacity in healthy older individuals. *Exp Gerontol.*(98), 13-21. doi:10.1016/j.exger.2017.08.013
- Vargas Molina, S. (2018). *Estética Corporal, entrenamiento científico* (Vol. 3). círculo rojo.

West DW, P. S. (2010). Anabolic processes in human skeletal muscle: restoring the identities of growth hormone and testosterone. *Phys Sportsmed*, 38(3), 97-104.

doi:10.3810/psm.2010.10.1814.

