



TESINA
presentada para acceder al título de grado de la carrera
de LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

Título:

**“Efectos del entrenamiento de fuerza con resistencia progresiva
en adultos mayores con sarcopenia en la fuerza y capacidad
funcional”**

AUTORES:

Yordano; Marco. IUGR-5114

Flucha; Lautaro. IUGR-5286

DIRECTOR:

Lic. Cuenca; Leandro D.

Fecha de presentación: Rosario, 23 de agosto de 2021

Firmas de autores

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored surface. The signature is stylized and appears to be 'Yordano'.

Yordano; Marco.

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored surface. The signature is stylized and appears to be 'Flucha Lautaro'.

Flucha; Lautaro

ÍNDICE:

<u>I.INTRODUCCIÓN</u>	3
<u>II.OBJETIVOS</u>	5
<u>II.a Objetivo general</u>	5
<u>II.b Objetivos específicos</u>	5
<u>III.JUSTIFICACION</u>	5
<u>IV. MÉTODOS</u>	6
<u>IV.a Estrategia de búsqueda</u>	6
<u>IV.b Palabras clave</u>	6
<u>IV.c Criterios de inclusión</u>	8
<u>IV.d Criterios de exclusión</u>	8
<u>V. FUENTES DE CONSULTA</u>	8
<u>VI. RECOLECCIÓN DE DATOS</u>	9
<u>VII. MARCO TEÓRICO</u>	10
<u>VII.a Tejido muscular</u>	11
<u>VII.a.1 Anatomía y composición del músculo</u>	11
<u>VII.a.2 Sarcómero</u>	12
<u>VII.b Sarcopenia</u>	15
<u>VII.b.1 Características de la sarcopenia</u>	15
<u>VII.b.2 Epidemiología y factores de riesgo</u>	17
<u>VII.b.3 Fisiopatología de la Sarcopenia</u>	18
<u>VII.c.1 Entrenamiento de fuerza con resistencia progresiva (PRT)</u>	19
<u>VII.c.2 Fundamentos y principios del PRT</u>	20
<u>VII.c.2a Respuesta al estímulo de entrenamiento de fuerza</u>	20
<u>VII.c.2b Factores determinantes en la producción de la fuerza</u>	21
<u>VII.c.2c Concepto de sobrecarga progresiva</u>	22
<u>VII.c.3 Programación del entrenamiento fuerza</u>	24
<u>VIII.d PRT en adultos mayores</u>	27
<u>VII.d.1 Efectos del PRT en adultos mayores</u>	27
<u>VII.d.2 Estructura del PRT en adultos mayores</u>	27

VII.d.3 Indicación, precauciones y contraindicaciones del PRT.....	29
VIII. RESULTADOS.....	31
<u>IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS:</u>	62
<u>X.DISCUSIÓN:</u>	73
<u>XI.CONCLUSIÓN:</u>	77
Bibliografía.....	80

I. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento, incluso en ausencia de enfermedad crónica, está asociado con una variedad de cambios biológicos que pueden contribuir a la disminución de la masa, la fuerza y la función del músculo esquelético, lo que conduce a una disminución general de la resiliencia fisiológica (capacidad de tolerar y recuperarse de los factores estresantes) y de la vulnerabilidad a eventos catastróficos ¹.

Junto con la edad, está en estrecha relación, la pérdida de masa muscular (originalmente llamada sarcopenia) tiene una prevalencia estimada del 10% en adultos mayores de 60 años, que se eleva por más del 50% en adultos mayores de 80 años ^{2;3}. Generalmente gradual, comenzando después de los 30 años y acelerando después de los 60 años. La contribución de las pérdidas de masa muscular relacionadas con la edad a la disminución funcional está mediada en gran parte por la reducción de la fuerza muscular ⁴. La sarcopenia se considera parte de la vía causal de pérdida de fuerza en las poblaciones de adultos mayores. Sin embargo, la debilidad muscular está altamente asociada tanto con la mortalidad como con la discapacidad física, incluso cuando se ajusta para la sarcopenia, lo que indica que la disminución de masa muscular puede ser secundaria a los efectos de la pérdida de fuerza ^{5;6}.

Entonces, dadas las consecuencias físicas indeseables del envejecimiento, las estrategias tanto para la prevención como para el tratamiento son necesarias para la salud y el bienestar de los adultos mayores. Entre los factores que contribuyen al proceso de envejecimiento, el desuso muscular es un factor prevenible y reversible. El uso de los músculos en forma de entrenamiento con ejercicios de fuerza se ha demostrado sistemáticamente como un medio viable y eficaz para contrarrestar la debilidad muscular y la fragilidad física.

Las barreras informadas para la participación en el ejercicio de fuerza para adultos mayores incluyen seguridad, miedo, preocupaciones de salud, dolor, fatiga y falta de apoyo social ^{7;8}

Por lo tanto, el entrenamiento de resistencia ha sido identificado como el método más prometedor para aumentar la masa muscular y la fuerza entre las personas mayores con sarcopenia, este debe ser dinámico y dirigido a los principales grupos musculares utilizando tanto contracciones concéntricas como excéntricas ⁹

Cuando hablamos de las adaptaciones fisiológicas relacionadas con este entrenamiento podemos nombrar el mejoramiento en la función contráctil, atrofia y morfología del músculo esquelético humano envejecido, además también se obtienen beneficios funcionales tales como aumento en movilidad, funcionamiento físico, rendimiento en actividades de la vida diaria y preservación de la independencia.

Un adecuado programa de entrenamiento dirigido a esta población debe incluir un enfoque individualizado y periodizado que consta de ejercicios de 2-3 series de 1-2 ejercicios multi-articulares por grupo muscular principal, alcanzando intensidades del 70 al 85% de 1 repetición máxima, con una frecuencia de 2-3 veces por semana y deben seguir los principios de individualización, periodización y progresión¹⁰.

A su vez, el entrenamiento de resistencia progresiva (PRT), es una de las opciones para retardar y/o evitar todos los efectos indeseables del envejecimiento, a menudo se usa para aumentar la fuerza muscular no solo en adultos mayores, sino también en jóvenes. Durante el ejercicio, los participantes ejercitan sus músculos contra algún tipo de resistencia que aumenta progresivamente a medida que mejora la fuerza.

El equipo común utilizado para PRT incluye máquinas de ejercicio, pesas libres y bandas elásticas¹¹.

Para optimizar la capacidad funcional, los programas de entrenamiento de fuerza deben incluir la familiarización con el entrenamiento en la que se utiliza la masa corporal del sujeto para la resistencia y en el que se simulan las actividades diarias habituales (como el ejercicio de sentarse y ponerse de pie) con el fin de que el mismo conozca sus limitaciones¹².

Hacer PRT dos o tres veces por semana puede mejorar la función física en los adultos mayores. Incluida la reducción de la discapacidad física, algunas limitaciones funcionales y debilidad muscular en personas mayores. No obstante, los eventos adversos graves son imperceptibles. Cuando se utiliza en la práctica clínica, los médicos deben monitorear los efectos adversos, particularmente, las personas mayores que pueden tener un mayor riesgo de lesiones (es decir, personas mayores frágiles o recientemente enfermas) están realizando PRT. Además, no hay información a cuánto tiempo se pueden mantener estos efectos porque la mayoría de los estudios no siguieron el efecto después que terminó el entrenamiento⁹.

II.OBJETIVOS

Ila. Objetivo general:

Determinar a través de una revisión bibliográfica los efectos del entrenamiento de la fuerza con resistencia progresiva a nivel de la fuerza muscular y la capacidad funcional en adultos mayores con sarcopenia.

Ilb. Objetivos Específicos:

Identificar criterios fundamentales en un entrenamiento de fuerza con resistencia progresiva en adultos mayores.

Conocer tiempos de recuperación biológica de la masa muscular en esta población.

Identificar contraindicaciones del entrenamiento de fuerza en adultos mayores.

Identificar diferencias entre ambos sexos en la población anciana sometida a un entrenamiento de fuerza.

Identificar efectos adicionales en la aptitud física producto del entrenamiento de fuerza en adultos mayores

III.JUSTIFICACIÓN:

Como dijimos anteriormente la sarcopenia es un problema común en adultos mayores que afecta tanto en la fuerza como en la capacidad funcional a estos individuos y finalmente repercute en su calidad de vida.

Está demostrado que esta población, en su mayoría, realiza actividad física, y menos aún el entrenamiento de la fuerza por distintas causas, por ello es que no se ha determinado una manera óptima de entrenarla, es decir no se conoce un estándar establecido en cuanto a intensidad, duración y periodicidad que genere los mejores resultados.

La finalidad de este estudio será conocer los efectos beneficiosos de esta terapéutica contra los efectos del envejecimiento en la masa muscular en el ser humano, y establecer criterios y fundamentos disponibles en artículos recuperados del entrenamiento de fuerza con resistencia progresiva que generen los mejores resultados en el aumento de la fuerza y capacidad funcional.

IV.MÉTODOS:

IV.a Estrategia de búsqueda.

Se realizó una búsqueda y revisión bibliográfica, recopilando artículos publicados desde el año 2000 hasta la actualidad, en idiomas español, inglés y portugués. Se incluyeron además ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios de caso.

Se consultaron las siguientes bases de datos, mediante los motores de búsqueda PubMed y Bireme para la recolección de información: Medline, LiLacs, IBECs, Scielo y PEDro. Se recurrió también a las siguientes bibliotecas: Biblioteca de la Colaboración Cochrane, Biblioteca Virtual en salud (BVS), Biblioteca Virtual de la UGR y la Biblioteca Electrónica del MinCyT.

IV.b Palabras claves

Términos MeSH:

- a. Resistance training.
- b. Sarcopenia.
- c. Aged
- d. Physical Functional Performance
- e. Muscle Strength
- f. Psychology

Términos DeCS:

- a. Entrenamiento de Resistencia.
- b. Sarcopenia
- c. Anciano
- d. Rendimiento físico funcional
- e. Fuerza muscular
- f. Psicología

Combinación de términos MeSH

- “Resistance training” AND “Sarcopenia” AND “aged”
- “Resistance training” AND “Sarcopenia” AND “aged” AND “Muscle Strength”
- “Resistance training” AND “Sarcopenia” AND “aged” AND “Physical Functional Performance”
- “Resistance training” AND “Sarcopenia” AND “psychology”

Combinación de términos DeCS:

- “Entrenamiento de resistencia” AND “Sarcopenia” AND “Anciano”
- “Entrenamiento de resistencia” AND “Sarcopenia” AND “Anciano” AND “Fuerza Muscular”
- “Entrenamiento de resistencia” AND “Sarcopenia” AND “Anciano” AND “Rendimiento físico funcional”
- “Entrenamiento de resistencia” AND “Sarcopenia” AND “Psicología”

Términos libres:

- Progressive force.
- Older adults.
- Functional capacity.
- Biological time.
- Adverse effect.

IV.c Criterios de inclusión

Tipos de estudio: ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios de caso. Fecha de publicación: estudios publicados desde el año 2000 a la actualidad. Idioma: artículos publicados en idioma español, inglés y portugués. Grupo etario: mayores de 60 años

IV.d Criterios de exclusión

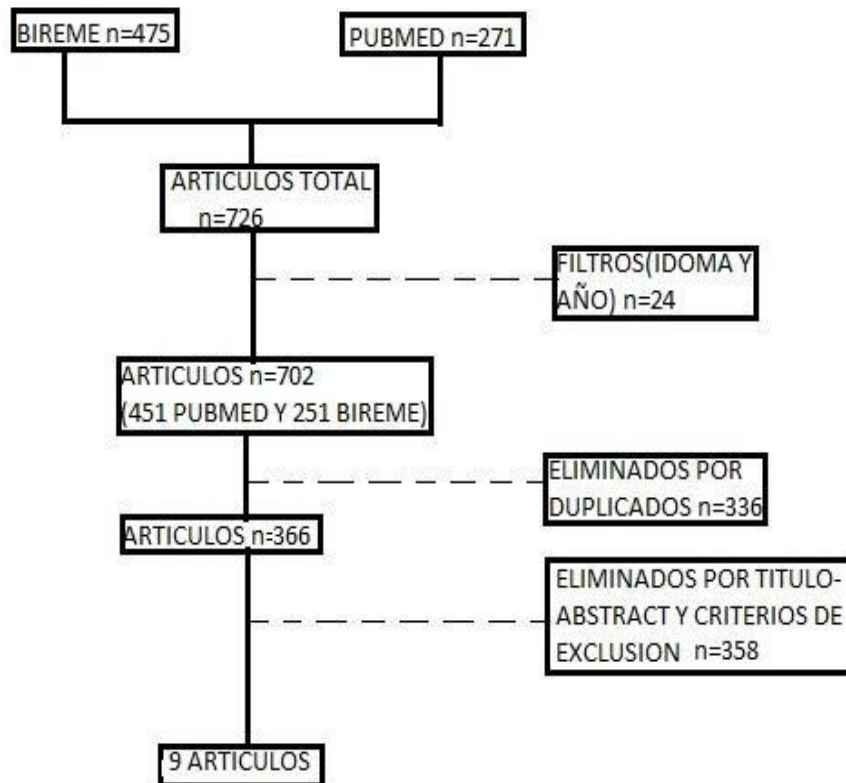
Estudios en los que se aplique el entrenamiento de fuerza en combinación con diversos aparatos de fisioterapia y/o agentes físicos.

Asociados a postquirúrgicos, con énfasis en otra patología crónica.

V. FUENTES DE CONSULTA

Se consultaron las siguientes bases de datos, mediante los motores de búsqueda PubMed y Bireme para la recolección de información: Medline, LiLacs, IBECs, Scielo y PEDro. Se recurrió también a las siguientes bibliotecas: Biblioteca de la Colaboración Cochrane, Biblioteca Virtual en salud (BVS), Biblioteca Virtual de la UGR y la Biblioteca Electrónica del MinCyT

VI. RECOLECCIÓN DE DATOS



VII. MARCO TEÓRICO

VII.a Tejido muscular.

VII.a.1 Anatomía y composición del músculo.

VII.a.2 Sarcómero

VII.b Sarcopenia

VII.b.1 Características de la sarcopenia

VII.b.2 Epidemiología y factores de riesgo

VII.b.3 Fisiopatología de la sarcopenia

VII.c.1 Entrenamiento de fuerza con resistencia progresiva(PRT)

VII.c.2 Fundamentos y principios del PRT

VII.c.2a Respuesta al estímulo de entrenamiento de fuerza

VII.c.2b Factores determinantes en la producción de la fuerza

VII.c.2c Concepto de sobrecarga progresiva

VII.c.3 Programación del entrenamiento fuerza

VIII.d PRT en adultos mayores

VII.d.1 Efectos del PRT en adultos mayores

VII.d.2 Estructura del PRT en adultos mayores

VII.d.3 Indicación, precauciones y contraindicaciones del PRT

VII.a Tejido muscular

A continuación, detallaremos características y composición del tejido muscular, donde podremos encontrar a la unidad funcional del músculo, el sarcómero.

VII.a.1 Anatomía y composición del músculo.

El músculo consta de un componente activo contráctil y de un componente pasivo no contráctil. El primero se refiere a un sistema de fibras entrelazadas, cuyo objetivo se basa en movilizarlas entre sí y producir así una contracción global. El segundo abarca una serie de diferentes tipos de tejido conectivo como son, los ligamentos, tendones y vainas alrededor de las fibras musculares.

Estos proporcionan un marco de referencia estructural para los músculos y una red de conexiones entre las partes del sistema músculo esquelético, que estabilizan y transmiten fuerzas por todo el cuerpo. Hablando de la función, tienen un papel importante en la absorción de energía elástica y así mejorar la efectividad de la acción muscular.¹³

Los músculos esqueléticos del cuerpo humano se componen de miles de células individuales, alargadas y multinucleadas llamadas fibras. Dentro de estas, las proteínas contráctiles miosina y actina se incorporan en filamentos gruesos y delgados, respectivamente, que se disponen en patrones de bandas repetidos longitudinalmente denominados sarcómeros. Estos, en serie, forman miofibrillas, la mayoría paralelas en cada fibra. El número de miofibrillas dispuestas en paralelo determina la capacidad de generación de fuerza de la fibra. El número de fibras en un músculo se determina al nacer y cambia poco a lo largo de la vida, excepto en casos de lesión o enfermedad. En cambio, el número de miofibrillas y, en consecuencia, el área de sección transversal de las fibras musculares, puede cambiar drásticamente, aumentando con el crecimiento normal o la hipertrofia inducida por el entrenamiento de fuerza y disminuyendo con la atrofia asociada con inmovilización, inactividad, lesión, enfermedad o vejez. El cambio en la longitud de los sarcómeros individuales se produce cuando los filamentos gruesos y delgados se deslizan entre sí, mediados por interacciones cíclicas entre las proyecciones de los filamentos gruesos de miosina¹⁴ Las fibras musculares pueden clasificarse como fibras del tipo I rojas, de contracción lenta (ST) y fibras del tipo II blancas, de contracción rápida (FT), donde la diferencia en el color es porque las rojas tienen un contenido mayor de mioglobina.

Por lo general, las fibras tipo I son de contracción lenta, de mayor resistencia a la fatiga, de color rojizo, con un diámetro menor, con una elevada capacidad oxidativa y con una baja capacidad glucolítica (consiste en la capacidad para utilizar el glucógeno almacenado como fuente de energía para resíntesis del ATP). Son de importancia para el mantenimiento de la postura y para soportar una actividad de larga duración pero de poca intensidad, debido a que contienen un gran número de mitocondrias y utilizan el ATP de manera lenta.

Las fibras tipo II se subdividen generalmente en FTa (tipo IIA) y las FTb (tipo IIB), las FTa se llaman también de contracción rápida, glucolíticas-oxidativas (FTOG), ya que este tipo de fibras es capaz de recurrir a mecanismos glucolíticos y oxidativos para conseguir energía. Son utilizadas para movimientos rápidos, repetitivos, de poca intensidad y se reclutan luego de las fibras tipo I tienden a ser resistentes a la fatiga y se pueden recuperar fácilmente post ejercicio debido al número elevado de mitocondrias que poseen.

La tipo FTb son más bien blanquecinas, de contracción rápida, poseen un bajo contenido de mioglobina, un gran diámetro y gran capacidad glucolítica, baja capacidad oxidativa y pocas mitocondrias. Excelente adaptación a actividades de elevada potencia y se reclutan solo cuando se requiere un esfuerzo de alta velocidad o muy intenso. Se fatigan rápidamente y recuperan su energía una vez finalizado el ejercicio

Cada grupo muscular posee una proporción de fibras de contracción rápida y lenta, dependiendo de su función y de su historial de entrenamiento.¹³

VII.a.2 Sarcómero.

El sarcómero tiene cuatro componentes estructurales principales: los discos Z, el filamento grueso, el filamento fino y la titina, un resorte molecular que conecta los tres componentes anteriores. Entre los discos Z se encuentran el filamento grueso y el fino. El filamento fino, compuesto por una columna vertebral a base de actina que contiene proteínas que participan en la regulación de la longitud del filamento fino y en la regulación de la interacción acto-miosina. Los monómeros de actina contienen sitios de unión para el filamento grueso, que está compuesto principalmente por moléculas de miosina. La miosina, un motor molecular, tiene una alta afinidad por la actina y se encarga de formar los puentes cruzados. Entonces, las cabezas de miosina tiran de los filamentos finos, moviendo los discos Z uno hacia el otro.

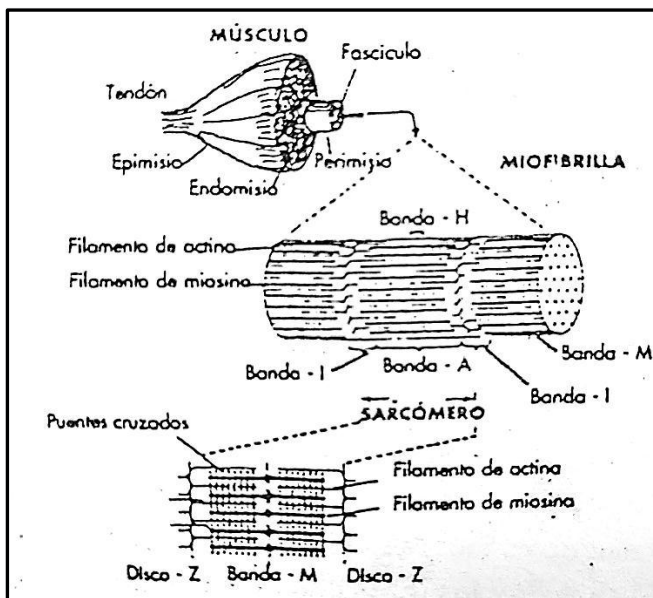


Figura 1. Organización del músculo a distintos niveles. (13)

La interacción entre actina y miosina está estrictamente regulada por varias proteínas, de las cuales el complejo de troponina, la nebulina y la tropomiosina son los actores clave. Así, como regula la contracción, las proteínas sarcoméricas también participan en la especificación de la longitud del filamento delgado y del filamento grueso. Un dato importante, es que la superposición de filamentos de espesor fino es un determinante importante de la generación de fuerza: determina el número de puentes cruzados que se pueden formar. Por tanto, teniendo en cuenta el importante papel de las proteínas que codifican, las mutaciones en los genes del sarcómero pueden tener un impacto en la función muscular.

En la debilidad muscular, como en la sarcopenia, puede comprometer directamente la función del sarcómero. El mal funcionamiento de este puede provocar cambios secundarios en la ultraestructura del músculo que contribuyen aún más a la debilidad muscular. Ejemplos de cambios en la ultraestructura del músculo miopático nemalínico son: la presencia de cuerpos nemalínicos, discos Z pierden integridad, organización miofibrilar y mitocondrial anormal y atrofia de las fibras musculares.¹⁵

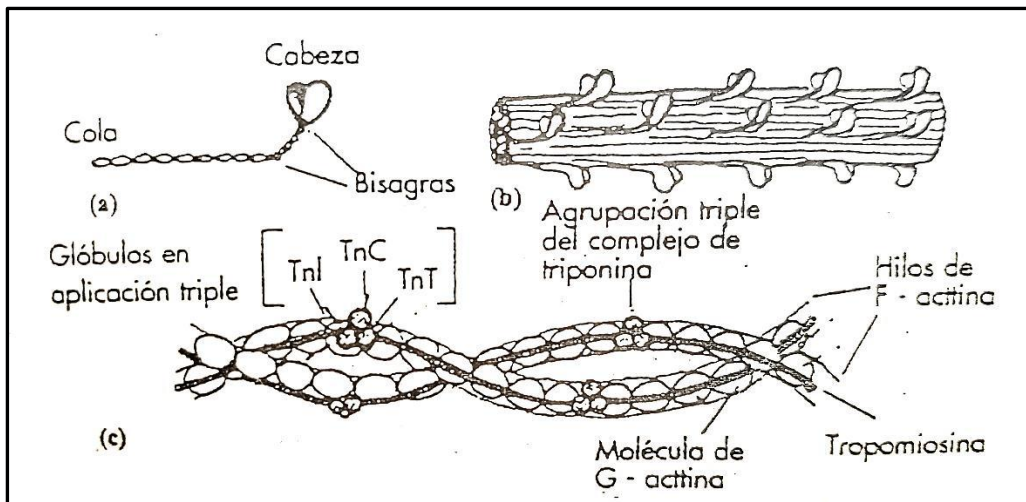


Figura 2. Estructura de los filamentos de actina y miosina. (13)

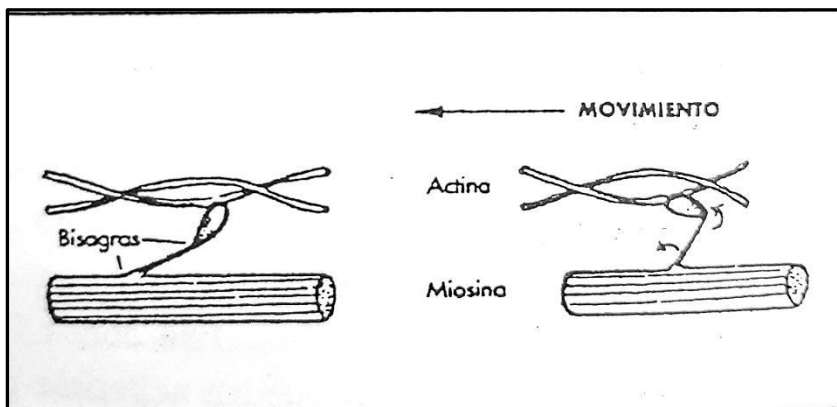


Figura 3. Mecanismo del filamento deslizante. (13)

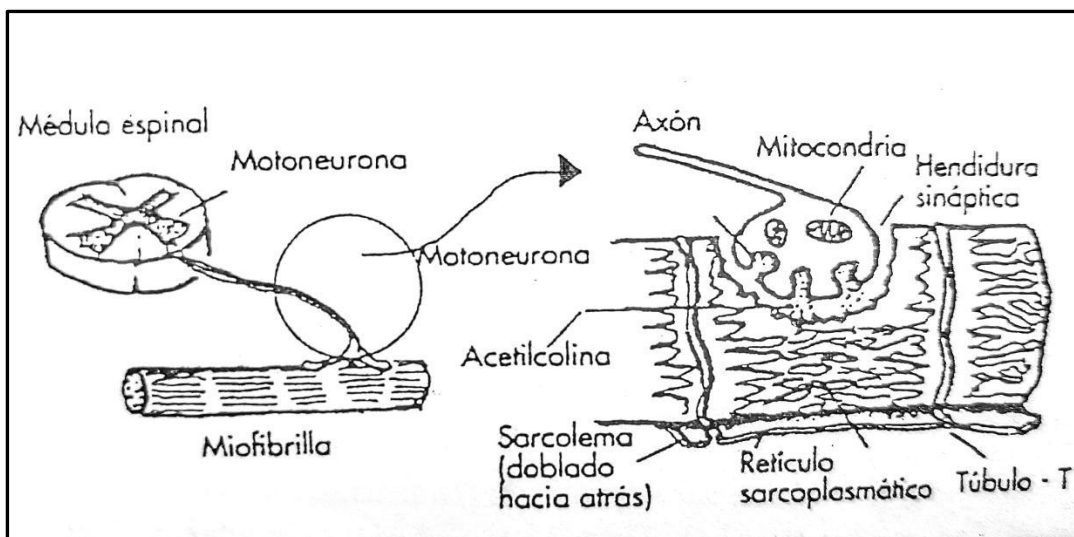


Figura 4. Unión neuromuscular. (13)

VII.b Sarcopenia.

En este apartado se ampliarán conceptos de la sarcopenia, tales como sus características, epidemiología, fisiopatología y consecuencias de la misma sobre el aparato locomotor en el ser humano.

La sarcopenia es la pérdida de masa y fuerza muscular que se produce con el envejecimiento.⁵

VII.b.1 Características de la sarcopenia

Es una consecuencia del envejecimiento normal y no requiere que ocurra una enfermedad, aunque la pérdida de masa muscular puede acelerarse por una enfermedad crónica.

La misma es una de las principales causas de discapacidad y fragilidad en los ancianos.⁵ Para entender mejor esta patología es necesario ampliar conceptos en su definición completa y sus métodos diagnósticos, según EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People), la misma se diagnostica por la presencia de baja masa muscular baja junto con una débil función muscular.

Tabla 1. Criterios de diagnóstico de sarcopenia

Criteria for the diagnosis of sarcopenia
Diagnosis is based on documentation of criterion 1 plus (criterion 2 or criterion 3)
1. Low muscle mass
2. Low muscle strength
3. Low physical performance

Nota: Representa los criterios utilizados para el diagnóstico de sarcopenia. Tomado de: Winter JM, Ottenheijm (16).

Esta misma entidad sugirió tres categorías de sarcopenia: pre sarcopenia, sarcopenia y sarcopenia severa. La etapa de pre sarcopenia se caracteriza por baja masa muscular sin impacto en la fuerza muscular o desempeño físico. Esta etapa solo se puede identificar mediante técnicas que miden la masa muscular con precisión y en referencia a poblaciones estándar. La etapa de sarcopenia se caracteriza por una masa muscular baja, acompañada de baja fuerza muscular o bajo rendimiento físico. Finalmente sarcopenia severa se identifica cuando los tres criterios se cumplen, es decir, baja masa muscular, fuerza y bajo rendimiento físico.

El poder reconocer estos estadios nos brinda información de gran importancia a la hora de seleccionar tratamientos y establecer metas de recuperación adecuadas. La definición actual como dijimos anteriormente incluye tanto una pérdida de fuerza muscular como una disminución de la capacidad funcional, además de la pérdida de masa de proteína muscular, pero no está claro si una disminución de la capacidad funcional resulta de la pérdida de masa muscular y / o de cambios cualitativos en el tejido muscular.¹⁶

Tabla 2. Estados conceptuales de la sarcopenia

EWGSOP conceptual stages of sarcopenia			
Stage	Muscle mass	Muscle strength	Performance
Presarcopenia	↓		
Sarcopenia	↓	↓	Or ↓
Severe sarcopenia	↓	↓	↓

Nota: La tabla representa los estados conceptuales de la sarcopenia. Tomado de: Winter JM, Ottenheijm (16).

VII.b.2 Epidemiología y factores de riesgo

La prevalencia de la sarcopenia entre las personas mayores de 65 años se estimó en un 15%, y en un 50% entre personas mayores de 80 años.¹⁷

Además se sabe que después de los 50 años de edad la masa muscular disminuye a un ritmo de una tasa anual de aproximadamente 1 a 2%, pero la fuerza disminuye un 1,5% por año y se acelera hasta un 3% después de los 60 años.

Como resultado, los cambios asociados con la edad en la masa muscular explican menos del 5% de la variación en el cambio de la fuerza con el envejecimiento.

Estas tasas de disminución de la fuerza son aún mayores en individuos sedentarios y dos veces más alto en hombres en comparación con las mujeres. Sin embargo, los hombres, en promedio, tienen mayor cantidad de masa muscular y una supervivencia más corta que las mujeres.¹⁶ Múltiples factores contribuyen a la pérdida de masa muscular, y estos no solo incluyen cambios a nivel celular y tisular, sino también ambientales y de comportamiento, los cuales podemos clasificar en 3 grupos.

Primeramente se encuentran los potencialmente tratables que abarcan a los factores sociales, falta de acceso al transporte, aislamiento social, ancianos que viven solos, pobreza relacionada con inseguridad alimentaria, no proporcionar preferencia por alimentos étnicos, incapacidad para preparar y cocinar comidas o para alimentarse a sí mismo, incapacidad para comprar, alcoholismo.

En segundo lugar tenemos a los factores que requieren tratamiento médico que comprenden a problemas tiroideos, insuficiencia cardíaca, enfermedad gastrointestinal que afecta la absorción o ingesta como vómitos y diarrea, estado de ánimo, depresión, paranoia, medicamentos, polifarmacia (antibióticos/opiáceos), anorexia (antibióticos / digoxina), saciedad temprana (fármaco anticolinérgico), capacidad de alimentación reducida (como sedantes / psicotrópicos), disfagia (AINE), estreñimiento (opiáceos / diuréticos), diarrea (laxantes / antibióticos), hipermetabolismo (tiroxina), privación sensorial - visión / audición, problema oral, es decir, dentadura postiza mal ajustada, problemas para tragar / disfagia, dieta espesa, dolor o estreñimiento mal manejados.

Finalmente se encuentran los factores más difíciles de tratar como factores médicos, pérdida del gusto y el olfato, dietas restringidas, cognición-demenia, metabolismo, gastritis, cáncer.¹⁸

VII.b.3 Fisiopatología de la Sarcopenia

Los posibles factores causales de esta incluyen cambios relacionados con la edad en la secreción tisular o la capacidad de respuesta a factores hormonales tróficos, cambios en la ingesta dietética y metabolismo proteico, y "atrofia por desuso".

Si hablamos de los mecanismos intervinientes podemos nombrar la disminución de la inervación del músculo esquelético y la densidad capilar y la atrofia selectiva de fibras musculares tipo II.³

Este deterioro en la inervación muscular ocurre como consecuencia de una pérdida gradual de neuronas motoras espinales debido a la apoptosis, reducción de la señalización de factores de crecimiento y absorción de proteínas, cantidades elevadas de citocinas circulantes y aumento del estrés oxidativo, entre otras. Algunas fibras musculares denervadas se reinervan a través de brote colateral de axones motores supervivientes cercanos o placas terminales del motor, lo que da como resultado la formación de unidades motoras agrandadas.

En consecuencia, la pérdida relacionada con la edad de las neuronas motoras espinales conduce a una disminución de la fibra muscular en número y tamaño, lo que da como resultado un deterioro mecánico de rendimiento muscular (fuerza muscular máxima reducida, potencia y tasa de desarrollo de la fuerza) que se traduce en una capacidad

Además, se observan una variedad de cambios hormonales durante el envejecimiento, procesos que pueden contribuir a la pérdida de masa muscular.¹⁹

El esteroide anabólico principal y más potente es la testosterona, aproximadamente en el 60% de los hombres mayores de 65 años, los niveles de testosterona disminuyen por debajo de lo normal, en un proceso denominado andropausia.

A diferencia de la rápida disminución de estradiol observada en la menopausia, las concentraciones de testosterona disminuyen gradualmente a lo largo del proceso de envejecimiento.

Dado que la testosterona aumenta la síntesis de proteínas musculares, el volumen muscular y la fuerza, se ha propuesto que la disminución de la testosterona puede causar una disminución de síntesis de proteínas dando como resultado una pérdida de masa muscular.

En las mujeres, los niveles de estradiol disminuyen abruptamente durante la menopausia pero sin tanta relevancia como la testosterona, en contraste parece que la masa muscular no se ve afectada por la disminución de estrógenos.

Otro proceso hormonal relevante es la disminución de los niveles séricos de testosterona libre en mujeres, los niveles bajos de testosterona libre en suero en mujeres están directamente asociados con una masa muscular más baja.

El eje de la hormona del crecimiento / factor de crecimiento similar a la insulina- también exhibe una disminución gradual durante el envejecimiento normal.

Las concentraciones de dehidroepiandrosterona en la sangre también disminuyen gradualmente con el envejecimiento normal dicha hormona tiene como función aumentar los niveles del factor de crecimiento similar a la insulina en los hombres y mujeres, aumentar los estrógenos en los hombres y aumentar la testosterona en mujeres .De hecho, los niveles pueden ser hasta cinco veces menores en los hombres muy ancianos en comparación con los hombres más jóvenes.

La capacidad del tejido muscular para responder a la insulina es otro aspecto importante de la sensibilidad general a la insulina. La insulina generalmente se considera en el contexto de su capacidad para aumentar la absorción de glucosa en las células, la incidencia de resistencia a la insulina y diabetes tipo 2 aumenta con el envejecimiento y puede ser un factor fundamental en el desarrollo de la sarcopenia.²⁰

VII.c.1 Entrenamiento de fuerza con resistencia progresiva

Sabemos que el entrenamiento de fuerza ha sido identificado como el método más prometedor para aumentar la masa muscular y la fuerza en las personas mayores.⁹

Podemos definir el entrenamiento de fuerza como una forma de ejercicio periódico en el que los pesos externos proporcionan una sobrecarga progresiva a los músculos esqueléticos con el fin de hacerlos más fuertes y de esta manera generar una hipertrofia en este tejido.

La carga externa levantada clásicamente se expresa como un porcentaje de la fuerza máxima del individuo y se cuantifica a través de una "repetición" como máximo (1RM, la carga máxima).

El volumen (dosis) de dicho entrenamiento de resistencia se describe por la carga levantada, el número de repeticiones y el número de series de repeticiones. Allí

Hay muchas otras variables que pueden manipularse dentro del diseño de programas, como los intervalos de descanso entre series, tiempo bajo tensión, número de series / repeticiones y orden de ejercicios.²¹

VII.c.2 Fundamentos y principios del PRT

VII.C.2a Respuesta al estímulo de entrenamiento de fuerza

La producción y el incremento de la fuerza dependen de procesos neuromusculares. La misma no depende fundamentalmente del tamaño muscular, sino de los músculos potentemente contraídos por una estimulación nerviosa efectiva, esta es la base para todo entrenamiento de fuerza.

La estructura es una consecuencia de la función, donde la hipertrofia es una respuesta de adaptación a la estimulación neuromuscular a un determinado mínimo de intensidad.

De esta manera, la estimulación nerviosa produce dos efectos básicos de adaptación en el cuerpo que son, una hipertrofia muscular caracterizada por un aumento en número y diámetro de las fibras musculares individuales, mientras que el otro efecto es una acción muscular funcional que implica la contracción de numerosas fibras musculares para producir el adecuado efecto de rendimiento, que a su vez conlleva a otros procesos tales como la coordinación intermuscular, coordinación intramuscular, procesos reflejos facilitadores o inhibidores y aprendizaje motor.

Una gran parte de la mejora de la fuerza y el rendimiento es atribuible al aprendizaje motor, este es el proceso de programación del cerebro/sistema nervioso central para ser capaz de llevar a cabo movimientos específicos. La importancia de este es vital para la eficiencia continuada del entrenamiento posterior, ya que el mismo mantiene su protagonismo cuando la intensidad y la complejidad de la carga aumentan progresivamente, ya que el rendimiento bajo unas condiciones o estímulos exigentes es significativamente diferente al que se da bajo circunstancias de menor exigencia.

Como dijimos anteriormente el incremento de la fuerza inicialmente se debe sobre todo al efecto de aprendizaje cuya naturaleza es neuromuscular, esto está relacionado con factores tales como la mejora de la técnica para mejorar un ejercicio específico que puede darse incluso en la primera sesión de entrenamiento.

Luego, se producen cambios en la fuerza siguiendo un patrón típico que incluyen un aumento en la coordinación intermuscular donde se mejora fundamentalmente la cooperación general entre los distintos grupos de músculos que se produce en las 2-3 primeras semanas de entrenamiento, un aumento en la coordinación intramuscular provocada por el aumento de la cooperación entre las fibras de un grupo de músculos específicos que aparece durante las 4-6 semanas siguientes y finalmente una hipertrofia muscular como consecuencia del crecimiento del tejido muscular durante las 6-12 semanas siguientes.¹³



Figura 5. Efectos del estímulo de entrenamiento. (13)

En las primeras fases del entrenamiento las fases funcionales deberán preceder a las fases estructurales, de este modo, los estímulos funcionalmente transitorios, incluyendo la habilidad motriz y la coordinación, son importantes para el principiante, y los estímulos funcionalmente potentes como el incremento de la intensidad son apropiados para etapas más avanzadas.¹³

Desde el punto de vista hormonal, el entrenamiento con pesas induce señales de iniciación que conducen a la translocación del GLUT-4 (un transportador de glucosa) mediante la fosforilación de la proteína cinasa activada por adenosín monofosfato (AMPK).

Varios autores han demostrado que el entrenamiento con pesas mejora la sensibilidad a la insulina o que contribuye de modo ostensible en el metabolismo de los lípidos y en la mejoría de la captación de glucosa por parte de los tejidos.

Además de reducir la mortalidad por todas las causas, hay evidencia que el entrenamiento anaeróbico o de fuerza pueden mejorar la salud y reducir el riesgo de una serie de enfermedades crónicas no transmisibles, como diabetes mellitus tipo 2, osteoporosis, obesidad y depresión, entre otras.²²

VII.C.2b Factores determinantes en la producción de la fuerza

El diseño de un programa de entrenamiento satisfactorio depende de una completa comprensión de los factores que afectan el desarrollo de la fuerza.

Está ampliamente reconocido que la fuerza es proporcional a las dimensiones del corte transversal del músculo, de forma que los músculos mayores tienen el potencial para desarrollar un mayor nivel de fuerza que los músculos menores.

Además el músculo producirá mayor fuerza si un gran número de sus fibras se contraen simultáneamente, un hecho de que depende de la eficiencia de las fibras nerviosas para enviar impulsos a las fibras musculares, por otra parte se desarrollara una fuerza menor en movimiento en el que los diferentes músculos no coordinen sus esfuerzos.

Podemos determinar que los factores estructurales determinantes de la fuerza son las dimensiones del corte transversal del músculo, la densidad de las fibras musculares por unidad del corte transversal y la eficiencia de la palanca mecánica a través de la articulación.¹³

Mientras que los factores funcionales son el número de fibras musculares que se contraen simultáneamente, el grado de contracción de las fibras musculares, la eficacia de la sincronización de los impulsos de las fibras musculares, la velocidad de conducción en las fibras nerviosas, el grado de inhibición de las fibras musculares que no contribuyen al movimiento, la proporción de fibras de de gran diámetro muscular que se encuentren activas, la eficacia de la cooperación entre los diferentes tipos de fibra muscular, la eficacia de los diferentes reflejos de estiramiento en su control de la tensión muscular, el umbral de excitación de las fibras nerviosas que abastecen a los músculos y la longitud inicial de los músculos antes de la contracción.¹³

VII.C.2c Concepto de sobrecarga progresiva

El concepto de la sobrecarga progresiva probablemente ha proliferado con más fuerza que ningún otro principio del entrenamiento de la condición física. Este antiguo principio establece que la fuerza y todos los otros componentes de la condición física aumentan cuando el entrenamiento se vuelve gradualmente más exigente.

Sin embargo este principio tiene limitaciones de las cuales la más clara es el estancamiento a pesar de que se aumente la carga, esto quiere decir que la curva del aumento del rendimiento se allana y se alcanza un límite al crecimiento. Este fenómeno es lo que impide que una misma persona rompa constantemente records mundiales.

Por lo tanto la sobrecarga progresiva produce una disminución que vuelve finalmente a un valor cero, además las cargas más intensas producen un incremento de la frecuencia de lesiones antes de alcanzar los límites físicos

En consecuencia los entrenamientos presentan modelos de periodización que incluyen fases de disminución de carga, de forma que la curva de la intensidad del entrenamiento sube y baja siguiendo una forma específica según objetivos, donde se observa una tendencia general y gradual a aumentar dentro de un macrociclo dado.

Las fases regulares de cargas menores se prescriben con el fin de favorecer la recuperación y el crecimiento, ya que el aumento de la carga se asocia con tensión y descomposición de los tejidos, mientras que su disminución mejora la reparación y la recuperación.

En conclusión este concepto debe entenderse como un sistema de sobrecarga fluctuante en el que no se producen aumentos constantes en la carga durante periodos prolongados, donde la dirección de la carga es positiva a largo plazo, pero alterna con cargas positivas y negativas a nivel de los microciclos y mesociclos.¹³

13

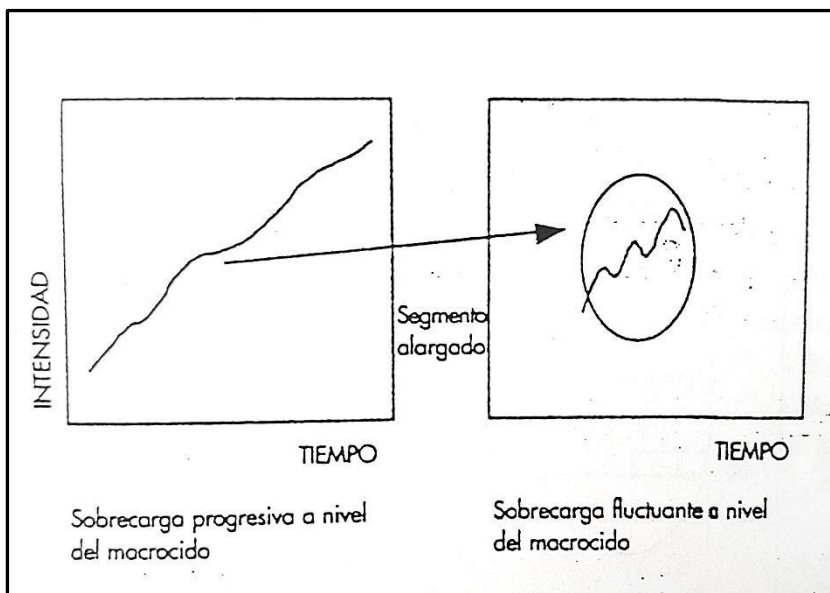


Figura 6. Concepto de sobrecargar progresiva. (13)

VII.C.2d Programación del entrenamiento fuerza

Como dijimos anteriormente el entrenamiento de la fuerza se considera sinónimo de entrenamiento contra resistencia o con pesas, ya que el desarrollo de esta depende de la imposición de adecuadas programaciones de ejercicio contra una resistencia externa. Cuando hablamos de entrenamiento con resistencia la misma tiene diferentes variantes con respecto al objetivo de rendimiento tales como potencia, hipertrofia, resistencia y fuerza (y sus variantes fuerza rápida, fuerza explosiva, fuerza flexibilidad y fuerza-resistencia).¹³

VARIABLE	FUERZA	POTENCIA	HIPERTROFIA	RESISTENCIA
Carga (1% de RM)	80 - 100	70 - 100	60 - 80	40 - 60
Repeticiones por serie	1 - 5	1 - 5	8 - 15	25 - 60
Serie por ejercicio	4 - 7	3 - 5	4 - 15	2 - 4
Descanso entre series(en min)	2 - 6	2 - 6	2 - 5	1 - 2
Duración (seg por serie)	5 - 10	4 - 8	20 - 60	80 - 150
Rapidez por repetición(% del máx)	60 - 100	90 - 100	60 - 90	6 - 80
Sesiones de entrenamiento	3 - 6	3 - 6	5 - 7	8 - 14

Figura 7. Diferentes objetivos de rendimiento del entrenamiento de resistencia. (13)

La administración de un efectivo y seguro ejercicio contra resistencia debería empezar con una comprensión de la relación fuerza tiempo y su relación con los modelos de producción de fuerza y la distinción entre los métodos que se basan en la adaptación neuronal y los diferentes tipos de hipertrofia y resistencias musculares.

Los métodos que conllevan un gran volumen de entrenamiento, es decir, gran número de repeticiones con cargas bajas se conocen como métodos extensivos y cualquier periodo basado en el mismo concepto se denomina fase de extensión o acumulación.

En contraste los métodos con una elevada intensidad y un bajo volumen se conocen como métodos intensivos y el periodo que contiene dicho tipo de entrenamiento se denomina como fase de intensificación.

Los primeros estadios del entrenamiento normalmente empiezan con una fase extensiva con el objetivo de establecer los fundamentos para unas mayores demandas impuestas por la fase intensiva subsiguiente. Los sistemas de entrenamiento a largo plazo conocido como periodización se basan en la alternancia cíclica de las fases nombradas anteriormente con

el fin de mejorar oportunamente determinados componentes de la condición física como la fuerza.

Las variables fundamentales a las que hacen referencia los métodos tradicionales de acondicionamiento de la fuerza en un programa de entrenamiento de pesas son la magnitud de la carga, el número de repeticiones y el número de series.

Sin embargo estos métodos quedarían incompletos y limitados ya que hay muchos conceptos de suma importancia en la respuesta del organismo al entrenamiento que no se tienen en cuenta tales como el tipo de fuerza requerida, el tipo de acción muscular que comporta, la velocidad del movimiento, los intervalos de descanso entre repeticiones, series y sesiones, la aceleración en los puntos críticos del movimiento, la secuencia de los ejercicios, la fuerza relativa los músculos agonistas y antagonistas, la edad e historia de entrenamiento y lesiones del individuo.¹³

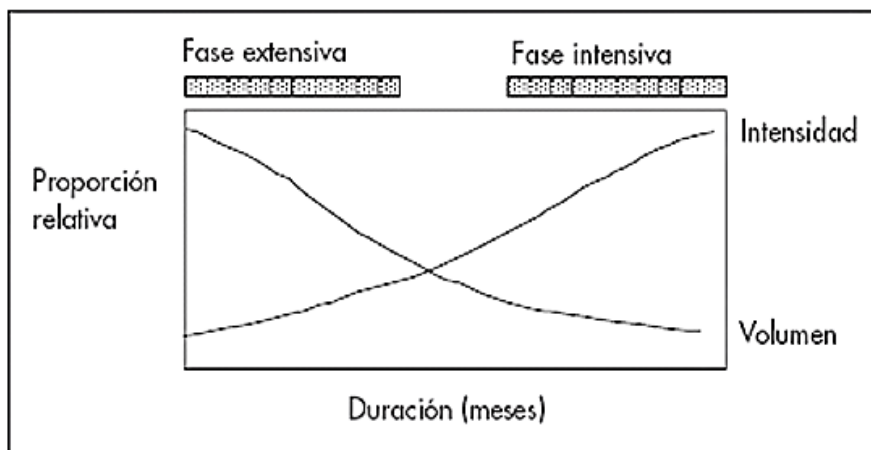


Figura 8. Modelo básico de periodización de entrenamientos iniciales. (13)

El nivel de la fuerza de contracción muscular está en función de la carga, si la carga es insuficiente el aumento del nivel de la fuerza será insignificante, cuando se trabaja con grandes cargas que conllevan a ejercicios de pocas repeticiones cuasi máximas se logra el objetivo de incremento de la fuerza en conjunta con la hipertrofia del tejido muscular. De hecho, en ocasiones se utiliza el número de repeticiones, en lugar de la magnitud de la carga como el indicador más importante del tipo de efecto de entrenamiento que se producirá, además de ser un método importante de evaluación y progresión principalmente en sujetos lesionados o frágiles como los ancianos ya que permite evaluar con cargas que tengan poco riesgo de generar lesión.

Generalmente hablamos de al menos 25 RM para la resistencia muscular, de 8-12RM para la hipertrofia muscular y de 1-3 RM para un entrenamiento de fuerza o potencia máxima.¹³

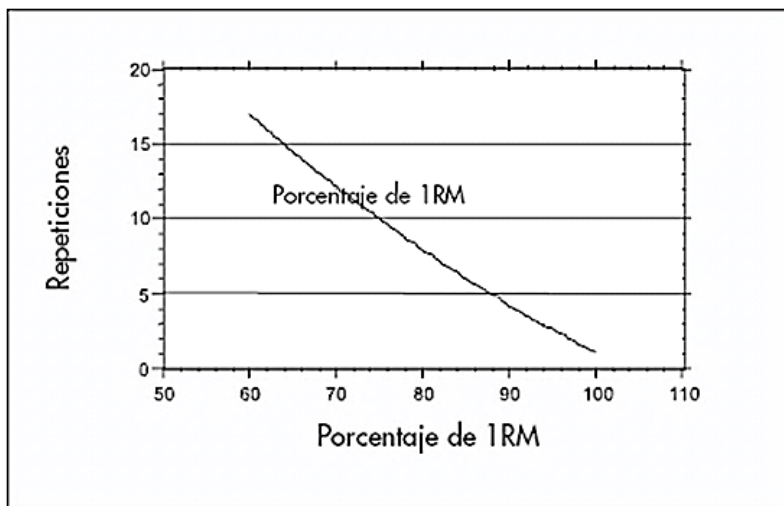


Figura 9. Organización del músculo a distintos niveles. (13)

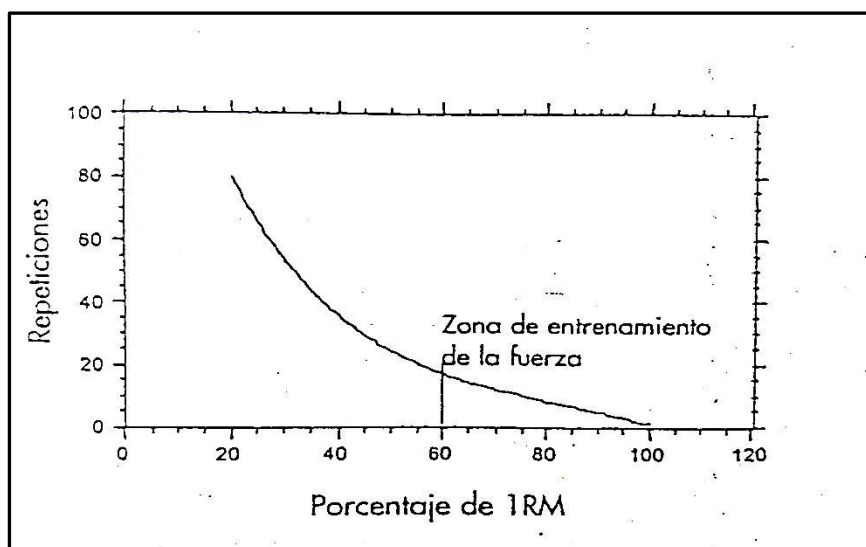


Figura 10. Zona de entrenamiento de la fuerza.(13)

VIII.d PRT en adultos mayores

El entrenamiento de fuerza para adultos mayores es reconocido como una intervención poderosa para combatir la pérdida de fuerza, pérdida de masa muscular (sarcopenia), la vulnerabilidad fisiológica (fragilidad), y sus consecuencias debilitantes en la función física, movilidad, independencia, manejo de enfermedades crónicas, bienestar psicológico y calidad de vida.²³

VII.d.1 Efectos del PRT en adultos mayores

El músculo en forma de entrenamiento contra resistencia ha demostrado constantemente ser un método fiable y efectivo para contrarrestar la debilidad muscular y la fragilidad física.

Numerosos efectos positivos están asociados a esta intervención tales como atenuar la infiltración adiposa intramuscular relacionada con la edad, mejorar el rendimiento físico, aumentar el área de fibra muscular, mejora de la calidad muscular y densidad ósea, salud metabólica y sensibilidad a la insulina, manejo de enfermedades crónicas, calidad de vida, bienestar psicológico, y la reducción del riesgo de caídas y fracturas en adultos mayores.

El ejercicio de resistencia genera cambios a nivel metabólico que influyen de manera positiva en la fisiología del adulto mayor, además disminuye el riesgo de padecer diferentes enfermedades crónicas tales como enfermedades cardíacas, artritis, diabetes tipo 2 y osteoporosis.

Podemos nombrar entre ellos la capacidad metabólica del músculo esquelético al mejorar la homeostasis de la glucosa, previniendo la acumulación de lípidos intramusculares, aumentando la capacidad enzimática oxidativa y glucolítica, mejorando la absorción de aminoácidos y síntesis de proteínas, y cambiando el medio anabólico / catabólico hacia el anabolismo a través de la liberación.

VII.d.2 Estructura del PRT en adultos mayores.

Un programa de entrenamiento de resistencia diseñado adecuadamente con instrucciones apropiadas para la técnica del ejercicio son seguras para los ancianos, él mismo debe incluir un enfoque individualizado y periodizado.

La programación del mismo está enfocada hacia 2 o 3 series de 1 o 2 ejercicios de articulaciones múltiples por grupo muscular principal, logrando intensidades del 70 al 85% de 1 repetición máxima (1RM), 2-3 veces por semana, incluyendo ejercicios de potencia realizados a velocidades más altas en concéntrico con intensidades moderadas (es decir, 40-60% de 1RM).

Además debe seguir los principios de individualización, periodización y progresión, de esta manera se puede contrarrestar los cambios relacionados con la edad en la función contráctil, atrofia y morfología del tejido músculo esquelético.²³

Tabla 3. Guía de entrenamiento de resistencia para adultos mayores frágiles.

Table 2	
Resistance training guidelines for older adults with frailty.†	
Variable	Recommendation
Resistance training	Perform 2–3 times per week, with 3 sets of 8–12 repetitions at an intensity that starts at 20–30% of 1RM and progresses to 80% of 1RM.
Power	Include power exercises performed at high speed of motion and low to moderate intensity (i.e., 30–60% of 1RM) to induce marked improvements in the functional task performance.
Functional training	Include exercises in which daily activities are simulated, such as the sit-to-stand exercise, to optimize the functional capacity.
Endurance training	Complements resistance training adaptations. Begin once strength and balance are improved. May include walking with changes in pace, incline and direction, treadmill walking, step-ups, stair climbing, and stationary cycling. Start at 5–10 min and progress to 15–30 min. The Rate of Perceived Exertion scale is an alternative method for prescribing exercise intensity, and an intensity of 12–14 on the Borg scale seems to be well tolerated.
Balance training	Include several exercise stimuli, such as line walking, tandem foot standing, standing on one leg, heel-toe walking, stepping practice, and weight transfers from one leg to the other.
Progression	Include gradual increases in the volume, intensity, and complexity of the exercises.

*RM = repetition maximum.
†Exercises should be performed with proper form and technique. Form and technique should be established before exercise progression and maintained during progression.

Nota: La tabla representa un programa de entrenamiento de resistencia para adultos mayores con fragilidad. Tomado de Phillips SM, Winett RA (23)

VII.d.3 Indicación, precauciones y contraindicaciones del PRT

Si bien el entrenamiento de fuerza tiene numerosos efectos beneficios que influyen de manera positiva en la salud y la calidad de vida de los adultos mayores, el empleo del mismo muchas veces puede generar lesiones, principalmente cuando este se desarrolla sin la evaluación, cuidado, control y progresión adecuado y respetando sus principios.

Algunos casos de lesiones asociadas con el entrenamiento de resistencia que se han notificado en las personas de tercera edad ocurren en su gran mayoría en un marco asociado a inactividad, desuso, atrofia. Estas lesiones están relacionadas principalmente con una combinación de carga de trabajo pesada y repetitiva, posicionamiento desfavorable o técnica incorrecta y selección de ejercicio.

Cuidado especial debe tomarse con el complejo del hombro, debido a su susceptibilidad, así como estructuras de cadera, rodilla y columna. Para que la intervención sea segura, se requiere un diseño adecuado del programa y un cuidado en el entrenamiento con ejercicios de resistencia para algunas poblaciones de adultos mayores con el fin de reducir el riesgo a sufrir una lesión, asociada a su vez con su condición específica.

Por ejemplo, la prescripción de ejercicio para una persona mayor con hipertensión no controlada deben considerar las elevaciones agudas de la presión arterial que ocurren con el entrenamiento de resistencia.

Con el entrenamiento aeróbico, los riesgos cardiovasculares asociados con el entrenamiento de resistencia pueden aumentar con la edad y también dependen de actividad física habitual y nivel de condición física, e intensidad del entrenamiento. Curiosamente, hay evidencia que indica que el entrenamiento de resistencia puede generar un balance más favorable entre la oferta y demanda del oxígeno del miocardio que el ejercicio aeróbico debido a una menor frecuencia cardíaca y una mayor presión de perfusión miocárdica.

Por lo tanto el entrenamiento de resistencia debe prescribirse en combinación con el entrenamiento aeróbico ya que ambos tipos de ejercicio generan distintos beneficios, tales como el mejoramiento de las funciones neuromusculares y cardiovasculares respectivamente, y tanto la fuerza muscular como la capacidad aeróbica están inversamente asociadas con la mortalidad por todas las causas en personas mayores. La realización de un ejercicio de resistencia realizado concéntricamente hasta el fallo provocará un marcado aumento de la presión arterial, frecuencia cardíaca y gasto cardíaco, y por lo tanto, este tipo de entrenamiento debe evitarse en adultos mayores con presión arterial alta no controlada.

Sin embargo, la evidencia científica respalda el ejercicio de resistencia como seguro en personas con hipertensión siempre que esté controlada por médicos, y el entrenamiento puede ayudar a controlar la alta presión sanguínea.

A pesar de la seguridad informada, los exámenes médicos pueden ayudar a evaluar la idoneidad del entrenamiento con ejercicios de resistencia e identificar a los adultos mayores con condiciones médicas inestables que pueden estar en mayor riesgo. Debido al riesgo potencial de peligrosas elevaciones de la presión arterial, especialmente durante la maniobra de Valsalva, existen contraindicaciones absolutas y relativas al entrenamiento de resistencia.

Las contraindicaciones absolutas incluyen enfermedad coronaria inestable (CC), insuficiencia cardíaca descompensada, arritmias no controladas, hipertensión pulmonar grave (presión media arterial pulmonar mayor a 55 mmHg), estenosis aórtica severa y sintomática, miocarditis aguda, endocarditis o pericarditis, hipertensión no controlada (mayor a 180 / 110 mm Hg), disección de aorta, síndrome de Marfan y entrenamiento de resistencia de alta intensidad (80-100% de 1RM) en pacientes con retinopatía proliferativa activa o retinopatía diabética no proliferativa moderada o peor.

Contraindicaciones relativas (debe consultar a un médico antes de la participación) incluyen los principales factores de riesgo de cardiopatía coronaria, diabetes a cualquier edad, hipertensión no controlada (presión arterial sistólica mayor a 160 mm Hg y / o presión arterial diastólica mayor a 100 mmHg), baja capacidad funcional (menor a 4 equivalentes metabólicos), limitaciones musculoesqueléticas, y las personas a las que se les han implantado marcapasos o desfibriladores.

La progresión del ejercicio de baja a moderada intensidad antes de intentar una intensidad alta o vigorosa permite evaluar la tolerancia al ejercicio de forma más eficaz. Además, se debe establecer la intensidad la progresión del entrenamiento a través de la individualización y consideración de la experiencia de entrenamiento.²⁴

VIII RESULTADOS

En relación a los objetivos planteados y siguiendo los criterios de búsqueda elegidos se encontraron los siguientes trabajos de investigación científica.

VIII.a “Effects of Strength Training on Physical Function: Influence of Power, Strength, and Body Composition”²⁵

“Efectos del entrenamiento de fuerza en la función física: influencia de la potencia, fuerza y composición corporal”

Autor: Hanson ED, Srivatsan SR, Agrawal S, Menon KS, Delmonico MJ, Wang MQ, Hurley BF.J Strength Cond Res.

Año: 2009

Resumen: El propósito de este estudio fue determinar los efectos del entrenamiento de fuerza (ST) en la función física y en la fuerza, la potencia, el volumen muscular (VM) y la composición corporal en la función física. Los adultos sanos e inactivos (n = 50 grupo intervención) de entre 65 y 85 años se sometieron a pruebas de fuerza, potencia, composición corporal total (% de grasa y masa libre de grasa [FFM]) y pruebas de función física antes y después de las 22 semanas de TS, mientras que el otro grupo no realizó ejercicio (n=9 grupo control).

Para mejorar la validez interna de la evaluación de la VM de la grasa intermuscular del muslo medio, la grasa subcutánea y los extensores de la rodilla, un programa de ST unilateral de 10 semanas con la pierna no entrenada como control interno precedió a las 12 semanas de ST de cuerpo entero

El programa ST constaba de 2 fases. La primera fase consistió en aproximadamente 10 semanas (30 sesiones) de ST unilateral, y la segunda fase siguió inmediatamente a la primera y consistió en aproximadamente 12 semanas (36 sesiones) de (WB)ST de todo el cuerpo..

La primera fase consistió en entrenar la extensión de rodilla (KE) de la pierna dominante 3 veces por semana con un esfuerzo casi máximo en todas las repeticiones.

La segunda fase del programa ST consistió en entrenamiento WB, diseñado para apuntar a todos los grupos principales de músculos del cuerpo, y se realizó 3 veces por semana durante aproximadamente 12 semanas. Los ejercicios incluyeron KE, prensa de pecho, remo sentado, flexión de piernas sentado, abdominales y prensa de piernas alternante.

Todos los ejercicios de WB se realizaron con máquinas neumáticas Keizer. Al igual que en la fase 1, se realizó una serie de calentamiento ligero de 5 repeticiones al 50% de la 1RM estimada, seguida de una única serie de entrenamiento de 15 repeticiones comenzando en la 5RM. Después de completar las 5 repeticiones iniciales, la resistencia se redujo lo suficiente para completar 1 o 2 repeticiones adicionales. Las fases de acortamiento (antes concéntrico) y alargamiento (antes excéntrico) de todos los ejercicios se realizaron en aproximadamente 2 y 3 segundos, respectivamente. Al igual que en la fase 1, la resistencia se incrementó progresivamente a medida que los sujetos aumentaron su fuerza de modo que el nivel de resistencia de 5RM se mantuvo en todos los ejercicios.

Para evaluar la fuerza se realizaron pruebas de fuerza de 1 repetición máxima (1RM) al inicio y después de la fase 1 y la fase 2 del programa ST utilizando máquinas neumáticas Keizer A-300 (Keizer Co. Inc., Fresno, California, EE. UU.). El 1RM se logró aumentando gradualmente la resistencia desde una carga submáxima estimada después de cada repetición de ejercicio exitosa hasta que se obtuvo la carga máxima para cada ejercicio. Antes de la prueba inicial de 1RM, se realizaron 2 sesiones de familiarización con resistencia. Las sesiones de familiarización ayudaron a familiarizar a los sujetos con el equipo, para ayudar a controlar las grandes ganancias de fuerza de 1RM que comúnmente resultan de la adquisición de habilidades (aprendizaje motor) durante las etapas iniciales del entrenamiento, y para ayudar a prevenir lesiones y reducir el dolor muscular después del protocolo de prueba de fuerza.

La capacidad funcional fue evaluada mediante los test de caminatas de 6 m, levantarse 5 veces de la silla (Five Chair Stands), Levantate y ve (Get Up and Go), subir escaleras. Todas las tareas de función física se probaron al inicio y después de la fase 2 ST.

Resultados: Cuando se combinaron todos los sujetos, hubo aumentos significativos en la fuerza KE ($p < 0.01$), fuerza en press de piernas ($p < 0.01$), potencia KE ($p < 0.01$) y FFM ($p < 0.01$) con ST. Los hombres mostraron aumentos significativamente mayores en la fuerza KE que las mujeres ($p < 0.05$), pero no se observaron diferencias significativas entre los sexos para la fuerza, la potencia, la grasa corporal o la FFM en la prensa de piernas. Los hombres aumentaron significativamente su FFM ($p < 0,05$), pero las mujeres no.

Como era de esperar, el aumento de VM con ST en la pierna entrenada fue significativamente mayor que en la pierna no entrenada tanto en hombres como en mujeres y cuando se combinaron los grupos ($p < 0.01$), pero los hombres experimentaron un aumento significativamente mayor en términos absolutos que las mujeres.

Cuando se combinaron hombres y mujeres, los tiempos de las tareas funcionales fueron significativamente más rápidos después del ST en la caminata rápida de 6 m ($p < 0.01$), 5 soportes de silla ($p < 0.01$) y levantarse y ponerse en marcha ($p < 0.01$). No hubo diferencias de sexo significativas en la respuesta al TS en ninguna de las tareas, . Cuando se examinaron los cambios desde el inicio hasta después de ST entre los grupos, la mejora del grupo de ST fue significativamente mayor que la del grupo de control para las caminatas habituales y rápidas de 6 m y levantarse y ponerse en marcha (todos $p < 0,05$).

Los hallazgos de este estudio apoyan la hipótesis de que el ST mejora el funcionamiento físico en los adultos mayores y que los aumentos de potencia, fuerza y FFM inducidos por el ST son predictores significativos de un mejor funcionamiento físico en tareas específicas. Sin embargo, nuestros resultados no respaldaron la hipótesis de un orden preferencial de influencia de la potencia muscular, la fuerza y la FFM, respectivamente.

VIII.b "Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial" ²⁶

"Efectos del entrenamiento de resistencia sobre la fuerza funcional y la masa muscular en personas de 70 años con presarcopenia: un ensayo controlado aleatorio"

Autor: Vikberg S, Sörlén N, Brandén L, Johansson J, Nordström A, Hult A, Nordström P.J
Am Med Dir Assoc.

Año: 2009

Resumen: El objetivo de este ensayo controlado aleatorio fue examinar los efectos de un programa de entrenamiento de resistencia de 10 semanas dirigido por un instructor sobre la fuerza funcional y la composición corporal en hombres y mujeres de 70 años con pre sarcopenia.

Los participantes fueron asignados al azar a 10 semanas de un régimen entrenamiento físico que incluye suplementación nutricional opcional (n = 36) o para un grupo de control (n=34). El resultado principal fueron los cambios en el Short Physical Performance Battery (SPPB). Los resultados secundarios incluyeron la prueba Timed Up and Go, tiempo sentado y parado en silla, masa corporal y masa grasa.

Los participantes incluidos en el presente estudio fueron seleccionados de un estudio de prevención primaria en curso, basado en la población: la Iniciativa de envejecimiento sano (HAI). En resumen, todas las personas de 70 años que viven en la municipalidad de Umea, al norte de Suecia fueron invitadas a completar una encuesta de salud con el objetivo de reducir el riesgo futuro de enfermedades no transmisibles. Los criterios de elegibilidad para el presente estudio se basaron en los valores normativos de criterio de diagnóstico de pre sarcopenia y sarcopenia establecido por el EWGSOP, que en esta población se tradujo en el índice de grasa magra apendicular (definido como masa magra del brazo ÷ masa magra de la pierna dividida por altura al cuadrado) 7,29 (rango, 5,69-7,29) entre los hombres y 5,93 (rango, 4.50-5.93) entre mujeres 34).

Se pidió a los participantes del grupo de control que realizaran sus vidas normales y fueron programadas para una segunda evaluación 10 semanas más tarde. Las personas del

grupo de intervención fueron asignadas para participar en un programa de RT progresiva de 10 semanas dirigido por un instructor que consta de 3 sesiones (de 45 minutos cada una) por semana con grupos de 12 participantes.

Todos los participantes fueron evaluados al final de la intervención. El investigador que realiza las evaluaciones al inicio y el seguimiento estaba cegado a la asignación de grupos. La intervención de RT fue diseñada para aumentar la fuerza funcional y la masa muscular de los participantes. La intensidad de RT moderada a alta fue aplicada utilizando la escala de Borg CR-10, 13,14 con la percepción de los participantes esfuerzo con una puntuación de 6 a 7 de un máximo de 10. Durante las sesiones, se realizaron 8 ejercicios con el objetivo de involucrar a los grupos musculares de todo el cuerpo, con especial atención al fortalecimiento de los músculos de la extremidad inferior utilizando ejercicios funcionales que son relevantes para las actividades de la vida diaria. Además, las bandas de suspensión se utilizaron como soporte para la mayoría de los ejercicios.

Todas las sesiones de entrenamiento comenzaron con 5 a 10 minutos de ejercicios de calentamiento. Durante la primera semana de entrenamiento, no se usó peso externo; la atención se centró en aprender los ejercicios de forma segura utilizando solo el peso corporal y las bandas de suspensión de los participantes. En la primera semana, los ejercicios se realizaron en 2 series de 12 repeticiones cada una, seguidas de 3 series de 10 repeticiones cada una en las semanas 2 a 4. La intensidad del programa aumentó en términos de series y resistencia con mantenimiento de puntuaciones CR10. En las semanas 5 a 7, los participantes realizaron 4 series de 10 repeticiones cada una.

Hasta ese momento, los participantes habían sido instruidos para realizar contracciones musculares concéntricas y excéntricas de duración de aproximadamente 2 segundos cada uno, en las semanas 8 a 10 el enfoque fue sobre el entrenamiento de la potencia muscular utilizando los mismos ejercicios, aunque los participantes fueron instruidos para realizar estos ejercicios con contracciones musculares más rápidas.

Resultados: La intervención no tuvo un efecto significativo sobre SPPB en la cohorte total ($P = .18$), al comparar cambios en el grupo de intervención con el grupo de control. Sin

embargo, quienes recibieron la intervención en el subcohorta masculina aumentó 0,5 0,4 (error estándar medio para la diferencia) puntos en SPPB durante el seguimiento ($p = 0,02$) en comparación con los controles masculinos. Con respecto a los resultados secundarios, el grupo intervención disminuyó 0,9- 0,6 segundos en el tiempo de sentado-parado en silla en comparación con los controles ($p = 0,01$). Además, la intervención resultó en mejoras significativamente mayores para el grupo de entrenamiento que para el grupo de control en todas las medidas de composición corporal ($p < 0,01$ para todos). Por ejemplo, la masa corporal magra aumentó en una media de 1147282 g ($P < .001$), y la masa grasa total disminuyó en una media de 553225 g ($P = 0,003$), favoreciendo al grupo de intervención.

Conclusión / Implicaciones: El principal hallazgo de este estudio de intervención es que un programa de entrenamiento de resistencia es una herramienta funcional y fácil de usar, y fue efectiva para mantener la fuerza funcional y aumentar la masa muscular en adultos mayores con pre sarcopenia.

VIII.c “Is once-weekly resistance training enough to prevent sarcopenia?”²⁷

“¿Es suficiente el entrenamiento de resistencia una vez a la semana para prevenir la sarcopenia?”

Autor: Sousa N, Mendes R, Abrantes C, Sampaio J, Oliveira J.J Am Geriatr Soc.

Año: 2013

Resumen: El propósito de este estudio fue investigar los efectos a largo plazo del entrenamiento de resistencia (RT) realizada una vez a la semana sobre la composición corporal y la fuerza muscular en hombres mayores sanos.

Treinta y tres hombres mayores (11 hombres y 30 mujeres) que vivían de forma independiente fueron asignados al azar a un grupo experimental de RT (RTG, $n = 16$, $68,5 \pm 3,5$ años) o un grupo de control ($n = 17$, $67,0 \pm 5,8$ años). Los participantes no fumaban, no tenían diabetes mellitus, no tenían obesidad grave, no tenían hipertensión grave y no tenían problemas de salud.

Los resultados primarios se midieron en cinco ocasiones diferentes, se utilizó el análisis de impedancia bioeléctrica (QuadScan 4000; Bodystat, Isla de Man, Reino Unido) para medir el peso corporal (kg), la masa magra seca (kg) y el porcentaje de grasa corporal. La fuerza muscular se midió utilizando las pruebas de pararse de la silla de 30 segundos y

flexión de brazos, 10 y la fuerza máxima se midió (en el RTG) utilizando el método de una repetición máxima (1-RM).

El RT consistió en siete ejercicios (press de banca, press de piernas, pull-down de dorsal ancho, extensión de piernas, press militar, curl de piernas y curl de brazos) 1 día por semana durante 32 semanas al 65% al 75% de 1-RM (tres series, 8-12 repeticiones).

Se utilizó el ANOVA de análisis de variaciones de modelo mixto para probar los efectos del grupo, el tiempo y la interacción del grupo y el tiempo sobre el peso corporal, la masa magra seca, el porcentaje de grasa corporal, pararse de la silla de 30 segundos y la flexión de brazos. Se utilizó la prueba de Bonferroni para comparaciones post hoc. Los cambios acumulativos absolutos en el rendimiento de 1-RM durante las 32 semanas se probaron utilizando ANOVA de medidas repetidas.

Resultados: Un efecto principal significativo del grupo ($p < 0,001$) y el tiempo ($P = 0,03$) se observó en el porcentaje de grasa corporal, con una disminución del 2,9% de la semana 8 a la 32 en el RTG .

Se observó un efecto principal significativo del grupo en el cuerpo.peso ($P = .02$) y masa magra seca ($P = .001$) pero no tiempo ($P > .99$ y $P = .97$, respectivamente) o la interacción de grupo y tiempo ($P > .99$ para ambos). Un importante significativo efecto del grupo se observó en la prueba de pararse de la silla de 30 segundos y flexión de brazos ($P < 0,001$ para ambos) pero no por tiempo ($P = 0,20$ y $P = .06$, respectivamente) o la interacción de grupo y tiempo ($P = 0,23$ y $p = 0,07$, respectivamente).

ANOVA de medidas repetidas reveló diferencias estadísticamente significativas entre la línea de base absoluta de 1 RM y todos los cambios absolutos para todos los ejercicios realizados ($p < 0,001$, $g^2 = 0,64$). Allí fue una ganancia de fuerza acumulada absoluta del 31,5% después Semana 8, 46,6% después de la semana 16, 61,3% después de la semana 24 y 67,1% después de la semana 32.

Una sesión semanal de RT fue suficiente para reducir el porcentaje de grasa corporal y aumentar progresivamente la masa muscular y fuerza en los adultos mayores.

Según el conocimiento de los autores, este es el primer estudio con resultados positivos y significativos en porcentaje de grasa corporal después de sesiones de RT una vez a la semana. Por el contrario, el peso corporal y la masa magra seca permanecieron constantes, además, el significativo aumento en el rendimiento en la prueba de pararse de la silla y flexión de brazos importante mejora relacionada con las actividades diarias.10 También se encontraron ganancias extremas de fuerza máxima, con un cambio porcentual general en 1-RM del 67,1%

En conclusión, una sesión de RT una vez a la semana mejora la fuerza muscular e induce efectos beneficiosos en la aptitud funcional de los adultos mayores. Los resultados

del presente estudio sugieren que una sesión semanal de RT es suficiente para prevenir la sarcopenia.

VIII.d “Effects of Two Types of 9-Month Adapted Physical Activity Program on Muscle Mass, Muscle Strength, and Balance in Moderate Sarcopenic Older Women”²⁸

“Efectos de dos tipos de programa de actividad física adaptado de 9 meses sobre la masa muscular, la fuerza muscular y el equilibrio en mujeres mayores con sarcopenia moderada.”

Autor: Piastra G, Perasso L, Lucarini S, Monacelli F, Bisio A, Ferrando V, Gallamini M, Faelli E, Ruggeri P. *Biomed Res Int*.

Año:2018

Resumen: El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de dos tipos de programas de actividad física adaptada (APA) de 9 meses, basados en un entrenamiento de refuerzo muscular y un entrenamiento postural, respectivamente, sobre la masa muscular, la fuerza muscular y el equilibrio estático en mujeres ancianas con sarcopenia moderada.

El diagnóstico de sarcopenia se realizó de acuerdo con variables medibles y puntos de corte sugeridos por el Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Personas Mayores (EWGSOP).

Setenta y dos participantes fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: el grupo de entrenamiento de refuerzo muscular (RESISTENCIA) (n = 35; 69,9 ± 2,7 años) y el grupo de entrenamiento postural (POSTURAL) (n = 37; 70,0 ± 2,8 años)

La composición corporal, la masa muscular, el índice de masa del músculo esquelético (SMI) y la fuerza de agarre (HGS) se evaluaron para la evaluación de la sarcopenia, mientras que la trayectoria de balanceo, el área de balanceo, el tiempo de permanencia y la distancia espacial se evaluaron para la evaluación del equilibrio estático. Sesenta y seis participantes completaron el estudio (grupo RESISTENCIA: n = 33; grupo POSTURAL: n = 33).

Los dos programas diferentes de APA se realizaron dos veces por semana, durante 36 semanas, y cada sesión duró 60 minutos. Las sesiones de APA se realizaron en un gimnasio y fueron conducidas por un instructor en grupos de un máximo de 20 participantes.

Cada sesión del entrenamiento de refuerzo muscular se dividió en tres fases: primero ejercicios de calentamiento y coordinación motora de pie 15 ' ; segunda fase de pie / en el suelo 30 ' de tonificación muscular a intensidad baja / moderada para diferentes distritos musculares (principalmente abdominales y miembros inferiores y superiores) con cargas de peso bajas (0,5, 1 o 1,5 kg); y tercera y última fase de enfriamiento 15 ' y relajación / estiramiento de los sistemas musculares con ejercicios específicos.

Cada sesión del entrenamiento postural se dividió en tres fases: primero activación cardiovascular de pie 10'-15 ' ; movilización de hombros y articulaciones coxofemorales, refuerzo de miembros inferiores; una segunda fase de movilización de cuello y hombros sentado 10'-15 ' ; y tercera fase en el suelo, movilización de la columna 5-30 ' , refuerzo de los músculos abdominales, refuerzo de los músculos extensores de los glúteos y de la columna, estiramiento de la columna, refuerzo y autoestiramiento de los isquiotibiales y psoas, y relajación final.

Tanto los ejercicios de refuerzo muscular como los ejercicios posturales se adaptaron a las habilidades del participante y fueron aumentando progresivamente en repeticiones y dificultades a lo largo del tiempo.

Resultados: El análisis estadístico de la masa magra expresada como% del peso total y en kg mostró un efecto significativo del factor TIEMPO (%: $F(1,64) = 22,70$, $p < 0,001$; kg: $F(1,64) = 18,25$, $p < 0,0001$).

Además, apareció una interacción de TIME GROUP significativa (%: $F(1,64) = 24,82$, $p < 0,0001$; kg: $F(1,64) = 29,53$, $p < 0,0001$), y las comparaciones post hoc revelaron un aumento significativo de la masa magra valores de T0 a T1 solo en el grupo RESISTENCIA (media \pm DE;%: T0 = $30,10 \pm 8,44\%$, T1 = $33,11 \pm 7,29\%$; kg: T0 = $19,50 \pm 6,59$ kg, T1 = $21,25 \pm 6,05$ kg), mientras que no aparecieron diferencias significativas en el grupo POSTURAL (media \pm DE;%: T0 = $30,52 \pm 5,93\%$, T1 = $30,45 \pm 5,51\%$; kg: T0 = $19,85 \pm 7,39$ kg, T1 = $19,63 \pm 6,49$ kg).

Los datos relativos a los valores de masa de músculo esquelético (SM) antes (T0) y después (T1) del programa de intervención analizados estadísticamente mostraron un efecto principal significativo del factor TIEMPO ($F(1,64) = 17,76$, $p < 0,001$) y una interacción TIME GROUP significativa ($F(1,64) = 29,04$, $p < 0,0001$). La prueba post hoc reveló un aumento significativo del valor de SM solo en el grupo RESISTENCIA (media \pm DE: T0 = $17,31 \pm 1,16$ kg, T1 = $19,02 \pm 6,58$ kg, $p < 0,001$), mientras que no se encontraron diferencias entre T0 y T1 en el Grupo POSTURAL (media \pm DE: T0 = $17,59 \pm 7,31$ kg, T1 = $17,53 \pm 6,39$ kg).

El análisis estadístico de los valores de SMI mostró un efecto significativo del factor TIEMPO ($F(1,64) = 19,89, p < 0,0001$) y una interacción TIME GROUP significativa ($F(1,64) = 29,20, p < 0,0001$). Se encontró un aumento significativo de los valores de SMI solo después del programa de refuerzo muscular (media \pm DE: $T0 = 6,48 \pm 2,75$ kg / m², $T1 = 7,36 \pm 2,31$ kg / m², $p < 0,001$). No aparecieron diferencias significativas después del entrenamiento postural (media \pm DE: $T0 = 6,74 \pm 2,46$ kg / m², $T1 = 6,67 \pm 2,17$ kg / m²).

El análisis estadístico sobre la media de HGS de ambas manos mostró un efecto significativo del factor TIEMPO ($F(1,64) = 7,94, p < 0,01$) y una interacción significativa entre TIEMPO y GRUPO ($F(1,64) = 14,37, p < 0,001$). Se encontró un aumento significativo de los valores de HGS solo en el grupo RESISTENCIA (media \pm DE: $T0 = 17,84 \pm 4,91$ kg, $T1 = 19,86 \pm 5,22$ kg, $p < 0,001$) y no aparecieron diferencias en el grupo POSTURAL (media \pm DE: $T0 = 17,84 \pm 5,25$ kg, $T1 = 17,55 \pm 4,85$ kg).

Las pruebas de Wilcoxon que comparan el Sway Path adquirido con ojos cerrados (SP CE) antes y después de los tratamientos revelaron una disminución significativa de su valor después del entrenamiento de refuerzo muscular ($Z = 3.53, p < 0.001$) y un aumento significativo después del entrenamiento postural ($Z = 3.29, p < 0,001$). Cuando se repitió la prueba con los ojos abiertos, se observó una disminución significativa después del entrenamiento de refuerzo muscular ($Z = 3.94, p < 0.001$), mientras que no se observaron diferencias en el grupo POSTURAL.

Los diferentes efectos de los dos tratamientos también aparecieron al comparar los valores de Sway Path en T1 en ambas condiciones (CE y OE); de hecho, SP en el grupo RESISTENCIA fue significativamente menor que SP en el grupo POSTURAL (CE: $Z = -3.23, p < 0.01$; OE: $Z = -2.46, p < 0.05$).

En el grupo RESISTENCIA el Sway área (Área de Balanceo) disminuyó significativamente después del tratamiento en ambas condiciones (CE: $Z = 5.01, p < 0.001$; OE: $Z = 4.89, p < 0.001$), mientras que no se observaron diferencias en el grupo POSTURAL. Además, la prueba de Mann-Whitney comparando SA en T1 mostró en ambas condiciones que SA asociada con el grupo RESISTENCIA fue significativamente menor que la asociada con el grupo POSTURAL (CE: $Z = -2,96, p < 0,01$; OE: $Z = -2,23, p < 0,05$).

Después de la intervención, ST(tiempo de permanencia) aumentó significativamente solo en el grupo RESISTENCIA en ambas condiciones (CE: $Z = 4.01, p < 0.001$; OE: $Z = 4.69, p < 0.001$), mientras que una disminución significativa después del entrenamiento postural se observó solo en CE condición ($Z = 2,49, p < 0,05$). La comparación entre los dos grupos en T1 mostró que el ST asociado con el grupo RESISTENCIA fue mayor que el del grupo POSTURAL en ambas condiciones (CE: $Z = 3.65, p < 0.001$; OE: $Z = 2.64, p < 0.01$).

En el grupo RESISTENCIA los resultados de las pruebas de Wilcoxon mostraron una disminución significativa del valor de SD (distancia espacial) en ambas condiciones (CE: $Z =$

4.44, $p < 0.001$; OE: $Z = 4.74$, $p < 0.001$), mientras que se obtuvo un aumento significativo luego de la entrenamiento postural solo en condición CE ($Z = 2.72$, $p < 0.01$).

Los resultados de este estudio, realizado en mujeres mayores con sarcopenia moderada, demuestran que el grupo RESISTANCE mostró mejoras significativas en la masa y función muscular después del programa de refuerzo muscular propuesto, mientras que no se encontraron diferencias significativas en el grupo POSTURAL, después del entrenamiento postural adoptado.

Además, el programa de refuerzo muscular fue capaz de inducir en el grupo RESISTENCIA mejoras significativas en los parámetros de equilibrio estático, mientras que en el grupo POSTURAL no se encontraron diferencias significativas en estos valores, después del entrenamiento postural. En general, el programa de refuerzo muscular propuesto fue capaz de inducir efectos positivos tanto sobre la sarcopenia como sobre los parámetros posturales.

VIII.e “Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care facilities: A pilot study.”²⁹

Impacto del entrenamiento de resistencia en la sarcopenia en centros de atención de enfermería: un estudio piloto.

Autor: Hassan BH, Hewitt J, Keogh JW, Bermeo S, Duque G, Henwood TR. Geriatr Nurs.

Año: 2016

Resumen: Los residentes de centros de atención de enfermería se incluyeron en un ensayo controlado de dos veces por semana programa de ejercicios de resistencia y equilibrio durante seis meses (Edad: 85,9 \pm 7,5 años, Tiempo de atención: 707,1 \pm 707,5 días, N = 21 por grupo).

La sarcopenia se midió según el Grupo de Trabajo Europeo sobre los criterios de sarcopenia en personas mayores. De los 42 participantes reclutados, el 35,7% tenía sarcopenia al inicio del estudio, con un aumento de la prevalencia en el grupo de control después de la intervención (42,9% y 52,4%).

Después del entrenamiento, el grupo de ejercicio experimentó un aumento significativo en la fuerza de agarre en comparación con los controles ($p = .02$), y una disminución dentro del grupo en el índice de masa corporal y un aumento en la fuerza de agarre ($p .007$).

Resistencia y el ejercicio de equilibrio tiene beneficios positivos para los adultos mayores que residen en un centro de atención de enfermería que se puede transferir para reducir la

transición de la discapacidad y la sarcopenia, pero se necesita más trabajo para garantizar una mejor aceptación del programa entre los residentes.

Esta investigación de la influencia del entrenamiento de resistencia en sarcopenia y sus componentes emplearon un control de dos grupos diseño de prueba de residentes de atención de ancianos a un ejercicio (EX) o atención habitual grupo de control (CON).

En resumen, el estudio principal es un grupo aleatorio simple ciego de dos grupos de ensayo con el objetivo de reclutar a 300 residentes en 20 centros de atención a personas mayores en Nueva Gales del Sur y Sureste de Queensland (Australia). EX los participantes realizan 50 hs de resistencia progresiva y equilibrio entrenamiento dos veces por semana durante un período de seis meses, con grupos evaluados antes y después del período de intervención para el número de caídas (variable primaria), calidad de vida, rendimiento funcional (Batería de rendimiento físico corto), eficacia de caídas y bienestar cognitivo.

El grupo EX proporcionó dos veces por semana entrenamiento de resistencia progresivo y equilibrio hasta 50 h durante un período de seis meses, mientras que los individuos del grupo de control continuaron con sus habituales rutinas de cuidado. El entrenamiento de resistencia se realizó con equipo neumático (HUR Health and Fitness Equipment, Australia) específicamente diseñado para rehabilitación y de uso común en adultos muy ancianos con discapacidad y necesidades de cuidados. Parte inferior y superior del cuerpo, y ejercicios de tronco incluidos: extensión de codos y hombros (inmersión), piernas prensa, extensión y flexión de rodilla, abducción y aducción de cadera, curl abdominal y extensión de espalda.

Se realizaron series y repeticiones reducidas para el período de acondicionamiento de dos semanas, a los participantes se les prescribieron 2 a 3 series por ejercicio con una resistencia que pudieran completar 10 a 15 veces con una tasa de esfuerzo percibida de 12 a 14 en la escala de Borg.

Los ejercicios de equilibrio incluyeron: elevaciones de talón y puntera, variadas paso rápido direccional, estiramiento, de pie con una sola pierna, estático equilibrio, caminar de talón a punta y pasos cruzados complejas actividades

Se progresó la intensidad del ejercicio para los ejercicios del entrenamiento de resistencia aumentando la carga cuando los participantes completaran cómodamente 3 series de 10 repeticiones o aumentando repeticiones con la misma carga a 3 series de 15 repeticiones. Para los ejercicios de equilibrio, progresiones que implican reducir el apoyo de las manos, estrechando la base de apoyo, aumentando la velocidad de la actividad y / o introduciendo un desafío cognitivo de doble tarea.

Las sesiones duraron aproximadamente 1 hora y fueron recetadas por un aliado capacitado profesional de la salud, que también supervisó la seguridad del grupo y ofreció motivación verbal. El ejercicio se realizó en grupos de hasta 10 individuos.

Los datos se recopilaron al inicio del estudio y después del periodo de intervención, utilizando un proceso de evaluación no ciego, excepto para los descriptores demográficos de los participantes que solo se recopilaron en base. Los descriptores de los participantes se obtuvieron de la instalación de registros, excepto la altura (cm) y el peso (kg) que se midieron utilizando prácticas estándar.

La sarcopenia se midió sobre la base de la European Working Criterios del Grupo sobre Sarcopenia en Personas Mayores (EWGSOP) que Requiere la presencia tanto de masa muscular baja como de masa muscular baja. función (fuerza muscular o rendimiento físico).

La masa muscular fue recolectada a través de análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) (Maltron International Ltd, Rayleigh, Reino Unido), la fuerza por dinamometría de empuñadura Jamar (Sammons Preston Rolyan, Bolingbrook, IL) y el rendimiento físico por la Short Physical Performance Battery a través de caminata de 3 metros.

Resultados: Con respecto a la composición corporal, fuerza muscular y rendimiento físico, el análisis entre grupos reveló diferencias significativas en la fuerza de agarre ($p \frac{1}{4} .002$) con EX cada vez más fuerte y CON más débil.

Además, se vieron diferencias para la velocidad de la marcha ($p = .019$) lo que indica que el grupo de ejercicio tenía una mayor velocidad al caminar tanto en la evaluación inicial y posterior en comparación con los controles, además el examen reveló que el grupo EX experimentó una disminución significativa en el IMC y el peso corporal ($p < .044$) y un aumento en la fuerza de agarre ($p \frac{1}{4} .007$) con el entrenamiento.

En contraste, el grupo CON no experimentó cambios significativos en cualquier variable medida, aunque muchos resultados tendían a declive en el transcurso del estudio. En el grupo de ejercicio, el entrenamiento se asoció con ningún evento adverso.

Este estudio muestra que con ejercicios de resistencia y equilibrio los adultos mayores que residen en instituciones de cuidado de ancianos pueden mejorar su fuerza muscular y reducir su grasa corporal. Si bien el grupo EX no tuvo aumento de la masa muscular o el rendimiento físico, los controles sin ejercicio experimentaron tendencias negativas en todas las variables de los componentes de la sarcopenia, así como un aumento en el grupo de prevalencia sarcopénica.

Además, se identificó en el grupo CON un mayor número de participantes con niveles por debajo de lo normal en fuerza muscular y rendimiento físico por debajo de lo normal después de la intervención.

Nuestro estudio respalda trabajos previos que han demostrado que el ejercicio de resistencia puede aumentar la fuerza muscular incluso entre personas muy ancianos

institucionalizadas, sin embargo, e incluso a la luz de importantes beneficios, el ejercicio de resistencia sigue siendo infrutilizado como herramienta en la promoción de la salud física en instituciones de cuidados de enfermería .

VIII.f “ Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis”³⁰

“Intervenciones de ejercicio en adultos mayores sanos con sarcopenia:
Una revisión sistemática y metaanálisis.”

Autor: Vlietstra L, Hendrickx W, Waters DL, Australas J Ageing.

Año: 2018

Resumen: El objetivo de este artículo es evaluar sistemáticamente los efectos del ejercicio sobre la composición corporal y funcional en adultos mayores con sarcopenia. Tres bases de datos electrónicas diferentes, PubMed / Medline. Se utilizaron para realizar esta revisión sistemática se realizaron búsquedas en Embase y Cochrane Library para artículos de 2006 al 25 de marzo de 2017.

Los términos MeSH y las palabras clave se utilizaron de forma individual o en combinación: sarcopenia, ancianos, ancianos, adultos mayores, fisioterapia, ejercicio, entrenamiento, fuerza muscular y masa muscular.. Los artículos fueron elegibles para su inclusión si eran: (i) un artículo de texto completo; (ii) publicado en inglés u holandés; (iii) publicado en un revista revisada por pares; (iv) descrito como un ensayo de intervención controlado basado en ejercicio; y (v) realizado en personas 60 años o más con sarcopenia.

Sarcopenia se clasificó de acuerdo con la definición de EWGSOP. La revisión de los artículos para determinar la elegibilidad fue realizada por dos revisores (LV y WH).

Se evaluaron dos tipos diferentes de medidas de resultado en esta revisión sistemática: medidas de resultado funcionales, tales como fuerza de agarre y velocidad de marcha; y medidas de resultado de composición corporal, como masa muscular y grasa corporal.

Las búsquedas recuperaron 1512 títulos sin duplicados. Después de la selección de títulos y resúmenes, 32 posibles textos completos fueron evaluados. Se excluyeron un total de 26 estudios y seis fueron incluidos. Los seis incluyeron estudios de texto completo, que datan de 2011 a 2016, se inscribieron un total de 480 participantes de ambos sexos con una edad media que oscila entre 67,1 5,3 y 81,1 3,7 años.

En total, 154 participantes recibieron una intervención de ejercicio, 90 eran mujeres, 25 eran hombres, 2 artículos no especificaron el género en el ejercicio.

Cinco de los seis estudios (83%) fueron ensayos controlados aleatorios (ECA), y un estudio fue un estudio de intervención cuasiexperimental (17%).

La duración total de los programas de entrenamiento físico varió de tres a seis meses, con una media de tres meses, el número de sesiones de entrenamiento físico por semana varió de dos a tres, con una media de dos veces por semana, y la duración media de las sesiones fue de 46,5 minutos (DE = 23,4), con un rango de 6 a 60 minutos. En cuanto al tipo de ejercicio de resistencia realizado, cuatro estudios realizaron entrenamiento con ejercicios para todo el cuerpo, incluido el entrenamiento de la marcha, el entrenamiento de equilibrio y entrenamiento de fuerza.

Maruya et al. utilizaron un programa de ejercicio activo en el hogar, y Wei et al. usó entrenamiento de vibración de cuerpo entero (WBVT). Los grupos control consistieron principalmente en educación para la salud o mantener las actividades diarias habituales, todos menos un estudio realizó sesiones de grupo, y el sexto estudio consistió en ejercicios individuales en el hogar.

Las medidas de resultado funcional se informaron en los seis estudios, la fuerza muscular se midió en todos los estudios; sin embargo, se utilizaron diferentes medidas de resistencia.

Tres estudios utilizaron la fuerza de agarre y cinco estudios utilizaron fuerza isométrica en extensión de rodilla. Cuatro estudios también midieron la velocidad de la marcha y dos estudios evaluaron el timed up and go (TUG).

Resultados: La fuerza muscular mejora con el ejercicio en cinco de seis estudios. Bellomo y col. informó un aumento muy significativo en la fuerza de extensión de rodilla isométrica bilateral en el grupo experimental y no hubo cambios significativos en el grupo de control. Kim y col. informó una mejora pequeña pero no significativa en la fuerza de extensión de la rodilla en el grupo de intervención, mientras que una disminución estadísticamente significativa en la fuerza muscular ($P = 0,02$) se observó fuerza en su grupo de control. Kim y col. informó una mejora no significativa en el agarre fuerza y fuerza de extensión de rodilla en el grupo intervención Maruya y col. informó una mejora estadísticamente significativa en la fuerza de empuñadura y la fuerza extensión de la rodilla en el grupo de ejercicio. Shahar y col. mostró una disminución de la fuerza de agarre durante su intervención, Wei y col. informó de una mejora significativa de la fuerza de extensión de rodilla en el grupo de intervención.

El metanálisis mostró que la fuerza de agarre no difieren significativamente ($Z = 0,17$; IC: 2,36 a 2,80; $P = 0,87$) entre los grupos experimentales y los grupos de control, sin embargo,

la fuerza de la extensión de la rodilla (ajustada y no ajustada por peso) difirió significativamente, a favor del grupo experimental ($Z = 2.52$, IC 0.03 a 0.26, $P = 0.01$; $Z = 2,81$, IC 3,74 a 21,03, $P = 0,005$, respectivamente).

Con respecto a los resultados funcionales. Kim y col. informó una significativa mejora de la velocidad de la marcha en el grupo de ejercicio. Maruya y col. informó una no estadísticamente significativa disminución de la velocidad de la marcha, mientras que Wei et al. informó una mejora significativa de la velocidad de la marcha en su intervención. Ambos estudios que midieron TUG mostraron una mejora en esta medición en el grupo de ejercicio.

La velocidad de la marcha no mejoró significativamente en el metaanálisis, en los grupos de intervención, en comparación con los grupos de control ($Z = 1,84$, IC 0,01 a 0,24, $P = 0.07$), esto contrasta con el TUG, que mostró una mejora significativa ($Z = 4,33$, IC 2,43 a 0,91, $P < 0,0001$) en el metaanálisis, en comparación con los grupos de control.

La composición corporal se midió en cuatro de seis estudios, tres estudios midieron el efecto de entrenamiento con ejercicios sobre la masa muscular, dos estudios también midieron el efecto del entrenamiento físico sobre la grasa corporal.

Los cuatro estudios que midieron la composición corporal se realizaron a través de un análisis de impedancia bioeléctrica, Bellomo y col. y Weiet al. no midió la composición corporal.

Una mejora significativa en la masa muscular de la pierna y una mejora no significativa en la masa muscular y masa muscular apendicular se informó en el grupo de ejercicio de Kim et al.

Kim y col. informó de una pequeña disminución en la masa muscular general y masa muscular apendicular, pero un ligero aumento de la masa muscular de la pierna en el grupo de intervención.

Shahar y col. encontró una tendencia a mejorar la masa muscular, pero sin cambios significativos ($P > 0.05$) en la masa muscular después de la intervención de 12 semanas.

Una comparación agrupada mostró que la terapia con ejercicios no mejora significativamente la masa muscular de todo el cuerpo ($Z = 1,49$, IC 0.19 a 1.37, $P = 0.14$), sin embargo, mejoró significativamente la masa muscular apendicular y el músculo de la pierna.

Por lo tanto, parece que las intervenciones de ejercicio mejoran significativamente algunos, pero no todos, los aspectos de la fuerza, resultados funcionales y masa muscular.

Los resultados de la revisión sistemática actual implican que las intervenciones de entrenamiento con ejercicios en adultos mayores con sarcopenia pueden ser efectivas en mejorar la masa muscular y la función.

VIII.g “Eccentric versus traditional resistance exercise for older adult fallers in the community: a randomized trial within a multi-component fall reduction program”.³¹

“Ejercicio de resistencia excéntrico versus tradicional para adultos mayores con caídas en la comunidad: un ensayo aleatorizado dentro de un programa de reducción de caídas de múltiples componentes.

Autor: LaStayo, Robin Marcus, Leland Dibble, Bob Wong y Pimienta Ginette.

Año: 2017

Resumen: El estudio aborda los déficits musculares dentro de un programa de reducción de caídas con ejercicios de múltiples componentes, especialmente para los adultos mayores de mayor riesgo, es decir, aquellos que han caído previamente. El ejercicio de resistencia excéntrica con su potencial de producción de alta fuerza, a un bajo costo energético, puede ser ideal para abordar las deficiencias musculares en esta población.

El propósito de este estudio fue comparar los efectos del ejercicio de resistencia a través del ejercicio de resistencia negativo, inducido excéntricamente, (RENEW) versus el ejercicio de resistencia tradicional (TRAD) sobre la movilidad, la confianza del equilibrio, la potencia muscular y el área de la sección transversal, así como la cantidad de días en adultos mayores de alto riesgo de caída sobrevivieron sin un evento de caída durante un año.

Métodos: Ensayo clínico aleatorizado, de dos grupos, cuatro puntos temporales (más de 1 año) RENEW versus TRAD como parte de un programa de reducción de caída de ejercicio de componentes múltiples de 3 meses (MCEFRP), con una muestra de 143 participantes de 65 años de edad o más.

Los resultados primarios de movilidad, equilibrio de confianza, producción de potencia muscular y área de sección transversal se analizaron utilizando modelos de efectos mixtos.

Los resultados secundarios de días para caer y días para casi caer se analizaron mediante análisis de supervivencia.

Resultados: El MCEFRP tuvo un efecto sobre los factores de riesgo de caída considerados reversibles con las intervenciones de ejercicio, aunque no hubo un efecto diferencial de RENEW versus TRAD ($p = 0.896$) sobre movilidad, equilibrio de confianza, potencia muscular y área transversal. Tampoco hubo diferencias grupales en el número de días sobrevividos sin una caída ($p = 0.565$) o casi caída ($p = 0,678$). Sin embargo, a pesar de que el 100% de los participantes tuvieron al menos una caída en el año anterior al

MCEFRP, después de 3 meses de ejercicio y 9 meses de seguimiento, menos del 50% había experimentado una caída o casi caída. Las conclusiones fueron que no hubo efectos diferenciales de RENEW o TRAD como componentes de un MCEFRP en los resultados primarios o secundarios. Los dos modos de ejercicio de resistencia tuvieron efectos idénticos sobre el riesgo de caída y la supervivencia libre de caída. En cuanto a la movilidad no hubo efecto de interacción, $F(3, 319) = 0.618, p = 0.604$, diferencias de grupo diferenciales a lo largo del tiempo, para la prueba de 6 MW.

Un efecto de tiempo, $F(3, 319) = 4.10, p < 0.001$, ambos grupos de ejercicio combinados, ocurrió con un aumento en la distancia caminada en 6 min después de los 3 meses de MCEFRP (0 meses = $407,297 \pm 10,971$; 3 meses = $424,53 \pm 11,10$). Este incremento se mantuvo a los 9 meses ($419,31 \pm 11,21$) y a los 12 No hubo efecto de interacción, $F(3, 326) = 1.402, p = 0.242$, diferencias grupales diferenciales a lo largo del tiempo, en la escala ABC.

En el equilibrio ambos grupos de ejercicio combinado, ocurrió un aumento en la confianza del equilibrio después del MCEFRP de 3 meses (0 meses = $74,652 \pm 1,389$; 3 meses = $81,040 \pm 1,428$). Este incremento se mantuvo a los 9 meses.

En la fuerza de los músculos extensores de la pierna no hubo diferencias significativas entre ambos grupos, aunque en ambos grupos de ejercicio combinados se produjo un aumento de la fuerza en el músculo extensor de la pierna después de 3 meses y se mantuvo hacia los 9 y 12 meses.

No hubo diferencias entre grupos en eventos de caída y casi-caída ni en el número de días sin caídas.

Hipotetizamos una mayor supervivencia libre de eventos de caídas en el grupo RENEW durante 1 año, pero en su lugar vio un efecto equivalente al grupo TRAD en el número de días que se evitó un evento de caída o próximo a la caída. Una revisión actualizada reciente [23] de la literatura [24] refuerza la noción de que las intervenciones de ejercicio de componentes múltiples pueden reducir el riesgo y la tasa de caídas en personas mayores de alto riesgo que viven en la comunidad.

Programas de ejercicios de tres o más horas por semana que incluyen desafíos para equilibrar puede reducir la tasa de caídas en un 39% [25]. Además, la evidencia apoya la hipótesis de que el aumento de la fuerza y la potencia muscular deberían reducir el riesgo de caídas.

VIII.h “Exercise as a remedy for sarcopenia”³²

“El ejercicio como remedio para la sarcopenia.”

Autor: Francesco Landi, Emanuele Marzetti, Anna M. Martone, Roberto Bernabei y Graziano Onder.

Año: 2013

Resumen: Este artículo tiene como objetivo, mediante una revisión, presentar la evidencia disponible sobre el impacto del ejercicio físico en los componentes del síndrome de fragilidad y, en particular, como un remedio para la sarcopenia. Muchos estudios han planteado la hipótesis de que los programas específicos de ejercicio físico podrían representar el enfoque más efectivo para frenar la disminución de la masa muscular y la fuerza asociada con el envejecimiento y para tratar la sarcopenia. El grado de protección parece estar relacionado con el tipo y la intensidad del ejercicio.

Aunque no hay evidencia concluyente para prescribir un programa de ejercicio específico en términos de tipo, intensidad, frecuencia y duración, los resultados de los ensayos de control aleatorio ahora están disponibles.

Resultados: Fielding y col. evaluó dos programas de ejercicios diferentes en mujeres mayores frágiles que viven en la comunidad (30 pacientes con una edad media de 73,0 ± 1,0 años), con discapacidad autoinformada. Quince pacientes fueron asignados al azar a un programa de entrenamiento de resistencia de alta velocidad de 16 semanas, mientras que los participantes restantes fueron asignados a 16 semanas tradicionales de entrenamiento de resistencia de baja velocidad. Las mejoras en la potencia muscular de la extremidad inferior fueron mayores en el grupo de tratamiento de alta intensidad, a pesar de aumentos similares en la fuerza muscular entre grupos.

Campbell y col. examinó a 29 personas sanas y sedentarias (12 hombres y 17 mujeres; rango de edad:

54-78 años) asignados al azar a tres intervenciones diferentes con una duración de 14 semanas: control sedentario, entrenamiento de resistencia de la parte inferior del cuerpo y entrenamiento de resistencia de cuerpo entero. El programa de entrenamiento de resistencia aumentó la fuerza muscular y el área media muscular del muslo en personas mayores que consumieron adecuada cantidad de proteína (0,8 g/kg por día).

La falta de diferencia en la respuesta para los grupos de intervención (parte inferior y completa del cuerpo) indicó que el número de los grupos musculares entrenados no influyeron en la hipertrofia muscular inducida por el ejercicio.

De lo contrario, Paillard y col. examinó el efecto del ejercicio para subir escaleras, la estimulación eléctrica muscular y una combinación de las dos de 32 mujeres no sedentarias que viven en la comunidad (rango de edad: 62 a 75 años). Los tres grupos mejoraron la fuerza muscular después de 6 semanas de intervención, sin diferencias entre los grupos en términos de ganancia de masa muscular.

Se evaluó el efecto de un programa de entrenamiento de resistencia específico en 18 pacientes afectados con EPOC, participantes en el grupo de control solo realizó un programa de ejercicios respiratorios. Después de 12 semanas de entrenamiento de resistencia de alta intensidad dos veces por semana, los pacientes del grupo de intervención mostraron mejoras significativas en tamaño del músculo, fuerza de extensión de la rodilla, extensión de la pierna potencia, rendimiento funcional y autoinforme salud en comparación con el grupo de control.

Similar, pacientes programados para reemplazo unilateral de cadera la cirugía por artrosis de cadera mostró un aumento en la fuerza muscular máxima del cuádriceps y la potencia para caminar en escalera cuando participaron en un programa de entrenamiento de resistencia específico (3 veces por semana durante 12 semanas). No se registró ningún aumento en ninguna medida de resultado observado con estimulación eléctrica o rehabilitación estándar.

Asimismo, en un ensayo aleatorizado de 119 pacientes ancianos frágiles que viven en la comunidad (edad media 83,0 ± 4,0 años, 44% mujeres), un programa de entrenamiento de resistencia progresivo indujo una mayor aumento la masa magra y la fuerza muscular que un programa de ejercicios domiciliarios de baja intensidad.

Goodpaster y col. [14] comparó los efectos de un combinación de programa de ejercicios (aeróbicos, de fuerza, entrenamiento de flexibilidad y equilibrio) versus un exitoso programa educativo de salud para el envejecimiento en 42 sedentarios, habitantes de la comunidad (11 hombres y 31 mujeres, media 77,1 ± 1,0 años). Después de 12 meses, los pacientes en el grupo del programa educativo mostraron una significativa pérdida de fuerza muscular que se evitó por completo en pacientes involucrados en el programa de ejercicio activo. Además, los autores observaron un aumento en la infiltración de grasa muscular en el grupo de control (programa educativo), pero no en el grupo intervención.

Marques et al. demostraron que las personas (60 mujeres, entre 60 y 95 años), que participaron en un programa de entrenamiento específico con ejercicios de levantamiento de pesas durante 8 meses lograron una disminución de la masa grasa y mejoraron su fuerza de agarre, balanceo postural, fuerza en flexión de rodilla. Por tanto, este programa de resistencia multicomponente reduce los factores de riesgo potenciales de caídas y fracturas relacionadas.

Strasser et al. realizaron un ensayo de control aleatorizado comparando programas de entrenamiento de resistencia aeróbica (endurance) y de fuerza con resistencia (resistance training).

Cuarenta y dos pacientes sanos que viven en la comunidad fueron asignados al azar a recibir 6 meses de ejercicio de resistencia (endurance) realizado en un cicloergómetro (edad media 76,5 años) o 6 meses de ejercicios de resistencia (RT) (media 74,5 años). Pacientes en el grupo RT mostró un aumento significativo en la fuerza máxima, mientras que el entrenamiento de resistencia aeróbica no produjo efecto sobre la fuerza máxima excepto por el 1-RM en tirón de banco; sin embargo, este mejoró la potencia aeróbica dando como resultado una reducción significativa de la grasa corporal.

En general, el entrenamiento con ejercicios de resistencia es más eficaz para aumentar la masa muscular y la fuerza, mientras que el entrenamiento con ejercicios de resistencia es superior para mantener y mejorar la máxima potencia aeróbica. Con base en estas evidencias, las recomendaciones para adultos y personas mayores frágiles deben incluir un programa equilibrado de resistencia y ejercicios de fuerza, realizados en un horario regular (al menos 3 días a la semana).

El programa de ejercicios de resistencia impacta principalmente en el área de la sección transversal de la fibra y la fuerza muscular. Estas ganancias se deben principalmente a un aumento en el número de miofibrillas, y los tipos de fibra de contracción rápida (tipo IIA y IIX) son responsables del mayor aumento en el tamaño muscular. La respuesta de las células musculares a ejercicios específicos y diferentes está bajo el control de genes específicos.

Personas de todas las edades, tanto hombres como mujeres, se benefician de la actividad física regular. Las recomendaciones más recientes aconsejan a las personas de todas las edades que incluyan un mínimo de 30 minutos de actividad física de intensidad moderada (como caminar a paso ligero) la mayoría, si no todos, los días de la semana.

Para la mayoría de las personas, se pueden obtener mayores beneficios para la salud al participar en la actividad física de más intensidad vigorosa o mayor duración.

En mayores pacientes, el ejercicio y la actividad física producen al menos los mismos efectos beneficiosos observados en los más jóvenes individuos.

Notablemente, la fragilidad no es una contraindicación para las actividades físicas, más bien puede ser uno de las razones más importantes para prescribir un programa de entrenamiento de ejercicio físico.

VIII.i “ Physical Exercise as Therapy for Frailty”³³

“El ejercicio físico como terapia para la fragilidad ejercicio como remedio para la sarcopenia.”

Autor: Aguirre LE, Villareal DT. Nestle Nutr Inst Workshop Ser.

Año: 2015

Resumen: La disminución de la actividad física con el envejecimiento se asocia con una disminución de la capacidad de ejercicio que predispone a la fragilidad. El síndrome de fragilidad incluye un nivel de actividad reducido, poca tolerancia al ejercicio y pérdida de masa muscular y corporal magra.

El continuo aumento de la población de edad avanzada ha generado interés en las investigaciones de los adultos mayores que son "frágiles". La fragilidad es un estado de vulnerabilidad que conlleva un mayor riesgo de resultados adversos ; puede verse como una fase de transición en las personas mayores entre la buena salud y la mala salud. Los adultos mayores frágiles son menos capaces de tolerar el estrés de las enfermedades médicas, la hospitalización y la inmovilidad. Los signos y síntomas comunes son fatiga, pérdida de peso, debilidad muscular y deterioro progresivo de la función. La fragilidad es más frecuente en personas mayores y en personas con múltiples afecciones.

Concomitante con la edad, hay una disminución de la actividad física voluntaria que se asocia con disminuciones en numerosas medidas de la capacidad de ejercicio, incluido el consumo máximo de oxígeno (VO₂ pico), la fuerza muscular y la fatiga, que finalmente conduce a la fragilidad.

En consecuencia, el ejercicio puede ser una estrategia eficaz para prevenir y tratar la fragilidad, ya que puede apuntar a cuatro de los cinco criterios comúnmente utilizados: debilidad, baja actividad física, rendimiento motor lento y mala tolerancia al ejercicio.

Los estudios longitudinales han demostrado que la actividad física regular prolonga la longevidad y reduce el riesgo de discapacidad física. De hecho, se ha descubierto que la aptitud cardiorrespiratoria es un predictor significativo de mortalidad en los adultos mayores, independientemente de la obesidad general o abdominal.

En más de 10,000 adultos mayores que participaron en los estudios de Poblaciones Establecidas para Estudios Epidemiológicos de Ancianos (EPESE), se encontró una probabilidad casi dos veces mayor de morir sin discapacidad entre los más activos físicamente en comparación con los que eran sedentarios.

Basándose en técnicas de composición corporal como la DXA y la tomografía computarizada, se estimó que la disminución anual relativa de la masa muscular se encontraba entre -0,64 y -1,29% por año para los hombres mayores y entre -0,53 y -0,84% por año para las mujeres mayores .

Varios estudios han demostrado que el entrenamiento con ejercicios de resistencia aumenta la masa muscular y, por lo tanto, la fuerza muscular tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores. Sin embargo, la respuesta al entrenamiento de resistencia parece atenuarse en los adultos mayores con limitaciones de movilidad u otras comorbilidades. En adultos mayores sanos, cuatro meses de entrenamiento de resistencia progresivo aumentaron la masa muscular entre un 16% y un 23%, mientras que aumentaron la masa muscular entre un 2,0% y un 9% en los adultos mayores frágiles.

De hecho, en base a dos revisiones sistemáticas recientes de ensayos controlados aleatorios (ECA) que involucran entrenamiento de resistencia en adultos mayores, se concluyó que el entrenamiento de resistencia produce una mejora significativa en la fuerza muscular en adultos mayores. Estas revisiones incluyeron estudios tanto en adultos sanos como en adultos mayores.

De particular interés es que en pacientes institucionalizados frágiles, Fiatarone et al demostraron que 10 semanas de entrenamiento con ejercicios de resistencia aumentaron la fuerza muscular en ~ 113% en comparación con ~ 3% en sujetos que no hacían ejercicio. Además, nuestro grupo ha demostrado que en hombres y mujeres mayores frágiles, el entrenamiento de resistencia agregado a la dieta redujo la pérdida de FFM (de 3,5 kg a 1,8 kg) durante la pérdida de peso voluntaria y aumentó la fuerza muscular de las extremidades superiores e inferiores (en un 17-43%) a pesar de la pérdida de FFM . Con respecto a los aspectos de las limitaciones funcionales, se ha demostrado que el entrenamiento de resistencia mejora la velocidad de la marcha en ancianos sanos y frágiles (diferencias de medias ponderadas = 0,07 m / s según 14 ensayos; n = 798) específicamente, en adultos mayores frágiles que viven en hogares de ancianos y en la comunidad, se ha demostrado que diez semanas de entrenamiento de resistencia mejoran significativamente la velocidad de la marcha .

Una intervención ECA de nueve meses de ejercicios aeróbicos y de fuerza mejoró concomitantemente las puntuaciones en el VO₂ pico (límites de confianza [IC] del 95%: 0,9 a 3,6 ml / kg / min) y la prueba de rendimiento físico modificado (IC del 95%: 1,0 a 5,2 puntos) [25]

Además, un ECA reciente de 12 meses de ejercicios aeróbicos y de resistencia también mejoró las puntuaciones en el VO₂ pico y modificó la prueba de rendimiento físico en adultos mayores obesos y frágiles, que se sumaron a los efectos de la pérdida de peso inducida por la dieta.

Finalmente, el estudio piloto de Intervención e Independencia de Estilo de Vida para Ancianos (Vida) también informó que un programa de 12 meses de caminata, ejercicio de resistencia y entrenamiento de flexibilidad resultó en una mejora clínicamente significativa del rendimiento físico según lo evaluado mediante el uso de la Batería de rendimiento físico corto.

La mayoría de los ensayos de intervención con ejercicios estudiaron los efectos sobre las características de la fragilidad y los resultados adversos de la fragilidad. Ha habido relativamente pocos estudios diseñados para determinar si el ejercicio físico puede revertir la fragilidad (frágil revertir a no frágil) o si los adultos mayores pueden pasar de un estado mayor de fragilidad a un estado menor de fragilidad con el ejercicio. El estudio Frailty Intervention Trial (FIT) examinó si una intervención multifactorial que incluyera ejercicios de equilibrio, fuerza y resistencia podría reducir la fragilidad y mejorar la movilidad [27]. Después de 12 meses de la intervención, hubo una menor prevalencia de fragilidad en el grupo de intervención en comparación con el grupo de control (diferencia entre grupos 14,7%) que se asoció con una mejora significativa en la Batería de Rendimiento Físico Corto (diferencia entre grupos 1,44 pts) , lo que sugiere que es posible "tratar" con éxito la fragilidad.

En una revisión sistémica de la efectividad de las intervenciones con ejercicios para el tratamiento de la fragilidad, se encontró que aunque los participantes eran frágiles, la adherencia al ejercicio fue alta sin eventos adversos en la mayoría de los estudios informados, lo que respalda que el ejercicio era seguro y factible en este caso para la población de edad avanzada .

Aunque el ejercicio tuvo un impacto positivo uniforme en las mediciones funcionales, el ejercicio pareció ser más beneficioso en las personas frágiles que viven en centros de atención a largo plazo en comparación con la comunidad (probablemente debido a los efectos de piso y techo de algunas mediciones de resultado) y en las primeras etapas de fragilidad en comparación con las últimas etapas de fragilidad (probablemente debido a una menor capacidad para hacer ejercicio con un mayor grado de fragilidad). Con respecto al tipo específico de programa de ejercicio, se encontró que un entrenamiento

multicomponente tiene un efecto más positivo sobre la capacidad funcional y las consecuencias adversas para la salud de las personas frágiles. Las intervenciones que duraron más de cinco meses parecieron producir mayores beneficios sobre las consecuencias adversas para la salud de las personas frágiles.

La duración de cada sesión de ejercicio que resultó más beneficiosa fue de 30 a 45 minutos, que es menos de lo que generalmente se recomienda para los adultos mayores sanos. Con base en la evidencia actualmente disponible, se recomienda un programa de ejercicios de componentes múltiples que incluya actividad aeróbica, ejercicios de fuerza y flexibilidad en adultos mayores frágiles.

El programa de resistencia progresiva debe involucrar a todos los grupos musculares principales de las extremidades superiores e inferiores y tronco.

Una serie de 8 a 10 ejercicios diferentes, con 10 a 15 repeticiones por serie, realizada 2-3 días no consecutivos por semana.

Se recomienda un entrenamiento de intensidad moderada-alta, en el que la intensidad moderada de 5 o 6 en una escala de 0 a 10.

Entrenamiento de fuerza con resistencia progresiva en adultos mayores

Artículos	Efectos sobre la fuerza y la capacidad funcional	Criterios fundamentales del entrenamiento de fuerza	Contraindicaciones del entrenamiento de fuerza	Efectos adicionales en la aptitud física	Tiempos de recuperación biológica de la masa muscular
<p>“Effects of Strength Training on Physical Function: Influence of Power, Strength, and Body Composition”.²⁵ Hanson ED, Srivatsan SR, Agrawal S, Menon KS, Delmonico MJ, Wang MQ, Hurley BF.J Strength Cond Res. 2009</p>	<p>FUERZA: En todos los sujetos, hubo aumentos significativos en la fuerza de extensión(KE) de rodilla), fuerza en press de piernas , potencia de extensión de rodilla con ST. Los hombres mostraron aumentos significativamente mayores en la fuerza KE que las mujeres, pero no se observaron diferencias significativas entre los sexos para la fuerza.</p>	<p>La segunda fase del programa ST consistió en entrenamiento de cuerpo completo 3 estímulos por semana durante 12 semanas Compuesta por una serie de calentamiento ligero de 5 repeticiones al 50% de la 1RM estimada, seguida de una única serie de 15 repeticiones comenzando en la 5RM. Después de completar las 5 repeticiones iniciales, la resistencia se redujo lo</p>	<p>Contraindicaciones : Fumadores, trastornos neuromusculares, cardiovasculares o metabólicos que pudieran haber afectado su capacidad para realizar TS de alta intensidad de forma segura.</p>		<p>El aumento de la masa muscular con ST en la pierna entrenada fue significativamente mayor que en la pierna no entrenada tanto en hombres como en mujeres y cuando se combinaron los</p>

	<p>CF: Tanto en hombres y mujeres, las tareas funcionales fueron significativamente más rápidas después del ST en la caminata rápida de 6 m, five chair stand y get up and go test(TUG).</p>	<p>suficiente para completar 1 o 2 repeticiones adicionales. Las fases de acortamiento (antes concéntrico) y alargamiento (antes excéntrico) de todos los ejercicios se realizaron en aproximadamente 2 y 3 segundos, respectivamente. Al igual que en la fase 1, la resistencia se incrementó progresivamente a medida que los sujetos aumentaron su fuerza de modo que el nivel de resistencia de 5RM se mantuvo en todos los ejercicios.</p>			<p>grupos ($p < 0.01$), pero los hombres experimentaron un aumento significativamente mayor en términos absolutos que las mujeres luego del entrenamiento unilateral de 10 semanas.</p>
<p>”Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial” 26</p> <p>Vikberg S, Sörlén N, Brandén L, Johansson J, Nordström A, Hult A, Nordström P.J Am Med Dir Assoc. 2009</p>	<p>CF:La intervención no tuvo un efecto significativo sobre SPPB total, al comparar cambios en el grupo de intervención con el grupo de control. Con respecto a los resultados secundarios, el grupo de intervención mejoró significativamente en five chair sit-stand test. FUERZA: Hubo mejoras no significativas de la fuerza isométrica de agarre (HGS) medida con dinamómetro de mano.</p>	<p>El programa de RT progresiva de 10 semanas dirigido por un instructor consta de 3 sesiones (de 45 minutos cada una). La intensidad de RT moderada a alta fue aplicada utilizando la escala de Borg CR-10, 13,14 con la percepción de los participantes esfuerzo con una puntuación de 6 a 7 de un máximo de 10. Durante las sesiones, se realizaron 8 ejercicios con grupos musculares de todo el cuerpo. Durante la primera semana de entrenamiento, no se usó peso externo, los ejercicios se realizaron en 2 series de 12 repeticiones cada una, seguidas de 3 series de 10 repeticiones cada una en las semanas 2 a 4. La intensidad del programa aumentó en términos de series y resistencia con mantenimiento de puntuaciones CR10.</p>	<p>Contraindicaciones : Sin criterios de exclusión, solo falta de tiempo para realizar la terapéutica y alguna patología incapacitante para el ejercicio (por ejemplo un paciente neuromuscular)</p>		
<p>“Is once-weekly resistance training enough to prevent sarcopenia?”²⁷</p> <p>Sousa N, Mendes</p>	<p>CF: Hubo mejoras significativas en 30 seconds chair stand y arm curl test. FUERZA: reveló diferencias estadísticamente significativas entre la línea de base absoluta de 1 RM y todos los</p>	<p>El RT consistió en siete ejercicios (press de banca, press de piernas, pull-down de dorsal ancho, extensión de piernas, press militar, curl de piernas y curl de brazos) 1 día por semana durante 32 semanas al 65% al 75% de 1-RM (tres series, 8-12 repeticiones).</p>	<p>Contraindicacion es: fumador, diabetes mellitus, obesidad grave, hipertensión grave y sin problemas de salud.</p>		

<p>R, Abrantes C, Sampaio J, Oliveira J.J Am Geriatr Soc. 2013</p>	<p>cambios absolutos para todos los ejercicios realizados.</p>				
<p>“Effects of Two Types of 9-Month Adapted Physical Activity Program on Muscle Mass, Muscle Strength, and Balance in Moderate Sarcopenic Older Women”²⁸ Piastra G, Perasso L, Lucarini S, Monacelli F, Bisio A, Ferrando V, Gallamini M, Faelli E, Ruggeri P. Biomed Res Int. 2018</p>	<p>FUERZA: Se reveló un aumento significativo de la fuerza de agarre (HGS) en ambas manos solo en el grupo RT. CF: Pruebas de balance estático en plataforma de balance estático en el entrenamiento de fuerza: Trayectoria de balanceo, tiempo de estancia y distancia espacial mejoraron significativamente con ojos cerrados y abiertos con resultados significativamente mayores que en el entrenamiento postural. Área de balanceo mejoró significativamente pero sin diferencias significativas entre grupos.</p>	<p>El RT consiste en dos estímulos semanales durante 36 semanas, y cada sesión duró 60 minutos. Los ejercicios fueron aumentando progresivamente en repeticiones y dificultades a lo largo del tiempo.</p>	<p>Contraindicaciones : Mayores de 65 años, mal estado de salud y presencia de contraindicaciones para participar en programas adaptados de actividad física. Poseer marcapasos (debido al uso de análisis de impedancia bioeléctrica) o problemas de salud previos como enfermedades neurológicas o cardiovasculares que limitarían la participación en los programas de la APA.</p>	<p>El programa de refuerzo muscular fue capaz de inducir en el grupo RESISTENCIA mejoras significativas en los parámetros de equilibrio estático, mientras que en el grupo POSTURAL no se encontraron diferencias significativas en estos valores, después del entrenamiento postural. En general, el programa de refuerzo muscular propuesto fue capaz de inducir efectos positivos tanto sobre la sarcopenia como sobre los parámetros posturales.</p>	<p>La masa muscular aumentó significativamente después del programa de intervención solo en el grupo</p>
<p>“Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care facilities: A pilot study.”²⁹ Hassan BH, Hewitt J, Keogh JW, Bermeo S, Duque G, Henwood TR. Geriatr Nurs. 2016</p>	<p>FUERZA: La fuerza aumentó significativamente en la prueba de agarre (HGS) con dinamómetro. CF: El test de caminata de 3 metros (TUG) mejoró pero no significativamente.</p>	<p>El PRT específicamente proporcionó 2 estímulos por semana durante un período de seis meses. Se realizaron series y repeticiones reducidas para el período de acondicionamiento de dos semanas, a los participantes se les</p>	<p>Contraindicaciones : Poseer alguna enfermedad incapacitante preexistente que impida el ejercicio</p>		

		<p>prescribieron 2 a 3 series por ejercicio con una resistencia que pudieran completar 10 a 15 veces con una tasa de esfuerzo percibida de 12 a 14 en la escala de Borg.</p> <p>Se progresa la intensidad en los ejercicios .</p> <p>Las sesiones duraron aproximadamente 1 hora .</p>			
<p>“ Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis”³⁰</p> <p>Vlietstra L, Hendrickx W, Waters DL.Australas J Ageing.2018</p>	<p>FUERZA: El HGS fue evaluado en 3 artículos, mejoró significativamente en 1 estudio, en otro mejoró no significativamente y no hubo mejoras en el último.</p> <p>La fuerza de extensión de rodillas fue evaluada en 5 artículos, mejoró significativamente en 3 y no significativamente en 2.En el metaanálisis mejoró significativamente la extensión de rodilla y el HGS no significativamente.</p> <p>CF: Cuatro estudios evaluaron velocidad de marcha, en 3 mejoró significativamente. Ambos estudios que midieron TUG mostraron una mejora. En el metaanálisis mejoró significativamente el TUG test y no significativamente la</p>	<p>La duración total de los programas de entrenamiento físicos varió de tres a seis meses, con una media de tres meses , el número de sesiones de entrenamiento físico por semana varió de dos a tres, con una media de dos veces por semana , y la duración media de las sesiones fue de 46,5 minutos (DE = 23,4), con un rango de 6 a 60 minutos. En cuanto al tipo de ejercicio de resistencia realizado, cuatro estudios realizaron entrenamiento con ejercicios para todo el cuerpo, incluido el entrenamiento de la marcha, el entrenamiento de equilibrio y entrenamiento de fuerza.</p>	<p>Contraindicaciones : Es una revisión, poseer alguna enfermedad y/o patología preexistente que impida la terapéutica y la medición de variables (Amputado, enf. Neuromuscular)</p>		<p>Tres estudios midieron el efecto de entrenamiento con ejercicios sobre la masa muscular.</p> <p>Una mejora significativa en la masa muscular de la pierna y una mejora no significativa en la masa muscular y masa muscular apendicular se informaron luego de una intervención de 3 meses de ejercicios de resistencia con una frecuencia de 2 veces por semana. Un programa de 12 semanas de ejercicio de resistencia con suplementación proteica se encontró una tendencia a mejorar la masa muscular, pero sin cambios significativos en la masa muscular después de la intervención.</p> <p>Una comparación agrupada mostró que la terapia con ejercicios no mejora significativamente la masa muscular de todo el cuerpo , sin embargo, mejoró</p>

	velocidad de marcha.				significativamente la masa muscular apendicular y el músculo de la pierna.
<p>“Eccentric versus traditional resistance exercise for older adult fallers in the community: a randomized trial within a multi-component fall reduction program”³¹</p> <p>LaStayo, Robin Marcus, Leland Dibble, Bob Wong y Pimienta ginette.2017</p>	<p>CF: El RT eccentrico mejoró significativamente en la caminata de 6 minutos y en la escala ABC(confianza de equilibrio),en ambos sin diferencias entre grupos comparado con el entrenamiento tradicional. No se encontraron diferencias entre grupos en eventos de caída y cercanos de caída.</p> <p>FUERZA: En la fuerza de los músculos extensores de la pierna en ambos grupos hubo aumentos significativos ,pero sin diferencias entre ambos.</p>	<p>Los participantes entrenaron durante 60 minutos por sesión, tres veces por semana durante 3 meses.</p> <p>El RT TRAD realizó tres series de 15 repeticiones de un ejercicio de prensa de piernas bilateral sentado al 60-65% repetición máxima (RM) durante las 2 semanas iniciales. Las sesiones de entrenamiento durante las 10 semanas restantes se realizaron al 70% de 1-RM, que se evaluó cada 2 semanas a partir de entonces.</p> <p>El RT RENEW realizó ejercicio excéntrico resistivo progresivo de los músculos extensores de la rodilla y la cadera. Los participantes realizaron ejercicio de resistencia excéntrico y trabajo negativo mientras resistía el movimiento motorizado de los pedales paso a paso mediante la acción de resistencia de los extensores de rodilla y cadera. El esfuerzo percibido se evaluó con la escala de calificación de Borg entre 6 y 20 . En la primera y segunda semana de RENEW, las sesiones duraron de tres a 5 minutos y se realizaron a una intensidad 7 y 9 de Borg mientras se resistía la acción del pedal . La duración de cada sesión se incrementó progresivamente hasta un máximo de 15 minutos .</p>	<p>Contraindicaciones : no ser residentes en la comunidad y ambulatorios con una velocidad de marcha de entre 0,42 y 1,3 m * s⁻¹ , no ser capaces de recordar los tres elementos (o uno o dos elementos con una prueba de dibujo de reloj normal) en el Mini-Cog[™] instrumento para el cribado de la demencia , manejando dos o más condiciones comórbidas, aunque autorizadas por su médico para participar en un MCERFP de 60 minutos (con descansos). Se consideró que los participantes potenciales no eran elegibles si: tenían una enfermedad neurológica de diagnóstico progresivo (p. Ej., Parkinson, esclerosis múltiple, Guillain-Barre, Alzheimer), cualquier distrofia o afección reumatológica que afecta principalmente a los músculos (p. Ej., Distrofia muscular, polimialgia reumática), ya participaron en un</p>	<p>En el equilibrio, ambos grupos de ejercicio combinado, ocurrió un aumento en la confianza del equilibrio después del MCEFRP de 3 meses . Este incremento se mantuvo a los 9 meses.</p> <p>Programas de ejercicios de tres o más horas por semana que incluyen desafíos para equilibrar puede reducir la tasa de caídas en un 39%</p>	

			<p>MCEFRP o si actualmente realizaban (o habían realizado) ejercicios aeróbicos regulares (3 veces por semana) (definidos como senderismo, caminata rápida, trote, natación o ciclismo) o de resistencia (definidos como entrenamiento con pesas con bandas, cable, pesas libres o máquinas de pesas) durante los últimos 12 meses. Los individuos también fueron excluidos si tenían alguna de las contraindicaciones absolutas para una exploración por resonancia magnética.</p>		
<p>“Exercise as a remedy for sarcopenia”,³² Francesco Landi, Emanuele Marzetti, Anna M. Martone, Roberto Bernabei y Graziano Onder.2013</p>	<p>RT mejoró la fuerza en adultos mayores sanos, sedentarios, y frágiles. Estudios demostraron que programas de entrenamiento de fuerza con resistencia de alta intensidad son más eficaces para mejorar la potencia muscular que los de baja intensidad. CF: mejoró la capacidad funcional. Por tanto, este programa de resistencia multicomponente reduce los factores de riesgo potenciales de caídas y fracturas relacionadas.</p>		<p>Contraindicaciones : Revisión. A los pacientes que les sea imposible la regularidad en el ejercicio, ya sea por patología o falta de tiempo.</p>		

<p>“ Physical Exercise Therapy for Frailty”³³</p> <p>Aguirre LE, Villareal DT. Nestle Nutr Inst Workshop Ser. 2015</p>	<p>FUERZA: En 2 revisiones sistemáticas recientes de ensayos controlados aleatorios, se concluyó que el entrenamiento de resistencia produce una mejora significativa en la fuerza muscular en adultos mayores. Otro estudio reveló que en pacientes institucionalizados frágiles, con 10 semanas de entrenamiento con ejercicios de resistencia aumentaron la fuerza muscular en ~ 113% en comparación con ~ 3% en sujetos que no hacían ejercicio.</p> <p>CF: El entrenamiento de resistencia mejoró la velocidad de la marcha en ancianos sanos y frágiles específicamente, en adultos mayores frágiles que viven en hogares de ancianos y en la comunidad, se ha demostrado que diez semanas de PRT mejoran significativamente la velocidad de la marcha ..</p>	<p>Las intervenciones que duraron más de cinco meses parecieron producir mayores beneficios sobre las consecuencias adversas para la salud de las personas frágiles. La duración de cada sesión de ejercicio que resultó más beneficiosa fue de 30 a 45 minutos, que es menos de lo que generalmente se recomienda para los adultos mayores sanos.</p>	<p>Contraindicaciones: Pacientes que les sea imposible la regularidad y tolerancia al ejercicio.</p>		<p>En adultos mayores sanos, cuatro meses de entrenamiento de resistencia progresivo aumentaron la masa muscular entre un 16% y un 23% en adultos sanos, mientras que aumentaron la masa muscular entre un 2,0% y un 9% en los adultos mayores frágiles.</p>
--	---	--	--	--	--

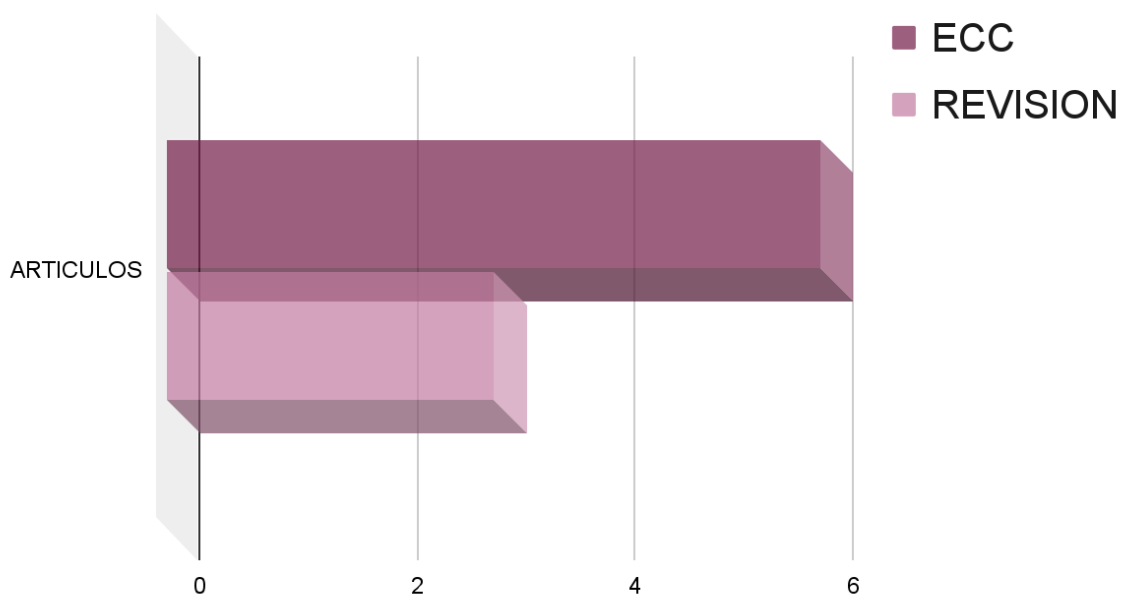
IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Luego del análisis de los resultados, de los 9 estudios seleccionados que evaluaron fuerza y capacidad funcional luego de un entrenamiento de fuerza con resistencia progresiva en adultos mayores con sarcopenia 6 fueron ensayos clínicos controlados y 3 fueron revisiones de las cuales una incluye un meta análisis.

Los 6 ensayos clínicos ejecutaron un programa de entrenamiento en un número determinado de pacientes durante el tiempo de duración del mismo y evaluaron sus efectos.

Las 3 revisiones evaluaron los efectos de distintos ECC con objetivos anteriormente descritos y evaluaron sus efectos y resultados.

ARTICULOS SELECCIONADOS



Los 6 ECC controlados especificaron la duración del programa de entrenamiento de fuerza, la duración promedio de la misma fue de 21 semanas.

En las 3 revisiones que especificaron duración de los programas o promedios de los estudios evaluados el promedio fue de 21 semanas.

"Effects of Strength Training on Physical Function: Influence of Power, Strength, and Body Composition".(25)	12 SEMANAS
"Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial"(26)	10 SEMANAS
"Is once-weekly resistance training enough to prevent sarcopenia?"(27)	32 SEMANAS
"Effects of Two Types of 9-Month Adapted Physical Activity Program on Muscle Mass, Muscle Strength, and Balance in Moderate Sarcopenic Older Women"(28)	36 SEMANAS
"Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care facilities: A pilot study."(29)	24 SEMANAS
" Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis"(30)	12-24 SEMANAS
"Eccentric versus traditional resistance exercise for older adult fallers in the community: a randomized trial within a multi-component fall reduction program"(31)	12 SEMANAS
"Exercise as a remedy for sarcopenia"(32)	22 SEMANAS PROMEDIO
" Physical Exercise as Therapy for Frailty"(33)	23 SEMANAS PROMEDIO

Los 6 ECC controlados y solo una revisión detallaron la frecuencia semanal del programa de entrenamiento con un promedio de 2 estímulos por semana.

"Effects of Strength Training on Physical Function: Influence of Power, Strength, and Body Composition".(25)	3x semana
"Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial"(26)	3 x semana
"Is once-weekly resistance training enough to prevent sarcopenia?"(27)	1 x semana
"Effects of Two Types of 9-Month Adapted Physical Activity Program on Muscle Mass, Muscle Strength, and Balance in Moderate Sarcopenic Older Women"(28)	2 x semana

"Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care facilities: A pilot study."(29)	2 x semana
" Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis"(30)	2 x semana
"Eccentric versus traditional resistance exercise for older adult fallers in the community: a randomized trial within a multi-component fall reduction program"(31)	3 x semana
"Exercise as a remedy for sarcopenia"(32)	
" Physical Exercise as Therapy for Frailty"(33)	

La duración de las sesiones o el promedio de las mismas fue detallada en 4 ECC con un promedio de 56 minutos y en 2 revisiones con un promedio de 42 minutos.

El número de repeticiones y series de los ejercicios presentes fue detallado en 5 ECC con un promedio de 2,7 series y 12,7 repeticiones.

En cuantos a las sesiones de entrenamiento 5 ECC especificaron la intensidad del mismo en fuerza, 3 lo hicieron en porcentaje de 1 RM con un promedio de 73% del mismo, y en cuanto a los 2 restantes usaron escala de Borg(0-10) y escala de borg modificada (0-20).

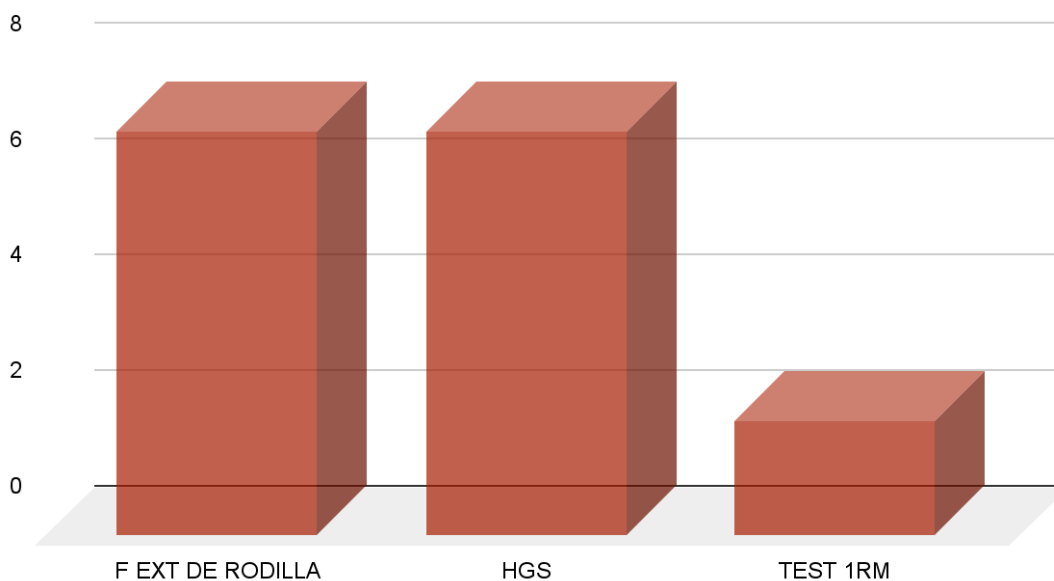
"Effects of Strength Training on Physical Function: Influence of Power, Strength, and Body Composition".(25)		1 x 15 repeticiones	85% 1RM
"Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial"(26)	45 minutos	2 x 10-12 repeticiones 3 x 10-12 repeticiones 4 x 10-12 repeticiones	6-7 escala de Borg(0-10)
"Is once-weekly resistance training enough to prevent sarcopenia?"(27)		3 x 8-12 repeticiones	65-75% 1RM
"Effects of Two Types of 9-Month Adapted Physical Activity Program on Muscle Mass, Muscle Strength, and Balance in Moderate Sarcopenic Older Women"(28)	60 minutos		
"Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care	60 minutos	2 x 10-15 repeticiones 3 x 10-15 repeticiones	12-14 escala de Borg(0-20)

facilities: A pilot study.”(29)			
“ Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis”(30)	46,5 minutos		
“Eccentric versus traditional resistance exercise for older adult fallers in the community: a randomized trial within a multi-component fall reduction program”(31)	60 minutos	3 x 15 repeticiones	60-70% 1RM
“Exercise as a remedy for sarcopenia”(32)			
“ Physical Exercise as Therapy for Frailty”(33)	30-45 minutos		

Los 9 artículos evaluaron fuerza y capacidad funcional con distintos métodos, escalas y pruebas.

En 7 de los 9 artículos se detalla los métodos de evaluación de la fuerza, en el total de los programas de entrenamiento la misma fue evaluada en 7 ocasiones con la fuerza isométrica de extensión de rodilla y con la fuerza de agarre medida con dinamómetro (HGS) , y en 2 ocasiones con test de 1 RM.

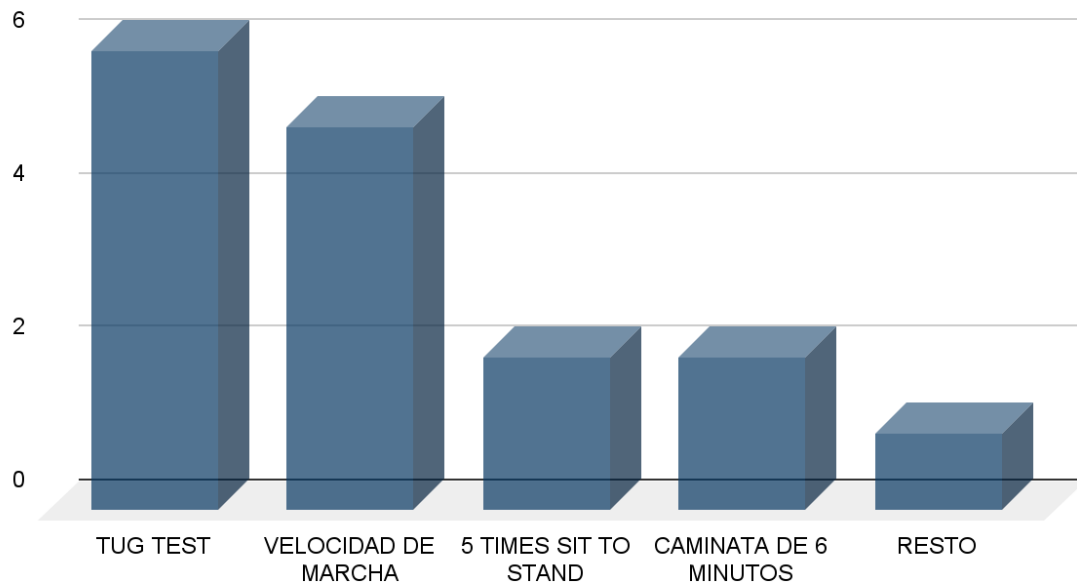
EVALUACION DE LA FUERZA



En 7 de los 9 artículos se detalla los métodos de evaluación de la capacidad funcional ,en el total de los programas de entrenamiento la misma fue evaluada en 6 ocasiones con TUG test, en 5 ocasiones con velocidad de marcha, en 2 ocasiones con Five chair stand y

caminata de 6 minutos y en 1 ocasión con caminata de 4 minutos, standing balance test, 30 seconds chair stand, arm curl test, prueba de balance estático en plataforma de fuerza estática, escala ABC, eventos de caída y cercanos a la caída, test de subir la escalera.

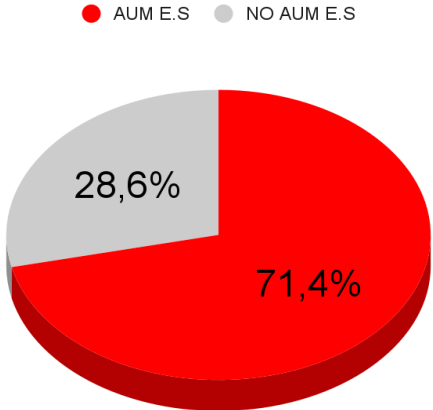
EVALUACION DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL



Los efectos en la fuerza luego del entrenamiento de fuerza arrojaron los siguientes resultados.

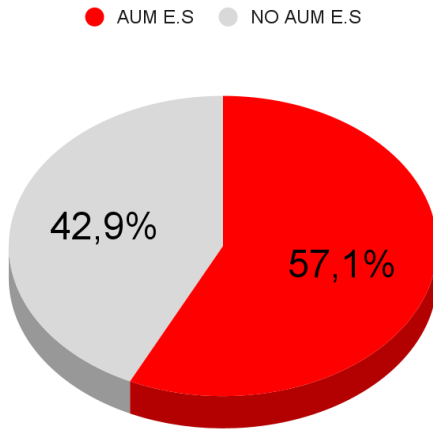
En la fuerza de extensión de rodilla se encontraron aumentos estadísticamente significativos en 5 de 7 artículos, es decir, se generó un aumento significativo de la fuerza en un 71,42%.

EFFECTO EN FUERZA DE EXTENSION DE RODILLA



En la fuerza de agarre se encontraron aumentos estadísticamente significativos en 4 de 7 artículos, es decir, se generó un aumento significativo de la fuerza en un 57,14%.

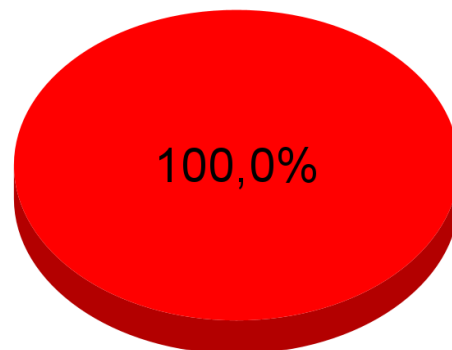
EFFECTO EN FUERZA DE AGARRE(HGS)



En la fuerza de test de 1RM se encontraron aumentos estadísticamente significativos en 2 de 2 artículos, es decir, se generó un aumento significativo de la fuerza en un 100%..

EFFECTO EN TEST DE 1RM

● AUM E.S

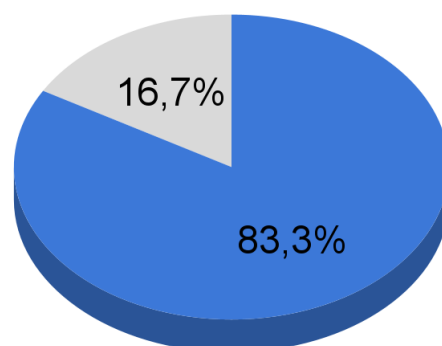


Los efectos en la capacidad funcional luego del entrenamiento de fuerza arrojaron los siguientes resultados.

En el TUG test se encontraron mejoras estadísticamente significativas en 5 de 6 artículos, es decir, se generó una mejora significativa en un 83,33%.

EFFECTO EN TUG TEST

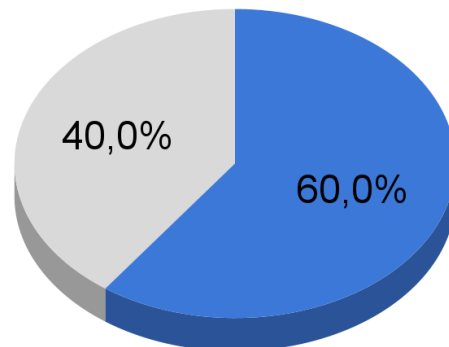
● AUM E.S ● NO AUM E.S



En la velocidad de marcha se encontraron aumentos estadísticamente significativos en 3 de 5 artículos, es decir, se generó un aumento significativo en un 60%..

EFFECTO EN VELOCIDAD DE MARCHA

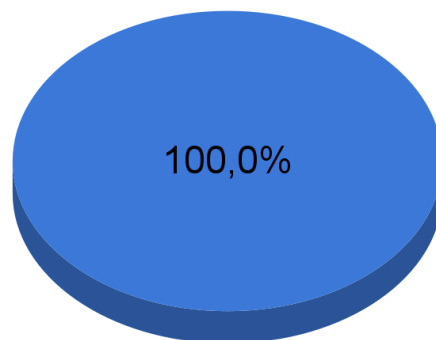
● AUM E.S ● NO AUM E.S



En el 5 times sit to stand test o Five chair stand se encontraron aumentos estadísticamente significativos en 2 de 2 artículos, es decir, se generó un aumento significativo en un 100%.

EFFECTO EN 5 TIMES SIT TO STAND TEST

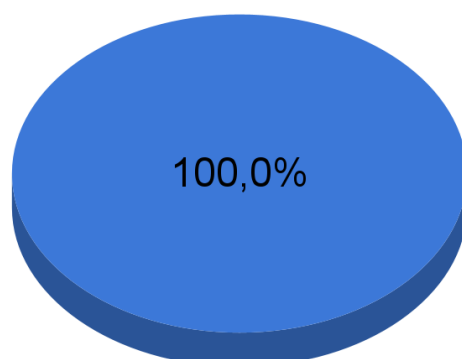
● AUM E.S



En la caminata de 6 minutos se encontraron mejoras estadísticamente significativas en 2 de 2 artículos, es decir, se generó una mejora significativa en un 100%

EFFECTO EN CAMINATA DE 6 MINUTOS

● AUM E.S

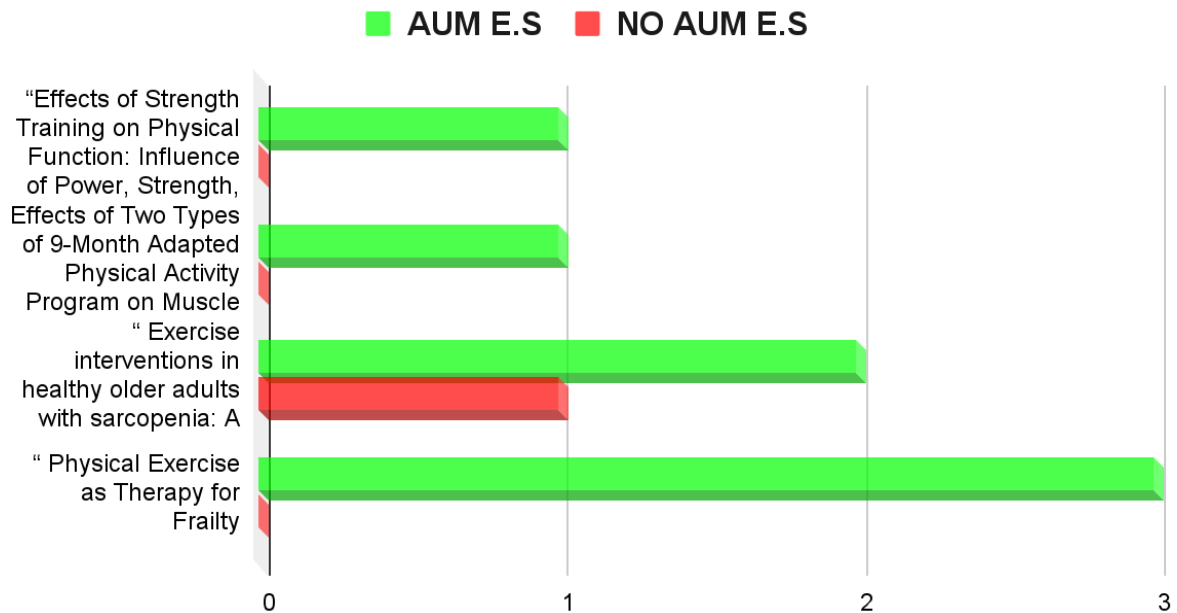


Las demás pruebas y test fueron evaluados en 1 solo artículo por lo cual no permite compararlos con otro, por lo tanto no se profundizará en ellos, ya que no tiene mayor relevancia.

En 4 artículos se evaluó específicamente los **efectos en la masa muscular** de los programas de entrenamiento de fuerza, con un promedio total de duración de 22 semanas.

“Effects of Strength Training on Physical Function: Influence of Power, Strength, and Body Composition”.(25)	Tomografía computada	AUM E.S en pierna entrenada	12 SEMANAS
“Effects of Two Types of 9-Month Adapted Physical Activity Program on Muscle Mass, Muscle Strength, and Balance in Moderate Sarcopenic Older Women”(27)	Análisis de impedancia bio eléctrico	AUM E.S	36 SEMANAS
“ Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis”(30)	-Análisis de impedancia bio eléctrico -Análisis de impedancia bio eléctrico -Análisis de impedancia bio eléctrico	-AUM E.S solo en pierna -AUM E.S en pierna -AUM NO E.S	12-24 SEMANAS
“ Physical Exercise as Therapy for Frailty”(33)	-Resonancia magnética -Tomografía computada -Tomografía computada	-AUM E.S -AUM E.S -AUM E.S	-52 SEMANAS -10 SEMANAS -8 SEMANAS

EFFECTO EN LA MASA MUSCULAR



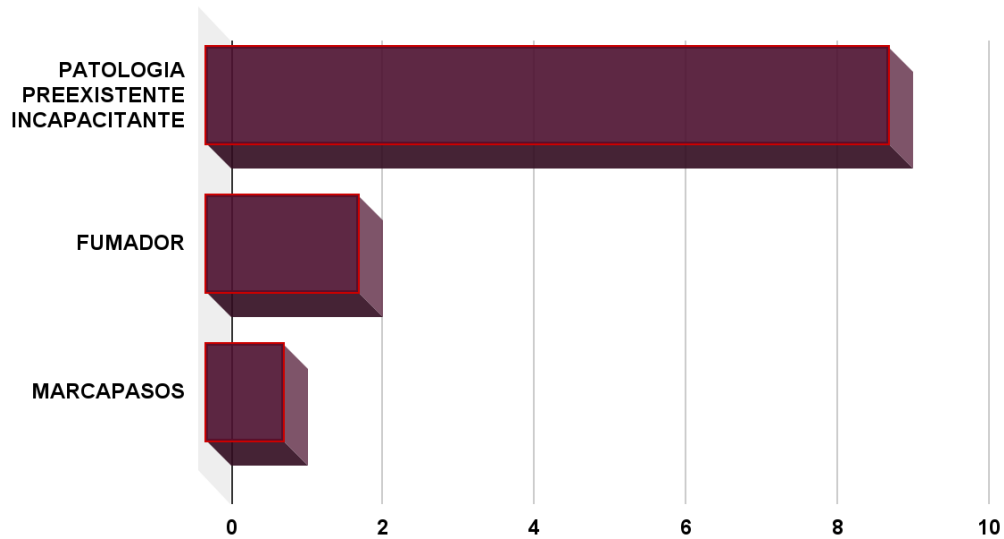
Las **contraindicaciones** para el entrenamiento de fuerza en esta población fueron detalladas en los 9 artículos seleccionados.

Principalmente las patologías preexistentes incapacitantes ya sean metabólicas, neuromusculares y/o cardiovasculares están presentes en todos los artículos.

Que el paciente sea fumador está presente en 2 artículos, en los de Hanson et al. y Sousa et al.

Finalmente el artículo de Piastra et al. mencionó que el paciente utilice marcapasos

CONTRAINDICACIONES



En cuanto a las **diferencias entre sexos**, sólo uno de los 9 artículos las evaluó y determinó. "Effects of Strength Training on Physical Function: Influence of Power, Strength, and Body Composition" mostró diferencias estadísticamente significativas en favor de los hombres en la fuerza y la masa muscular.

En 2 artículos se evaluaron **efectos adicionales en la aptitud física** producto de este entrenamiento.

Piastra et al. encontraron mejoras significativas en los parámetros de equilibrio estático.

LaStayo et al. encontraron mejoras en el equilibrio de confianza a los 3 meses del programa de entrenamiento y que se mantuvo también a los 9 meses.

X.DISCUSIÓN

Del total, en 7 de los 9 artículos seleccionados se especificó la muestra, con un rango entre los 42-154 pacientes con un promedio total 83 pacientes mientras que los artículos de Landi et al.(32) y Aguirre et al.(33) no hace referencia a la muestra utilizada, ya que son revisiones a gran escala que involucran un elevado número de artículos.

Cuando nos referimos al rango de edad de las distintas muestras de los artículos seleccionados, Vikberg et al.(26), Sousa et al.(27), Piastra et al.(28) y Hassan et al.(29) determinan específicamente las edades de los participantes en 70 años, entre 65-72 años, entre 67-72 años y 78 y 93 años respectivamente.

Hanson et al.(25), Vlietstra et al.(30), y LaStayo(31) determinaron rango de edad para incluir al estudio de entre 65-85 años, de 60 años o más y de 65 años o más respectivamente.

Landi et al.(32) y Aguirre et al.(33) no determinaron rango de edad en los estudios seleccionados, por lo tanto la misma es muy variable y de muy amplio espectro lo que dificulta una colección heterogénea de datos con una posible diversidad en los posteriores resultados ya que posiblemente un rango de edad menor a los mencionados anteriormente genere mejoras considerablemente mayores con menor un número de limitaciones, mientras que un rango de edad mayor disminuya la efectividad del mismo con mayor limitación y además un aumento en el riesgo de lesiones.

Luego de analizar los resultados de los artículos seleccionados y relacionarlos con los objetivos de este trabajo, si bien se encontraron resultados beneficiosos con la intervención de un entrenamiento de fuerza en ancianos con sarcopenia, se observó que existe una variabilidad en la elección de parámetros de evaluación, dosificación, ejercicios y métodos de evaluación entre los autores.

Si bien la fuerza fue evaluada en los artículos que especifican métodos de evaluación solamente por 3 métodos distintos, lo que permite una buena relación y comparación de datos.

A diferencia de lo anteriormente dicho Landi et al.(32) y Aguirre et al.(33) no especificaron cómo evaluaron la fuerza en sus estudios, lo cual no nos permite conocer parámetros fundamentales del estudio quitándole relevancia al mismo ya que no nos permite compararlos con los otros de una manera objetiva.

En contraste, la capacidad funcional tuvo una mayor diversidad de escalas y test, en total 12 métodos de evaluación fueron utilizados los cuales incluyeron test funcionales

tradicionalmente conocidos, test específicos del estudio que necesitaban de instrumentación específica y encuestas.

Piastra et al. evaluaron la capacidad funcional a través de pruebas balance estáticas en plataformas de equilibrio estático, la limitación de este estudio radica en que se necesita de instrumentación específica de alta tecnología la cual no esté presente en ninguno de los otros estudios ya que es escasa en el ámbito profesional, quedando reservada a áreas más especializadas.

Vlietstra et al.(30) evaluaron velocidad de marcha pero no especificaron distancias en que fueron realizadas las pruebas, por lo cual los resultados pueden variar ya que en pruebas de menor distancia se obtendrían mejores resultados que en otros de mayor distancia dado que estos últimos representan un esfuerzo mayor para el paciente.

Landi et al.(32) y Aguirre et al.(33) no especificaron cómo evaluaron la capacidad funcional en sus estudios.

La gran variabilidad de las mediciones de la capacidad funcional dificulta la objetividad de los resultados ya que muchos de los métodos de evaluación fueron utilizados una sola vez , por lo tanto no permite comparación alguna con otro de similares características.

En cuanto a la masa muscular, Piastra et al.(28) y Vlietstra et al.(29) la evaluaron a través de análisis de impedancia bioeléctrica, mientras que Hanson et al.(25) lo hizo mediante tomografía computada.

Mientras que en la revisión de Aguirre et al.(33) en 2 estudios fue evaluada con tomografía computada y en 1 con resonancia magnética.

También se vio una variabilidad en los ejercicios de los entrenamientos de fuerza, ya sea en la determinación de los mismos, los elementos con los que fueron realizados y/o el número de los mismos por sesión.

Hanson et al.(25), Sousa et al., Hassan et al y LaStayo et al.(31) determinaron los ejercicios que incluían la sesión con variables entre ellas, el resto de los autores no.

Esto no nos permite conocer si estos últimos autores trabajaron todo el cuerpo o se focalizaron en grupos musculares determinados con objetivos específicos.

Hanson et al.(25), Vikberg et al., Sousa et al.(27) y Hassan et al.(29) especificaron el número de ejercicios por sesión en 6,8,7,9 respectivamente, con un promedio total de 7,5 ejercicios.

El resto de los autores no especificaron el número de ejercicios que contenía la sesión.

En cuanto a los elementos con los que se realizaron los ejercicios Hanson et al.(23) y Hassan et al.(29) utilizaron máquinas neumáticas.

Sousa et al.(27) y LaStayo et al.(31) utilizaron máquinas tradicionales de gimnasio.

Vikberg et al.(26) utilizó ejercicios funcionales con el peso del cuerpo teniendo como soporte bandas de suspensión, el resto de los autores no determinó cómo realizó los ejercicios.

Este factor no es menor ya que máquinas de mayor tecnología y comodidad para este tipo de paciente como son las maquinas neumáticas permite trabajar en grandes rangos de movimiento con gran seguridad y confort con menor riesgo de lesión por lo cual, los mismos se podrían desarrollar de una manera más efectiva y con menos limitaciones.

En contraste con el artículo de Vikberg et al. (26) que desarrollo los ejercicios con mayores limitaciones pudiendo incidir de manera negativa en sus resultados.

Vikberg et al.(26) ofreció a los participantes que realizaban el entrenamiento de resistencia de manera opcional suplemento nutricional que constaba de 250 ml de leche enriquecida en proteínas 1 vez al día durante 10 semanas.

Hassan et al.(29) realizó el entrenamiento de resistencia en combinación con ejercicios de equilibrio.

LaStayo et al.(31) realizó el entrenamiento de resistencia en combinación con ejercicios aeróbicos y de flexibilidad.

La utilización de suplementación de leche enriquecida podría generar aumentos superiores principalmente en la fuerza ya que cumple la función de mejorar la performance a través de un factor nutricional, a diferencia de la intervención de PRT de forma aislada por lo tanto no permite una objetividad de sus datos.

Además los artículos que acompañaron el PRT con otras modalidades de entrenamientos al incluir más componentes de la aptitud física posiblemente generen mejores resultados en la capacidad funcional en comparación con el PRT de forma aislada, impidiendo identificar en qué medida los resultados obtenidos corresponden al PRT o a sus complementaciones.

Con respecto a las diferencias entre sexos, Hanson et al.(25) al estar presente solo en un artículo 1 de los 9 aunque si bien con diferencias significativas en favor de los hombres para la fuerza y masa muscular no permite extrapolar los resultados a la población, ya que no permite la comparación con otro artículo.

Las contraindicaciones para el entrenamiento de fuerza en adultos mayores por lo general incluyen patologías crónicas que incapacitan al paciente a realizar o tolerar el esfuerzo físico ya sea la misma de origen metabólico, neuromuscular y/o cardiovascular, por lo tanto esto genera un amplio espectro de enfermedades y/o patologías que abarcaría dentro de esta agrupación.

Por lo tanto este amplio grupo nos dificulta la tarea de identificar patologías específicas que estarían contraindicadas para este tipo de entrenamiento.

Vikberg et al. (26) no determinó criterios de exclusión, solo falta de tiempo para realizar la terapéutica y alguna patología incapacitante para el ejercicio (por ejemplo un paciente neuromuscular).

Landi et al. (32) y Aguirre et al. (33) las contraindicaciones solo estaban determinadas por que al paciente le sea imposible la regularidad y tolerancia al ejercicio.

XI.CONCLUSIÓN

Luego de un análisis exhaustivo de datos, se puede observar en gran proporción mejoras en la fuerza y en la capacidad funcional en adultos mayores que padecen sarcopenia luego de un entrenamiento de fuerza.

La fuerza mejoró significativamente en el 76,6% de los estudios que evaluaron la misma, mientras que la capacidad funcional mejoró en el 85,82% de los mismos.

Como mencionamos anteriormente, uno de los factores determinantes del desarrollo de la fuerza es el volumen de la masa muscular entre otros, por lo tanto era esperable que la misma también aumente con este entrenamiento.

Con respecto a los tiempos de recuperación biológicos de la masa muscular, pudimos observar aumentos significativos en la mayoría de los estudios que contenían programas que iban desde las 8 a las 32 semanas de duración, la heterogeneidad de los mismos sumada a la variabilidad individual nos dificulta responder esta pregunta, por lo tanto la información nos resulta insuficiente y se necesitará un abordaje más específico para responder si también se pueden ver mejoras en tiempos menores.

Podemos concluir que el entrenamiento de la fuerza es ampliamente efectivo para contrarrestar la pérdida de la masa muscular.

Por lo tanto la fuerza, la capacidad funcional y la masa muscular mejoraron en esta población, pero específicamente dentro de la misma se identificaron diferencias entre sexos.

Parece haber una tendencia en favor de los hombres por sobre las mujeres en la fuerza y la masa muscular, sin embargo la escasez de datos no nos permite extrapolar los mismos a la población.

Otra de las variables enfocadas directamente relacionadas con lo anterior fue la identificación de efectos adicionales en la aptitud física producto de este entrenamiento, específicamente del equilibrio.

Si bien, solamente fueron evaluados en 2 artículos, se encontraron mejoras significativas principalmente en parámetros de equilibrio bajo distintos tipos de test y mediciones, por lo tanto la intervención podría ser eficaz para mejorar el equilibrio y reducir las caídas en esta población de riesgo, mejorando de gran manera su calidad de vida y seguridad para desplazarse.

Se han podido identificar criterios fundamentales del mismo basado en la estructura del programa, progresión de las cargas, dosificación, periodicidad e intensidad de los artículos seleccionados donde se encontraron los mejores resultados.

A través de los datos analizados, se presenta un programa de entrenamiento de fuerza para pacientes mayores con sarcopenia con los parámetros más utilizados.

Un programa de entrenamiento de fuerza de una duración de 22 semanas, con una frecuencia de 2 estímulos semanales.

Cada sesión contara con una duración de 50 minutos que contendrá 8 ejercicios abordando musculatura principal de todo el cuerpo.

Los ejercicios estarán organizados en 2 series de 12 repeticiones cada uno realizados a una intensidad del 70-75% de 1 RM.

<i>DURACIÓN DEL PROGRAMA</i>	<i>22 SEMANAS</i>
<i>FRECUENCIA SEMANAL</i>	<i>2 ESTÍMULOS POR SEMANA</i>
<i>DURACIÓN DE LA SESIÓN</i>	<i>50 MINUTOS</i>
<i>NÚMERO DE EJERCICIOS</i>	<i>8 EJERCICIOS</i>
<i>REPETICIONES</i>	<i>2 SERIES X 12 REPETICIONES</i>
<i>INTENSIDAD</i>	<i>70-75% DE 1- RM</i>

Aunque los efectos beneficiosos producto de esta intervención en la población anciana son muchos, sabemos que la ejecución de la misma tiene restricciones sobre muchos de los pacientes con limitaciones de diversa índole, ya sea por cuenta propia o por criterios médicos.

Las contraindicaciones que aparecen principalmente en esta población para dicha intervención son patologías preexistentes incapacitantes ya sean de origen metabólico, cardiovascular y/o neuromuscular.

En consecuencia de este gran número de patologías, cabe destacar que el principal factor de éstas como contraindicaciones radica en que afectan la capacidad de los pacientes para realizar el ejercicio. Otros estudios también nombran pacientes fumadores y la utilización de marcapasos.

Será determinante estudiar y reconocer la condición de cada paciente que padezca alguna de las entidades nombradas anteriormente.

En consonancia con algunos de los autores, la edad no parece ser una contraindicación para realizar un entrenamiento de fuerza, por lo contrario se observan efectos ampliamente positivos en la salud de las personas ancianas aumentando su independencia y bienestar general.

Son innegables los beneficios que aporta el entrenamiento de fuerza con resistencia progresiva en los pacientes adultos con sarcopenia.

Dichos beneficios son consecuencia de un adecuado diseño de programa de entrenamiento, dosificación y progresividad de las cargas bajo un constante y responsable seguimiento profesional.

Por lo tanto, sostenemos que el mismo es un recurso válido y necesario para combatir los efectos deletéreos de la pérdida de la masa muscular producto del envejecimiento.

Bibliografia:

- 1) Understanding frailty. *Postgrad Med J.*(2007) Lally F, Crome P 83: 16–20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/pgmj.2006.048587>
- 2) Dynapenia and aging: An update. (2012) Manini TM, Clark BC *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 67: 28–40. doi: 10.1093/gerona/qlr010
- 3) Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. (1998) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al. *Am J Epidemiol* 147: 755–763. Doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a009520.
- 4) Epidemiology of sarcopenia. (2000) *J Am Geriatr Soc.* Melton LJ III, Khosla S, Crowson CS, O'Connor MK, O'Fallon WM, Riggs BL. 48: 625–630. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10855597>
- 5) Sarcopenia: A major modifiable cause of frailty in the elderly. *J Nutr Health Aging* (2000) Roubenoff R 4: 140–142. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10936900/>
- 6) Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* (2010) Clark BC, Manini TM. 13: 271–276. DOI: 10.1097/MCO.0b013e328337819e
- 7) Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* (1994) Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, et al. 330: 1769–1775. DOI: 10.1056/NEJM199406233302501
- 8) Motivators and barriers for older people participating in resistance training: A systematic review. *J Aging Phys Act* (2017) Burton E, Farrier K, Lewin G, et al. 25: 311–324. DOI: 10.1123/japa.2015-0289
- 9) Resistance training and sarcopenia. *Monaldi Archives for Chest Disease* (2016) Giallauria, F., Cittadini, A., Smart, N. A., & Vigorito, C. 84(1-2). DOI:10.4081/monaldi.2015.738
- 10) Resistance Training for Older Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research* (2019) Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. 33(8), 2019–2052. DOI:10.1519/jsc.0000000000003230
- 11) Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews* (2009), Issue 3. Liu CJ, Latham NK. Art. No.: CD002759. DOI: 10.1002/14651858.CD002759.pub2

- 12) Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Dordr)* (2014) Cadore EL, Casas-Herrero A, Zamboni-Ferraresi F, et al. 36: 773–785. DOI: 10.1007/s11357-013-9586-z
- 13) Mel C.Siff,Verkhoshansky.Superentrenamiento.2 ed.Badalona.Editorial Paidotribo Les Guixeres.2004
- 14) Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., ... Cederholm, T. (2018). *Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Age and Ageing*. doi:10.1093/ageing/afy169
- 15) Brooks SV. Current topics for teaching skeletal muscle physiology. *Adv Physiol Educ*. 2003 Dec;27(1-4):171-82. doi: 10.1152/advan.2003.27.4.171. PMID: 14627615.
- 16) Winter JM, Ottenheijm CAC. Sarcomere Dysfunction in Nemaline Myopathy. *J Neuromuscul Dis*. 2017;4(2):99-113. doi: 10.3233/JND-160200. PMID: 28436394; PMCID: PMC5467716.
- 17) Alfonso J. Cruz-Jentoft, Jean Pierre Baeyens, Jürgen M. Bauer, Yves Boirie, Tommy Cederholm, Francesco Landi, Finbarr C. Martin, Jean-Pierre Michel, Yves Rolland, Stéphane M. Schneider, Eva Topinková, Maurits Vandewoude, Mauro Zamboni, Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People, *Age and Ageing*, Volume 39, Issue 4, July 2010, Pages 412–423, <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>
- 18) Janssen, I., Shepard, D.S., Katzmarzyk, P.T. and Roubenoff, R. (2004), The Healthcare Costs of Sarcopenia in the United States. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52: 80-85. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52014.x>
- 19) Yu, S., Umapathysivam, K., & Visvanathan, R. (2014). *Sarcopenia in older people. International Journal of Evidence-Based Healthcare*, 12(4), 227–243. doi:10.1097/xeb.000000000000018
- 20) Volpi, E., Nazemi, R., & Fujita, S. (2004). Muscle tissue changes with aging. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 7(4), 405–410. doi:10.1097/01.mco.0000134362.76653.b2

- 21) Zembroń-Łacny A, Dziubek W, Rogowski Ł, Skorupka E, Dąbrowska G. Sarcopenia: monitoring, molecular mechanisms, and physical intervention. *Physiol Res.* 2014;63(6):683-91. doi: 10.33549/physiolres.932692. Epub 2014 Aug 26. PMID: 25157651.
- 22) Óscar Hernán Jiménez; Robinson Ramírez-Vélez (2011). El entrenamiento con pesas mejora la sensibilidad a la insulina y los niveles plasmáticos de lípidos, sin alterar la composición corporal en sujetos con sobrepeso y obesidad. *Revista Colombiana de Endocrinología y Nutrición*, 58(4), 169–174. doi:10.1016/j.endonu.2011.02.005
- 23) Phillips SM, Winett RA. Uncomplicated resistance training and health-related outcomes: evidence for a public health mandate. *Curr Sports Med Rep.* 2010;9(4):208-213. doi:10.1249/JSR.0b013e3181e7da73
- 24) Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance Training for Older Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2019–2052. doi:10.1519/jsc.0000000000003230
- 25) Hanson ED, Srivatsan SR, Agrawal S, Menon KS, Delmonico MJ, Wang MQ, Hurley BF. Effects of strength training on physical function: influence of power, strength, and body composition. *J Strength Cond Res.* 2009 Dec;23(9):2627-37. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b2297b. PMID: 19910811; PMCID: PMC2966873.
- 26) Vikberg S, Sörlén N, Brandén L, Johansson J, Nordström A, Hult A, Nordström P. Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc.* 2019 Jan;20(1):28-34. doi: 10.1016/j.jamda.2018.09.011. Epub 2018 Nov 7. PMID: 30414822.
- 27) Sousa N, Mendes R, Abrantes C, Sampaio J, Oliveira J. Is once-weekly resistance training enough to prevent sarcopenia? *J Am Geriatr Soc.* 2013 Aug;61(8):1423-4. doi: 10.1111/jgs.12387. PMID: 23937497
- 28) Piastra G, Perasso L, Lucarini S, Monacelli F, Bisio A, Ferrando V, Gallamini M, Faelli E, Ruggeri P. Effects of Two Types of 9-Month Adapted Physical Activity Program on Muscle Mass, Muscle Strength, and Balance in Moderate Sarcopenic Older Women. *Biomed Res Int.* 2018 Oct 18;2018:5095673. doi: 10.1155/2018/5095673. PMID: 30420965; PMCID: PMC6211206.
- 29) Hassan BH, Hewitt J, Keogh JW, Bermeo S, Duque G, Henwood TR. Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care facilities: A pilot study. *Geriatr Nurs.* 2016 Mar-Apr;37(2):116-21. doi: 10.1016/j.gerinurse.2015.11.001. Epub 2015 Dec 13. PMID: 26694694.

30) Vlietstra L, Hendrickx W, Waters DL. Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Australas J Ageing*. 2018 Sep;37(3):169-183. doi: 10.1111/ajag.12521. Epub 2018 Apr 11. PMID: 29638028.

31) LaStayo P, Marcus R, Dibble L, Wong B, Pepper G. Eccentric versus traditional resistance exercise for older adult fallers in the community: a randomized trial within a multi-component fall reduction program. *BMC Geriatr*. 2017 Jul 17;17(1):149. doi: 10.1186/s12877-017-0539-8. PMID: 28716003; PMCID: PMC5513167.

32) Landi F, Marzetti E, Martone AM, Bernabei R, Onder G. Exercise as a remedy for sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2014 Jan;17(1):25-31. doi: 10.1097/MCO.000000000000018. PMID: 24310054.

33) Landi F, Marzetti E, Martone AM, Bernabei R, Onder G. Exercise as a remedy for sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2014 Jan;17(1):25-31. doi: 10.1097/MCO.000000000000018. PMID: 24310054.