



RIDUNAJ
Repositorio Institucional
Digital UNAJ



Universidad Nacional
ARTURO JAURETCHE

Tesinas de Grado

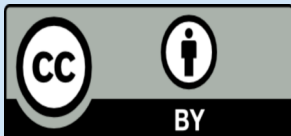
Dos Santos da Cruz, Mario

El entrenamiento de la fuerza como agente de prevención de la sarcopenia

2022

Instituto de Ciencias de la Salud

*Carrera: Licenciatura en Kinesiología y
Fisiatría*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Dos Santos da Cruz, M. (2022). *El entrenamiento de la fuerza como agente de prevención de la sarcopenia* [Tesis de grado, Universidad Nacional Arturo Jauretche]. <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/2969>



Tesina de Grado

Instituto de ciencias de la salud

Licenciatura en kinesiología y fisioterapia.

“El entrenamiento de la fuerza como agente de prevención de la sarcopenia“

Autor

Dos Santos da Cruz, Mario

N de legajo

11863

Director

Lic. Sebastián Leymarie

Fecha de Presentación: 29/07/2022

Firma de Autor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mario Dos Santos da Cruz', written over a horizontal line.

Agradecimientos.

En primer lugar, a Lupita, mi amor y compañera incondicional, por estar siempre, acompañarme en este proceso y no dejarme caer en los momentos difíciles.

A mi familia por alentarme a continuar con mi formación profesional, brindarme apoyo en todas las etapas de mi vida y sobre todo por transmitirme sus valores.

A mis amigos, porque son seres geniales en todos los sentidos de la palabra y fueron fundamentales para desconectar en los momentos de stress.

A Ale por cambiarme los horarios de trabajo cada inicio de cuatrimestre para poder seguir adelante con la carrera.

A mis compañeros y docentes por compartir sus conocimientos y experiencias.

A Sebastian Leymarie por guiarme en el desarrollo de este trabajo.

A la universidad por darme la posibilidad de aprender y crecer como profesional y como persona.

Mario Dos Santos da Cruz.

Índice.

I. Introducción.....	6
II. Objetivos.	8
II.a. Objetivo general	8
II.b. Objetivos específicos.....	8
III. Justificación.....	9
IV. Métodos.	10
IV. a. Términos para la búsqueda en las bases de datos.	10
V. Cronograma de tareas.....	11
VI. Marco teórico.....	12
VI.1) Definición de Sarcopenia.....	12
VI.2) Clasificación.:.....	12
VI.4) Etiología.....	13
VI.4.1) Mecanismos fisiológicos y moleculares de la sarcopenia.....	14
VI.4.2) Cambios neuromusculares y de la histoarquitectura muscular.....	14
VI.4.3) Cambios hormonales	15
VI.4.4) Hábitos	16
VI.5) Diagnostico.....	16
VI.5.1) Evaluación de la fuerza muscular:.....	17
VI.5.2) Evaluación de la masa y calidad muscular:.....	18
VI.5.3) Evaluación del rendimiento físico.....	18
VI.6) Consecuencias de la sarcopenia.....	19
VI.7 Tratamiento	21
VI.7 .1) Sarcopenia y actividad física.....	21
VI.7 .2) Concepto de Fuerza.....	21
VI.7 .3) Clasificación de la fuerza.....	22
VI.7 .4) Entrenamiento de la Fuerza.....	23

VI.7 .5) Variables del entrenamiento de la fuerza.	24
VI.7.5.a) Variables de programación.....	23
VI.7.5.a.1) Variables de programación mecánica.....	23
VI.7.5.a.2) Variables de programación fisiológica.....	26
VI.7.5.b) Variables de control.	29
VI. 7.6) Dosificación según zonas de entrenamiento.	30
VII. Contexto de análisis.....	33
VIII. Resultados.	34
VIII. 1. Efectividad del entrenamiento de la fuerza adultos mayores.	34
VIII.2. Efectividad del entrenamiento de la fuerza en pacientes adultos mayores con sarcopenia.	37
VIII.2.a. El efecto sobre la masa muscular	38
VIII.2.b. El efecto sobre la fuerza muscular.....	38
VIII.2.c. El efecto sobre el rendimiento físico.....	38
VIII.3. Entrenamiento de la fuerza como agente de prevención.....	39
VIII.4. Seguridad y recomendaciones para el entrenamiento de la fuerza en adultos mayores.....	40
IX. Conclusiones.....	41
X. Anexo.....	43
Tabla 1. Escala Sarc-f.....	43
Figura 2. Algoritmo para la detección de casos de pacientes con sarcopenia....	43
Figura 3. Tipos de contracción muscular y las diferentes manifestaciones de fuerza.	44
Tabla 4. Variables a considerar para la selección de los ejercicios.....	44
Figura 5. Índice de esfuerzo percibido	45
Tabla 6. Relación rpe y rir.	45

Tabla 7. Zonas de entrenamiento de la fuerza y sus variables de programación.	46
Tabla 8. Dosis recomendadas y posibles enfoques organizativos para el entrenamiento de la fuerza en personas mayores.....	47
Tabla 9. Dosificación y planificación del entrenamiento de la fuerza en adultos mayores.....	48
Tabla 10. Recomendaciones para adultos mayores con fragilidad.....	49
Figura 11. Tipos de hipertrofia muscular.....	50
XI. Referencias bibliográficas.....	51

Abreviaturas.

Actividades de la vida diaria----AVD.

Sistema nervioso central----SNC.

Repetición máxima----RM.

Área de sección transversal---CSA.

Tasa de desarrollo de la fuerza---- RFD.

Ejercicio físico----EF.

Test de levantarse y caminar----TUG.

Masa muscular apendicular----ASM.

Unidades motoras----UM.

Osteoartritis----OA.

Tensión arterial---- TA.

Índice de Masa corporal----IMC.

El entrenamiento de la fuerza como agente de prevención de la sarcopenia.

I. Introducción.

El incremento en la población de adultos mayores es considerado un fenómeno global, debido al aumento en la expectativa de vida de los ancianos.¹ Esta situación, se presenta como un reto para las ciencias de la salud, ya que se deben brindar servicios a un mayor número de pacientes pertenecientes a dicho grupo etario. Esta etapa de la vida humana, se distingue por tener una serie de alteraciones somáticas, morfofuncionales y psicológicas que provocan la disminución de las facultades físicas y cognoscitivas. Esta condición se agrava generalmente por la pérdida progresiva de seres queridos, la disminución de recursos económicos y la pérdida de jerarquía en el seno de la familia que potencian el deterioro de la personalidad.²

Entendiendo el complejo contexto por el que transitan los ancianos, es sumamente importante destacar que una de las grandes problemáticas que se manifiesta en el último tercio de la vida es la sarcopenia. Esta patología es definida como un “síndrome caracterizado por una pérdida progresiva y generalizada de la masa muscular esquelética y la fuerza con un aumento del riesgo de sufrir resultados adversos, tales como la discapacidad física, la mala calidad de vida y la muerte”.³ Además, es crucial destacar una visión más integral en el diagnóstico propuesta por el consenso europeo para la sarcopenia (actualizado en 2019) que se basa en tres componentes fundamentales: la fuerza muscular, la cantidad/calidad del tejido muscular y el rendimiento físico.⁴ En tal sentido, se establecen una serie de test con el fin de evaluar cada uno de estos elementos que serán detallados a lo largo del trabajo.

La sarcopenia es una entidad de alta prevalencia en las personas mayores. Desde los 50 años de edad, la masa muscular disminuye a un ritmo de 12% a 15% por década (Lindl y cols., 1997). Baumgartner y cols. (1998) hallaron una prevalencia

de sarcopenia del 20% en el grupo etario de 70 a 75 años y del 50% en los mayores de 80 años en los varones y del 25% al 40% en las mujeres en las mismas franjas etarias.⁵

Las consecuencias clínicas de la sarcopenía son progresivas y en ocasiones pueden ser muy graves. Existe una clara relación entre la pérdida de masa y potencia muscular y la pérdida de independencia funcional, que contribuye al aumento en el riesgo de caídas, fracturas y necesidad de institucionalización. Conforme el anciano se va debilitando, la proporción del máximo esfuerzo requerido para realizar actividades de la vida diaria aumenta, con lo que cada vez le va costando más realizar actividades rutinarias como la marcha. La debilidad va conduciendo progresivamente al desuso, apareciendo finalmente la discapacidad y la dependencia. Toda esta situación contribuye también a la aparición de enfermedades crónicas como la diabetes o la osteoporosis.⁶

El tratamiento de la sarcopenia, se basa fundamentalmente en la prevención del propio proceso.⁷ La intervención primaria permite prevenir no sólo la sarcopenia sino las consecuencias de su impacto: el deterioro de la calidad de vida, la pérdida de la autonomía del adulto mayor, la disminución la expectativa de vida y favorecer la etapa de morbilidad asociada al envejecimiento. En este marco, una de las herramientas más poderosas que tenemos para el abordaje terapéutico, es la actividad física programada y planificada por un profesional idóneo. En relación con las intervenciones, es cierto que los programas de actividad física deben ser diseñados de una manera integral, es decir, teniendo en cuenta el desarrollo de todas las capacidades condicionales (fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad). Ahora bien, en el caso particular de la sarcopenia se debe enfatizar en el entrenamiento de la fuerza, entendiendo al mismo como la utilización de la fuerza para lograr la contracción muscular, y así incrementar la resistencia anaeróbica, la fuerza muscular y el tamaño de los músculos.⁸

A raíz de lo expuesto anteriormente surge el interrogante que impulsa este trabajo: ¿Cuál es la efectividad del entrenamiento de la fuerza en la prevención de la sarcopenia en adultos mayores?

II. Objetivos.

II.a. Objetivo general.

- Describir la efectividad del entrenamiento de la fuerza para la prevención de la sarcopenia en adultos mayores.

II.b. Objetivos específicos.

- Conocer los beneficios que otorga la concreción de un programa de entrenamiento de la fuerza y su contribución para la prevención de la sarcopenia en adultos mayores.
- Explicar detalladamente las características de los programas de entrenamiento de la fuerza utilizados para prevenir la sarcopenia en adultos mayores.
- Exponer la influencia que ejerce la aplicación sistemática del entrenamiento de la fuerza en etapas vitales tempranas sobre la prevención de la sarcopenia en adultos mayores.

III. Justificación.

El presente trabajo pretende realizar un aporte sobre la efectividad del entrenamiento de la fuerza para la prevención de la sarcopenia en adultos mayores, considerando que dicha patología presenta una gran prevalencia en las sociedades modernas, donde la expectativa de vida es cada vez más elevada y en consecuencia existe un incremento acelerado de la población mayor de 65 años.

La concreción de esta revisión bibliográfica procurará brindar conocimientos a los profesionales de la kinesiología sobre los beneficios del entrenamiento de la fuerza para la prevención de dicha patología. Profundizando también sobre los medios y métodos de entrenamiento considerados los más adecuados para establecer una planificación en desarrollo de esta capacidad condicional. De esta manera, se exponen conceptos teóricos actualizados en relación con esta temática que buscan seguir abriendo caminos en el conocimiento y la práctica de la Kinesiología.

En términos de la promoción de la salud, intentará contribuir a concientizar tanto al personal de la salud como a la población en general acerca de la importancia que posee la prevención de esta enfermedad, detallando sus causas, sus consecuencias, los procedimientos más efectivos que se utilizan en la prevención y de esta manera seguir en la búsqueda de un envejecimiento humano activo y saludable.

IV. Métodos.

Para la realización de este trabajo se efectuó una revisión bibliográfica utilizando artículos de revistas científicas recientes que abordan la temática de la sarcopenia, actividad física en ancianos y el entrenamiento de la fuerza. Al finalizar la búsqueda y determinar la selección de los artículos de interés para este estudio, se procedió a efectuar un análisis minucioso de la literatura para lograr concretar los objetivos propuestos.

IV. a. Términos para la búsqueda en las bases de datos.

Palabra	Término libre	DeCS	MeSH
#1	Sarcopenia	Sarcopenia	"Sarcopenia" [MeSH]
#2	Ejercicio físico	Ejercicio físico	"Exercise" [MeSH]
#3	Entrenamiento de fuerza	Entrenamiento de fuerza	"Resistance Training" [MeSH]
#4	Adulto Mayor	Anciano	"Aged" [MeSH]
#5	Prevención primaria	Prevencion primaria	"Primary Prevention" [MeSH]
#6	Autonomía	Autonomía Personal	"Personal Autonomy" [MeSH]
#7	calidad de vida	Calidad de Vida	"Quality of Life" [MeSH]
#8	Gerontología	Geriatría	"Geriatrics" [MeSH]
#9	Aumento del músculo esquelético	Crecimiento del Músculo Esquelético	"Skeletal Muscle Enlargement" [MeSH]

V. Cronograma de tareas.

CRONOGRAMA DE TAREAS																
MESES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
TAREAS	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4
Búsqueda Bibliográfica	■	■	■	■												
Selección de artículos				■	■	■	■									
Análisis de la literatura		■	■	■	■	■	■	■								
Redacción							■	■	■							
Consultas al director	■				■			■			■					
Redacción parcial							■	■	■							
Revisión parcial									■	■						
Edición parcial										■	■					
Redacción parcial										■	■	■				
Revisión final											■	■				
Redacción final												■				
Edición final													■			
Aval del director													■			
Entrega final													■			

VI. Marco teórico.

VI.1) Definición de Sarcopenia.

El consenso Europeo para la sarcopenia (actualizado en el año 2019) define a esta patología como “un síndrome caracterizado por la pérdida progresiva y generalizada de la masa y la fuerza muscular, con un riesgo de resultados adversos como la discapacidad física, mala calidad de vida y la muerte”.⁴ Con respecto a esta definición es importante destacar que no existe una relación lineal entre la cantidad de masa muscular y la fuerza muscular, por lo tanto, interpretar a la sarcopenia solo en términos de baja masa muscular puede llevar a obtener un valor clínico muy limitado. Por esta razón, el consenso propone ciertos 4 criterios fundamentales para su diagnóstico: cantidad de masa muscular, calidad de masa muscular, fuerza y rendimiento.

VI.2) Clasificación.

La sarcopenia es una afección con muchas causas y resultados variables. Si bien se observa principalmente en personas mayores, también puede desarrollarse en adultos más jóvenes, como es el caso de la demencia y la osteoporosis.⁹ Teniendo en cuenta esto, puede ser útil desde el punto de vista clínico clasificarla en primaria: cuando está asociada únicamente al envejecimiento y secundaria: cuando está relacionada o es consecuencia de otras patologías. De todas maneras, el carácter etiológico multifactorial de esta patología suele hacer difícil esta diferenciación. Esto nos lleva al reconocer la sarcopenia como un síndrome multifacético.

Otra clasificación que podemos encontrar para esta patología es la propuesta por Cruz-Jentoft et al., 2010 en la cual se tienen presente los criterios diagnósticos del consenso europeo y determina la gravedad o grado de afectación que presenta el paciente:

- 1) presarcopenia: disminución de la masa muscular.
- 2) sarcopenia: disminución de la masa muscular y la fuerza o el rendimiento.

3) sarcopenia severa: disminución de la masa muscular, la fuerza y el rendimiento.

VI.3) Prevalencia.

Después de los 50 años, la masa muscular disminuye a un ritmo anual del 1-2%. La fuerza muscular disminuye un 1,5% entre los 50 y los 60 años y un 3% a partir de entonces. Además, se estima que entre el 5 y el 13% de las personas mayores de 60 a 79 años están afectadas por sarcopenia. Las cifras aumentan hasta el 11-50% para los de 80 años o más.¹⁰

Un trabajo publicado en el año 2013 con 765 participantes masculinos y 1.022 femeninos. Correspondientes a personas mayores que viven en la comunidad en el Reino Unido, utilizando el criterio diagnóstico del consenso europeo para la sarcopenia estableció que la prevalencia de la sarcopenia (edad media de 73 años) fue del 6,8% y del 7,8%.¹¹

En el año 2017 se publicó un meta-análisis que pretende identificar la prevalencia de la sarcopenia en base a una selección estudios realizados en sujetos sanos mayores de 60 años alrededor de todo el mundo entre los años 2009 y 2016. En este trabajo se utilizaron treinta y cinco artículos cumplieron los criterios de inclusión, con un total de 58404 individuos. Las estimaciones globales de prevalencia fue del 10% (IC 95%: 8-12%) en hombres y del 10% (IC 95%: 8-13%) en mujeres, respectivamente.¹²

VI.4) Etiología.

El músculo esquelético representa un 50% del peso corporal en adultos cumpliendo funciones metabólicas, endocrinas, termorreguladoras así como ser el principal efector del movimiento. El envejecimiento trae consigo una pérdida gradual de masa muscular, fuerza y funcionalidad.³ Además, se observan cambios en la composición muscular, la contractibilidad, las propiedades de los componentes constituyentes del músculo y en la función de los tendones.¹³

A partir de lo mencionado anteriormente se puede afirmar que la sarcopenia se produce por multitud de factores fisiológicos (neuronales, endocrinos, musculares) así como del estilo de vida (nutrición, actividad física).

VI.4.1) Mecanismos fisiológicos y moleculares de la sarcopenia.

En términos moleculares, algunos investigadores han determinado la importancia de ciertos genes y/o moléculas que influyen directamente sobre los niveles de atrofia muscular por señalización celular. En relación con esto podemos destacar, que la proteólisis (degradación proteica) observada durante la atrofia está relacionada con: la activación de diferentes vías proteolíticas musculares como la vía ubiquitinaproteasoma, vía calpaina-calpastatina, vía lisosomal, activación de los marcadores de Atrogina-1 y la apoptosis o muerte celular programada.¹⁴

VI.4.2) Cambios neuromusculares y de la histoarquitectura muscular.

Sin lugar a dudas este es un proceso universal y progresivo como el propio envejecimiento. El músculo senescente presenta cambios anatómicos, histoquímicos y funcionales.¹⁵

La disminución del musculo esquelético puede ocasionarse por dos factores: la pérdida de las fibras musculares, y también, la atrofia preferencial de las de tipo II. Esta situación, puede explicarse a partir de la pérdida de las unidades motoras (UM) mediante denervación, lo que da lugar a un aumento de la carga de trabajo a las UM supervivientes, como respuesta adaptativa, así, las UM remanentes reclutan las fibras denervadas (Lang et al., 2010) a través de la modificación del fenotipo rápido al lento.

Este mecanismo se ha demostrado en la investigación llevada a cabo por el equipo de Kobayashi et al. (1992) donde se ha comprobado que, en las fibras musculares denervadas podían ocurrir dos fenómenos, o bien desaparecían (lo que explica la reducción del tamaño muscular), o bien eran re-inervadas por las neuronas tipo I. En conclusión a medida que los seres humanos envejecen van

perdiendo principalmente fibras musculares de tipo II (rápidas) lo que explica la pérdida de potencia muscular y velocidad en los movimientos.^{16, 17}

Paralelamente se produce una mayor infiltración del tejido adiposo intramuscular. Esto refiere una merma en la calidad del musculo afectando la función oxidativa en las fibras musculares y fundamentalmente se asocia con un menor rendimiento y fuerza muscular en los mayores (Taaffe et al., 2009).

Además, es importante destacar que los cambios en las propiedades contráctiles del musculo esquelético tienen un impacto en la función, comprometiendo a la fuerza muscular y a la movilidad articular. Esto repercute también en la mecánica de los tendones (alterada) y consecuentemente en la acción destacada que ejercen dichas estructuras en la remodelación ósea.¹⁸

VI.4.3) Cambios hormonales.

El ambiente hormonal se altera con la edad, con la disminución de hormonas anabólicas y los factores de crecimiento, lo que contribuye a la aparición del fenotipo sarcopénico.¹⁹ Para ser mas específico, se observa una merma en estrógenos, testosterona, dhea, hormona del crecimiento, insulina y vitamina D. Todas ellas desempeñan un papel muy importante en el mantenimiento de la masa muscular:

- Insulina: determina una acción inhibitoria de la proteólisis y favorecedora de la síntesis proteica.
- Hormonas sexuales (testosterona y estrógenos) se encargan de mantener el trofismo muscular. Además, los estrógenos, disminuidos en la posmenopausia, condicionan una pérdida de poder anabólico vinculada a la falta de conversión de los estrógenos en testosterona. Por último, ambas hormonas sexuales tienen una función inhibitoria de la producción de interleucinas. Cuando estas aumentan actúan sobre el proceso catabólico del musculo.
- Hormona del crecimiento y del igf-1 (factor de crecimiento insulínico 1), que generan un efecto anabolizante.

Además, se ha evidenciado un aumento del cortisol, dicha hormona presenta una acción catabólica sobre el sistema muscular.

Es importante también considerar otros factores que intervienen en el envejecimiento muscular. Por un lado, el incremento del estrés oxidativo, genera una mayor cantidad de radicales libres intracelulares que ocasionan un daño celular, pudiéndose llegar a la apoptosis de los miocitos. Asimismo, la elevación del TNF- α (factor de necrosis tisular alfa) y la elevación de citocinas, como IL-6, IL-1Ra e IL-1 β producen un estado de inflamación que favorece el aumento del catabolismo proteico de la masa muscular.

VI.4.4) Hábitos

Más allá de todos los procesos fisiológicos que generan el envejecimiento muscular asociado con la edad. Existen una serie de hábitos o comportamientos que están asociados al estilo de vida que condicionan en gran medida la pérdida de masa muscular, fuerza y funcionalidad. Entre ellos podemos destacar: la falta de actividad física a lo largo de toda la vida, una nutrición insuficiente o de baja calidad, el consumo de alcohol y el tabaquismo.

Por otro lado, algunas situaciones particulares que se pueden presentar a lo largo de la vida de un ser humano como periodos prolongados en cama, el desuso por inmovilización y/o enfermedades concomitantes (diabetes, alteraciones psicológicas, patologías crónicas en fase terminal).

VI.5) Diagnóstico.

El consenso europeo para la sarcopenia (actualizado en 2019) propone la evaluación de tres componentes fundamentales para el diagnóstico de esta patología:

- Fuerza muscular (variable mas aplicable al ámbito clínico).
- Cantidad y calidad de la masa muscular.
- Rendimiento muscular.

Para dicha evaluación se sugiere comenzar realizando un cuestionario simple y específico denominado SARC-F (Anexo- imagen 1), dicho procedimiento está validado en español para el uso clínico y comunitario. Además, presenta una alta especificidad y baja o moderada sensibilidad y se recomienda que sea acompañado por al menos la evaluación de la fuerza muscular.²⁰

Se considera que si este cuestionario arroja un resultado inferior a 4 puntos la sarcopenia está descartada. No obstante, si el resultado es mayor a 4 puntos se considera que existe un riesgo de sarcopenia y el paciente debe ser evaluado de una forma más exhaustiva.

VI.5.1) Evaluación de la fuerza muscular.

El consenso propone realizar una dinamometría, está sumamente estudiado que una fuerza de agarre débil es predictor de malos resultados (menos calidad de vida, mayores posibilidades de morbimortalidad, instancias hospitalarias más largas). Para esta evaluación se recomienda utilizar un equipo validado (ejemplo dinamómetro jamar). Además, es necesario resaltar que esta prueba tiene limitaciones para algunos pacientes: artritis avanzada, acv o enfermedades neurológicas.

Una revisión de 12 estudios publicada en Gran Bretaña (2014) investigó la evolución de la fuerza de agarre a lo largo de la vida humana. Determinando que hasta los 40 años de edad la fuerza de prensión aumenta y se conserva tanto en hombres como en mujeres en condiciones normales, pero alrededor de los 50 años está comienza a descender un 1% a 2% anual. Además, establece puntos de corte en los resultados del test que fueron tomados como referencia por el consenso europeo para el diagnóstico. En tal sentido, indica que se considera una fuerza de agarre conservada mayor a 27 kg en hombres y mayor a 16 kg en mujeres.²¹ No obstante, datos obtenidos de países en vías de desarrollo arrojan resultados estadísticamente más bajos que los mencionados recientemente en la población británica, esto nos lleva a pensar que en dichas regiones las probabilidades de sarcopenia sean más elevadas.²²

Otra forma de evaluar la fuerza muscular es la utilización del test de "levantarse y sentarse en la silla". Esta es una prueba muy simple, solo se requiere de una silla y un cronometro, el paciente debe pararse y sentarse en una silla 5 veces y el terapeuta se encarga de registrar el tiempo que tarda en realizar el test. Si el resultado es menor a 15" el riesgo de sarcopenia es bajo y si tarda más de 15" el riesgo de sarcopenia es alto. ²³

VI.5.2) Evaluación de la masa y calidad muscular.

El consenso establece que la resonancia magnética y la tomografía computada son las pruebas gold estándar, aunque su utilización en el ámbito clínico tiene ciertas dificultades debido a que es poco práctico y costoso. Es importante añadir que se ha estudiado que las imágenes de tomografía computada a nivel de L3 se correlacionan significativamente con el musculo de todo el cuerpo.

Otra forma de medición puede ser la DEXA (densitometría ósea) que permite estimar la masa muscular en pocos minutos. Aunque sus valores están influenciados por el estado de hidratación y se debe tener en cuenta el tamaño corporal.

La bioimpedancia es un método utilizado para estimar la composición corporal a partir de unas balanzas especiales (se basa en la capacidad del cuerpo para conducir la corriente eléctrica). Acerca de este método el consenso refiere que se necesitan más estudios para establecer puntos de corte.

Antropometría: no es un buen indicador de masa muscular ya que tiene la incapacidad de discernir la calidad del musculo (tejido conectivo o adiposo).

Circunferencia de pantorrilla: puede ser un indicativo de masa muscular baja en adultos mayores si es menor a 31 cm. Solo se recomienda su utilización cuando no se dispone de los otros métodos. ²⁴

VI.5.3) Evaluación del rendimiento físico.

Para este tipo de pacientes se recomienda la utilización del "test de marcha", es una prueba rápida, segura, fácil de aplicar y fiable. Esta prueba predice resultados

adversos relacionados con la sarcopenia, aunque presenta una limitación en pacientes con trastornos de la marcha, demencia y/o equilibrio.

Este test consiste en que el paciente recorra 4 metros caminando, se debe registrar el tiempo en segundos, con este dato podemos calcular la velocidad de la marcha a partir de la fórmula de velocidad (e/t). Se considera que más de 0,8 m/s es una velocidad de marcha normal, aunque si camina por debajo de esa velocidad se asocia a sarcopenia.

Teniendo en cuenta todas las variables a evaluar mencionadas anteriormente el consenso propone un algoritmo diseñado para la detección de casos el diagnóstico y la determinación de la gravedad de la sarcopenia en ámbitos clínicos (**anexo, imagen 2**).

Se debe comenzar con el cuestionario SARC-F, en el caso de que sea positivo. Se sugiere tomar una prueba de fuerza muscular (dinamometría o test de sentarse y pararse). Si la fuerza muscular es baja estamos aquí ante una probable sarcopenia que se puede confirmar mediante las pruebas diagnósticas de calidad muscular (resonancia, tomografía computada, dexa, bioimpedancia, antropometría). Por último si además de la confirmación con estos estudios, las pruebas de rendimiento físico son bajas, estamos ante una sarcopenia severa.

VI.6) Consecuencias de la sarcopenia.

La sarcopenia produce una disminución de la masa muscular, afectando tanto su calidad como su cantidad, paralelamente se produce una merma en la fuerza muscular y el rendimiento físico. Esta situación es sumamente perjudicial para los pacientes ya que se vincula fuertemente con la pérdida de independencia funcional (menor calidad de vida), aumenta el riesgo de caídas y fracturas óseas. Además predispone a la necesidad de institucionalización e instancias hospitalarias más largas.²⁵

A medida que este proceso avanza el anciano se va debilitando, produciendo que la proporción del máximo esfuerzo requerido para realizar actividades de la vida diaria aumente, con lo que cada vez le va costando más realizar las actividades

rutinarias. La debilidad va conduciendo progresivamente al desuso, apareciendo finalmente la discapacidad y la dependencia. Dicha debilidad está asociada también al aumento del riesgo de caídas, esto se vio reflejado en un estudio realizado en una residencia de ancianos , donde se registró que aquellos sujetos que habían presentado caídas tenían significativamente menos fuerza en rodilla y tobillo (medidos con una maquina isocinética) que los sujetos que no tuvieron ningún episodio de caídas.²⁶En relación con lo anterior, el mayor riesgo de caídas en estos pacientes ejerce una influencia directa en la incidencia de la fractura de cadera.

Aumento de la morbilidad: la sarcopenia puede contribuir al incremento del riesgo de enfermedades crónicas tales como osteoporosis y diabetes (disminución de la sensibilidad a la insulina). Además, existe evidencia en la literatura que indica una posible relación entre la masa muscular y la densidad ósea. Estudios transversales realizados en atletas y personas sedentarias demuestran un retraso o enlentecimiento en la pérdida ósea en las personas más activas.

Por otra parte, el sistema muscular tiene un importante papel en la termorregulación. La merma de este tejido puede afectar de una manera sustancial la capacidad del organismo de regular la temperatura corporal en ambientes cálidos y fríos. En un ambiente caluroso se produce un mayor incremento de temperatura en Kcal por Kilo de peso, mientras que en un clima frio se da una afectación de la capacidad de aislamiento periférico de la termorregulación.

Desde una perspectiva más actualizada se puede considerar al musculo como un órgano endocrino altamente activo, productor gracias al ejercicio de múltiples hormonas con acción tanto endocrina como paracrina denominadas miokinas. A través de las miokinas la célula muscular esquelética tiene un papel crucial en el proceso de regulación metabólica y de control de la inflamación crónica asociada; conociendo que las alteraciones de estas dos condiciones hacen parte del proceso patogénico que lleva al desarrollo de la obesidad y consecuentemente a la resistencia a la insulina, la aterosclerosis, la neurodegeneración y el crecimiento tumoral.²⁷

Por último, hay evidencias de que la sarcopenia tiene más posibilidades de sobrevivir que otras características clínicas, esto, es un hecho primordial en la práctica clínica y fundamenta la importancia y el deber de prevenirla, siendo uno de los principales objetivos para los profesionales de la salud pública.²⁸

VI.7 Tratamiento

VI.7 .1) Sarcopenia y actividad física.

En la actualidad, la mejor opción terapéutica contra la sarcopenia es el ejercicio, dado que el mismo favorece el aumento de la masa y la función muscular.²⁹ No obstante, se aconseja que la actividad física sea acompañada de una nutrición adecuada y en los casos que sea necesario los nutricionistas pueden indicar el uso de suplementos dietarios. De todas formas, debido a los objetivos de este trabajo se hará hincapié en la actividad física como agente de prevención de la sarcopenia, sin ahondar en cuestiones nutricionales.

Si bien sabemos que un programa de entrenamiento debe estar diseñado para el desarrollo de la condición física de manera integral, es decir, que se deben trabajar todas las capacidades condicionales (fuerza, resistencia, flexibilidad y velocidad) adecuando los estímulos a las posibilidades y objetivos de cada individuo. En el caso puntual de la sarcopenia se considera que el entrenamiento de la fuerza es el más adecuado debido a la especificidad del estímulo que proporciona. Es por esta razón, que se enfatizara en el entrenamiento de esta capacidad como eje del tratamiento a través del ejercicio.

VI.7 .2) Concepto de Fuerza.

La fuerza es un componente esencial para el rendimiento de cualquier ser humano.³⁰ Existen múltiples definiciones que pretenden explicar el concepto de fuerza, a continuación se desarrollaran algunas de ellas:

De acuerdo con el DRAE (Diccionario de la Real Academia Española) la fuerza se define como aquella “capacidad para mover algo o alguien que tenga peso o haga resistencia”. En física de acuerdo con las leyes básicas de la dinámica que fueran publicadas por Newton en 1687 “se define la fuerza como toda causa capaz de cambiar la forma de un cuerpo o de cambiar su estado de movimiento”.³¹ Aunque una perspectiva más compatible con el movimiento humano define a la “fuerza muscular” como la capacidad motriz del hombre que permite vencer una resistencia u oponerse a ella mediante la utilización de la tensión de la musculatura.³² Algunos profesionales del entrenamiento de la fuerza reconocidos a nivel mundial por su aporte y trayectoria han esbozado también su concepto o definición:

González-Badillo (1995), define la fuerza como la capacidad de producir tensión en la musculatura al activarse, o como se entiende habitualmente, al contraerse.

Por su otra parte, el soviético Yuri Verkhoshansky (1999) afirma que “la fuerza es el producto de una acción muscular iniciada y sincronizada por procesos eléctricos en el sistema nervioso. La fuerza es la capacidad que tiene un grupo muscular para generar un trabajo bajo condiciones específicas”.³³

Por último Knuttgen & Kraemer incluye el concepto de velocidad a su definición: “fuerza es el poder de contracción de los músculos como resultado de un solo esfuerzo máximo, en un movimiento dado, a una velocidad específica”.³⁴ Además, dichos autores sostienen que la fuerza es la función específica que desarrollan los músculos esqueléticos y por ende es una cualidad que está involucrada en cualquier movimiento (caminar, correr, saltar, avd.), por esta razón, tiene suma importancia en el desarrollo de la aptitud física de un individuo, tanto para nivel competitivo como en los programas de mejoramiento de la salud o la rehabilitación y prevención de lesiones.

VI.7 .3) Clasificación de la fuerza.

La fuerza se puede manifestar de varias maneras. La primera gran división que se observa es la de estático o dinámico. Es ampliamente conocido que la fuerza se

puede generar con o sin movimiento de las articulaciones pero en ambos casos se produce entrecruzamiento de actina y miosina generando tensión. Ambos tipos de fuerzas están relacionadas y este concepto se puede explicar analizando la Ley de Hill que relaciona la fuerza con la velocidad. A velocidad cero (fuerza isométrica) la fuerza generada es superior a la producida durante una contracción dinámica. Mientras que en condiciones dinámicas se considera que a mayor carga externa menor velocidad de ejecución.³⁵

Las contracciones dinámicas son las que se utilizan con mayor frecuencia en el entrenamiento de la fuerza. Este tipo de contracción a su vez se puede observar de dos maneras: en forma isotónica que se refiere a una contracción sin el control de la velocidad o en forma isocinética, que se refiere a una contracción con la velocidad controlada durante todo el recorrido a través de un dispositivo especial de retroalimentación. Por otra parte, las contracciones isotónicas presentan dos alternativas: las contracciones relacionadas con la velocidad de ejecución y las relacionadas con el tiempo de ejecución (**anexo, imagen 3**).

VI.7 .4) Entrenamiento de la Fuerza.

El entrenamiento de fuerza se define como el empleo de métodos de resistencia progresiva (propio peso, peso libre, bandas elásticas, maquinas) para incrementar la habilidad de vencer o resistir una carga. Dicha definición hace referencia a métodos, esto es un conjunto de elementos combinados y que realizados en forma sistemática aseguran el objetivo perseguido. Además, sugiere “varios métodos”, por lo que no es inteligente que en un proceso de entrenamiento de años solo se aplique un método, por el solo hecho que parezca mejor que otro. Por último, estos métodos deben aplicar uno de los principios básicos del entrenamiento que se refiere a la progresividad de las cargas.³⁶

En relación con esta definición podemos afirmar que el impacto de este proceso depende fundamentalmente de la forma con que cada entrenador programe y controle cada una de las variables que afectan y determinan los efectos de cada sesión de trabajo.

VI.7 .5) Variables del entrenamiento de la fuerza.

La programación y control de las cargas de entrenamiento requiere que el profesional de la kinesiología conozca dos tipos de variables:

A) Las que se utilizan para programar los entrenamientos o variables de programación.

B) Las que se utilizan para controlar los efectos del entrenamiento o variables de control.³⁷

VI.7 .5.a) Variables de programación.

Constituyen aspectos esenciales que permiten al entrenador determinar la zona de entrenamiento en la que pretende hacer impacto y por lo tanto estimar los efectos que tendrá cada sesión de entrenamiento sobre el organismo del deportista (Naclerio, 2005). Estas variables, han sido divididas en dos tipos: mecánicas y fisiológicas.³⁷

VI.7 .5.a.1) Variables de programación mecánicas.

Comprenden la selección de los medios de entrenamiento, el tipo de ejercicio a realizar y el orden en que se realizaran cada uno de estos en las diferentes sesiones de entrenamiento.

- **Medios de entrenamiento:** Son los dispositivos utilizados para determinar las sobrecargas u ofrecer resistencias a las acciones realizadas por los sujetos. Las diferencias entre las formas en que cada medio actúa para transmitir las fuerzas sobre el cuerpo humano van a determinar acciones cinética y cinemáticamente diferentes (bandas elásticas, pesas, maquinas, poleas, etc.).

Para una correcta planificación se deben tener en cuenta los siguientes criterios y características en la selección de los ejercicios.³⁸

- **Región Corporal (RC).**
 - 1) Hemisferio superior: sólo involucran musculatura de las extremidades superiores y parte del tronco.
 - 2) Hemisferio inferior: sólo involucran musculatura de las extremidades inferiores incluida la cintura pélvica.
 - 3) Core: ejercicios que sólo involucran musculatura del tronco y cinturón lumbo-pélvico implicándolas en acciones para su control y estabilización.

- **Tipo Ejercicio (TE).**
 - 1) Simple: involucra solo un hemisferio corporal.
 - 2) Combinado: involucra dos hemisferios corporales (sentadilla+ tracción)
 - 3) Secuencial: involucra dos hemisferios corporales pero su principal objetivo es la transferencia de velocidad al último segmento corporal (Cargadas de potencia)

- **Acción Motora (AM).**
 - 1) Acciones de empujes (press): alejan los segmentos del cuerpo.
 - 2) Acciones de tracciones (pulls): acercan los segmentos al cuerpo

- **Implicación articular (IA) y Núcleo Articular (NA).**
 - 1) Poliarticulares: movimientos que involucran dos o más articulaciones.
 - 2) Monoarticulares: movimientos que involucran solo una articulación.
 - 3) El núcleo articular representa a aquella articulación con mas implicancia en el movimiento.

- **Plano de Movimiento (PM) y Movimiento Articular (MA).**

Se refiere al plano de ejecución del movimiento (sagital, coronal, transversal) y al movimiento articular relacionado a ese plano (flexión-extensión, abducción-aducción y rotaciones).

- **Implicación Muscular (IM).**
Son los grupos musculares implicados en el movimiento.
- **Posición Corporal (PC).**
Bipedestación (bipodal), bipedestación (monopodal), sedestación (con y sin apoyo del raquis), de rodillas (con el tronco perpendicular al suelo), cuadrupedia y Decúbitos (lateral, dorsal, ventral)
- **Demandas de Estabilización (DE)**
Se refiere al grado de activación en la musculatura estabilizadora del tronco que requiere el ejercicio.
- **Técnica de Ejecución (TE).**
Aquí debemos tener en cuenta el nivel de complejidad que presenta el ejercicio en términos coordinativos.

Se puede observar claramente un ejemplo de todas las variables mencionadas a tener en cuenta para la selección de un ejercicio (**anexo, tabla 4**).

- **Consideraciones para la programación.**
 1. Comenzar por los ejercicios multiarticulares más complejos y finalizar con los monoarticulares más simples o localizados. Los ejercicios que son nuevos para el paciente (sobre todo los complejos), siempre deben realizarse sin fatiga y por lo tanto van al inicio de la sesión.
 2. Comenzar por los ejercicios que comprendan grandes masas musculares y finalizar por los que impliquen menores masas musculares.
 3. Cuando se realizan sesiones en donde se varía el tipo de fuerza, es decir que con algunos ejercicios se utilicen pesos altos comprendidos entre el 80 al 100% de la 1 RM (zona de fuerza máxima) y con otros pesos moderados (60 al 75% de la 1 RM) es recomendable realizar

antes los ejercicios en donde se aborden las zonas de fuerza más intensas.

4. Cuando uno de los objetivos del entrenamiento es fortalecer zonas débiles o reducir desequilibrios musculares es conveniente dar prioridad a los ejercicios específicamente destinados a fortalecer estas zonas.
5. Intentar que el ejercicio precedente siempre actúe potenciando y no interfiriendo el ejercicio posterior.
6. En los novicios el entrenamiento debe comenzar por un periodo de adaptación en donde se priorice el aprendizaje de los ejercicios básicos de fácil dominio, para posteriormente pasar a técnicas más complejas, además es importante la estabilidad del tronco implicando a la musculatura central.³⁹

VI.7 .5.a.2) Variables de programación fisiológicas.

Aunque los aspectos mecánicos analizados previamente son esenciales para determinar la zona muscular entrenada, el factor que determina el efecto estructural o funcional del entrenamiento es la organización de las variables fisiológicas o componentes de la carga como la intensidad, el volumen, la densidad, la duración y la frecuencia que se apliquen en las sesiones, microciclos, mesociclos y/o macrociclo.

Intensidad.

Se refiere a la calidad o nivel del esfuerzo que se manifiesta por el grado de velocidad, fuerza o amplitud de movimiento. Esta variable marca el nivel de exigencia del trabajo. En el entrenamiento de la fuerza suele considerarse el porcentaje de 1 repetición máxima (RM) evaluada directamente o estimada a partir de diferentes formulas. También puede medirse a través de diferentes dispositivos tecnológicos como plataformas de fuerza.

En adultos sanos mayores de 60 años, la intensidad del entrenamiento de fuerza debe alcanzar el 70-85% de 1RM durante la periodización del entrenamiento para optimizar el aumento de la fuerza. Los cambios en la morfología muscular y el

rendimiento funcional también se pueden lograr a intensidades bajas o moderadas (aproximadamente 50-70% de 1RM). Se pueden utilizar intensidades diferentes para variar el entrenamiento, prevenir el aburrimiento y también promover adaptaciones al entrenamiento en programas periodizados a medida que la intensidad progresa hasta el 85% de 1RM.

Volumen.

Cantidad absoluta de trabajo a realizar. En el entrenamiento de la fuerza se puede manifestar por la cantidad de repeticiones y series de un ejercicio.

En adultos mayores se deben prescribir de 2 a 3 series de 6 a 12 repeticiones al 50-85% de 1RM por grupo muscular para promover un aumento máximo de la fuerza y del tamaño muscular. El número de repeticiones depende de la intensidad, es decir, de la carga utilizada y debe ajustarse en consecuencia, teniendo en cuenta que las repeticiones al fallo no son necesarias para optimizar las adaptaciones neuromusculares. Se debe prescribir un ejercicio multiarticular para los principales grupos musculares, aunque las extremidades inferiores pueden responder mejor a dos ejercicios

Recuperación o pausa.

Es el tiempo de descanso empleado en la sesión de entrenamiento para restablecer ciertos valores fisiológicos y poder continuar con las tareas. La duración de la pausa está asociada a la zona de entrenamiento y el objetivo perseguido. Ejemplo: en una zona de fuerza máxima, se utilizan intensidades elevadas, volúmenes bajos y pausas prolongadas (de 3 a 5 min).

Dentro de la recuperación encontramos a las micropausas (entre cada serie de un ejercicio) y las macropausas que son más extensas (buscando restablecer completamente el sistema) y generalmente se ubican después de un cierto número de series o bloques de trabajo.

Densidad.

Es la relación existente entre el trabajo y la recuperación de cada serie. Ejemplo: si el ejercicio tiene una duración de 1' y una recuperación de 1', la densidad en este caso será de 1/1.

Duración.

Es el tiempo asignado a la sesión de entrenamiento. Se aconseja que la sesión no supere los 90' ya que se observa pérdidas significativas en el rendimiento luego de este tiempo.

Frecuencia.

Se refiere al número de veces con el cual se entrena cada grupo muscular o zona de entrenamiento en un período de tiempo, comúnmente asociado a una semana o microciclo. Una frecuencia de entrenamiento de 2 a 3 veces por semana, por grupo muscular, proporciona el estímulo óptimo para maximizar los aumentos de fuerza y el tamaño del músculo esquelético en adultos mayores.

VI.7.5.b) Variables de control.

El control de la forma en que cada sujeto responde ante las diferentes cargas de entrenamiento es vital para alcanzar los objetivos perseguidos. Con respecto a los entrenamientos de fuerza. Los diferentes métodos utilizados en las investigaciones científicas para estimar los esfuerzos musculares (análisis de la respuesta electromiográfica, metabólica, hormonal) son poco aplicables al día a día del entrenador o kinesiólogo para establecer un control sobre las cargas de entrenamiento. Por esta razón, una alternativa sencilla de aplicar y muy eficaz es la propuesta por Robertson y colaboradores.⁴⁰ Se trata del Rating of Perceived Exertion (RPE), que en español se puede traducir como rango o índice de esfuerzo percibido (**Anexo, figura 5**). Este sistema consiste en una valoración subjetiva del esfuerzo percibido por el paciente en una repetición, serie o sesión de entrenamiento mediante una escala del 1-10, en la que 1-2 no supondría esfuerzo, 3-5 sería un esfuerzo muy ligero similar a un calentamiento, 6 supondría un

esfuerzo moderado, 7-8 indicaría un esfuerzo duro, 9 mostraría un esfuerzo muy duro y 10 sería esfuerzo máximo. La utilización de este método permite tener un parámetro del grado de esfuerzo percibido por el paciente, sin embargo requiere de un tiempo de familiarización con el sistema para lograr precisión en los datos recolectados.

Otra forma de controlar la fatiga durante el entrenamiento es la aplicación del grado de esfuerzo o carácter del esfuerzo (CE) propuesto y explicado por González y Gorostiaga (2002), definido como “la relación entre lo que el deportista hace y lo que podría hacer”. Esto puede ponerse en práctica mediante la escala RIR (repeticiones en la reserva), la cual muestra las repeticiones realizadas y las realizables. Para trabajar con el RIR se toma como referencia las repeticiones máximas asociadas a cada porcentaje de trabajo, de tal manera que si al 85% se ha estimado que se pueden realizar 6 repeticiones y el deportista hace 4 estaríamos hablando de un 2 en la escala RIR, pero si realizara las 6 estaríamos hablando de un 0 en la escala RIR. Este concepto es de gran utilidad en el entrenamiento de los adultos mayores, ya que en esta población se debe evitar llegar al fallo muscular, en tal sentido, dejar repeticiones en reserva asegura no alcanzar dicha instancia.

Además, algunos autores plantean una relación entre el rir y rpe (**anexo, tabla 6**), en donde un rir de 0 corresponde con un rpe de 10, es decir, el máximo esfuerzo.⁴¹

Obviamente, la correcta utilización de este tipo de escalas requiere de un periodo de adaptación y aprendizaje con las adecuadas instrucciones para que el ejercitante no exagere o subestime las apreciaciones y sea lo más preciso posible sobre su percepción. Una vez que los sujetos adquieren cierta experiencia de trabajo utilizando este método es un fiable indicador de la intensidad, tanto en personas adultas como en niños, independientemente de su nivel de condición física, edad, género, modalidad de ejercicio y otros agentes externos (temperatura ambiente, estrés, consumo de estimulantes o medicamentos, etc.).⁴²

VI. 7.6) Dosificación según zonas de entrenamiento.

Es muy importante entender que todos los componentes de la carga son interdependientes y van a incidir en el efecto fisiológico que se manifiesta en el paciente.⁴³ Entonces, para una correcta programación del entrenamiento es

imprescindible distinguir las zonas de entrenamiento de la fuerza según el objetivo deseado y que variables de programación corresponden a cada una de ellas (**anexo, tabla 7**).

- **Fuerza máxima:** para alcanzar esta zona de entrenamiento se trabajan intensidades de entre el 80% y 100% de 1rm, realizando de 1 a 8 series por grupo muscular de 1 a 6 repeticiones de ejercicios poliarticulares con pausas de 3 a 5 min entre cada serie.

Adaptaciones al entrenamiento: Aquí se da una hipertrofia de las fibras de contracción rápida (2b) y se logra un mayor reclutamiento de unidades motoras.

- **Fuerza resistencia con cargas medias/altas:** se trabajan intensidades del 60% al 80% de 1 rm, realizando de 6 a 12 series por grupo muscular de 6 a 15 repeticiones utilizando ejercicios poliarticulares o localizados con pausas de 1 a 2 min entre cada serie.

Adaptaciones al entrenamiento: hipertrofia general, utilización de fibras 2a (glucolíticas), expansión celular (incremento de substratos, glucógeno, grasas intramusculares).

- **Fuerza resistencia con cargas ligeras:** Se trabajan intensidades del 30 al 60% realizando de 3 a 9 series por grupo muscular utilizando más de 12 repeticiones y pausas de 1 a 2 min.

Adaptaciones al entrenamiento: Expansión celular (incremento de substratos, glucógeno, grasas intramusculares), aumento de capilares y densidad mitocondrial. Además, existe una hipertrofia de fibras glucolíticas y oxidativas.

Cuando el objetivo principal está asociado a la aplicación de fuerza en periodos cortos de tiempo o lo que es lo mismo en altas velocidades de ejecución se prescriben las siguientes zonas de fuerza:

- **Fuerza rápida/ explosiva:** intensidades del 20 al 55% de 1 RM, de 3 a 9 series por ejercicio según la capacidad para mantener la intensidad,

realizando hasta 6 repeticiones de ejercicios globales (desplazamientos, saltos, lanzamientos) con pausas de 3 minutos.

- **Potencia:** Se utilizan intensidades del 55 al 80% de 3 a 6 series de 1 a 5 repeticiones ejecutadas a máxima velocidad utilizando ejercicios globales (levantamiento, olímpico, saltos con sobrecarga, etc.) con pausas de 3 a 5 minutos.

Adaptaciones al entrenamiento: Aumento de la activación neural y velocidad de desarrollo de la fuerza. Se utiliza el sistema atp-pc y las fibras de contracción rápida (IIb).

Teniendo en cuenta el marco teórico correspondiente al entrenamiento de la fuerza Mayer y colaboradores proponen una tabla (**anexo, tabla 8**) que expresa efectos y ejemplos de las dosis recomendadas en el entrenamiento de fuerza y los posibles enfoques organizativos para diferentes formas de entrenamiento en las personas mayores.⁴⁴

Otro planteo muy interesante y basado en evidencia científica reciente y de alta calidad es presentado por Fragala y cols (2019) para la dosificación y planificación del entrenamiento de la fuerza en adultos mayores sanos (**anexo, tabla 9**) y las recomendaciones para el entrenamiento de la fuerza en pacientes de dicho grupo etario con fragilidad (**anexo tabla 10**).⁴⁵

VI.7.7) Mecanismos del crecimiento muscular y EF.

El aumento del diámetro muscular (hipertrofia) se debe al aumento de tamaño de las fibras musculares individuales por el del incremento del número y el tamaño de las miofibrillas individuales, acompañado de un aumento de la cantidad de tejido conectivo. En tal sentido, aumento de la proteína muscular se debe a un incremento de la síntesis de proteínas y a una disminución de su degradación. Se presentan dos tipos de hipertrofia muscular:

- **Hipertrofia sarcoplasmática.** En este caso, afecta al volumen de proteínas no contráctiles y de plasma semifluido entre las fibras musculares aumenta. Aunque la sección transversal del músculo aumente.

la densidad de las fibras musculares por unidad de área disminuye y no se produce el aumento de fuerza muscular correspondiente.

- **Hipertrofia del sarcómero.** Aquí se produce un aumento del tamaño y el número de los sarcómeros que comprenden las miofibrillas. Éstas pueden ser añadidas en serie o paralelas a las miofibrillas existentes. aunque sólo el crecimiento en paralelo contribuirá a la mejora de la capacidad para producir tensión muscular. La densidad de la zona de las miofibrillas aumenta, produciéndose una significativamente mayor capacidad para realizar un esfuerzo muscular (Cappa, 2000) .³⁶

Relacionando el concepto de hipertrofia con el entrenamiento de la fuerza, se puede explicitar que con el entrenamiento en la zona de fuerza máxima se logra principalmente una hipertrofia del sarcómero, en este proceso se da la utilización predominante del sistema atp-pc, existe un mayor reclutamiento de UM, esto implica mas requerimientos a nivel de la coordinación entra e intermuscular y mayor activación del snc, Mientras que en la zona de fuerza resistencia prevalece la hipertrofia sarcoplasmática produciendo como efecto el aumento del diámetro de sección transversal pero no proporcionalmente al nivel de fuerza adquirida (**anexo, figura 11**).

VII. Contexto de análisis.

Los datos para este trabajo fueron recopilados a partir de una revisión de la bibliografía existente sobre la temática propuesta. En este sentido, se buscó priorizar la información más reciente, es decir, aquella publicada en los últimos 10 años (aunque no se excluyeron publicaciones más antiguas que se consideraron relevantes). Además, se seleccionó evidencia científica de alta calidad, publicada por organizaciones de gran prestigio internacional y profesionales de extensa trayectoria en el campo de la geriatría y el entrenamiento. Entre ellas podemos mencionar a la actualización del consenso europeo para la definición y el diagnóstico de la sarcopenia (2019), la revista de la sociedad americana de geriatría y the journal of human sport and exercise entre otras.

Los puntos sobre los que se enfatizó en la búsqueda de datos fueron los siguientes: estudios con personas mayores de 60 años, de ambos sexos, en buen estado de salud o con sarcopenia, activos o sedentarios a los que se le aplicó un protocolo de entrenamiento de la fuerza (cada estudio seleccionó una metodología de entrenamiento dentro de los parámetros recomendados) de un mínimo de 4 semanas. Además, se tuvo en cuenta que cada publicación contenga una evaluación pre y post tratamiento de al menos un criterio para el diagnóstico de la sarcopenia de los que expone el consenso (cantidad de masa muscular, calidad de masa muscular, fuerza y/o rendimiento físico)

VIII. Resultados.

VIII. 1. Efectividad del entrenamiento de la fuerza en adultos mayores.

En este apartado se describirá la efectividad del entrenamiento de la fuerza en la prevención de la sarcopenia y los beneficios que pueden obtenerse a partir de la utilización de diferentes protocolos para el desarrollo de esta capacidad condicional según la evidencia científica encontrada sobre esta temática.

Existen pruebas de alta calidad que confirman un efecto positivo y significativo de la aplicación de un programa de entrenamiento de la fuerza sobre la masa muscular, la fuerza muscular y el rendimiento físico en adultos mayores.⁴⁶ Entre estos estudios podemos mencionar al realizado por Gonzales y cols (2014), en el cual se aplicó una intervención de 6 semanas de entrenamiento de fuerza con cargas progresivas en adultos mayores sin entrenamiento previo (edad promedio 71 años). El protocolo consistió en 2 entrenamientos semanales de 60 min de duración, realizando 2 series de 7 u 8 ejercicios de 8 a 15 repeticiones con incremento progresivo de la carga. Como resultado de esta intervención se observó un aumento significativo de la fuerza en todos los grupos musculares y del equilibrio estático en un 42 %.⁴⁷ En consonancia con estos datos, Scanlon y cols (2014), estudiaron durante 6 semanas a 26 individuos mayores de 60 años con un protocolo de entrenamiento de 2 sesiones semanales de 60 min, realizando entre 6 y 10 ejercicios de 2 a 4 series entre 8 y 12 repeticiones con una intensidad submaxima (70%-85% de 1 RM) y obtuvieron un aumento de la fuerza muscular

del 32% y de la calidad muscular del 31%, además el vasto interno aumento un 7,4%.⁴⁸

Por otra parte Cadore y cols (2013), estudiaron los efectos del entrenamiento de la fuerza en ancianos mayores de 90 años, utilizando un protocolo con ejercicios adaptados en sesiones de 20 minutos con intensidades de entre 40 y 60% de 1 RM y dedicando 10 minutos adicionales al entrenamiento de la marcha y el equilibrio. Los resultados fueron positivos, ya que se obtuvo un aumento significativo de la fuerza, potencia y sección transversal del musculo, mejoras en la funcionalidad y en la incidencia de caídas.⁴⁹

Algunos autores han estudiado el efecto del entrenamiento de la fuerza en relación con la intensidad del trabajo. En tal sentido, se ha observado que se producen mayores ganancias de fuerza con intensidades más elevadas. Steib et al (2010). Compararon el efecto de diferentes protocolos de entrenamiento de fuerza (es decir, una investigación directa de dosis-respuesta) sobre la fuerza muscular y pruebas funcionales de rendimiento en adultos mayores (de 65 y 80 años de edad). Estos autores observaron que las intensidades superiores al 75% de 1rm lograban un mayor efecto en la mejora de la fuerza máxima que las intensidades moderadas (55-75% de 1RM) o inferiores (menos del 55% de 1rm). Además, la intensidad moderada (55-75% de 1RM) tuvo mayores efectos sobre la fuerza máxima que las intensidades bajas (menos del 55% de 1rm).⁵⁰ Siguiendo esta línea, Csapo et al (2015), descubrieron que los aumentos de fuerza eran del 43% para la intensidad alta y del 35% para la intensidad baja a moderada, y los aumentos medios del tamaño muscular eran del 11% y el 9%, respectivamente. Además, este mismo grupo de trabajo sugiere que los mayores volúmenes de entrenamiento pueden compensar en gran medida las intensidades más bajas.⁵¹

Por otra parte, se ha visto que el número de repeticiones está fuertemente determinado por el porcentaje de 1RM. Por esta razón, las repeticiones más bajas pueden inducir mayores ganancias de fuerza debido a la mayor intensidad de entrenamiento utilizada. En relación con esto, es sumamente importante tener en cuenta que las repeticiones hasta el fallo no son necesarias y no promueven adaptaciones fisiológicas adicionales en personas mayores. Por esta razón, y para preservar la técnica de ejecución y evitar posibles lesiones producidas por el stress

mecánico se aconseja realizar del 50% al 85% del número máximo de repeticiones posibles para un intensidad dada.

Por lo tanto, un parámetro de dosificación óptimo es 2-3 series de 6-12 repeticiones al 50-85% de 1RM por grupo muscular (sin llegar al fallo) para promover mayores ganancias de fuerza máxima y tamaño muscular.⁵² Además, se aconseja una frecuencia de 2 a 3 sesiones por semana para alcanzar beneficios significativos.⁵³

Otro punto para destacar es la importancia de incluir ejercicios de fuerza explosiva, es decir, manifestar la fuerza a altas velocidades (en la fase concéntrica del ejercicio). Teniendo en cuenta que fuerza es el producto de la masa desplazada y la aceleración que se le imprime a esa masa, incluso a una intensidad moderada, la realización de repeticiones a una velocidad más elevada aumenta considerablemente la fuerza neta, por otra parte se estimula el reclutamiento de unidades motoras de alto umbral, compuestas por fibras musculares de tipo II.⁵⁴

La evidencia asegura que promover una mayor velocidad de movimiento y potencia se traduce en mejoras funcionales.⁵⁵ Esto puede explicarse debido a que la capacidad de realizar AVD depende más de la capacidad de aplicar la fuerza rápidamente que de la capacidad de ejercer la fuerza máxima.⁵⁶ Para el desarrollo de esta cualidad se recomienda la utilización de ejercicios a altas velocidades en movimientos concéntricos (lanzamientos, movimientos poliarticulares) con intensidades del 40% al 60 % de 1 RM. Siguiendo esta metodología Radaelli R y cols comprobaron una mejora significativa de la fuerza dinámica e isométrica, el impulso contráctil y el rendimiento funcional en mujeres ancianas.⁵⁷ Asimismo, se propone que toda programación de entrenamiento de la fuerza debe contar con ejercicios de entrenamiento funcional (multiarticulares, complejos, dinámicos) con patrones de movimiento similares a los que la persona realiza cotidianamente para desarrollar las AVD.⁵⁸

Otro argumento que respalda la utilización del entrenamiento de la fuerza a velocidades elevadas es el hecho de que la RFD (rate of force development) que se refiere a la habilidad del sistema neuromuscular de aumentar la fuerza de contracción de la forma más rápida posible cuando un músculo es activado, disminuye en mayor magnitud que la fuerza máxima en adultos mayores. Se ha

demostrado que esta tasa de desarrollo de la fuerza es de gran importancia para mantener la funcionalidad y evitar el riesgo de caídas.^{59, 60}

Por último, Fragala y cols (2019) presentan un trabajo que expresa una postura muy favorable en relación con el entrenamiento de la fuerza para la salud de los adultos mayores. En esta declaración se afirma que “el uso de los músculos en forma de entrenamiento de ejercicios de fuerza ha demostrado ser un medio factible y eficaz para contrarrestar la debilidad muscular y la fragilidad física, atenuar la infiltración adiposa intramuscular relacionada con la edad, mejorar el rendimiento físico, aumentar el área de la fibra muscular, mejorar la calidad del músculo, la densidad ósea, la salud metabólica y la sensibilidad a la insulina, la gestión de las enfermedades crónicas, la calidad de vida, bienestar psicológico, prolongación de la vida independiente, la reducción del riesgo de caídas y fracturas en los adultos mayores. Además, el ejercicio de fuerza puede mejorar la capacidad metabólica del músculo esquelético al mejorar la homeostasis de la glucosa, evitando la acumulación intramuscular de lípidos, aumentando la capacidad enzimática oxidativa y glucolítica, mejorando la captación de aminoácidos y la síntesis de proteínas, y cambiando el entorno anabólico/catabólico hacia el anabolismo”.⁶¹

VIII.2. Efectividad del entrenamiento de la fuerza en pacientes adultos mayores con sarcopenia.

Wu y cols (2021), presentan un trabajo que contiene 19 ensayos controlados aleatorios y 3 ensayos clínicos controlados publicados desde enero de 1990 hasta julio de 2019. El número participantes en cada estudio varió de 15 a 80, y el IMC medio varió de 18,85 a 32,50 kg/m²; un total de 1041 adultos mayores diagnosticados con sarcopenia participaron en los estudios. La edad media de los participantes osciló entre 60,51 y 85,90 años, y el 80,75 % de los participantes eran mujeres. Además, todas las publicaciones incluidas evaluaron la masa muscular, la fuerza muscular (fuerza de agarre) y el tiempo de sentarse y pararse 5 veces una silla o rendimiento físico (velocidad de marcha y la prueba TUG al inicio y después de la intervención de ejercicio. En relación con los protocolos de entrenamiento, si bien existió bastante heterogeneidad entre ellos, todos tuvieron

como eje central el entrenamiento de la fuerza (diferentes medios y metodologías), aunque en algunos casos se combinaron entrenamiento de la fuerza y ejercicio aeróbico.⁶²

VIII.2.a. El efecto sobre la masa muscular

Wu y cols (2021) analizaron el efecto del entrenamiento de la fuerza sobre la cantidad de masa muscular en adultos mayores con sarcopenia, para eso evaluación la ASM y ASM/altura² (masa muscular apendicular) antes y después de la aplicación de un programa de entrenamiento. El valor del cambio en el tamaño del efecto general en la evaluación general indicó que no se mostró ningún efecto significativo del ejercicio sobre la cantidad de masa muscular: ASM (SMD 0,15, IC del 95 %: -0,05 a 0,36, P = 0,15, I² = 34 %) o ASM/altura² (DME 0,21, IC del 95 %: -0,05 a 0,48, P = 0,12, I² = 66 %).

VIII.2.b. El efecto sobre la fuerza muscular.

Por otra parte Wu et al (2021) seleccionaron la fuerza de prensión y el tiempo levantarse cinco veces de la silla para evaluar la eficacia de los programas de ejercicios sobre la fuerza muscular en adultos mayores con sarcopenia. El valor del cambio en el tamaño del efecto global en la evaluación general indicó que la eficacia del ejercicio fue estadísticamente significativa para la fuerza de prensión (DME 0,57, IC del 95 %: 0,42 a 0,73, P < 0,00001, I² = 84 %) y pararse desde una silla 5 veces por tiempo (DME -0,56, IC del 95 %: -0,85 a -0,28, P < 0,0001, I² = 21 %).

VIII.2.c. El efecto sobre el rendimiento físico.

Por último, Wu y cols. (2021), seleccionaron el test de velocidad de la marcha y la prueba TUG para evaluar la eficacia del programa de ejercicios sobre el rendimiento físico en adultos mayores con sarcopenia. El valor del cambio en el tamaño del efecto global en la evaluación general indicó que la eficacia del ejercicio fue estadísticamente significativa para la velocidad de la marcha (SMD 0,44, IC del 95 %: 0,26 a 0,61, P < 0,00001, I² = 67 %) y la prueba TUG (DME -

0,97, IC del 95 %: -1,22 a -0,72, $P < 0,00001$, $I^2 = 91\%$).

VIII.3. Entrenamiento de la fuerza como agente de prevención.

Si bien un gran número de los estudios, algunos de ellos expuestos anteriormente (46, 47, 48, 49) han demostrado los beneficios del entrenamiento de la fuerza en adultos mayores en periodos de tiempo relativamente cortos (6 a 24 semanas), es interesante entender cómo influye el entrenamiento de esta capacidad a largo plazo y si es aconsejable utilizarla como agente de prevención de la sarcopenia. Para esto algunas publicaciones han utilizado a atletas de alto nivel que envejecen como modelo para investigar los efectos del entrenamiento de la fuerza en la función y morfología muscular a lo largo de la vida. Unhjem R y cols (2016) han informado de que los atletas masters que compiten en halterofilia tienen mayor fuerza, potencia, la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD), volumen muscular y área de sección transversal (CSA) de las fibras de tipo II en comparación con los controles no entrenados. Este mismo estudio concluyó que dichos atletas presentan una mayor activación voluntaria en comparación con adultos mayores recreativamente activos y presentaban valores similares a los de los adultos más jóvenes.⁶³ También se observó que los atletas entrenados crónicamente en fuerza demostraron reducciones similares de la fuerza y la potencia en comparación con sujetos no entrenados. No obstante, los valores de fuerza en relación con la edad biológica son significativamente diferentes para ambos grupos: los levantadores de pesas de 85 años demostraron una potencia similar a la de los controles de 65 años, lo que sugiere una ventaja de aproximadamente 20 años con el entrenamiento de fuerza crónico.⁶⁴

Además, los adultos mayores entrenados en fuerza (promedio de edad 68 años) han demostrado tener características musculares (pares isométricos máximos, velocidad de movimientos, CSA, tensiones específicas, y un contenido de isoformas de miosina y tropomiosina) similares a las de los adultos 40 años más jóvenes.⁶⁵ Esto expone el gran beneficio obtenido en la calidad muscular.

El meta-análisis de Peterson et al. (49 estudios, 1328 participantes) informó de un efecto positivo del entrenamiento fuerza sobre la masa corporal magra en

ancianos. No obstante, el aumento de la masa muscular fue menor en los individuos de mayor edad, en consonancia con estos resultados Csapo et al. Informaron que el potencial hipertrófico del músculo esquelético se reduce a mayor edad (esto podría estar asociado a los cambios propios del envejecimiento mencionados a lo largo de este trabajo). Por lo tanto los autores concluyen que el entrenamiento de la fuerza tiene una eficacia superior cuando se introduce en las primeras etapas de la vida.

VIII.4. Seguridad y recomendaciones para el entrenamiento de la fuerza en adultos mayores.

En la actualidad, contamos con evidencia científica que indica que el entrenamiento de la fuerza es seguro para los adultos mayores sanos, con fragilidad y/o individuos con ciertas enfermedades.^{66, 67} Aunque, es innegable que para mantener dicha seguridad se requiere un diseño adecuado del programa y determinadas consideraciones especiales asociadas a la condición específica de las personas.

Las contraindicaciones relativas (se debe consultar a un médico antes de participar) incluyen factores de riesgo importantes de cardiopatía coronaria, diabetes en cualquier edad, hipertensión no controlada (presión arterial sistólica 160 mm Hg y/o presión arterial diastólica >100 mm Hg), baja capacidad funcional, limitaciones musculoesqueléticas, y personas que tienen implantados marcapasos o desfibriladores.

En lo que respecta a pacientes hipertensos es necesario tener en cuenta que el entrenamiento de la fuerza induce a elevaciones agudas de la TA. Además es recomendable trabajar lejos de fallo muscular ya que este provocará un marcado aumento de la presión sanguínea, la frecuencia cardíaca y el gasto cardíaco.

También hay que tener en cuenta el dolor articular o la inestabilidad de las articulaciones debido a la osteoartritis (OA) u otras causas.

Cuando existen contraindicaciones relativas, es indispensable que el profesional a cargo las considere para adaptar las sesiones de entrenamiento (métodos, medios, tipo de ejercicio, dosificación) en búsqueda de obtener los beneficios de esta actividad sin perjudicar la salud integral del individuo.

Las contraindicaciones absolutas incluyen la cardiopatía coronaria inestable, la insuficiencia cardíaca descompensada, las arritmias no controladas, la hipertensión pulmonar grave (presión arterial pulmonar media arterial pulmonar media de 0,55 mm Hg), estenosis aórtica grave y sintomática, miocarditis, endocarditis o pericarditis agudas, hipertensión no controlada (.180/110 mm Hg), disección aórtica.^{68,69}

IX. Conclusiones.

La masa muscular disminuye un 1% -2 % de forma anual después de los 50 años, asimismo los niveles de fuerza se reducen un 3% a partir de los 60 años, esta situación afecta a la funcionalidad de los adultos mayores, aumenta las comorbilidades y disminuye la independencia.¹⁰

La sarcopenia debe diagnosticarse a partir del criterio propuesto por el consenso europeo, en el que se contemplan la fuerza muscular, la cantidad y calidad de la masa muscular y el rendimiento físico. Se calcula que alrededor de un 10% de los adultos mayores de 60 años tiene sarcopenia, aunque esta cifra aumenta a mayor edad. Además se estima que en las próximas décadas estos valores seguirán creciendo, debido al aumento de la expectativa de vida y en consecuencia el crecimiento de la población de ancianos.

Existen pruebas de alta calidad que confirman un efecto positivo y significativo de la aplicación de un programa de entrenamiento de la fuerza sobre la masa muscular, la fuerza y el rendimiento en adultos mayores, incluso en ancianos mayores de 90 años. En cuanto a los protocolos de entrenamiento se observan mayores ganancias de fuerza a intensidades más elevadas, aunque esto se puede suplir ajustando otras variables del entrenamiento, como el aumento del volumen.

Por lo tanto, un parámetro de dosificación óptimo es 2-3 series de 6-12 repeticiones al 50-85% de 1RM por grupo muscular (sin llegar al fallo) para promover mayores ganancias de fuerza máxima y tamaño muscular. Además, se recomienda una frecuencia de 2 a 3 sesiones por semana para alcanzar beneficios significativos.

Por otra parte, se propone que los planes de entrenamiento deben incluir ejercicios de fuerza explosiva, es decir, manifestar la fuerza a altas velocidades (en la fase concéntrica del ejercicio), la realización de repeticiones a una velocidad más rápida aumenta considerablemente la fuerza neta y se estimula el reclutamiento de unidades motoras de alto umbral, compuestas por fibras musculares de tipo II . Este tipo de manifestación de la fuerza (RDF) es la que más se pierde con el paso del tiempo y es fundamental su desarrollo para mantener la funcionalidad y evitar el riesgo de caídas. La programación de esta capacidad debe contar también con la selección ejercicios poliarticulares, dinámicos, que involucren grandes grupos musculares utilizando intensidades relativamente bajas (40 al 60 %). Además, se propone que dentro de las sesiones de fuerza deben incorporarse ejercicios de entrenamiento funcional con patrones de movimiento similares a los que la persona realiza cotidianamente para desarrollar las AVD.

Se observó que los pacientes ancianos diagnosticados con sarcopenia que realizan un programa de EF registran aumentos significativos en la fuerza muscular y los test de rendimiento, aunque no se observan cambios significativos en la masa muscular (esto puede deberse a la merma del potencial hipertrófico). No obstante, deben deberían realizarse mayor cantidad de estudios al respecto, con protocolos de entrenamiento bien definidos y muestras más homogéneas para establecer conclusiones al respecto.

Por último, considero que es muy importante destacar que el entrenamiento de la fuerza realizado de forma individualizada y sistemática es sumamente seguro y adaptable a todas las condiciones y grupos etarios, cuando dicha programación está a cargo de un profesional idóneo. Asimismo se demostró que un programa de entrenamiento de la fuerza tiene una mayor eficacia cuando se introduce en las primeras etapas de la vida y por ende es un gran método para prevenir la sarcopenia y otras enfermedades asociadas. En tal sentido, es fundamental concientizar a las autoridades, los profesionales del ámbito de la salud y a la población en general acerca de los beneficios que se obtienen al realizar este tipo de ejercicio y proyectar en un futuro promover su práctica creando espacios con asesoramiento profesional para nuestros adultos mayores y en consecuencia contribuir en el desafío de conseguir un envejecimiento activo y saludable.

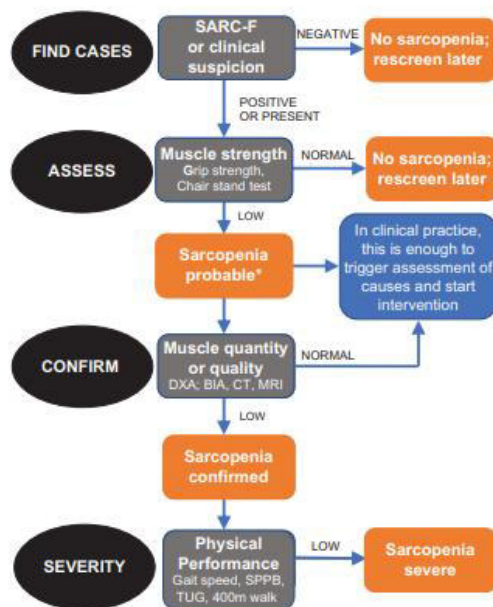
X. Anexo.

Tabla 1. Escala Sarc-f.

Escala SARC-F versión en español – México		
Ítem	Preguntas	Puntaje
1. Fuerza	¿Qué tanta dificultad tiene para llevar o cargar 4.5 kilogramos?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha o incapaz = 2
2. Asistencia para caminar	¿Qué tanta dificultad tiene para cruzar caminando por un cuarto?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha, usando auxiliares o incapaz = 2
3. Levantarse de una silla	¿Qué tanta dificultad tiene para levantarse de una silla o cama?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha o incapaz, sin ayuda = 2
4. Subir escaleras	¿Qué tanta dificultad tiene para subir 10 escalones?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha o incapaz = 2
5. Caídas	¿Cuántas veces se ha caído en el último año?	Ninguna = 0 1 a 3 caídas = 1 4 o más caídas = 2

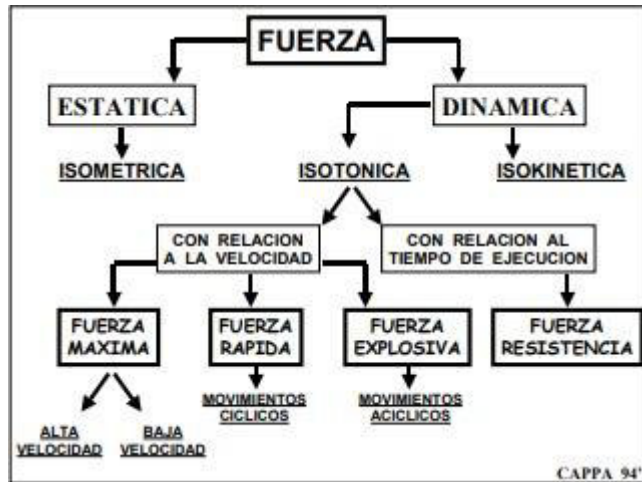
Adaptation and Validation of the Spanish-Language Version of the SARC-F. Journal of the American Medical Directors Association (2016).

Figura 2. Algoritmo para la detección de casos de pacientes con sarcopenia.



Sarcopenia: consenso europeo sobre definición y diagnóstico. Oxford University (2019).

Figura 3. Tipos de contracción muscular y las diferentes manifestaciones de fuerza.



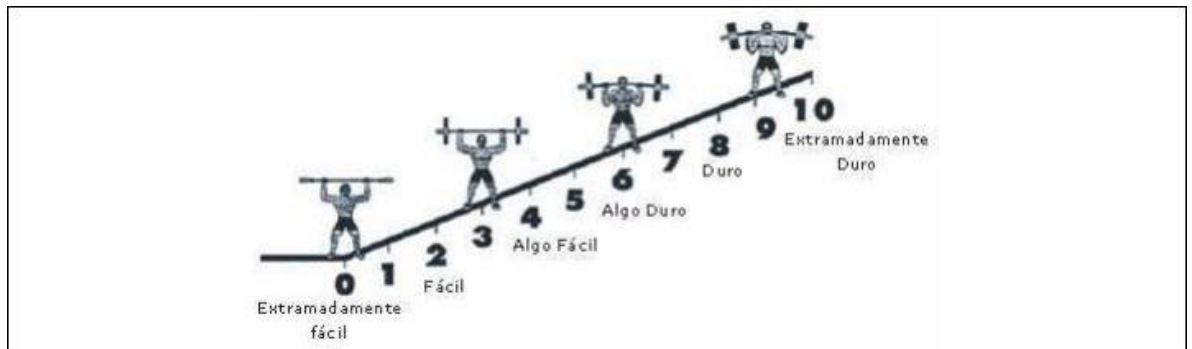
Cappa D. entrenamiento de la potencia muscular. 1st ed. Mendoza Argentina: Grupo Sobrentrenamiento; 2000.

Tabla 4. Variables a considerar para la selección de los ejercicios.

Denominación común del ejercicio	Región Corporal	Tipo de ejercicio	Acción motora	Implicación articular	Núcleo articular principal	Plano de movimiento y movimiento articular	Posición corporal	Demandas de estabilización
Press banca horizontal en banco	Hemisferio superior	Simple	Empuje	Global	Hombro	Transversal (aducción horizontal)	Decúbito supino	AEEP
Cruce de poleas de pie	Hemisferio superior	Simple	Empuje	Analítico	Hombro	Transversal (aducción horizontal)	Bipedestación bipodal	ADEIA

Paradigma para la Selección de los Ejercicios de Fuerza en Programas de Acondicionamiento Físico para la Salud. Grupo sobrentrenamiento (2014)

Figura 5. Índice de esfuerzo percibido



Robertson R, Goss F, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J et al. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise (2003).

Tabla 6. Relación rpe y rir.

Rating	Description of perceived exertion
10	Maximum effort
9	1 repetition remaining
8	2 repetitions remaining
7	3 repetitions remaining
5-6	4-6 repetitions remaining
3-4	Light effort
1-2	Little to no effort

Eric R. Helms, Zourdos (2016). Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training

Tabla 7. Zonas de entrenamiento de la fuerza y sus variables de programación.

Tipo de fuerza	% de 1MR	% PM o PP con el peso utilizado	Rep o duración de la Sr.	Serie por grupo. Muscular**	Pausas o macropausas entre Sr.	Micropausas dentro de la serie	RPE*	Adaptaciones Orgánicas principales
Fuerza Máxima	>80-100% >100% (Forzadas)	90-100% No hay capacidad de controlar la velocidad	1 a 6 3" a 30" Según el ejercicio	1 a 8 máximo 9	3 - 5 - 7 min Mac + de 5 a 15 min	1"-2" entre cada rep. 5"-30" entre grupos de rep	8 - 10	Hip FTF 2ª ↑ reclut. UM
Resistencia de fuerza máxima	>80-100% >100% (Forzadas)	80%± 10%	2 a 8 5" a 60" según el ejercicio	6 a 9- máximo 12	3 - 5 - 7 min Mac + de 5 a 15 min	1"-2" entre cada rep. 5"-20" entre grupos de rep	8 - 10	Hip. FTF2a ↑ Reclut. UM
Resistencia de fuerza pesos altos corta duración	70- 80%	80%± 5% Al Fallo muscular sin limite de P	6 a 12 30" a 60" según el ejercicio	6 a 8, máximo 12	1-3 a 5 min Mac + de 5 min	5"-15" entre grupos de rep	6 - 10	Hip. gral Prevalente de F2a Mutación F2b hacia F2a
Resistencia de fuerza pesos medios media duración	60 al 70%	70%±10* Al Fallo muscular sin limite w	7 a 15 25" a 90" según el ejercicio	6 a 8 máximo 12	1- 2 a 5 min Mac + de 5 min	1"-2" entre cada rep 5"-10" entre grupos de rep	4 a 6	Hip gral Prevalerte de F2a Coord. AA Exp Cel y Cap.
Resistencia de fuerza pesos bajos larga duración	30 al 55- 60%	70%±10* Al fallo muscular sin limite P	+ 12 R 30"- 60" + 60"	3 a 8 o 9	1-2 a 5 min	1"-2" entre cada rep 5"-30" entre grupos de rep	2 a 3	Hip gral Prevalerte de F2ac- 2c - Fts Coord. AA Exp Cel, y Cap.
Fuerza-Rápida Explosiva Potencia	20-55% +55-75- 80%	+ 98% ±2 tolerancia 94%	1 a 5 R 1" a 6"	3 a 6 según capacidad para mantener la intensidad	2-3 a 5 min Mac + de 5 min	1"-10" entre cada rep. 5"-30" entre grupos de rep.	2 -3 4 a 5	C. Interm aumento activación neural y velocidad de desarrollo de fuerza Hip F2 b y FAb Hip F2b ab
Resistencia de Fuerza-Rápida Explosiva Potencia	Exp:25-50% Pot:+55- 75%	+ 92%	5 a 10 R 10" a 20" Biofeed	3 a 8 o 9 según capacidad para mantener intensidad	1-2 a 5 m Mac + de 5 min	1"- 5" entre cada rep 5"-30" entre grupos de rep	2/3-5 5 a 7	C. Interm. Mantenimiento de la activación neural y velocidad de desarrollo de fuerza

Naclerio Ayllón F. Entrenamiento de la fuerza contra resistencias: cómo determinar las zonas de entrenamiento. Journal of Human Sport and Exercise (2007).

Tabla 8. Dosis recomendadas y posibles enfoques organizativos para el entrenamiento de la fuerza en personas mayores.

<i>Objetivos</i>	<i>Posibles efectos del entrenamiento</i>	<i>Dosis</i>	<i>Posibles enfoques organizativos</i>
Aumento de la fuerza muscular	Incremento de la masa muscular	8-12 repeticiones por grupo muscular de un 70-85% de una repetición máxima, 3 sets; 2-3 unidades de entrenamiento por semana, por lo menos 8 a 12 semanas.	Ejercicios en estudio, gimnasio, programa en el hogar, inicialmente bajo la instrucción, luego de forma independiente.
	Entrenamiento de la coordinación intramuscular	Hasta 8 repeticiones por grupo muscular con intensidades de más del 80% de una repetición máxima, 3-5 series, 3 unidades de entrenamiento por semana, varias semanas.	Ejercicio en estudio, gimnasio, programa en el hogar, bajo instrucción.
	Entrenamiento de la coordinación intermuscular	Varias repeticiones, mas unidades de entrenamiento diario, de alta velocidad de movimiento, entre otros.	Entrenamiento sobre superficies irregulares, con o sin pesos adicionales; bajo instrucción, luego de forma independiente.
Reducción de la sarcopenia	Incremento de la masa muscular	8-12 repeticiones por grupo muscular de un 60-80% de una repetición máxima, 3 series, 3 unidades de entrenamiento por semana, por lo menos 8-12 semanas	Ejercicios en estudio, gimnasio, programa en el hogar, inicialmente bajo la instrucción, luego de forma independiente.
Adaptación a tendones y huesos	Aumento de la síntesis neta de colágeno, reducción en la pérdida de densidad ósea	Intensidades medias a elevadas (> 60-80% de una repetición máxima, > peso corporal), varias unidades de entrenamiento por semana, semanas o meses.	Ejercicio en estudio, gimnasio, bajo instrucción.
Prevención de caídas y lesiones	Optimizar el control postural, la formación de la coordinación intermuscular	Varias repeticiones, mas unidades de entrenamiento diario, de alta velocidad de movimiento.	Entrenamiento sobre superficies irregulares, con o sin pesos adicionales; bajo instrucción, luego de forma independiente.
	Entrenamiento de la coordinación intramuscular	Hasta 8 repeticiones por grupo muscular en las intensidades de más de 80% de una repetición máxima; 3-5 series; 3 unidades de entrenamiento por semana; varias semanas.	Ejercicio en estudio, gimnasio, programa en el hogar, bajo instrucción.

Mayer F, Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, Cassel M, Müller S, Scharhag J. The Intensity and Effects of Strength Training in the Elderly (2011).

Tabla 9. Dosificación y planificación del entrenamiento de la fuerza en adultos mayores.

Variable del Programa	Recomendación†	Detalles
Series	1-3 series por ejercicio por grupo muscular	1 serie para principiantes y adultos mayores con fragilidad que progrese a múltiples series (2-3) por ejercicio.
Repeticiones	8-12 o 10-15	Realizar de 6 a 12 repeticiones con variación de fuerza muscular para adultos mayores sanos.
Intensidad	70-85% de 1RM	Realizar de 10 a 15 repeticiones con una resistencia relativa menor para los principiantes. Se recomiendan cargas más ligeras para principiantes o personas con fragilidad, o consideraciones especiales como enfermedades cardiovasculares y osteoporosis. Los ejercicios deben realizarse en un rango de repeticiones que evite llegar al fallo para reducir el estrés articular.
Selección del ejercicio	8-10 ejercicios diferentes	Incluir los grupos musculares principales a través de movimientos multiarticulares (por ejemplo, press de pecho, press de hombros, extensión de tríceps, curl de bíceps, pull-down, remo, extensión lumbar, abdominales crunch/curl up, extensión de cuádriceps o prensa de piernas, curl de piernas y elevación de gemelos).
Modalidad	Ejercicios con máquinas o con pesos libres	Los principiantes, los adultos mayores frágiles o aquellos con limitaciones funcionales se benefician del entrenamiento de fuerza con máquinas (equipo selectorizado o de resistencia neumática), del entrenamiento con bandas elásticas y del entrenamiento isométrico. Los adultos mayores funcionales obtienen un beneficio adicional del entrenamiento de fuerza con pesos libres (por ejemplo, pesas, mancuernas, kettlebells y pelotas medicinales).
Frecuencia	2-3 días por semana por grupo muscular	Realizar de 2 a 3 días no consecutivos por semana, por grupo muscular, puede permitir una adaptación, mejora o mantenimiento favorables.
Entrenamiento explosivo/de potencia	40-60% de 1RM	Incluir ejercicios de potencia/explosivos en los que se realizan movimientos de alta velocidad durante la fase concéntrica a intensidades moderadas (es decir, 40-60% de 1RM) para promover potencia, fuerza, tamaño muscular y tareas funcionales.
Movimientos funcionales	Ejercicios para imitar las tareas de la vida diaria	Los adultos mayores sanos y funcionales se benefician de la inclusión de movimientos multibarticulares, complejos y dinámicos, con variaciones en la base de apoyo o en la posición del cuerpo.

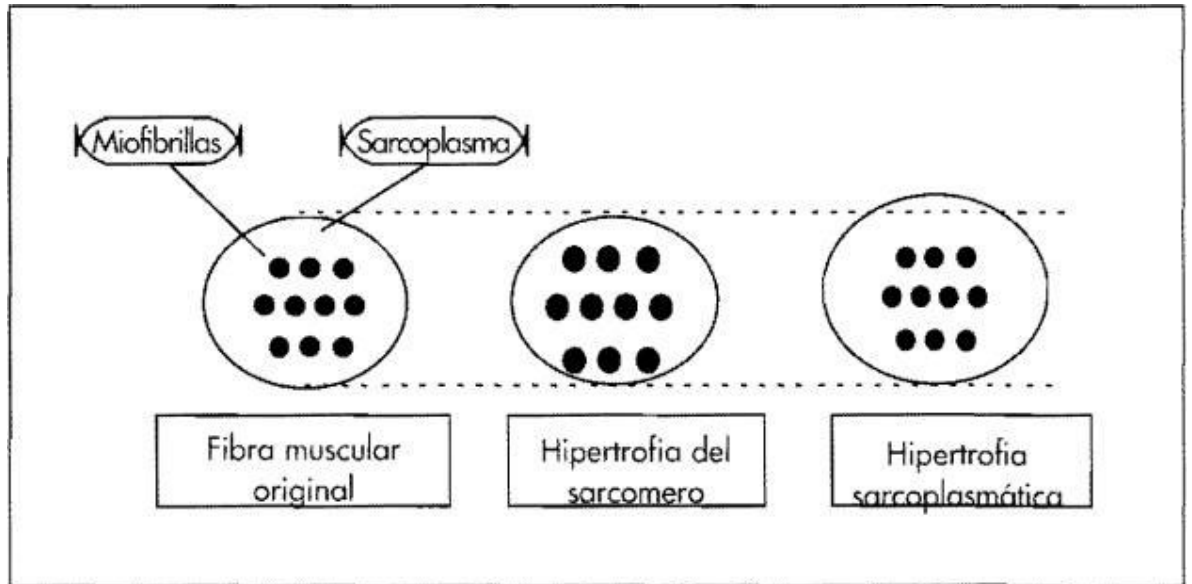
Fragala M, Cadore E, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer W, Peterson M et al. Resistance Training for Older Adults. Journal of Strength and Conditioning Research (2019).

Tabla 10. Recomendaciones para adultos mayores con fragilidad.

Variables	Recomendación
Entrenamiento de Fuerza	Realizar 2-3 veces por semana con 3 series de 8-12 repeticiones a una intensidad que comienza en 20-30% de 1RM y progresa a 80% de 1RM.
Potencia	Incluir ejercicios de potencia realizados a alta velocidad de movimiento y de intensidad baja a moderada (es decir, 30-60% de 1RM) para inducir mejoras notables en el rendimiento de la tarea funcional.
Entrenamiento Funcional	Incluir ejercicios en los que se simulen las actividades diarias, como el ejercicio de sentarse y ponerse de pie para optimizar la capacidad funcional.
Entrenamiento de Resistencia	Complementar las adaptaciones del entrenamiento de fuerza. Comenzar una vez que la fuerza y el equilibrio hayan mejorado. Se puede incluir caminar con cambios de ritmo, inclinación y dirección, caminar en la treadmill, subir steps, subir escaleras y andar en bicicleta fija. Comenzar en 5-10 minutos y progresar a 15-30 minutos. El Índice de Esfuerzo Percibido es un método alternativo para prescribir la intensidad del ejercicio, y una intensidad de 12-14 en la escala Borg parece ser bien tolerada.
Entrenamiento de Equilibrio	Incluir varios estímulos de ejercicio, como caminar en línea, tandem foot standing, estar de pie sobre una pierna, caminar talón-planta-punta, practicar los pasos y transferir el peso de una pierna a la otra.
Progresión	Incluir aumentos graduales en el volumen, la intensidad y la complejidad de los ejercicios.

Fragala M, Cadore E, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer W, Peterson M et al. Resistance Training for Older Adults. Journal of Strength and Conditioning Research (2019),

Figura 11. Tipos de hipertrofia muscular.



Cappa D. entrenamiento de la potencia muscular. 1st ed. Mendoza Argentina: Grupo Sobrentrenamiento; 2000.

XI. Referencias bibliográficas.

1. Berrío Valencia M. Envejecimiento de la población: un reto para la salud pública. *Revista Colombiana de Anestesiología* [Internet]. 2021 [cited 13 May 2021]; 40(3):192-194. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120334712000111?via%3Dihub>
2. Reyes Torres D, Castillo Herrera I D. El envejecimiento humano activo y saludable, un reto para el anciano, la familia, la sociedad. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas* [Internet]. 2011 [cited 8 May 2021]; 30(3):354-359. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002011000300006
3. Mata-Ordóñez F, Chulvi-Medrano I, Heredia-Elvar J, Moral-González S, Marcos Becerro J, Da Silva-Grigolletto m. sarcopenia and resistance training: actual evidence. *Journal of Sport and Health Research* [Internet]. 2013 [cited 3 May 2021];5(1):7-24. Available from: <https://es.scribd.com/document/437290213/Entretanamiento-de-la-fuerza-y-sarcopenia-Evidencias-actuales-pdf>.
4. Cruz-Jentoft A, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing* [Internet]. 2019 [cited 15 October 2021]; 48(4):601-601. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6322506/>
5. Kim T, Choi K. Sarcopenia: Definition, Epidemiology, and Pathophysiology. *Journal of Bone Metabolism* [Internet]. 2013 [cited 16 June 2021]; 20(1):1-10. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3780834/>
6. Serra Rexach J. Consecuencias clínicas de la sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria* [Internet]. 2006 [cited 6 June 2021]; 21(3):46-50. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s3/art06.pdf>

7. Nemerovsky J. Artículo de Revisión. Revista Argentina de Gerontología y Geriatria. 2016;(1):28-33.
8. Padilla Colón C, Sánchez Collado P, Cuevas M. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. Nutrición Hospitalaria [Internet]. 2014 [cited 13 June 2021]; 29(5):979-988. Available from:
https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S021216112014000500004&script=sci_arttext&tIng=en.
9. Cruz- Jenfront a, Baeyens j, Bauer j, Boirie y. Sarcopenia: consenso europeo sobre definición y diagnóstico. Oxford University Press en nombre de la Sociedad Británica de Geriatria [Internet]. 2010 [citado el 25 de noviembre de 2021];
4. Disponible en:
<https://academic.oup.com/ageing/article/39/4/412/8732?login=true>.
10. Von Haehling S, Morley J, Anker S. An overview of sarcopenia: facts and numbers on prevalence and clinical impact. Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle [Internet]. 2010 [cited 17 October 2021]; 1(2):129-133. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13539-010-0014-2>.
11. Patel H, Syddall H, Jameson K, Robinson S, Denison H, Roberts H et al. Using the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) definition to estimate the prevalence of sarcopenia in community dwelling older people in the uk: Findings from the Hertfordshire Cohort Study (HCS). European Geriatric Medicine [Internet]. 2013 [cited 27 November 2021];4:S76. Available from:<https://academic.oup.com/ageing/article/42/3/378/24497?login=false>.
12. Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, Ahadi Z, Larijani B, Heshmat R. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta- analysis of general population studies. Journal of Diabetes & Metabolic Disorders [Internet]. 2017 [cited 8 October 2021]; 16(1). Available from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40200-017-0302-x>

13. Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe D, Harris T. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporosis International* [Internet]. 2009 [cited 18 December 2021]; 21(4):543-559. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00198-009-1059-y>
14. Lynch G, Schertzer J, Ryall J. Therapeutic approaches for muscle wasting disorders. *Pharmacology & Therapeutics* [Internet]. 2007 [cited 18 November 2021]; 113(3):461-487. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0163725806001902>.
15. Nemerovsky J. Sarcopenia. *revista argentina de gerontología y geriatría* [Internet]. 2022 [citado el 13 de octubre de 2021]; anuario 2016: 28-33. Disponible en: <https://docplayer.es/51024696-Sarcopenia-articulo-de-revision-definicion-cambios-fisiologicos-del-musculo-asociados-a-la-edad-dr-julio-nemerovsky.html>.
16. Edström E, Altun M, Bergman E, Johnson H, Kullberg S, Ramírez-León V et al. Factores que contribuyen al deterioro neuromuscular y la sarcopenia durante el envejecimiento. *Fisiología y Comportamiento* [Internet]. 2007 [citado el 7 de noviembre de 2021]; 92(1-2):129-135. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17585972/>.
17. Mastaglia S, Mautalen c. sarcopenia: enfoque clínico. *Actualizaciones en Osteología* [Internet]. 2014 [citado el 10 de octubre de 2021]; 10(2):137. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/18671>.
18. Turner C, Robling A. Mecanismos por los cuales el ejercicio mejora la fuerza ósea. *Revista de Hueso y Metabolismo Mineral* [Internet]. 2005 [citado el 8 de noviembre de 2021]; 23(S1):16-22. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF03026318>.
19. Perrini S, Laviola L, Carreira M, Cignarelli A, Natalicchio A, Giorgino F. The GH/IGF1 axis and signaling pathways in the muscle and bone: mechanisms underlying age-related skeletal muscle wasting and osteoporosis. *Journal of Endocrinology* [Internet]. 2010 [cited 3 November 2021];205(3):201-210. Available from:

https://www.researchgate.net/profile/FrancescoGiorgino/publication/41669125_The_GHIGF1_axis_and_signaling_pathways_in_the_muscle_and_bone_Mechanisms_underlying_agerelated_skeletal_muscle_wasting_and_osteoporosis/links/5690215508aec14fa557de5b/The-GH-IGF1-axis-and-signaling-pathways-in-the-muscle-and-bone-Mechanisms-underlying-age-related-skeletal-muscle-wasting-and-osteoporosis.pdf.

20. Parra-Rodriguez L, Szlejf C, García-González A, Malmstrom T, Cruz-Arenas E, Rosas-Carrasco O. Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Spanish-Language Version of the SARC-F to Assess Sarcopenia in Mexican Community-Dwelling Older Adults. *Journal of the American Medical Directors Association* [Internet]. 2016 [cited 12 November 2021]; 17(12):1142-1146. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1525861016304236>.
21. Dodds R, Syddall H, Cooper R, Benzeval M, Deary I, Dennison E et al. O4.17: Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies. *European Geriatric Medicine* [Internet]. 2014 [cited 19 December 2021]; 5:S77-S78. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0113637>.
22. Dodds R, Syddall H, Cooper R, Kuh D, Cooper C, Sayer A. Global variation in grip strength: a systematic review and meta-analysis of normative data. *Age and Ageing* [Internet]. 2016 [cited 10 November 2021];45(2):209-216. Available from: <https://academic.oup.com/ageing/article/45/2/209/2195303?login=false>.
23. Tosato M, Marzetti E, Cesari M, Saveria G, Miller R, Bernabei R et al. Measurement of muscle mass in sarcopenia: from imaging to biochemical markers. *Aging Clinical and Experimental Research* [Internet]. 2017 [cited 12 October 2021]; 29(1):19-27. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28176249/>.

24. Cesari M, Kritchevsky S, Newman A, Simonsick E, Harris T, Penninx B et al. Added Value of Physical Performance Measures in Predicting Adverse Health-Related Events: Results from the Health, Aging and Body Composition Study. *Journal of the American Geriatrics Society* [Internet]. 2009 [cited 13 October 2021];57(2):251-259. Available from: <http://Added Value of Physical Performance Measures in Predicting Adverse Health-Related Events: Results from the Health, Aging and Body Composition Study>.
25. Serra Rexach J. Consecuencias clínicas de la sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria* [Internet]. 2006 [cited 10 November 2021]; 21(3):46-50. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s3/art06.pdf>.
26. Whipple R, Wolfson L, Amerman P. The Relationship of Knee and Ankle Weakness to Falls in Nursing Home Residents: An Isokinetic Study. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1987; 35(1):13-20.
27. Leon H, Melo C, Ramirez J. role of the myokines production through the exercise. *Journal of Sport and Health Research* [Internet]. 2012 [cited 13 November 2021]; 4(2):157-166. Available from: http://www.journalshr.com/papers/Vol%204_N%202/full.pdf#page=61
28. Santilli V. Clinical definition of sarcopenia. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism* [Internet]. 2014 [cited 11 December 2021]. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Marco-Paoloni/publication/270659510_Clinical_definition_of_sarcopenia/links/56fa532208ae81582bf4bfb0/Clinical-definition-of-sarcopenia.pdf.
29. Johnston A, De Lisio M, Parise G. Resistance training, sarcopenia, and the mitochondrial theory of aging. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* [Internet]. 2008 [cited 18 November 2021]; 33(1):191-199. Available from: <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/H07-141@apnm-vs.2015.01.issue-02>.
30. Verkhoshansky Y. Superentrenamiento. 1st ed. Editorial Paidotribo; 2011.

31. Galicia Reyes A. Conceptos básicos sobre la fuerza muscular. EFdeportescom revista digital [Internet]. 2014 [cited 27 October 2021];18(190):1-4. Available from: <https://www.efdeportes.com/efd190/conceptos-basicos-sobre-la-fuerza-muscular.htm>.
32. Manno R. El entrenamiento de la fuerza: bases teóricas y prácticas. 1st ed. Barcelona: 1999; 2022.
33. Mellia Herrera F. Fuerza Muscular - Potencia Muscular Capacitaciones E.I.R.L [Internet]. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). 2013 [cited 4 December 2021]. Available from: <https://g-se.com/fuerza-muscular-bp-657cfb26d5ce2b>.
34. Knuttgen H, Kraemer W. Terminology and Measurement in Exercise Performance. Journal of Strength and Conditioning Research [Internet]. 1987 [cited 26 November 2021]; 1(1):1-10. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Howard-Knuttgen/publication/246525930_Physical_working_capacity_and_physical_performance/links/610bf47a1ca20f6f86036f29/Physical-working-capacity-and-physical-performance.pdf
35. Hill A. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. Proceedings of the Royal Society of London Series B - Biological Sciences [Internet]. 1938 [cited 15 November 2021]; 126(843):136-195. Available from: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.1938.0050>
36. Cappa D. entrenamiento de la potencia muscular. 1st ed. Mendoza Argentina: Grupo Sobrentrenamiento; 2000.
37. Naclerio F. Variables a Considerar para Programar y Controlar las Sesiones de Entrenamiento de Fuerza [Internet]. <https://g-se.com/>. 2008 [cited 9 December 2021]. Available from: <https://g-se.com/variables-a-considerar-para-programar-y-controlar-las-sesiones-de-entrenamiento-de-fuerza-1062-sa-C57cfb271b6cf5>
38. Heredia Elvar J, Peña García-Orea G, Mata F, Donate I, Fernandez M. Nuevo Paradigma para la Selección de los Ejercicios de Fuerza en Programas de

- Acondicionamiento Físico para la Salud. grupo sobrentrenamiento [Internet]. 2014 [cited 11 November 2021]; 1(1):1-7. Available from: <https://g-se.com/nuevo-paradigma-para-la-seleccion-de-los-ejercicios-de-fuerza-en-programas-de-acondicionamiento-fisico-para-la-salud-1676-sa-G57cfb2723fe30>.
39. Kraemer J, Fleck S. Optimizing strength training. 1st ed. United States of America. Human kinetic; 2007.
 40. Robertson R, Goss F, Rutkowski J, Jenz b, Dixon c, Timmer J et al. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. 2003 [cited 10 November 2021]; 35(2):333-341. Available from: <https://paulogentil.com/pdf/treino%20de%20forc%cc%a7a/treinamento%20com%20pesas/r44.pdf>.
 41. Helms E, Cronin J, Storey A, Zourdos M. Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. *Strength & Conditioning Journal* [Internet]. 2016 [cited 14 December 2021];38(4):42-49. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4961270/>
 42. Peña G, Heredia J, Segarra V. Si las escalas de percepción de esfuerzo son fiables ¿por qué no las utilizamos? [Internet]. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). 2022 [cited 12 November 2021]. Available from: <https://g-se.com/si-las-escalas-de-percepcion-de-esfuerzo-son-fiables-por-que-no-las-utilizamos-bp-q57cfb26d3588c>.
 43. Naclerio Ayllón F. Entrenamiento de la fuerza contra resistencias: cómo determinar las zonas de entrenamiento. *Journal of Human Sport and Exercise* [Internet]. 2007 [cited 22 December 2021]; 2(2):42-52. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/3010/301023504003.pdf>
 44. Mayer F, Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, Cassel M, Müller S, Scharhag J. The Intensity and Effects of Strength Training in the Elderly. *Deutsches Ärzteblatt international* [Internet]. 2011 [cited 19 December 2021];

108(21):359–364. Available from:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3117172/>

45. Fragala M, Cadore E, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer W, Peterson M et al. Resistance Training for Older Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research* [Internet]. 2019 [cited 17 November 2021]; 33(8):2019-2052. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31343601/>
46. Beckwée D, Delaere A, Aelbrecht S, Baert V, Beudart C, Bruyere O et al. Exercise Interventions for the Prevention and Treatment of Sarcopenia. A Systematic Umbrella Review. *The journal of nutrition, health & aging* [Internet]. 2019 [cited 12 December 2021]; 23(6):494-502. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31233069/>.
47. Gonzalez A, Mangine G, Fragala M, Stout J, Beyer K, Bohner J et al. Resistance training improves single leg stance performance in older adults. *Aging Clinical and Experimental Research* [Internet]. 2013 [cited 6 December 2021]; 26(1):89-92. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23959961/>.
48. Scanlon T, Fragala M, Stout J, Emerson N, Beyer K, Oliveira L et al. Muscle architecture and strength: Adaptations to short-term resistance training in older adults. *Muscle & Nerve* [Internet]. 2014 [cited 16 December 2021]; 49(4):584-592. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23893353/>.
49. Cadore E, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F, Idoate F, Millor N, Gómez M et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *AGE* [Internet]. 2013 [cited 16 December 2021]; 36(2):773-785. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24030238/>.
50. Steib S, Schoene D, Pfeifer k. Dose-Response Relationship of Resistance Training in Older Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. 2010 [cited 16 November 2021]; 42(5):902-914. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19996996/>.

51. Csapo R, Alegre L. Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [Internet]. 2015 [cited 5 November 2021]; 26(9):995-1006. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26302881/>.
52. Da Silva L, Teodoro J, Menger E, Lopez P, Grazioli R, Farinha J et al. Repetitions to failure versus not to failure during concurrent training in healthy elderly men: A randomized clinical trial. *Experimental Gerontology* [Internet]. 2018 [cited 13 November 2021]; 108:18-27. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29577974/>
53. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose–Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine* [Internet]. 2015 [cited 16 November 2021]; 45(12):1693-1720. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4656698/>
54. Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson S, Kjaer M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [Internet]. 2010 [cited 15 December 2021]; 20(1):49-64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20487503/>
55. Bottaro M, Machado S, Nogueira W, Scales R, Veloso J. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *European Journal of Applied Physiology* [Internet]. 2006 [cited 3 November 2021]; 99(3):257-264. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17146693/>
56. Casas-Herrero A, Cadore E, Zambom-Ferraresi F, Idoate F, Millor N, Martínez-Ramirez A et al. Functional Capacity, Muscle Fat Infiltration, Power Output, and Cognitive Impairment in Institutionalized Frail Oldest Old. *Rejuvenation Research* [Internet]. 2013 [cited 11 October 2021]; 16(5):396-403. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3804230/>

57. Radaelli R, Brusco C, Lopez P, Rech A, Machado C, Grazioli R et al. Higher muscle power training volume is not determinant for the magnitude of neuromuscular improvements in elderly women. *Experimental Gerontology* [Internet]. 2018 [cited 17 October 2021]; 110:15-22. Available from: <https://europepmc.org/article/med/29730331>
58. Dobek J, White K, Gunter K. The Effect of a Novel ADL-Based Training Program on Performance of Activities of Daily Living and Physical Fitness. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2007; 15(1):13-25.
59. Gerstner g, Thompson B, Rosenberg J, Sobolewski E, Scharville M, Ryan E. Neural and Muscular Contributions to the Age-Related Reductions in Rapid Strength. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. 2017 [cited 13 October 2021]; 49(7):1331-1339. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28166121/>.
60. Palmer T, Thiele R, Conchola E, Smith D, Thompson B. A Preliminary Study of the Utilization of Maximal and Rapid Strength Characteristics to Identify Chair-Rise Performance Abilities in Very Old Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* [Internet]. 2016 [cited 24 November 2021]; 39(3):102-109. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26288233/>.
61. Fragala M, Cadore E, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer W, Peterson M et al. Resistance Training for Older Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research* [Internet]. 2019 [cited 29 October 2021]; 33(8):2019-2052. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31343601/>.
62. Wu P, Huang K, Chen K, Chou C, Tu Y. Exercise, Nutrition, and Combined Exercise and Nutrition in Older Adults with Sarcopenia: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Maturitas* [Internet]. 2021 [cited 10 November 2021]; 145:38-48. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33541561/>.
63. Unhjem R, Nygård M, van den Hoven L, Sidhu S, Hoff J, Wang E. Lifelong strength training mitigates the age-related decline in efferent drive. *Journal of Applied Physiology* [Internet]. 2016 [cited 17 December 2021]; 121(2):415-423. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27339181/>.

64. Pearson S, Young A, Macaluso A, Devito D, Nimmo m, Cobbold M et al. Muscle function in elite master weightlifters. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. 2002 [cited 16 December 2021]; 34(7):1199-1206. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12131263/>
65. Klitgaard H, Mannoni M, Schiaffino S, ausoni s, gorza l, laurent-winter c et al. Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiologica Scandinavica* [Internet]. 1990 [cited 3 November 2021]; 140(1):41-54. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2275404/>.
66. Mccartney N. Acute responses to resistance training and safety. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. 1999 [cited 5 December 2021];31(1):31-37. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9927007/>
67. Valenzuela T. Efficacy of Progressive Resistance Training Interventions in Older Adults in Nursing Homes: A Systematic Review. *Journal of the American Medical Directors Association* [Internet]. 2012 [cited 12 October 2021];13(5):418-428. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK99106/>
68. Correction to: 2017 acc/aha/aapa/abc/acpm/ags/apha/ash/aspc/nma/pna Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension* [Internet]. 2018 [cited 16 October 2021]; 71(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29133354/>
69. Ribeiro F. Exercise training in the management of patients with resistant hypertension. *World Journal of Cardiology* [Internet]. 2015 [cited 15 November 2021]; 7(2):47. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4369613/>.