

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

**EJERCICIO FÍSICO Y SU EFECTIVIDAD SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA DEL
ADULTO MAYOR FRÁGIL**

MONOGRAFÍA

Jonathan Gabriel Sarabia Castillo

Manuel Eduardo Godoy Mendoza

Médico y Cirujano

Guatemala, septiembre 2021



**COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
COTRAG 2021**



El infrascrito Decano y la Coordinadora de la Coordinación de Trabajos de Graduación –COTRAG-, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que los estudiantes:

1. JONATHAN GABRIEL SARABIA CASTILLO 201500083 2722559470301
2. MANUEL EDUARDO GODOY MENDOZA 201512957 2942673870301

Cumplieron con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, habiendo presentado el trabajo de graduación en la modalidad de Monografía, titulada:

**EJERCICIO FÍSICO Y SU EFECTIVIDAD SOBRE LA CONDICIÓN
FÍSICA DEL ADULTO MAYOR FRÁGIL**

Trabajo asesorado por el Dr. Cesar Eduardo Morales Cojulún y revisado por el Dr. Johnnathan Emanuel Molina, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, el tres de septiembre del dos mil veintiuno



Magda Francisca Velásquez Tohom
Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora de la COTRAG



FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
Jorge Fernando Orellana Oliva
DECANO

Jorge Fernando Orellana Oliva
Vo.Bo.
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva, PhD,
Decano



COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
COTRAG 2021



La infrascrita Coordinadora de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que los estudiantes:

1. JONATHAN GABRIEL SARABIA CASTILLO 201500083 2722550470301
2. MANUEL EDUARDO GODOY MENDOZA 201512957 2942673870301

Presentaron el trabajo de graduación en la modalidad de Monografía, titulado:

**EJERCICIO FÍSICO Y SU EFECTIVIDAD SOBRE LA CONDICIÓN
FÍSICA DEL ADULTO MAYOR FRÁGIL**

El cual ha sido revisado y aprobado por el Dr. César Oswaldo García García, profesor de esta Coordinación y, al establecer que cumplen con los requisitos solicitados, se les **AUTORIZA** continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el tres de septiembre del año dos mil veintiuno.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Magda Francisca Velasquez Tohom
Dra. Magda Francisca Velasquez Tohom
Coordinadora de la COTRAG



COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
COTRAG 2021



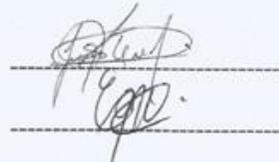
Guatemala, 3 de septiembre del 2021

Doctora
Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora de la COTRAG
Presente

Dra. Velásquez:

Le informamos que nosotros:

1. JONATHAN GABRIEL SARABIA CASTILLO
2. MANUEL EDUARDO GODOY MENDOZA



Presentamos el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA titulada:

**EJERCICIO FÍSICO Y SU EFECTIVIDAD SOBRE LA CONDICIÓN
FÍSICA DEL ADULTO MAYOR FRÁGIL**

Del cual el asesor y el revisor se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

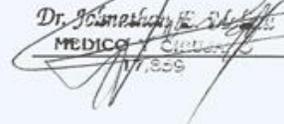
FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES

Asesor: Dr. Cesar Eduardo Morales Cojulún

Dr. César Eduardo Morales C.
Maestro en Medicina Interna
Colegiado 13268

Revisor: Dr. Johnathan Emanuel Molina

Reg. de personal : 20140862



Dr. Johnathan Emanuel Molina
MEDICO
No. 809

AGRADECIMIENTOS

- Dr. César Eduardo Morales Cojulún** Por el apoyo brindado y por la dedicación al compartirnos de su conocimiento a lo largo de nuestra formación como médicos, así como por asesorarnos en la temática y elaboración de este trabajo.
- Dr. Johnathan Emanuel Molina** Por orientarnos en la elaboración de esta monografía con vocación y dedicación y aconsejarnos para que todo se realizara de la mejor manera.
- Dr. César Oswaldo García García** Agradecemos su guía, las observaciones brindadas y el tiempo empleado para realizar esta monografía de forma competente.
- Dr. Avendaño** Agradecemos su colaboración para que este trabajo fuera llevado a cabo.

ÍNDICE

Prólogo	i
Introducción	ii
Objetivos	iv
Métodos y técnicas	v
Contenido temático	
Capítulo 1. Ejercicio físico y fragilidad	1
Capítulo 2. Respuesta fisiológica del ejercicio físico sobre el adulto mayor frágil	17
Capítulo 3. Prescripción médica adecuada de ejercicio físico en adultos mayores frágiles	35
Capítulo 4. Análisis de la información	43
Conclusiones	47
Recomendaciones	49
Referencias bibliográficas	51
Anexos	61



FACULTAD DE
CIENCIAS MÉDICAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

De la responsabilidad del trabajo de graduación:

El autor o autores es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresadas en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y de las otras instancias competentes, que así lo requieran.

PRÓLOGO

En esta monografía se presenta una recopilación de las publicaciones sobre el ejercicio físico y su efectividad sobre la condición física del adulto mayor frágil. Se abordan las generalidades y aspectos fisiológicos de la fragilidad, los tipos de ejercicio físico que mejoran la condición física del adulto mayor frágil, la respuesta fisiológica del cuerpo ante un programa de actividades físicas y cómo prescribir el mismo de manera adecuada. Todo mediante la información encontrada y disponible de los últimos diez años a nivel mundial con respecto al tema.

La estructuración de la monografía se presenta en cuatro capítulos de la siguiente manera: capítulo uno, ejercicio físico y fragilidad, presentando al lector las generalidades, fisiopatología y diagnóstico correcto de fragilidad, así como los tipos de ejercicio físico que ayudan a mejorar la condición física del adulto mayor frágil, para poder comprender lo expuesto en el resto del documento; capítulo dos, respuesta fisiológica del ejercicio físico sobre el adulto mayor frágil, en el que se describen los mecanismos desarrollados en respuesta al ejercicio físico a nivel cardiovascular, muscular, cognitivo e inmune en adultos mayores frágiles.

En el capítulo tres, prescripción médica adecuada de ejercicio físico en adultos mayores frágiles, se prioriza el programa de ejercicio físico multicomponente, la valoración de la capacidad funcional del adulto mayor frágil y los riesgos a los que podría estar expuesto al momento de realizar un programa de ejercicios. Se culmina en el capítulo cuatro con un análisis de la información presentada.

La finalidad de la monografía es analizar la efectividad del ejercicio físico sobre la condición física del adulto mayor frágil. En los últimos años se ha propuesto el aumento de la actividad física o el ejercicio regular como estrategias preventivas de la fragilidad y sus resultados adversos y debido a que se desconoce la existencia de un trabajo compilatorio con respecto al tema en Guatemala, se sintetiza y analiza la información recolectada para que sirva de base en futuras investigaciones con respecto al ejercicio físico y sus efectos sobre la fragilidad de la población adulta mayor en el país y fomentar la prescripción médica adecuada del mismo.

César Eduardo Morales Cojulún

Médico Internista, Maestro en Geriatria y Gerontología

INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la proporción de personas mayores de 60 años está creciendo más rápido que cualquier otro grupo de edad. Dentro de este grupo, no todo el mundo alcanza la vejez con éxito. La regla común es que a mayor edad exista aumento en los niveles de fragilidad ¹

La fragilidad es considerada un síndrome biológico asociado al envejecimiento representando una disminución de los niveles fisiológicos en diversas áreas o sistemas definida por la presencia de pérdida de peso debido a disminución de la masa y fuerza muscular, alteración en el equilibrio, velocidad de la marcha enlentecida y fatiga. Su fisiopatología y etiopatogenia es compleja, pero actualmente se dispone de medidas sencillas de capacidad funcional para su evaluación. En los últimos años se ha propuesto el aumento de la actividad física o el ejercicio regular como estrategias preventivas de la fragilidad y sus resultados adversos. ²

Existe evidencia bien documentada de que la fuerza muscular disminuye con la edad. La fuerza muscular disminuye aproximadamente entre un 12% y un 15% por década después de los 50 años tanto en hombres como en mujeres. Además, la masa muscular también disminuye con la edad.³ La fragilidad no es una contraindicación para realizar ejercicio físico, sino una de las indicaciones más importantes para prescribirlo. ⁴

En la actualidad el diagnóstico de fragilidad es un desafío debido a la ausencia de criterios universales. Para disminuir la fragilidad es necesario intervenir en su principal factor de riesgo. La inactividad física es un componente esencial para el desarrollo de la fragilidad, puesto que determina el estado cardiovascular, resistencia insulínica y deterioro musculoesquelético (sarcopenia), simultáneamente contribuyendo al deterioro cognitivo y depresión. Las intervenciones enfocadas en la actividad física demuestran eficacia en aplazar e incluso restablecer la fragilidad y discapacidad, mejorando el estado cognitivo y fomentando el bienestar emocional. Los programas de ejercicio físico multicomponente, y entrenamiento de la fuerza, rigen las intervenciones de mayor eficacia para el retraso de la fragilidad y otros eventos adversos. ⁵

Los programas de ejercicio físico multicomponente y entrenamiento de la fuerza, rigen las intervenciones de mayor eficacia para el retraso de la fragilidad y otros eventos adversos, combinando entrenamiento de fuerza, resistencia, equilibrio, y marcha, con la consiguiente mejora en la capacidad funcional, considerada como elemento fundamental

para el mantenimiento de la independencia en las actividades básicas de la vida diaria (ABVD) de los adultos mayores. ^{6,7}

La independencia funcional se ha propuesto como el indicador más representativo para la población geriátrica y múltiples estudios han confirmado su importancia en la enfermedad aguda. Se desconoce en nuestro país la prevalencia de fragilidad en poblaciones de adulto mayor; así como tampoco están identificadas las características que singularizan o distinguen en nuestro medio al adulto mayor frágil. ⁸

En Guatemala, la población de adultos mayores ha tenido un aumento considerable en las últimas dos décadas. Se estimó que al final del siglo pasado la población de ancianos fue de 672 mil y se considera que para el año 2025 será de 1 millón 660 mil (7.4 % de la población). Se indica que aproximadamente 1% de la población mayor de 65 años se encuentra totalmente inmóvil, 6% con severas limitaciones en las actividades básicas de la vida diaria y un 10% o más presenta incapacidad de forma moderada. Es importante saber cómo prevenir las enfermedades que afectan al adulto mayor debido al aumento de recursos socioeconómicos que implica a los sistemas sanitarios de cada país. ⁹

Esta investigación documental tiene como objetivo responder a la pregunta de investigación ¿cuál es la efectividad del ejercicio físico sobre la condición física del adulto mayor frágil?, mediante la recopilación de publicaciones en las bases de datos HINARI, PubMed, BIREME, utilizando motores de búsqueda como MEDLINE y Google Scholar. Debido a que se desconoce la existencia de un trabajo compilatorio con respecto al tema en Guatemala, se desea analizar la información recolectada para que sirva de base en futuras investigaciones con respecto a la efectividad que tiene el ejercicio físico sobre la condición física del adulto mayor frágil.

En el primer capítulo se abordan las generalidades de la fragilidad y sus aspectos fisiológicos junto con los tipos de ejercicio físico que mejoran la condición física del adulto mayor frágil, continuando los siguientes capítulos con la respuesta fisiológica del cuerpo ante un programa de actividades físicas, seguido de la adecuada prescripción de los programas de ejercicio físico en el adulto mayor frágil, concluyendo con el análisis de la información.

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar la efectividad del ejercicio físico sobre la condición física del adulto mayor frágil.

Objetivos Específicos

1. Detallar los tipos de ejercicio físico que mejoran la condición física del adulto mayor frágil.
2. Exponer la respuesta fisiológica que produce el ejercicio físico sobre la condición física del adulto mayor frágil.
3. Detallar la prescripción médica adecuada del ejercicio físico y su efectividad sobre la condición física del adulto mayor frágil.
4. Resaltar la efectividad del ejercicio físico sobre la condición física del adulto mayor frágil para replicar los resultados.

MÉTODOS Y TÉCNICAS

Tipo de estudio: investigación documental tipo monografía de compilación.

Diseño de estudio: descriptivo.

Fuentes de información: la recopilación de la información se realizó por medio de fuentes de información científica en línea como revistas, guías, consensos y artículos para revisión de la información y utilidad dentro de cada capítulo presente en este trabajo.

Motores de búsqueda: dentro de los motores de búsqueda utilizados se encuentran MEDLINE y Google Scholar, y las bases de datos de la Biblioteca de la Facultad de Ciencias Médicas de la USAC, HINARI, BIREME y PubMed.

Descriptores: para la búsqueda se utilizaron Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) así como sus equivalentes en inglés los Medical Subject Headings (MeSH). (anexo 1) Los sitios que se utilizaron para estandarizar los términos fueron: <http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxis1660.exe/> y sus equivalentes en inglés en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/>. El operador booleano “AND” se utilizó para buscar publicaciones con varios términos a la vez.

Selección de materiales utilizados: fueron incluidos metaanálisis, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos controlados aleatorizados, estudios de cohorte, estudios de casos y controles, transversal descriptivos, reporte de casos, revisiones narrativas y revisiones bibliográficas publicados a nivel mundial en idioma inglés y español, del año 2010 a 2021. Se seleccionaron los estudios que cumplieran con la presencia de datos tales como: características de la muestra utilizada, identificación de la fragilidad bien definida, características y tipos de ejercicio físico utilizados en los distintos componentes de la fragilidad y los resultados de mejora obtenidos, para el correcto análisis y descripción de los mismos en el presente trabajo.

Gestor bibliográfico: la bibliografía seleccionada se organizó por el gestor bibliográfico Mendeley por capítulos.

CAPÍTULO 1. EJERCICIO FÍSICO Y FRAGILIDAD

SUMARIO

- **Generalidades de fragilidad**
- **Valoración de fragilidad**
- **Tipos de ejercicio físico que mejoran la condición del adulto mayor frágil**
- **Efectos del ejercicio sobre los procesos de la fragilidad**

En este capítulo se presentan las generalidades de fragilidad, las alteraciones fisiológicas que esta enfermedad produce y la manera de realizar el diagnóstico oportuno a través de distintas escalas y mediciones. Se presenta un panorama general de la enfermedad para relacionarlo con el ejercicio físico como terapéutica para mejorar el estado de salud del adulto mayor frágil. Se abordaron de manera concisa los tipos de ejercicio físico que mejoran la condición física y de salud global de esta población a través de distintos programas de entrenamiento. Este capítulo destaca los efectos benéficos que provee el ejercicio físico como terapéutica a utilizar en el adulto mayor frágil disminuyendo el riesgo de morbilidad y mortalidad.

1.1 Generalidades de fragilidad

La palabra fragilidad proviene del latín *fragilis*. En los últimos años existió mayor interés por la fragilidad. En las décadas de 1960 y 1970 fueron establecidas las bases de evaluación geriátrica del adulto mayor, 1980 se comprobó la importancia de la geriatría integral. En 1990 este interés fue dirigido a la evaluación de fragilidad en el adulto mayor. La mayor parte acuerda que la fragilidad es un estado que se asocia al envejecimiento caracterizado por disminución de los niveles fisiológicos implicados en un adulto mayor, incrementando el riesgo de incapacidad, disminución de resistencia, y mayor vulnerabilidad ante sucesos adversos, manifestándose en mayor morbilidad y mortalidad.¹⁰ Por su parte el consenso de fragilidad física la define como “un síndrome médico con múltiples causas y factores que contribuyen a su desarrollo, caracterizado por la disminución de la fuerza, resistencia y funciones fisiológicas reducidas que aumentan la vulnerabilidad de un individuo en el desarrollo de la dependencia funcional y/o su muerte”.¹¹

Ante la supuesta claridad conceptual de las definiciones previas, continúa siendo un obstáculo determinar los distintos factores específicos que conducen a un estado de

fragilidad. A lo largo del tiempo de la existencia del concepto han sido utilizados distintos criterios los cuales son: criterios médicos; presencia de enfermedades crónicas, alteración de la marcha, déficits sensoriales, mala autopercepción de salud, caídas repetitivas, uso de excesivo de fármacos, hospitalizaciones constantes. Criterios funcionales respecto a la dependencia en actividades básicas de la vida diaria (ABVD). Criterios socioeconómicos (vivir solo, viudez, mayor de 80 años de edad, ingresos económicos deficientes) y criterios cognitivos (depresión, y deterioro cognitivo/afectivo). Por último, necesidad de institucionalización de larga estadía. La mayor parte de definiciones toman en cuenta el deterioro en movilidad y desplazamiento, fuerza y resistencia, pérdida de peso inconsciente, mala nutrición y disminución de la actividad física, siendo estos los principales componentes. Sin duda alguna, cualquiera de los elementos mencionados anteriormente implica riesgo para un adulto mayor. Pese a esto se torna difícil estandarizar una definición operacional para el síndrome de fragilidad con criterios diagnósticos tan amplios.¹²

En Guatemala, la población de adultos mayores ha tenido un aumento considerable en las últimas dos décadas. Se estimó que al final del siglo pasado la población de ancianos fue de 672 mil y se considera que para el año 2025 será de 1 millón 660 mil (7.4 % de la población). Se desconoce en nuestro país la prevalencia de fragilidad en poblaciones de adulto mayor; así como tampoco están identificadas las características que singularizan o distinguen en nuestro medio al adulto mayor frágil.

1.2 Fisiopatología de la fragilidad

La fragilidad se produce por una desregulación de distintos procesos relacionados entre sí, como el hormonal, inflamatorio, nutricional, energético, y neuromuscular,¹³ generando una disminución en la funcionalidad del adulto mayor.

1.2.1 Factor inflamatorio

El envejecimiento del sistema inmunológico en el adulto mayor frágil es caracterizado por un proceso inflamatorio crónico debido a una elevación de interleucinas (IL)-6, (IL)-1 y factor de necrosis tumoral (TNF), mismos que regulan mecanismos inflamatorios, insulino-resistentes, y actividad osteoclástica.¹³

- Inmunidad innata: existe disminución en el proceso de quimiotaxis y muerte celular por parte de neutrófilos, así como alteración en la fagocitosis de macrófagos por defectos en la activación de receptores tipo Toll (TLR- Toll-like-

receptors) y anomalías en la expresión de moléculas coestimulantes de células dendríticas.

- Inmunidad adaptativa: se presenta un incremento de linfocitos CD8 conjunto a una alteración de la relación CD4/CD8 e inexistencia del marcador de superficie CD28 que conlleva a una ampliación clonal incontrolada de linfocitos T en la liberación de citoquinas inflamatorias y en la generación de auto anticuerpos. Existe aumento de linfocitos Th2 en compensación a los Th1, con lo que incrementa la liberación de citoquinas inflamatorias. Este estado inflamatorio conduce a la activación del factor nuclear y proteína activadora 1 asociada con alteración en la función endotelial siendo importante para el desarrollo de arterioesclerosis y enfermedades cardiovasculares. Un proceso inflamatorio implica un estado protrombótico y por tanto los adultos mayores frágiles poseen niveles elevados de fibrinógeno, factor VII y dímero D. ^{13,14}

1.2.2 Factor hormonal

Existe disminución de la actividad del factor de crecimiento similar a la insulina (IGF- 1), produciendo la hormona dehidroepiandrosterona sulfato (DHEA-S), testosterona y estradiol. Por otra parte, hay presencia de hipercortisolismo, favoreciendo el estado inflamatorio, osteoclástico, catabólico proteico y lipídico. La resistencia a la insulina disminuye la síntesis de proteínas a nivel mitocondrial en el músculo esquelético y aumenta la pérdida muscular. La falta de 25-OH vitamina D esta asocia con un incremento de 3.7 veces en las probabilidades de fragilidad en población blanca y de 4 veces en población no blanca ¹⁵. Han sido encontrado niveles disminuidos de testosterona libre en adultos mayores frágiles, lo cual conduce a una disminución en la masa magra y sarcopenia. La resistencia a la leptina dirigida por el proceso inflamatorio guía un efecto de anorexia en población adulta frágil. ^{15,16}

1.2.3 Factor nutricional y energético

El adulto mayor frágil posee un porcentaje corporal alto de grasa y descenso en la síntesis proteica de un 30%; esto se debe al proceso de envejecimiento perse, y a la intervención de otros factores, tales como: procesos patológicos, inactividad física, y disminución de ingesta alimenticia, misma que posee multicausalidad y se define fisiológicamente en una alteración energética que genera fatigabilidad. El descenso de

niveles de carotenoides y micronutrientes, en especial vitamina B6 y zinc, son asociados con fragilidad en adultos mayores. ¹⁶

1.2.4 Factor neuromuscular

Desarrollada mediante la disminución de axones de motoneuronas alfa debida al envejecimiento mediante el remodelamiento e infiltración grasa. También se describe el proceso de desmielinización, alteración en la unión electroestimulante, disminución en la velocidad electrofisiológica nerviosa y ausencia de fibras musculares tipo II. ¹⁷

1.2.5 Factor genético

Múltiples genes se asocian a la fragilidad (MTR-metionina sintasa, CASP8-capasa 8, CREBBP- proteína de unión a CREB-, KAT2C-lisina acetiltransferasa 2 B, BTRC-beta transducina) relacionados con procesos de muerte celular y regulación de transcripción del material genético. ¹⁷

1.3 Valoración de fragilidad

En la actualidad el diagnóstico de fragilidad es un desafío debido a la ausencia de criterios universales. Buta et al. encontraron que “existen más de sesenta y siete herramientas para llegar al diagnóstico de fragilidad en la comunidad”. Los dos principales marcos teóricos sobre los que se ha elaborado el constructo de la fragilidad son el propugnado por Linda Fried en 2001 en base a los datos del Cardiovascular Health Study (CHS), en el que desarrolla un fenotipo como situación de riesgo para desarrollar discapacidad, y el propugnado por Kenneth Rockwood en base a los datos del Canadian Study of Health and Aging (CSHA), que establece que la fragilidad consiste en la adición de varias condiciones de salud que incluyen, entre otras, comorbilidad y discapacidad. Ambos marcos teóricos presentan desigualdades en concepto, como en operacionalización de fragilidad, por lo tanto, la utilidad clínica de cada uno podría ser dirigida a distintos ámbitos. Pese a estas diferencias existe un mayor acuerdo en donde la la fragilidad se define como una condición que predispone a la discapacidad y que está intrínsecamente relacionada con el fenómeno biológico del envejecimiento. ¹⁸

1.3.1 Fenotipo de Fried

Se han utilizado diferentes constructos para definir la fragilidad, pero el más generalizado es el fenotipo de Fried, según el cual, una persona será frágil si cumple tres o más criterios, pre frágil si cumple uno o dos y robusto si no cumple ninguno. Por orden decreciente de frecuencia, los criterios de fragilidad más prevalentes en la comunidad son la debilidad, la lentitud, la baja actividad, el agotamiento y la pérdida de peso. Sin embargo, el criterio que se asoció con más intensidad al desarrollo incidente de fragilidad en sujetos no frágiles fue la pérdida de peso, seguido del agotamiento, la debilidad, la baja actividad y la lentitud (anexo 3).^{19,20}

1.3.2 Índice de fragilidad de Rockwood

Basado en el Canadian Study of Health and Aging (CSHA) por sus siglas en inglés, identifica la fragilidad como la acumulación de deficiencias que posee el paciente. En su totalidad está compuesto de setenta deficiencias que se basan en la presencia y grado de gravedad de cada patología, la realización en las actividades de la vida diaria, signos físicos, neurológicos, y pruebas de rendimiento físico y cognitivo. Los modelos previamente mencionados, poseen validez epidemiológica, y opiniones respecto a la operatividad debido a que fueron realizados con propósitos investigativos para el uso clínico diario, por lo que el proceso transicional entre lo clínico y herramientas de medición válidas y prácticas es un desafío para los años próximos. Algunas otras herramientas destacadas son las de Groningen, Tilburg y Edmonton. (anexo 4)

Theou et al.²⁰ en el año 2013 quisieron definir las diferencias operacionales de las escalas descritas incluyendo los modelos básicos de Fried y Rockwood. Este estudio tomó como base el registro SHARE el cual fue realizado con una población de 27.527 pacientes de once países europeos (Austria, Bélgica, Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Italia, Países Bajos, España, Suecia y Suiza). Las escalas evaluadas contenían ítems incompletos, fueron Tilburg, con el 12.2% y Fried con el 11.1 %. La prevalencia de identificación de fragilidad varió entre las escalas Groningen, 43.9%, Tilburg, 29.2%, índice de acumulación de déficit, 21.6%, fenotipo fragilidad (Fried) 11% y Edmonton, 7.6%.²¹

1.3.3 Medición clínica de fragilidad

Existe variedad de métodos diagnósticos para la fragilidad del adulto mayor. Sin embargo, aplicarlo diariamente en la clínica implica que el médico esté familiarizado con este tipo de escalas, debido a que en un comienzo las mismas únicamente fueron diseñadas con fines de investigación. La cohorte del CSHA, realizó una escala específicamente clínica que consta principalmente de 7 categorías en las que el médico posiciona al paciente. Esta ha mostrado validez y fiabilidad por lo que se considera una herramienta útil en la práctica diaria. Actualmente esta escala ha sido ampliada a 9 categorías para facilitar la clasificación de pacientes terminales que no son clínicamente frágiles. (anexo 5)

1.3.4 Escala F.R.A.I.L.

Fue citada por el panel asesor en geriatría de la International Academy of Nutrition and Aging. Se utiliza el acrónimo FRAIL (F: Fatiga, R: Resistencia, A: Aeróbico, I: illnesses – enfermedad, L: Loss of weight – pérdida de peso) busca medir la fragilidad en el ámbito clínico. Su principal virtud es que se basa en preguntas simples. No posee comprobaciones específicas de rendimiento físico. Cada respuesta afirmativa es equivalente a un punto, considerándose frágil una puntuación de 3 o más y pre frágil una puntuación de 1 o 2. ²²

1.3.5 Evaluaciones en fragilidad

Los indicadores y escalas descritas utilizan las medidas de desempeño físico, estos son acercamientos prácticos que indican pérdida de fuerza (dinapenia) y potencia (kratopenia) muscular.

- Timed up and go: se refiere a la duración que se tarda una persona para levantarse de una silla sin la necesidad de usar las extremidades superiores, movilizarse 3 metros, girar, volver a la silla y sentarse. Al realizarlo en un lapso de tiempo igual o menor a 10 segundos, es considerado normal, y entre 10 y 20 segundos se considera marcador de fragilidad.
- Velocidad de la marcha: considerado el “quinto signo vital” en la aplicación geriatría. Definido como el tiempo necesario para recorrer en un ritmo normal alguna distancia, usualmente cinco metros, esta también se encuentra validada para realizarse en una distancia de 3 a 10 metros. Las ventajas que posee son su adecuado rendimiento para la detección de fragilidad, la forma sencilla de

realización y el costo/efectividad, por lo que se ha valorado como herramienta práctica y uso generalizado. Una velocidad de marcha menor a 0.6 m/s es predictor de episodios adversos graves en adultos mayores, y una velocidad de marcha inferior a 1 m/s es predictor de mortalidad y de hospitalización.

- Cognición: El minimal test es la herramienta más conocida y utilizada para tamizar el deterioro cognitivo, sin embargo, las valoraciones como el Mini-Cog, el test del reloj o la evaluación cognitiva de Montreal (MoCA) son de utilidad dependiendo del contexto clínico y el nivel educativo de cada paciente.^{22,23}

1.4 Tipos de ejercicio físico que mejoran la condición física del adulto mayor frágil

Todo tipo de ejercicio físico establecido para el adulto mayor frágil aporta beneficios sobre los dominios de la fragilidad y cada uno es efectivo sobre la condición de salud del individuo, por lo tanto, se exponen los tipos de ejercicio físico empleados en poblaciones de adultos mayores frágiles y los beneficios que cada uno de ellos aporta por separado sobre la condición física del mismo.

1.4.1 Entrenamiento de resistencia aeróbica

Después de la tercera década, la capacidad aeróbica comúnmente medida como VO₂peak disminuye con la edad y participa en el decremento en la capacidad de los adultos para realizar sus actividades cotidianas. Esto se debe a tres puntos: 1. disminuye la capacidad del sistema cardiopulmonar para entregar oxígeno, 2. disminuye la capacidad del trabajo del músculo para extraer el oxígeno, 3. disminuye la masa muscular metabólica, y a su vez, incrementa la masa grasa metabólicamente inactiva. Por lo tanto, uno de los efectos producidos por el entrenamiento de resistencia aeróbica es sobre el VO₂peak el cual es un marcador principal en adultos mayores frágiles.

La mejora en el VO₂peak con el entrenamiento de resistencia aeróbica se cree que reduce la fragilidad en los adultos mayores y contrarresta la disminución del VO₂peak con el envejecimiento y la inactividad física. El VO₂peak disminuye aproximadamente un 1% al año en sujetos que no practican ningún tipo de entrenamiento físico, sin embargo, en atletas máster solamente disminuye alrededor de 0.5% al año. Otro aspecto de habituación importante del entrenamiento de resistencia aeróbica es que incrementa la capacidad oxidativa del músculo lo cual provoca resistencia a la fatiga o aumenta la resistencia

muscular. En un ensayo intervencionista de 64 hombres y mujeres mayores frágiles, un programa de 9 meses de entrenamiento de fuerza y caminata, con 78% de la frecuencia cardíaca máxima, aumentó la resistencia mejorando el VO₂peak alrededor del 14%. Un estudio similar de 12 meses en 107 hombres y mujeres obesos frágiles incrementó de igual forma el VO₂peak en un 10%. Por otra parte, en sujetos sanos en edades comprendidas entre 77 a 87 años, un entrenamiento de 9 meses con el 83% de la frecuencia cardíaca máxima incrementó el VO₂peak en un 15% comparado con la mejora del VO₂peak en un 24-30% en sujetos sanos en edades entre 60 - a 71 años, mostrando esto que la habituación en la potencia aeróbica puede estar atenuada en la edad avanzada ²⁴

Información de metaanálisis mostraron también que el entrenamiento de resistencia ayuda a preservar la masa libre de grasa (FFM) durante la pérdida de peso, sin embargo, también se mostró que es menos efectivo que el ejercicio de resistencia. Se comprobó que la pérdida de peso por medio de ejercicio aeróbico preservó la masa muscular en las extremidades inferiores, a comparación de la pérdida de peso por medio de dieta (esto medido por medio de resonancia magnética) y aumentó la capacidad en el trabajo físico, aunque la cantidad de ejercicio fue grande. ²⁴

1.4.2 Entrenamiento de resistencia progresiva

Se sabe bien que la fuerza muscular y la masa disminuyen con la edad avanzada. Un acortamiento del 30% de la fuerza entre los 50 y 70 años de edad es usualmente encontrada. La pérdida en la fuerza puede ser explicada por la atrofia selectiva que se presenta en las fibras musculares tipo II y en la pérdida de activación neuronal. ²⁴

Apoyado en técnicas de composición corporal como la tomografía computarizada o la densitometría ósea, la pérdida anual relativa en la masa muscular fue estimada entre 0.64% y 1.29% por año para hombres de edad avanzada y entre 0.53 y 0.84% por año en mujeres de edad avanzada. Varios estudios han reportado que la disminución en la fuerza en adultos mayores es inicialmente debida a la pérdida en la cantidad de músculo con la edad. Varios estudios han demostrado que el entrenamiento de ejercicios de resistencia aumenta la masa muscular y la fuerza en los mismos, tanto en adultos jóvenes como en los de edad avanzada. Sin embargo, la respuesta al entrenamiento de resistencia parece ser atenuada en los adultos mayores con limitaciones de movilidad y otras comorbilidades. En otros adultos mayores sanos, cuatro meses de entrenamiento progresivo de resistencia aumentaron la masa muscular en 16 a 23% y en adultos mayores frágiles en un 2 a 9%.

Otros estudios mostraron que la ganancia en la masa libre de grasa en mujeres y hombres fue únicamente de 58% para hombres jóvenes y mujeres en respuesta al entrenamiento de resistencia. Dos revisiones sistemáticas de ensayos controlados aleatorios sobre entrenamiento de resistencia en adultos de edad avanzada concluyeron en resultados que mostraban mejora significativa en la fuerza muscular de los mismos. Estos estudios se realizaron en adultos mayores sanos.²⁴

1.4.3 Entrenamiento combinado aeróbico y de resistencia

No solo las adaptaciones fisiológicas al ejercicio aeróbico y de resistencia son distintos sino también ambos ejercicios se orientan hacia componentes específicos de la fragilidad. Por consiguiente, las escasas intervenciones de ejercicio dirigidas a la población mayor frágil han utilizado ejercicios combinados, tanto aeróbico como de resistencia. Una intervención de un ensayo controlado aleatorio de 9 meses de ejercicio combinado mejoró el puntaje en el VO₂peak (95% de límites de confianza, 0.9 a 3.6 ml/kg/min) y modificó el test de rendimiento físico (95% de límites de confianza, 1.0 a 5.2 puntos). Por otra parte, un ensayo de 12 meses mejoró el puntaje del VO₂peak y el test de rendimiento físico en adultos mayores obesos frágiles, los cuales fueron añadidos a los efectos de la dieta de pérdida de peso. Por último, el estudio piloto Life (Lifestyle Intervention and Independence for Elders) mostró que un programa de caminata, ejercicio de resistencia y entrenamiento de flexibilidad de 12 meses, resultó en una mejora importante en el rendimiento físico utilizando la Short Physical Performance Battery (SPPB) que se compone de 3 pruebas: equilibrio, velocidad de la marcha y levantarse y sentarse en una silla 5 veces; la cual evalúa medidas de desempeño físico con objeto de clasificar el nivel de funcionamiento físico de las personas de edad avanzada a lo largo de todo el espectro funcional.²⁵

1.4.4 Entrenamiento de flexibilidad

Un programa de estiramiento o flexibilidad tiene como objetivo un mayor rango de movilidad aumentando la tolerancia al estiramiento estático y dinámico. El estiramiento estático se define como la habilidad para mantener la posición al final del rango de movimiento y el estiramiento dinámico se refiere a alcanzar un incremento progresivo del rango de movimiento a través de una transición repetida y gradual en cualquier parte del cuerpo. Este último puede incluirse durante el calentamiento, mientras que el estiramiento estático puede utilizarse al final del ejercicio como parte de la fase de enfriamiento.

Se recomienda la actividad de flexibilidad para mantener el rango de movimiento necesario para el día a día. A diferencia de los aeróbicos y las actividades de fortalecimiento muscular, los beneficios específicos de las actividades de flexibilidad no son claros. Por ejemplo, no se sabe si las actividades de flexibilidad reducen el riesgo de lesiones relacionadas con el ejercicio. Además, pocos estudios han documentado la pérdida relacionada con la edad del rango de movimiento en adultos mayores sanos. Sin embargo, los ejercicios de flexibilidad han demostrado ser beneficiosos en al menos un ensayo aleatorizado y se recomiendan en el manejo de varias enfermedades comunes en adultos mayores. Se recomiendan al menos 10 minutos de actividades de flexibilidad en función del tiempo necesario para una rutina general de estiramiento que incluya grupos de músculos y tendones mayores con 10-30 segundos para un estiramiento estático y 3-4 repeticiones para cada estiramiento. Preferiblemente, las actividades de flexibilidad se realizan en todos los días que se realiza la actividad aeróbica o de fortalecimiento muscular. ²⁶

1.4.5 Entrenamiento de equilibrio

La recomendación para el ejercicio de equilibrio es consistente con una guía de práctica clínica publicada en 2001. En los adultos mayores que viven en la comunidad con riesgo de caídas (por ejemplo, con caídas frecuentes o problemas de movilidad), las intervenciones de múltiples componentes que incluyen actividad física regular son eficaces para prevenir caídas. La actividad física, por sí misma, puede reducir las caídas y las lesiones por caída hasta un 35-45%. Debido a que la investigación se ha centrado en el ejercicio de equilibrio en lugar de la actividad de equilibrio (por ejemplo, el baile), sólo se recomienda el ejercicio. Los tipos preferidos, la frecuencia y la duración del entrenamiento de equilibrio son poco claros y no se especifican en la guía clínica. El ejercicio de equilibrio tres veces por semana es una opción, ya que este enfoque fue efectivo en una serie de cuatro estudios de prevención de caídas. La recomendación se aplica únicamente a los adultos mayores que viven en la comunidad debido a la insuficiencia de datos en entornos de atención a largo plazo y hospitales. La directriz para la prevención de caídas no especifica un límite de edad, pero hay pocos datos sobre los efectos de la actividad física en caídas en adultos menores de 65 años. ²⁶

La implementación de este tipo de ejercicio es importante ya que el sistema neuromuscular, sensorial (vestibular, visual y somatosensorial) y cognitivo (cerebelo, hipocampo, corteza prefrontal y parietal) tiene un papel fundamental en el equilibrio debido a que con la edad estos se deterioran aumentando el riesgo de caídas. La coordinación

articular y el tiempo de acción muscular también se ven afectados. El test de equilibrio de Berger es probablemente el test más común para evaluar este aspecto en los adultos mayores, donde se evalúa el riesgo de caídas en esta población a través de observar su rendimiento. ^{25, 26}

Existe más evidencia que demuestra que los ejercicios de equilibrio y funcional minimizan el riesgo de caídas en un 24% y en un 13% en la población adulta mayor que experimenta una o más caídas. Sin embargo, los programas de ejercicio multicomponente (ejercicio funcional y de equilibrio más ejercicios de resistencia) disminuyen el riesgo de caídas en un 34% y un 22% en personas que experimentan una o más caídas. Los programas de ejercicio de equilibrio supervisado parecen ser mejores en resultados que los que no son supervisados. Los ejercicios de equilibrio se recomiendan realizar tres veces por semana, por lo menos dos de ellos con supervisión. ^{25, 26}

Existen diferentes ejercicios para mejorar el equilibrio dependiendo que sistema (sensorial, cognitivo o musculo esquelético) necesita ser mejorado. Estos ejercicios incluyen:

- Posturas en una sola pierna
- Postura en semitándem y tándem
- Caminar de puntillas
- Caminar con el talón
- Caminar en tándem
- Caminar sobre una tabla de equilibrio.
- Equilibrio ojo-mano u ojo-pierna

La posibilidad para realizarlos con los ojos cerrados o abiertos, juntando los brazos al cuerpo o abriéndolos, realizándolo sobre superficies inestables o añadiendo componentes cognitivos como órdenes específicas, música o ejercicios de doble tarea, lo convierte en algo casi imposible al momento de manejar la carga de trabajo. El programa debe incluir tareas estáticas contra dinámicas, cambios en la base de soporte, variaciones sobre la altura del centro de gravedad y diferentes superficies de pie. La dificultad debería ser progresiva e ir aumentando tanto las tareas motoras y cognitivas (actividades duales y múltiples). ^{25, 26}

1.4.6 Programa de ejercicio físico multicomponente

Normalmente se reconoce de esta manera a los programas que comprenden ejercicios de resistencia flexibilidad, equilibrio y fuerza. Dos estudios recientes observaron el beneficio de los programas multicomponentes en adultos mayores frágiles. Chin et al, examinaron la efectividad del ejercicio físico sobre la capacidad funcional de los adultos mayores frágiles, concluyendo principalmente que los programas de fuerza y multicomponentes aumentan la capacidad funcional de este grupo poblacional. Daniels et al. examinaron las intervenciones que disminuyen la discapacidad en adultos mayores de la comunidad. Estos estudios de ejercicio demostraron superioridad de los programas multicomponentes en comparación al entrenamiento de fuerza por separado de la extremidad inferior, especialmente en los adultos moderadamente frágiles. Las intervenciones con duración mayor a 5 meses, realizados 3 veces por semana, de 30 a 45 minutos por sesión, mostraron mayor beneficio en la capacidad funcional. Se destaca que, de los 4062 estudios seleccionados, únicamente 10 cumplieron con los criterios de inclusión por dificultades metodológicas, principalmente porque no se especificaban los criterios utilizados para definir fragilidad. ²⁷

1.5 Efectos del ejercicio físico sobre los procesos de la fragilidad

El efecto adverso más importante de la fragilidad es el deterioro funcional y la discapacidad y dependencia. Como se ha escrito en varios estudios epidemiológicos, la realización de ejercicio físico se relaciona con un decremento del riesgo de discapacidad para realizar las actividades cotidianas. Aún no existe claridad sobre si el ejercicio físico puede prevenir o revertir la fragilidad. En un estudio observacional reciente que se realizó en 2500 adultos mayores (se definió fragilidad mediante una velocidad de marcha (VM) menor a 0.6 m/s e incapacidad para levantarse de una silla sin uso de extremidades superiores) se observó que los adultos mayores que realizaban algún tipo de actividad física de forma regular tenían baja probabilidad para desarrollar fragilidad. Asimismo, existió 3 veces más probabilidad de desarrollar fragilidad de forma severa en aquellos sedentarios frente a los activos. La evolución de estadios leves a estadios severos de fragilidad fue mucho más frecuente en los sedentarios. ²⁸

Hoy en día la definición de fragilidad es un tema extenso y dinámico, que a su vez engloba otros dominios que se relacionan tanto con la etiopatogenia como en su vulnerabilidad para sufrir eventos adversos. Se mencionan los siguientes eventos adversos en los cuales la realización de ejercicio físico puede ser una intervención predominante: ^{28,}

- **Caídas:** comúnmente se relacionan con el síndrome de fragilidad, lo cual es un motivo de consulta y evento adverso frecuente en el paciente frágil. Su abordaje resulta ser complicado y las intervenciones normalmente deben ser multifactoriales. El ejercicio físico puede ser la intervención más aprobada en la prevención de estos eventos. Los programas de ejercicio físico multicomponente y los movimientos coordinados lentos tales como el tai chi disminuyen la tasa y riesgo de caídas y son en particular beneficiosos para los adultos mayores frágiles.²⁸
- **Deterioro cognitivo:** el deterioro cognitivo y la fragilidad se relacionan de manera muy íntima y comparten bases fisiopatológicas comunes y resultados a corto y mediano plazo (hospitalización, discapacidad, caídas, institucionalización y mortalidad). Esta relación se presenta porque probablemente el sistema nervioso central y muscular comparten factores patogénicos comunes en el proceso que conduce a la discapacidad. El estudio Toledo, de envejecimiento y fragilidad, observó que el deterioro cognitivo y la fuerza poseen una asociación directamente proporcional. La demencia comparte de forma parcial síntomas que son parte del fenotipo de fragilidad como lo es el decremento de la velocidad de la marcha y el decremento de la actividad. Se puede mencionar que un mecanismo posible que explique la disminución del riesgo de caídas en adultos mayores frágiles con daño cognitivo puede encontrarse en la mejora de las funciones ejecutivas provocadas por el ejercicio físico. Cadore et al. en un análisis secundario corroboraron tal hipótesis indicando como la mejora en la función ejecutiva se relaciona con aumento en la velocidad de la marcha y en la fuerza muscular de los cuádriceps.²⁸
- **Depresión:** esta es incluida por varios autores dentro de los factores de fragilidad. El fenotipo de fragilidad de Fried (pérdida involuntaria de peso, lentitud, cansancio, debilidad, decremento de actividad física) puede ser característico de un anciano con depresión. Asimismo, también posee bases etiopatogénicas inflamatorias-inmunológicas. Se sabe que el ejercicio físico provoca una mejoría en los síntomas depresivos a corto plazo, primordialmente en aquellos que están deprimidos. Los efectos sobre síntomas depresivos y característicos de ansiedad en adultos mayores frágiles aún se deben esclarecer en ensayos clínicos. Una de las hipótesis que explican el potencial efecto

antidepresivo y ansiolítico recae en las propiedades antiinflamatorias del ejercicio físico.²⁸

Otros efectos de los programas de ejercicios en los ancianos frágiles muestran mejoría sobre los siguientes aspectos:

- **Habilidad para caminar:** once ensayos investigaron los efectos de las intervenciones de ejercicios sobre la habilidad para caminar de los ancianos frágiles. Seis de estos indicaron una mejora en la marcha luego de realizar entrenamiento físico y cinco estudios no revelaron mejora alguna. Tres de los estudios impuestos mostraron mejoría en la marcha con programas de entrenamiento multicomponente, dos estudios utilizaron únicamente ejercicio de resistencia y un estudio utilizó ejercicio de resistencia combinado con yoga. La mejora principal en la marcha varió de 4% a 50%.²⁹
- **Equilibrio:** diez estudios indagaron los efectos de las intervenciones del ejercicio físico sobre el equilibrio en los adultos mayores frágiles. Ocho de estos mostraron mejoría en el balance luego de un período de entrenamiento físico, mientras que dos estudios no mostraron ninguna mejora. Siete de los estudios que mostraron mejoría en el equilibrio utilizaron programas de ejercicio multicomponente que incorporaron el entrenamiento de equilibrio y un estudio incluyó ejercicios de tai chi. La mejora principal sobre el equilibrio varió de 5 a 80%. Dos de los grupos de investigación que no mostraron efectos, Lord et al. indicaron que las intervenciones fueron de insuficiente intensidad para generar ganancia sobre los dominios. Además, la descripción de la intervención mencionó que la mayor parte de los ejercicios implementados enfatizaron la interacción social y el placer.²⁹
- **Fuerza muscular:** trece estudios investigaron los efectos del ejercicio físico sobre las extremidades inferiores en adultos mayores frágiles. Nueve estudios demostraron aumento en la fuerza muscular luego de un período de entrenamiento físico, mientras que cuatro estudios no reconocieron ninguna mejora. Cinco de los estudios que evidenciaron aumento en la fuerza muscular utilizaron programas de ejercicio de resistencia y cuatro utilizaron ejercicio multicomponente. La mejora principal sobre la fuerza varió de 6% a 60%. De los cuatro estudios que no identificaron efectos sobre la fuerza muscular, Latham et

al. utilizaron intervenciones basadas en el hogar, las cuales pueden no tener estímulos suficientes para facilitar la ganancia de fuerza. ²⁹

- **Composición corporal:** dos estudios evaluaron la composición corporal midiéndola con absorciometría de rayos x de la energía dual del cuerpo. Mientras un estudio mostró que de baja a moderada intensidad el entrenamiento progresivo de resistencia indujo grandes aumentos en la masa libre de grasa total y regional. Los resultados del estudio reportaron que un programa de ejercicio multicomponente, incluyendo potencia muscular, fomenta a una disminución de la infiltración grasa en el músculo. ³⁰
- **Habilidad funcional:** este aspecto se midió en cuatro de nueve ensayos. Tres ensayos utilizaron el índice de Barthel (BI) y en el otro se utilizó la escala de restricción de actividad de Groningen (GARS). Las intervenciones mostraron resultados positivos con respecto al mejoramiento de la habilidad funcional en dos de los estudios, sin embargo, en los otros dos restantes no se reportaron. El índice de Barthel es una medida simple en lo que a su obtención e interpretación respecta, apoyada sobre bases empíricas. Este índice trata de fijar una puntuación a cada paciente en función del grado de dependencia para realizar actividades básicas; los valores que se le brindan a cada actividad dependen del tiempo ocupado en su realización y de la necesidad de asistencia para realizarla. Posee 10 ítems ideales para las actividades diarias (comer, asearse, vestirse, micción, uso de inodoro, moverse, deambular y subir escaleras) con un puntaje inicial de 0 a 15 puntos, con una valoración total inicial 0 (dependencia severa total) hasta 100 puntos (independencia). Por otro lado, el indicador de fragilidad de Groningen es un instrumento de 15 aspectos que determinan el grado de fragilidad, además mide la pérdida de funciones en cuatro dominios: físico (funciones de movilidad, múltiples problemas de salud, fatiga física, visión y audición), social (aislamiento social), cognitivo (disfunción cognitiva) y psicológico (estado de ánimo deprimido y sentimientos de ansiedad). ^{29,30}

Entre los problemas más comunes del ejercicio físico en adultos mayores frágiles están los asociados con la comorbilidad, lo cual amerita evaluación médica antes de comenzar el programa de ejercicios. Este aspecto de la comorbilidad es frecuente que se presente y se relacione con el síndrome de fragilidad. En general las contraindicaciones definitivas para

que estos realicen ejercicio físico son: infarto cardíaco reciente o angina inestable, hipertensión arterial no controlada, insuficiencia cardíaca aguda y bloqueo auriculoventricular completo.³¹

Los riesgos primordiales del entrenamiento de fuerza y aeróbico se resumen en el (anexo 6) donde se exponen generalidades, recomendaciones, beneficios y riesgos de estos programas de ejercicio.

Como se ha indicado anteriormente, los programas de ejercicios menos rigurosos en cuanto a intensidad, potencia, volumen y frecuencia de entrenamiento son los que se recomiendan en ancianos frágiles. Cuanto más escalonada sea la progresión, más tolerancia existirá a este y disminuirán los efectos secundarios; cabe mencionar que en varios estudios no se indican de forma adecuada la aparición de efectos secundarios. Resulta importante mencionar que se ha encontrado que los ancianos frágiles que antes no realizaban actividad física presenten dificultad con la adherencia a un programa de ejercicios.

La población adulta mayor frágil se beneficia de un programa de entrenamiento físico de acuerdo a su condición de salud y comorbilidades asociadas. El ejercicio físico genera una respuesta fisiológica a diferentes niveles que le proporcionarán un efecto protector y lo incorporará como un individuo funcional en la sociedad, disminuyendo la dependencia y la morbimortalidad.

CAPÍTULO 2. RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE EL ADULTO MAYOR FRÁGIL

SUMARIO

- **Ejercicio físico y sistema cardiovascular**
- **Ejercicio físico y sistema muscular**
- **Ejercicio físico y cognición**
- **Ejercicio físico e inmunidad**

Este capítulo presenta la respuesta fisiológica que se produce frente a la realización de ejercicio físico a nivel cardiovascular, muscular, cognición e inmunidad en el anciano, los cuales son los sistemas más comprometidos en la adultez y que predispone a la aparición de fragilidad. Se muestra cómo el ejercicio físico tiene un papel fundamental en la prevención primaria en salud y cómo mejora el estado de salud del anciano enfermo. Pese a los beneficios que este provee, el ejercicio físico no puede revertir la fragilidad únicamente mejorar la funcionalidad en esta población y disminuir los factores de riesgo que comprometan sus vidas.

2.1 Ejercicio físico y sistema cardiovascular

2.1.1 Fisiología cardiaca del anciano

El corazón del adulto mayor experimenta un incremento de su masa en general por factores como hipertensión arterial sistémica o estenosis valvulares, entre otros.

El número de miocitos de las cámaras cardíacas inferiores disminuye (debido a procesos de muerte y necrosis miocítica), y los miocitos restantes sufren aumento en su tamaño. La hipertrofia miocitaria podría ser debida a un incremento de la poscarga por arterioesclerosis o relacionada con la exposición prolongada de procesos hipertensivos. La actividad fibroblástica también influye en la función del corazón de adultos mayores. Los fibroblastos remodelan de forma benéfica al ventrículo conectando entre si los miocitos restantes mejorando el gasto cardíaco, sin embargo, un exceso de fibrosis reduce la distensibilidad del ventrículo y conlleva a la disfuncionalidad. La disfunción diastólica en estadio uno

(deterioro de la relajación) es un cambio fisiológico normal en los adultos mayores. Estadios más avanzados de disfunción podrían favorecer la aparición de insuficiencia cardíaca. ³²

2.1.2 Beneficios cardiovasculares del ejercicio físico

Según Heckman y McKelvie ³³ los cambios producidos a lo largo de la vida en la función cardiovascular son el resultado del sedentarismo y no solo debido a los cambios fisiológicos relacionados con la edad. La inactividad y falta de ejercicio físico contribuye al comienzo temprano y progresión de enfermedades cardiovasculares más frecuentes. El aumento en los niveles de actividad física evidencia progresión positiva sobre la salud cardiovascular, al igual que el estilo de vida sedentario se encuentra asociado con riesgo superior de patologías cardiovasculares. ³⁴,

El consenso de la Sociedad Americana del Corazón destaca tres beneficios fundamentales del ejercicio físico constante sobre el sistema cardiovascular.

- Previene enfermedades cardiovasculares asociadas con aterosclerosis.
- Previene y controla otros factores de riesgo relacionados a enfermedades cardiovasculares tales como: dislipidemias, diabetes mellitus, hipertensión arterial sistémica y obesidad.
- Contribuye positivamente en el tratamiento y recuperación de pacientes con enfermedades cardiovasculares.

Existen numerosos estudios que demuestran los beneficios del ejercicio físico sobre la recuperación física de patologías cardíacas. Audelin et al ³⁵ demostraron que la población mayor a 75 años de edad posee beneficios similares a la población joven en funcionalidad física, pero estos se muestran más restrictivos al momento de iniciar actividad física, como consecuencia de la poca existencia de programas de intervención de ejercicio físico dirigido al hogar en el adulto mayor.

2.1.3 Factores de riesgo cardiovasculares modificables con ejercicio físico

2.1.3.1 Ejercicio físico y presión arterial

Las personas con un bajo nivel de actividad física, sobrepeso, alto consumo de sodio, alcohol y tabaco incrementan la probabilidad de padecer hipertensión arterial. Después del diagnóstico médico, el cambio en el estilo de vida es fundamental, para lo cual se propone incrementar el nivel de actividad física, equilibrar la dieta, eliminar el hábito tabáquico y el

alcohol. ³⁶ Para el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) en hombres mayores de 45 años y en mujeres mayores de 55 años, es recomendable realizar ejercicio aeróbico de moderada intensidad, entre el 40 y el 60% de su capacidad máxima, durante 30 min todos los días, siendo más efectivo cuando se acompaña con ejercicios de fuerza. No obstante, para la Sociedad Europea de Hipertensión (SEH) no son aconsejables los ejercicios de fuerza de alta intensidad. ³⁷

Según la literatura actual, el trabajo aeróbico reduce la presión arterial y mejora la función vascular en pacientes con hipertensión, gracias a ejercicios continuos del 40 al 60% VO₂máx, 7 días por semana, entre 30 y 60 min por sesión. Ahora a intensidades vigorosas, se aconseja disminuir la duración y frecuencia del ejercicio físico, pasando a 20 min y 3 veces por semana respectivamente. En cuanto a la fuerza muscular, la mayoría de los estudios proponen intensidades entre el 40 y el 80% de 1Rmáx, con programas de entrenamiento que van desde 12 hasta 52 semanas. Es aconsejable realizar de 2 a 3 sesiones semanales utilizando el modelo de series múltiples con 6 a 12 ejercicios por sesión, con repeticiones que oscilan de 8 a 20 por serie. Según la evidencia científica, las repeticiones van de acuerdo con la intensidad y cantidad de ejercicios realizados: a mayor intensidad menor cantidad de ejercicios. ^{38, 39}

Las reducciones de la presión arterial (PA) después de un entrenamiento de resistencia son mayores en pacientes hipertensos respecto a sujetos pre hipertensos o individuos con niveles normales de tensión arterial (entre 120/80 mmHg o 140/90 mmHg). En cambio, las reducciones de presión arterial después del entrenamiento de fuerza dinámica fueron más significativas en pacientes pre hipertensos comparados con sujetos hipertensos y aquellos sujetos con presión arterial normal. En la actualidad no existe una posición clara y específica de la prescripción del ejercicio respecto a la intensidad. Por un lado, intensidades entre 50 y 60% de 1Rmáx demostraron un descenso tanto de la presión arterial sistólica como de la diastólica. Además, intensidades de leves a moderadas (50% del VO₂máx) obtuvieron resultados iguales o más efectivos que los de moderada intensidad en la presión arterial de reposo y en la respuesta al ejercicio. Por otro lado, algunos estudios revelan que un programa de ejercicio físico a intensidades altas, superiores al 70% VO₂máx, realizado de manera frecuente, mínimo 3 veces por semana, puede ayudar a disminuir y controlar los valores de presión arterial. En cuanto a la fuerza, intensidades altas del 76% respecto a 1Rmáx reducen en 2.7 mmHg la PA sistólica y en 2.9 mmHg la PA diastólica, ambas en reposo. ⁴⁰

En consecuencia, el ejercicio combinado de fuerza y resistencia revela una reducción en los valores de PA, particularmente en los valores de PA diastólica, que deben ser considerados en los modelos de programación. En mujeres posmenopáusicas, un entrenamiento a intensidades del 60% de 1R_{máx} y al 60% de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}), durante 60 min, a lo largo de 12 meses, redujo la velocidad de onda del pulso, mejoró la rigidez arterial, la frecuencia cardíaca y la fuerza muscular. La mayoría de los estudios proponen un minuto de recuperación por ejercicio y entre 30 segundos y 2 minutos por serie. En general, para el tratamiento y prevención de la hipertensión se recomienda que el ejercicio esté compuesto por ejercicios de fuerza, resistencia y la combinación de ambos tipos. Ningún estudio demostró que el ejercicio físico sea un factor que incremente los valores de la presión arterial en reposo. Se necesitan más estudios aleatorizados que permitan aclarar el nivel de la intensidad en la prescripción del ejercicio tanto en los ejercicios aeróbicos como anaeróbicos. ⁴¹

2.1.3.2 Ejercicio físico y obesidad

En la población general es bien conocido que quienes padecen de sobrepeso y obesidad son más propensos a sufrir fallo cardíaco, enfermedad coronaria o isquémica, disfunciones endoteliales, diabetes mellitus, hipertensión y algunos tipos de cáncer. En ese sentido, la actividad física se convierte en una herramienta de prevención que facilita la disminución del riesgo cardiovascular. Al respecto, el ejercicio físico de moderada a vigorosa intensidad entre 225 y 420 minutos semanales disminuye el peso de la grasa abdominal entre 5 y 7.5 kg.

En el adulto mayor los efectos significativos del ejercicio se evidencian a intensidades entre el 50 y el 80% 1R_{máx}, 3 veces a la semana, durante un mínimo de 6 meses de duración. Con relación al volumen, se recomiendan 8 ejercicios diferentes con participación de grandes grupos musculares, al menos 3 series, entre 8 y 20 repeticiones. Es importante aclarar que todo tipo de ejercicio físico acompañado de una menor ingesta calórica y de hábitos nutricionales saludables disminuye el sobrepeso y la obesidad. Lo recomendado es una intervención en la cual se reduzca de 500 a 1000 kilocalorías de la ingesta total diaria, acompañada con una cantidad suficiente de proteínas, suplementación de calcio (1.0 g/kg), vitamina D (10 a 20 g/kg), multivitaminas y minerales. Solo una reducción calórica de 500 kcal diarias acompañada de ejercicio aeróbico durante 12 semanas redujo significativamente el peso corporal, la grasa abdominal (subcutánea y visceral) y mejoró el perfil lipídico. Finalmente existe evidencia de un pequeño efecto a favor de los programas

de potencia en cuanto a la funcionalidad, el equilibrio y las ganancias de fuerza, comparados con los programas de entrenamiento de fuerza convencionales. No obstante, es necesario incrementar los estudios con población adulta mayor que permitan determinar apropiadamente la relación dosis-efecto por edad y género. ⁴²

2.1.3.3 Ejercicio físico y perfil lipídico

Según los estudios revisados, existe relación entre el incremento de lípidos sanguíneos, la presencia de enfermedades cardiovasculares y el riesgo de sufrir muerte prematura en edades superiores a los 60 años. Hábitos como la inactividad física y la dieta poco saludable contribuyen a la alteración negativa de las cifras de colesterol total (CT), triglicéridos (TG), lipoproteínas de alta densidad (HDL), lipoproteínas de baja densidad (LDL) y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), y aceleran el riesgo de padecer enfermedad coronaria. De igual forma, se debe considerar que con el deterioro funcional y la disminución de los rangos de movilidad articular presentados en las edades mencionadas, los valores en las cifras de lípidos y TG aumentan por género, con un 35% para los hombres y un 60% en el caso de las mujeres, en las cuales debe considerarse el efecto de los cambios hormonales y metabólicos que se presentan al iniciar la menopausia.

Una de las formas de combatir el aumento del colesterol y de los TG en sangre es el ejercicio físico. De hecho, la disminución del 1% en CT provoca decrementos del 2 al 3% en el riesgo de enfermedad coronaria. Desde un punto de vista clínico se estima que, si las concentraciones en sangre de HDL aumentan 1 mg/dl, consecuentemente el riesgo de episodios de enfermedad cardiovascular se reduce un 2% en los hombres y un 3% en las mujeres. Según un reciente metaanálisis, realizar ejercicio físico aeróbico no menos de 20 minutos, de 3 a 4 veces por semana, con una intensidad de moderada a vigorosa, es suficiente para disminuir los niveles séricos de TG y aumentar la HDL. Por otro lado, una caminata a una intensidad de 11 a 16 (escala de Börg), durante 60 minutos, logró disminuir el CT, TG y aumentar HDL aunque sin alterar la concentración de LDL. ⁴³

Los estudios analizados describen la disminución en el CT y el aumento HDL en mujeres y hombres mayores de 60 años, gracias al entrenamiento aeróbico de moderada a alta intensidad, entre el 40 y el 85% de la FC_{máx}, con ejercicios continuos en agua o en tierra, de 8 a 24 semanas, entre 30 y 90 minutos por sesión, variando en función de la intensidad. ³⁶ Asimismo se encontró una relación positiva entre la disminución del índice de masa corporal y las mejoras en CT, HDL y CT/HDL, lo que indica que los cambios en algunos

aspectos del perfil lipídico son influidos por la disminución de la grasa corporal gracias al programa de fuerza progresiva. Se resalta que la disminución del CT, TG y el aumento de HDL se presentaron cuando el ejercicio de fuerza se prescribió a una intensidad del 60 al 90% de 1R_{máx}, de 2 a 5 series, entre 8 a 12 repeticiones, mínimo 12 semanas y con una duración por sesión de entre 45 y 60 min. ⁴³

La combinación de entrenamientos aeróbicos y anaeróbicos presenta mejores resultados después de finalizar el tratamiento experimental, comparado con aquellos ejercicios específicos hacia la fuerza o la parte aeróbica. Los ejercicios combinados reducen el CT, TG, LDL y aumentan las HDL. Para finalizar, el ejercicio físico es un importante factor a considerar en los procesos de promoción, prevención y apoyo a tratamientos de rehabilitación en mayores de 60 años, que debe estar sustentado en la evidencia científica, un aspecto que facilita la programación de los ejercicios por edad y género, respetando también los factores de riesgo cardiovascular que presenta el paciente. ^{43,44}

2.2 Ejercicio físico y sistema muscular

El envejecimiento saludable depende de varios factores de los cuales la función muscular es uno de los más importantes debido a que permite un estilo de vida con independencia, buena salud. La disminución o pérdida de masa muscular (MM) y función que realiza, repercute en la clínica de manera importante. Influye en la inmovilización/reducción de actividad, conlleva una alimentación inadecuada y uso de fármacos, entre otros, al igual que es acompañada de consecuencias metabólicas y funcionales. La disminución o pérdida de masa muscular representa un importante factor en relación con la mortalidad en los adultos, especialmente si existe una pérdida funcional en la capacidad para generar fuerza. En los últimos años se ha evidenciado que los niveles de fuerza están inversamente relacionados con la aparición de casos de cáncer independientemente de otras variables. ⁴⁵

El músculo esquelético representa el mayor órgano del cuerpo humano, la masa muscular es aproximadamente un 50% del peso corporal total en adultos jóvenes, sin embargo, esta disminuye 25% en los adultos mayores. Después de los 50 años la masa muscular disminuye una anualmente 2.1%. Entre la quinta y sexta décadas de vida se presenta descenso de la fuerza muscular en 1.5% y posteriormente alcanza el 3%. ⁴⁶

Junto a la disminución de la masa muscular, la fuerza disminuye de forma progresiva con una magnitud imperceptible desde los 30 años hasta cerca de los 50 años de vida. A partir

de los 60 años de edad se ha observado una disminución creciente y casi del 15%, pudiendo alcanzar a los 80 años hasta un 30%. Esto ocasiona un deterioro importante en las funciones sensoriales reduciendo la calidad de coordinación inter e intramuscular. A consecuencia de ello se produce disminución de la fuerza, equilibrio, y alteraciones de la marcha, aumentando el riesgo de sufrir problemas graves que acompañan a las caídas y lesiones crónicas incrementando las enfermedades recurrentes y degenerativas. Cerca del 13.5% de las personas mayores entre 60 y 70 años de edad padecen afecciones a causa de la sarcopenia, pudiendo elevarse hasta el 11-50% a los 80 años o más. Esta evidencia también muestra que los adultos mayores con menor actividad física poseen más probabilidades de tener menor masa muscular y fuerza, y como consecuencia, mayor probabilidad de desarrollar sarcopenia. ^{46,47}

Además de las funciones clásicas del sistema neuromuscular (movimiento, estimulación de la respiración, el equilibrio postural y regulación de la temperatura corporal), recientemente también ha sido considerado como importante órgano endócrino. Estas funciones mecánicas, metabólicas y endócrinas muestran la importancia del mismo en la salud y proceso de enfermedad. Por tanto, se observa la necesidad de estudiar los conceptos y mecanismos básicos para la comprensión de la sarcopenia y sus consecuencias, y proponer un adecuado tratamiento mediante el entrenamiento de la fuerza y ejercicio físico. ⁴⁷

2.2.1 Sarcopenia

La sarcopenia representa el deterioro de salud que compromete la movilidad, incrementa el riesgo de caídas y fracturas, lo que conduce a la aparición de discapacidad, dependencia funcional y mayor riesgo de mortalidad. El riesgo de discapacidad es 1.5 a 4.6 veces mayor en adultos mayores con sarcopenia que en los adultos mayores con masa muscular sin alteraciones. Fisiológicamente existe incremento en la cantidad de tejido adiposo, grasa y se experimenta el descenso de la masa muscular magra. La pérdida de la masa muscular asociada con el envejecimiento se debe a cambios estructurales del aparato musculoesquelético, enfermedades crónicas, fármacos, atrofia y malnutrición.

La sarcopenia (*Sarx*: carne y *Penia*: pérdida) es la pérdida de masa del músculo esquelético y la función muscular producida en la edad avanzada. La mayoría de las personas comienzan a perder pequeñas cantidades de masa muscular después de los 50 años, pero la pérdida de la fuerza aumenta exponencialmente con la edad. ⁴⁸

La disminución de la síntesis proteica está causada por una baja cantidad de andrógenos, estrógenos y factores de crecimiento. Las miofibrillas disminuyen en cantidad y calidad por alteración de las células satélites. También se ha relacionado la disminución de los niveles de vitamina D con el desarrollo de sarcopenia. La pérdida de unidades motoras por denervación aumenta el trabajo a unidades motoras supervivientes. La grasa muscular induce la presencia de lípidos intramiocelulares, disminuyendo la capacidad oxidativa del músculo. La angiotensina 2 reduce el IGF-1 y promueve la resistencia a la insulina. El cortisol aumenta con la edad y posee una función catabólica. Niveles elevados de citoquinas pro-inflamatorias como TNF-, la IL-6 y la IL-1 disminuyen la fuerza y favorece mayor grado de sarcopenia. Las especies reactivas de oxígeno generadas por la inactividad y la disminución de la biogénesis mitocondrial, se asocia a una aceleración de la apoptosis de los miocitos que da lugar a pérdida selectiva de fibras musculares de tipo II. ⁴⁸

Su diagnóstico se realiza mediante la confirmación del criterio 1 más el criterio 2 o 3 del (anexo 7).

2.2.2 Intervención del ejercicio físico en la sarcopenia

Existe una estrecha relación entre la inactividad física y la pérdida de masa muscular, fuerza y funcionalidad. La implementación de la actividad física tiene como finalidad la prevención y tratamiento de la sarcopenia. Múltiples estudios evidencian que el entrenamiento de la fuerza es el más adecuado y contrarrestaría deficiencias morfo funcionales relacionadas con la edad. Debe complementarse con ejercicio aeróbico, flexibilidad y equilibrio. El entrenamiento de fuerza es capaz de generar hipertrofia muscular y con ello se beneficia la función neuromuscular. Debe de ser progresivo, programado y personalizado, siendo un método seguro y eficaz que incrementa la fuerza y el tejido muscular. El entrenamiento de resistencia progresiva es un método que consiste en ejercer resistencia contra una carga externa creciente, siendo una intervención eficaz, capaz de mejorar la función física en las personas mayores, incluidas el incremento de la fuerza y el rendimiento de algunas actividades simples y complejas. ⁴⁹

Otra opción es el método 1x2x3 el cual involucra por separado cuatro a ocho grupos musculares en cada sesión de entrenamiento, determina el peso con el cual la persona pueda hacer un minuto de repeticiones, luego descansa dos minutos y se repite la sesión tres veces. El fin es obtener altas intensidades y llegar a la fatiga muscular produciendo disminución de los depósitos de glucógeno e incidir en la síntesis de proteínas y en la

biogénesis mitocondrial. Independientemente del esquema de actividad que se escoja, el ejercicio es una estrategia eficaz para combatir la sarcopenia y esto es en gran parte mediada a través de mejoras en la plasticidad mitocondrial además de ser un estímulo anabólico que aumenta la síntesis de proteínas musculares. Implementar un programa de ejercicios no se restringe al aumento de masa y fuerza, sino que también mejora otros aspectos que contribuyen al bienestar de los adultos mayores. Si se combina con un estilo de vida saludable, se mejora el rendimiento físico, especialmente en las primeras etapas del envejecimiento. ⁵⁰

El Colegio Americano de Medicina Deportiva recomienda la combinación de ejercicio convencional, ejercicio de potencia y ejercicio con vibraciones mecánicas, con una frecuencia de 2-3 días por semana que se deben de repartir en entrenamiento convencional y alta velocidad o potencia. El número de ejercicios es de 8 a 12, siendo óptimo 3-5 series de 12-15 repeticiones. Se debe tener especial atención en la zona debilitada y predominantemente en miembros inferiores, ya que estos son los responsables de la locomoción. La intensidad debe ser progresiva. El descanso desempeña un rol muy importante ya que debe ser suficiente para afrontar la siguiente serie o ejercicio de lo cual dependerá el éxito de la rutina y se recomienda que debe ser de 1 minuto. El aumento del anabolismo muscular es evidente dentro de 2-3 horas después de una sola sesión de ejercicio y permanece elevada hasta 2 días posteriormente. En adultos mayores de 90 años se obtuvo una buena respuesta evidenciada por incremento de la fuerza y masa muscular con un mínimo de 10-12 semanas de entrenamiento. ⁵¹

Existen nuevas propuestas del entrenamiento de fuerza para la sarcopenia. El entrenamiento con vibraciones mecánicas, consiste en colocar el cuerpo encima de la plataforma que posee vibraciones sinusoidales en su mayoría, lo cual genera el estímulo vibratorio capaz de aumentar la carga gravitatoria a la que es sometido el sistema neuromuscular de nuestro organismo. Esto genera respuestas y adaptaciones biológicas capaces de ganar fuerza y masa muscular especialmente en los ancianos. El músculo sometido a vibración se contrae de manera activa, efecto al que se le dio el nombre de reflejo tónico vibratorio, el cual promete ser una alternativa eficaz en el tratamiento y prevención de la sarcopenia. Se pudo evidenciar mejoría de la movilidad mediante la prueba de levantarse y la prueba de Go luego del entrenamiento con vibraciones mecánicas. Luego de diez semanas mejoro la masa en extremidades inferiores, aunque sin cambios significativos en la fuerza muscular. ⁵¹

2.3 Ejercicio físico y cognición

La pérdida progresiva de las funciones cognitivas afecta la habilidad para el desarrollo normal de las actividades de la vida diaria como lo son la atención, la memoria a corto y largo plazo, movimientos y su coordinación y la planificación de actividades. Esta misma pérdida de la función cognitiva provoca un desenvolvimiento anormal de la persona lo cual afecta su círculo familiar, social y genera un alto grado de dependencia. Esto mismo genera depresión, estrés emocional (niveles elevados de ansiedad e incertidumbre) y problemas financieros. Las enfermedades por demencia son un problema tanto social como financiero y en la actualidad se ha tornado en un problema que afecta a la gran mayoría de la población. Desde el año 2015 se encontraron 7.7 millones de casos nuevos por demencia lo cual registra un número de pacientes de 47.5 millones en todo el mundo y se estima que alcanzará los 75.6 millones en el 2030 y hasta los 115.4 millones para el año 2050. En América Latina la demencia tiene una alta prevalencia con 6.5 individuos por cada 100 adultos mayores, estimándose un crecimiento en el número de personas con demencia para el año 2040, esperando un crecimiento considerable en comparación con la actualidad. La tasa de incidencia anual de 410,938 casos por año en América Latina alcanzará los 9.1 millones de personas con demencia en el 2040.

Las demencias más comunes son representadas por el Alzheimer (77%), demencias con cuerpos de Lewy (DCL – 26%) y demencia vascular 18%. Todas estas enfermedades contribuyen al deterioro cognitivo y la atrofia cerebral. Cabe mencionar que la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y eventos cerebrovasculares ha disminuido, sin embargo, la mortalidad por Alzheimer ha aumentado en 68% del año 2000 para el 2010. Los tratamientos actuales con fármacos (antipsicóticos, psicofármacos y antidepresivos) se limitan a controlar la sintomatología y han sido ineficientes en la aparición del trastorno de demencia, además que estos no solamente son costosos sino tienen efectos adversos demostrados que pueden provocar aumento de peso y síndrome metabólico, entre otros. Por lo anterior, se han buscado medidas no farmacológicas que mejoren la calidad de vida de los pacientes y de esa manera disminuir el deterioro cognitivo. ⁵²

2.3.1 Ejercicio físico y su papel en las funciones cognitivas

La actividad física se ha demostrado que es efectiva para los adultos mayores en general ya que tiene una función protectora en el sistema cardiovascular. Por lo tanto, existe la posibilidad de que se introduzca como terapéutica para prevenir la demencia. Existe evidencia acerca de la hipótesis de que el ejercicio físico incrementa las neurotrofinas del

cerebro como el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), el cual tiene la función de apoyar el crecimiento y mantenimiento de los circuitos neuronales. Este factor incrementa su concentración debido al factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) el cual a su vez incrementa la mejora en la perfusión e irrigación cerebral generada por la práctica regular de actividad física.⁵²

Actualmente el ejercicio físico es uno de los factores relacionados con el estilo de vida sobre el que se está enfatizando más, el cual podría implicarse en el retraso del deterioro cognitivo y en la preservación de la inteligencia fluida de los adultos mayores. De esa forma, el realizar actividad física se relaciona con lo que se conoce como envejecimiento cognitivo saludable y se ha tornado un componente habitual de los programas de intervención para la promoción de la salud en la población adulta mayor. De manera progresiva se reconoce que la actividad física es un factor eficaz y protector de las funciones cognitivas de los adultos mayores en situaciones de envejecimiento cerebral normal como en fases de deterioro cognitivo. Realizar ejercicio físico regular se ha relacionado con aumento del volumen cerebral en regiones relacionadas con las funciones cognitivas mismas que disminuyen con la edad.

Según las investigaciones con modelos animales y en humanos, se proveen acercamientos a los posibles mecanismos que serían la base de los efectos de la actividad física sobre la cognición. La hipótesis principal es que el ejercicio físico actúa directamente en las estructuras y funciones del cerebro. El aumento de la capacidad aeróbica incrementa el flujo sanguíneo cerebral, mejorando de esta forma el uso del oxígeno y glucosa por el cerebro, así como el incremento de insulina, estimulando la neurogénesis e incrementando las interconexiones sinápticas. De la misma forma, la actividad física favorece la regulación de neurotransmisores y la estimulación de liberación de calcio, todo esto es necesario para preservar una adecuada función neuronal, promover un buen estado de ánimo y mejorar la función cognitiva. Además, el ejercicio puede aumentar la capacidad cerebral de reserva cognitiva, disminuyendo la tasa de envejecimiento y a su vez disminuyendo el riesgo de desarrollo de enfermedades neurológicas o cualquier otro tipo de demencia. Las personas que se mantienen activas durante la vida, específicamente en la mediana edad, poseen un desarrollo mejor de las funciones cognitivas por más tiempo. Existen investigaciones sobre plasticidad cerebral que han demostrado que el deterioro de la cognición no es inalterable y que dicha plasticidad la poseen los adultos mayores, lo cual permite hacer reversibles aun los daños que se hubiesen manifestado. Foster et al en una revisión reciente mostraron

como la actividad física aumentaría la plasticidad neuronal lo que ayudaría a compensar los circuitos cerebrales desgastados, ampliaría la función de otras redes neuronales y aumentaría el funcionamiento.^{52,53}

Debido a ello, actualmente el ejercicio físico está siendo de importancia en numerosos estudios y se ha tornado en un programa psicosocial prometedor para el cuidado de las facultades cognitivas en la senescencia. Su práctica frecuente puede evitar el deterioro cognitivo relacionado con la edad y también favorecer el mantenimiento de las funciones, de manera especial la ejecutiva y la de velocidad de procesamiento de información. Se conoce que el componente físico de la actividad diaria normalmente disminuye con la edad, lo cual se relaciona con una menor participación social y con la reducción de las interacciones con familiares y amigos. Hay que mencionar que existe una creencia equivocada sobre que la actividad física no es apropiada para los adultos mayores y que por lo tanto es perjudicial para ellos o incluso que no es efectiva.⁵³

2.3.2 Plasticidad cerebral (neurogénesis y plasticidad neuronal)

Se han realizado estudios con técnicas de laboratorio no invasivas y avanzadas de neuroimagen como la espectroscopia por resonancia magnética o electroencefalograma que colaboran de forma importante en la comprensión de los mecanismos que están involucrados en la relación positiva entre las tareas cognitivas y el ejercicio físico.

Algunos estudios muestran que los individuos que son activos físicamente poseen ondas cerebrales más activas en función de las capacidades físicas. Estos descubrimientos ahondan en el fundamento de que realizar actividad física regular generará adaptaciones en las ondas cerebrales lo cual se correlaciona positivamente en los procesos de la cognición. El incremento en la actividad del cerebro es un hallazgo encontrado en sujetos con conectividad neuronal aumentada en el lóbulo frontal, giro cingulado anterior, corteza parietal, etc., mismas que se relacionan con tareas cognitivas específicas.⁵⁴

Los hallazgos mencionados anteriormente, encontrados por diferentes investigadores, muestran de forma clara los efectos bioeléctricos que son impulsados por una práctica regular de ejercicio físico. Se ha demostrado que el nivel de capacidad física es un indicador del grado de activación de las regiones cerebrales corticales prefrontales y parietales comparándolas con individuos entrenados y no entrenados. Se ha probado que el ejercicio físico y los ambientes enriquecidos promueven la neurogénesis en modelos de investigación animal. Se considera que este mecanismo es uno de los que más participan

en la mejora de los procesos cognitivos. Cabe mencionar que, aunque durante la vida existe la generación de nuevas neuronas, esto no se relaciona directamente con la evolución positiva del rendimiento cognitivo debido a que el factor más importante es la interconexión neuronal. Esta manifestación se evidencia en presencia de diferentes estímulos siendo el ejercicio físico y el proceso de enseñanza-aprendizaje los más estimulantes. La neurogénesis se ve influenciada de manera importante por la circulación hormonal de factores de crecimiento como el factor de crecimiento insulínico (IGF-I), factor neuronal derivado del cerebro (BDNF), factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF), testosterona e insulina entre los más fundamentales. ⁵⁴

El ejercicio físico provoca un incremento de hormonas y factores de crecimiento lo cual es uno de los procesos fisiológicos más importantes en el desarrollo de nuevas neuronas y conexiones. Por otro lado, el cortisol genera un decremento de las conexiones sinápticas lo cual se debe tomar en cuenta ante la presencia de estrés, violencia física, sexual o psicológica. ⁵⁴

2.3.3 Aumento de la vascularización de las regiones cerebrales

El cerebro conforma el 2% de la masa corporal, aun así, es el responsable de un consumo energético total del 20%. Debido a ello, es importante mantener una constante re síntesis de trifosfato de adenosina (ATP) para que se ejecuten los procesos de potencial de membrana, señalización central y periférica. ^{54,55}

El ejercicio físico favorece la angiogénesis y el incremento de la microcirculación cerebral. Un estudio de bloqueo farmacológico demostró que la actividad del factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF) provocaba aumento de la memoria y aprendizaje en ratas, ya que inducía la formación de nuevos vasos sanguíneos. Por lo que se asevera que el ejercicio físico estimula de forma importante la liberación de VEGF. Los efectos positivos del ejercicio físico en la plasticidad cerebral y función cognitiva pueden estar mediados de alguna forma al estímulo incrementado sobre la vascularización cerebral y el flujo sanguíneo local. El incremento de la vascularización cerebral ha sido investigado de forma amplia. Se coincide que el aumento del flujo sanguíneo cerebral y la vascularización evidencian incremento de las estructuras cerebrales. Esta hipótesis ampliamente aceptada sostiene que es el proceso adaptativo más importantes para el incremento de las funciones cognitivas en diferentes pruebas de funciones ejecutivas. ^{54,55}

2.3.4 Papel del factor de crecimiento insulínico sobre la cognición

El factor de crecimiento insulínico tipo 1 es uno de los factores principales que explican los beneficios de la realización de ejercicio físico de forma crónica sobre el funcionamiento cognitivo. Este es una hormona que induce a la neurogénesis, cuyas concentraciones séricas se relacionan de forma directa con los resultados de las pruebas de aprendizaje espacial en ratas. Además, se sabe que los sujetos con concentraciones séricas elevadas de IGF-I poseen concentraciones plasmáticas bajas de homocisteína, un aminoácido azufrado producto de la desmetilación de la metionina y que en cantidades altas puede producir daño cerebral y trastornos neuropsiquiátricos; también puede ocasionar riesgo de evento cerebrovascular y neurotoxicidad. En el hipocampo, el IGF-1 mantiene y modula las concentraciones de acetilcolina, el cual juega un papel fundamental en el desarrollo del sistema nervioso central. Casilhas et al observaron un aumento en los niveles de IGF-1 en adultos mayores que se sometieron a un entrenamiento de fuerza de 24 semanas y mostraron mejoras cognitivas (memoria y atención), destacando el papel potencial de esta hormona en las adaptaciones cerebrales logradas por el ejercicio. ⁵⁵

2.3.5 Papel del ejercicio físico sobre el sistema endócrino y la cognición

El sistema endócrino hipotalámico-pituitario está muy influenciado por el entrenamiento físico. Estudios en animales y en humanos muestran que el ejercicio físico produce adaptaciones en las glándulas suprarrenales, disminuyendo la liberación de cortisol y corticosterona. Las concentraciones elevadas de corticosterona inhiben la diferenciación de células progenitoras en el hipocampo y también existe evidencia de que el exceso de esta produce una disminución en la función del hipocampo, como la memoria de trabajo y espacial. Por lo tanto, el método dirigido a disminuir las cantidades elevadas de estas hormonas tiene un valor muy importante y potencial en las adaptaciones cognitivas, por lo que se destaca el efecto supresor del ejercicio sobre estas hormonas. ⁵⁵

La Organización Mundial de la Salud (OMS) resalta la importancia de la actividad física para lograr un envejecimiento saludable y con calidad de vida. En el informe sobre el envejecimiento y la salud del año 2015, la OMS afirmó que la actividad física a lo largo de la vida tiene como papel principal aumentar la longevidad. Además, son muchos beneficios que aporta la actividad física sobre la calidad de vida en la senescencia, ya que se preserva la fuerza muscular y la función cognitiva, disminuye los niveles de ansiedad y depresión, y mejora la autoestima. Disminuye los riesgos de padecer enfermedades crónicas como las

enfermedades vasculares (cerebral, central y periférica). En el ámbito social, mejora el involucramiento social en la comunidad y la preservación de relaciones. La OMS destaca la necesidad de elaborar planes y programas de intervención destinados a inculcar la práctica de ejercicio físico en los adultos mayores, ya que la tendencia natural que suele observarse es el cese de la actividad física conforme aumenta la edad. ^{55,56}

2.4 Ejercicio físico e Inmunidad

La práctica de ejercicio físico produce consumo de energía, generación de especies reactivas de oxígeno y activa el sistema inmunológico, produciendo de esta manera efectos positivos y dañinos, dependiendo del tipo y grado de activación de las respuestas inmunológicas. Se ha descrito que la práctica regular de ejercicio físico moderado provoca un estado antiinflamatorio y, por lo tanto, evita la presencia de enfermedades crónicas. Sin embargo, el ejercicio físico intenso provoca el efecto contrario, promoviendo un estado pro inflamatorio. Aunque la hipótesis de la ventana abierta inmunológica después de la realización de ejercicio físico intenso está ampliamente diseminada en la literatura, algunos aspectos relacionados con la dinámica inmunológica después de un episodio agudo de ejercicio físico aún siguen en controversia. ⁵⁷

La hipótesis de la ventana abierta comenta que un deterioro del sistema inmunológico después de un periodo vigoroso de ejercicio físico aumenta el riesgo de contraer una infección del tracto respiratorio superior. El ejercicio físico moderado puede provocar la reducción de los síntomas de las infecciones respiratorias superiores, mientras que el ejercicio vigoroso aumenta la susceptibilidad de contraer una infección. Sin embargo, la modulación del sistema inmune innato al ejercicio físico puede cambiar de acuerdo al tipo, intensidad y volumen de ejercicio, o incluso con el tiempo en relación con la sesión de entrenamiento. Por ejemplo, después de la realización de ejercicio físico intenso se produce una afluencia de células asesinas naturales y linfocitos T CD8+ los cuales muestran citotoxicidad elevada y potencial de migración tisular. ⁵⁷

La práctica regular de ejercicio físico de intensidad moderada se ha recomendado ampliamente para combatir la inflamación crónica leve en la periferia y en el cerebro. Muchos estudios experimentales utilizando modelos ratones han mostrado que el ejercicio físico disminuye la proliferación en el hipocampo de microglía (células inmunes de tipo macrófagos del sistema nervioso central), expresión hipocampal de genes relacionados con la inmunidad, activación nuclear NF-κB y la expresión de citocinas proinflamatorias como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α), interferón γ (IFN-γ) e interleucina 1 beta (IL-1β).

El estado antiinflamatorio producido por la práctica de ejercicio de forma crónica ha mostrado la implicación de una respuesta de citocinas diferente, representada por el aumento de la circulación de IL-6, seguida por el incremento de IL-1ra e IL-10 y la supresión en la producción de TNF. La modulación sostenida en los niveles de interleucinas puede influenciar la función cerebral, desde el comportamiento hasta otras funciones. Por ejemplo, el ejercicio crónico favorece la síntesis de IL-4 para mejorar el aprendizaje y cognición regulados en el hipocampo a través de la estimulación de la síntesis del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), lo cual induce la liberación de factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) y factor de crecimiento transformante beta a través de la microglía, todo para mejorar la función neuronal. ⁵⁷

La actividad física de cualquier tipo tiene implicaciones en el sistema inmunitario de los adultos mayores. La información existente muestra que la práctica de ejercicio físico puede ser una estrategia ligada a los cambios inmunitarios relacionados con el envejecimiento ya que se ha observado que los adultos mayores que realizan algún tipo de ejercicio físico tienen una asociación importante en la disminución de infecciones y mayor eficacia en la vacunación. Se debe tomar en cuenta una práctica de ejercicios moderada y no intensa ya que puede generar efectos adversos. Se ha mostrado que, de forma inmediata después del ejercicio físico, se presenta linfocitosis (proporcional a la intensidad del ejercicio) con retorno a los valores normales 24 horas después, en este período también intervienen hormonas del estrés. Se ha observado que, en los atletas de alto rendimiento durante períodos intensos de ejercicio físico, las infecciones de vías respiratorias superiores incrementan por una inmunosupresión inducida. Se comenta que el ejercicio físico agudo o crónico también interviene en el número y función de las células del sistema inmune innato, como los neutrófilos, monocitos y células asesinas naturales, presentes en la respuesta inflamatoria. ⁵⁸

Estudios realizados por Katayama et al. en 83 adultos mayores, demuestran que la actividad fagocítica incrementaba después de la realización de ejercicio físico moderado por un tiempo y también se observó que la capacidad fagocítica incrementaba con el tiempo debido al aumento de los fagocitos profesionales, no por el incremento del mecanismo fagocítico como tal. Asimismo, el ejercicio recreativo en la población adulta mayor incrementa la función de los linfocitos T, B y células NK, aumenta la síntesis de interferón gamma (IFN) e interleucina 6 (IL-6), comportamiento que no se observa ante la presencia de estrés crónico. La falta de ejercicio físico en edades extremas también tiene relación con

la pérdida de subconjunto de células T y se altera la síntesis de interleucinas como la IL-2, IL-4 e interferón gamma (IFN-G). Cuando se hace referencia a los linfocitos T como célula principal de la respuesta inmune, se ha evidenciado la expresión de la molécula CD28 en su superficie y se ha visto una relación importante entre su expresión, la relación TH1/TH2 y la realización de ejercicio físico; cabe mencionar que esta molécula es necesaria para la diferenciación, proliferación y síntesis de interleucinas del linfocito T auxiliar. ⁵⁸

Otros estudios que miden la inmunidad específica, realizados con la prueba de tuberculina (PPD), después de 25 semanas con un plan de ejercicio físico, posteriormente evidenciaron reacción en la piel con decremento de los niveles de IgG4, en el grupo de estudio en comparación con el grupo control, lo cual constató que la realización de ejercicio físico favorece la respuesta TH1 en los adultos mayores. En los ancianos, las células B están afectadas de igual manera, aunque se tienen poca información sobre esto. Algunos estudios sugieren la falta de respuesta clonotípica de células B a nuevos patógenos extracelulares, pero en general, la cantidad de anticuerpos se encuentran estables. Otra información demuestra que el ejercicio físico incrementa la respuesta de anticuerpos contra el virus de la influenza aún después de 10 meses de la inmunización inicial, con aumento del IFN gamma. Esto demuestra que el ejercicio físico provee algunos beneficios en la respuesta de los antígenos vacunales y disminuye el riesgo de padecer enfermedades de tipo infeccioso. ⁵⁸

En cuanto al sistema inmune de mucosas, que posee varias cantidades de células inmunes relacionadas a las placas de Peyer y a la lámina propia, las cuales generan el desarrollo de la respuesta inmunitaria contra antígenos ingeridos o inhalados, se observó que la realización de ejercicio físico de forma moderada incrementa la proliferación de linfocitos en varias regiones de la mucosa, caso contrario cuando se realiza ejercicio intenso. También se evidenció que los niveles de inmunoglobulina A sérica se incrementan de forma considerable en los ancianos que realizan ejercicio aeróbico y los niveles de IgA se mantienen normales en la saliva. Se evaluó el flujo salival, los niveles de IgA secretora y la velocidad de secreción de las mismas, con buena respuesta en comparación con los adultos mayores sedentarios. ⁵⁸

2.4.1 Interleucina 6 y su papel antiinflamatorio

La interleucina 6 es generalmente conocida por su papel proinflamatorio desde que se secreta por las células T y macrófagos, lo cual promueve la activación inmunológica lo cual

conlleva a la inflamación. Sin embargo, se ha demostrado que la interleucina 6 y las proteínas de fase aguda inducidas por la interleucina 6 tienen un papel antiinflamatorio e inmunosupresor cuando provienen del sistema musculoesquelético (función mioquina), disminuyendo el estado proinflamatorio del sistema inmunológico. Este efecto diferencial de la interleucina 6 se ha presentado tras la realización de ejercicio.⁵⁸ (anexo 8)

El papel que juega el ejercicio físico es de suma importancia ya que provee de efectos protectores al anciano frágil, así como a aquellos individuos sanos. Los beneficios que se enlistan son amplios lo cual debería tomarse en cuenta en la práctica diaria al momento de prescribir una terapéutica para la fragilidad. Pese a que los beneficios del ejercicio físico son evidentes y múltiples, no todo entrenamiento físico es benéfico para el paciente así que se debe realizar una evaluación médica previa para iniciar un plan de ejercicios.

CAPÍTULO 3. PREESCRIPCIÓN MÉDICA ADECUADA DE EJERCICIO FÍSICO EN ADULTOS MAYORES FRÁGILES

SUMARIO

- **Programa de ejercicio físico multicomponente**
- **Valoración de capacidad funcional y riesgo de caídas**
- **Tipos de entrenamiento multicomponente para mejorar la capacidad funcional en adultos mayores frágiles**
- **Riesgos de la práctica de ejercicio físico en el adulto mayor frágil**

El presente capítulo trata acerca del tipo de ejercicio físico más recomendado para cada paciente según la evaluación médica previa que se le realice a través de distintos tipos de test. Si bien el ejercicio físico es muy benéfico para la condición física del adulto mayor con fragilidad evidenciándose en la respuesta fisiológica que este genera, no todo tipo de ejercicio físico es recomendable. Se deben tomar en cuenta las comorbilidades asociadas a la fragilidad en el anciano para poder iniciar un programa de entrenamiento físico y de esta manera individualizar a cada paciente.

Para disminuir el estado de fragilidad en el adulto mayor, se necesita actuar sobre el factor principal que lo provoca. La falta de actividad física es un componente clave en el desarrollo de fragilidad, debido a que es de suma importancia para establecer el estado cardiovascular, la resistencia a la insulina, y sarcopenia, contribuyendo al deterioro afectivo/cognitivo. Las intervenciones dirigidas en la actividad física evidencian eficacia en el retraso e incluso recuperación de la fragilidad, discapacidad, estado cognitivo y el bienestar afectivo. El ejercicio físico multicomponente y el entrenamiento de la fuerza, constituyen las intervenciones más eficaces para retrasar la discapacidad y otros eventos adversos a la salud. Los mismos demuestran grandes beneficios en componentes como caídas, deterioro cognitivo y depresión, asociados con el estado de fragilidad. En los últimos 30 años se ha demostrado que la población adulta con adecuada condición física, no sedentaria, presentan menor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares, cáncer, diabetes mellitus tipo 2, osteoporosis y mortalidad.

59,60

Se ha reconocido que la actividad física incrementada en el adulto mayor disminuye el riesgo de mortalidad, enfermedades crónicas, institucionalización, deterioro cognitivo y funcional. Como se mencionó con anterioridad, el ejercicio físico de principal beneficio para el adulto mayor es el entrenamiento multicomponente. Estos programas unen entrenamiento de fuerza, resistencia, equilibrio, y marcha, ya que han demostrado mejoras en la capacidad funcional, también considerada como elemento fundamental para el mantenimiento de la independencia en las actividades básicas de la vida diaria (ABVD) de los adultos mayores. La estructura de un programa de ejercicio físico para el adulto mayor frágil debe de ser acompañado necesariamente de instrucciones sobre variables como intensidad, potencia, volumen y frecuencia de entrenamiento idónea para este grupo poblacional; la manera adecuada de prescribir ejercicio físico en el adulto mayor frágil debería ser realizada de forma individualizada, progresiva y con la misma precisión que cualquier tratamiento médico farmacológico.^{59,60}

3.1 Programa de ejercicio físico multicomponente

Los programas que se centran en ejercicios de resistencia, flexibilidad, equilibrio y fuerza, resultan ser intervenciones con mayor efectividad para la condición física y el estado de salud general de los adultos mayores frágiles. Estas intervenciones reducen la incidencia en el riesgo de caídas, morbimortalidad, previenen el deterioro funcional y la discapacidad, evitando un estado de fragilidad. La mejora en la capacidad funcional se torna evidente cuando un programa de ejercicio interviene en más de un componente de la condición física (fuerza, resistencia y equilibrio). Los programas de fuerza son recomendados para mejorar la función neuromuscular, los de resistencia aeróbica para mejorar la capacidad cardiovascular, y el entrenamiento del equilibrio (ejercicios en posición de tándem, cambios de dirección, andar con los talones, mantenimiento unipodal, taichí, entre otros) produce mejoras en el mismo. Por esta razón es evidente pensar que programas unificados dirigidos a distintos componentes, pueden resultar en mayores mejoras funcionales, en comparación con un programa individualizado. Este tipo de programas puede aplicarse con mayor énfasis dependiendo el objetivo específico a alcanzar.

Un estudio reciente en donde participaron 24 personas con edades entre 91 y 96 años, 11 en el grupo experimental y 13 en el de control, examinó el efecto de un programa de entrenamiento multicomponente para la capacidad funcional. Esta población participó dos días de la semana, durante 12 semanas, y realizó entrenamiento multicomponente diseñado específicamente para el entrenamiento de fuerza y equilibrio. Posterior a realizar

dicho programa se evidenció mejora de fuerza, potencia y masa muscular, siendo reflejado en un aumento de la velocidad al caminar, mayor habilidad para levantarse de una silla, mejora del equilibrio, reducción significativa de la incidencia de caídas y mejora significativa de la potencia por mayor masa muscular en las extremidades inferiores. El estudio también demostró que el entrenamiento de potencia se puede aplicar en adultos mayores frágiles. El estudio concluyó con la importancia de implementar programas de ejercicio físico en este tipo de pacientes para desarrollar fuerza muscular, equilibrio y mejoras en la marcha. Este tipo de programas aportan un gran beneficio a los adultos mayores vulnerables previniendo el impacto negativo que pueda presentarse en el envejecimiento, mejorando su adaptación a la sociedad de su entorno.⁶¹

Otro estudio reciente ⁶² observó que un programa de ejercicio multicomponente individualizado, que incluía entrenamiento de fuerza de intensidad moderada en un corto período de tiempo (media de 5 días), proporcionó un beneficio significativo revirtiendo el deterioro funcional asociado a la institucionalización aguda en adultos mayores. Este estudio demostró que la hospitalización aguda conlleva un deterioro en la capacidad funcional de los pacientes para la realización de las actividades de la vida diaria (AVD), por el contrario, la intervención de ejercicio mejoró esta tendencia. Posterior a la intervención también se observó un aumento en la puntuación SPPB y en la fuerza de agarre. Hallazgos de gran relevancia clínica debido a la evidencia científica que muestra cómo la capacidad funcional, la fuerza y masa muscular, son deterioradas de forma muy significativa durante la hospitalización, especialmente en adultos mayores.

3.2 Valoración de capacidad funcional y riesgo de caídas

Con el objetivo de elegir el tipo de programa de ejercicio físico ideal para cada persona, se debería valorar la capacidad funcional mediante el uso de la batería reducida para la valoración del rendimiento físico (SPPB) o, el test de velocidad de la marcha. Este se realiza con el fin de determinar el nivel de capacidad funcional y establecer el programa de ejercicios que mejor se adecúe con el objetivo de progresar. Con base al resultado alcanzado, se procede al trabajo del siguiente nivel. Se recomienda también la realización del test de velocidad de marcha en 6 metros y el test de levantarse y caminar. Este tipo de prueba también ayuda a determinar el nivel inicial y monitorizar los beneficios del programa de ejercicio físico y el riesgo de caídas. Se proponen entonces cuatro pasos que dan a conocer el riesgo de caídas para poder prescribir un programa específico en los adultos mayores: ⁶²

3.2.1 Test SPPB Fragilidad

El test SPPB para determinar el nivel de fragilidad física se compone de las siguientes pruebas: ⁶³

1. Test de equilibrio

- **Un pie al lado del otro:** de pie colocando los pies juntos uno al lado del otro mide el tiempo que es capaz de aguantar.

Puntúa 1 = 10 segundos

Puntúa 0 = menos de 10 segundos

(Si puntúa cero, pasa directamente a la prueba 2)

2. Test de velocidad de la marcha en 4 metros

- Se solicita que camine 4 metros a paso normal por 3 veces. Mide el tiempo cada vez. Utiliza el menor de los tiempos para asignarle los puntos correspondientes:

Puntúa 4 = Si tarda menos de 4.8 segundos

Puntúa 3 = Si tarda entre 4.8 y 6.2 segundos

Puntúa 2 = Si tarda entre 6.2 y 8.7 segundos

Puntúa 1 = Si tarda más de 8.7 segundos

Puntúa 0 = Si es incapaz de realizar la marcha.

3. Test de levantarse de la silla

- Se solicita que se levante 5 veces de la silla, lo más rápido posible, con la espalda recta y los brazos cruzados. El test empieza sentado y termina en la posición de pie. Mide el tiempo que le lleva levantarse las 5 veces.

Puntúa 4 = Si tarda menos de 11. 1 segundos

Puntúa 3 = Si tarda entre 11.2 y 13.6 segundos

Puntúa 2 = Si tarda entre 13.7 y 16.6 segundos

Puntúa 1 = Si tarda entre 16.7 y 59 segundos

Puntuación 0 = Si tarda más de 60 segundos

3.2.2 Test de riesgo de caídas

Para poder detectar el riesgo elevado de caídas y poder prescribir un programa de entrenamiento específico para este tipo de personas se propone realizar la siguiente valoración: ⁶³

1. Caídas Recientes:

- Se realiza la pregunta: ¿Has tenido 2 o más caídas en el último año o 1 caída que ha precisado atención médica? Se anota si la respuesta es afirmativa o negativa.

2. Timed up and go:

- Se solicita que se levante de la silla sin usar los brazos, que camine 3 metros, se dé la vuelta y vuelva a sentarse. Mide el tiempo en realizar el ejercicio completo. ¿El tiempo es superior a 20 segundos? Se anota si la respuesta es afirmativa o negativa.

3. Velocidad de marcha (6 metros)

- Se solicita que camine 6 metros a paso normal 2 veces. Mide el tiempo para caminar los 6 metros y utiliza el menor de los tiempos para el registro. ¿El tiempo es superior a 7.5 segundos? Se anota si la respuesta es afirmativa o negativa.

4. Deterioro cognitivo moderada

- Se interroga si ¿Ha sido diagnosticado el paciente de deterioro cognitivo? Se anota si la respuesta es afirmativa o negativa.

Para interpretar lo previamente descrito se hace uso de la leyenda que se adjunta en el (anexo 9) y (anexo 10). Por último, La persona mayor tiene riesgo de caídas si ha respondido afirmativamente a alguna de las preguntas realizadas en las pruebas del test de riesgo de caídas.

3.3 Tipos de entrenamiento multicomponente para mejorar la capacidad funcional en adultos mayores frágiles

Con base en la puntuación obtenida en la batería reducida para la valoración del rendimiento físico (SPPB) y la velocidad de marcha en 6 metros han sido determinados

diferentes niveles de capacidad funcional, en los cuales se recomiendan programas individualizados de intervención en ejercicio físico multicomponente (programas A, B, C y D) ver figura 2. La eficacia de estos programas se ve amplificada cuando es acompañada de una valoración del estado nutricional y su correspondiente intervención.

El programa de ejercicio físico multicomponente Vivifrail ⁶³, con base al nivel funcional (anexo 9) y riesgo de caídas que posea cada participante, serán implementadas de forma adecuada diferentes tipos de programas de ejercicio físico.

- El programa adecuado para una persona valorada como tipo A según escala de funcionalidad o persona con discapacidad se resume en el (anexo 11). Una persona con discapacidad puede empezar a caminar cuando haya mejorado su fuerza muscular. 5 a 10 segundos por 5 series esperando conseguir caminar 1 a 2 minutos de manera continua. Y debería ser capaz de completar los 7 ejercicios del anexo 10, al menos una vez al día.
- Con respecto a una persona con fragilidad o tipo B, debería ser capaz de caminar 5 series de 2 minutos a un ritmo que pueda mantener una conversación continua, pero aumentando progresivamente la intensidad y a partir de la séptima semana de poner en práctica el programa, debería ser capaz de caminar durante 3 series de 8 minutos cada una. Los ejercicios físicos del programa multicomponente adecuados para una persona con fragilidad se muestran en el (anexo 12).
- Para una persona pre frágil o tipo C, el ejercicio multicomponente es indispensable, iniciando con una caminata continua de por lo menos 3 series de 10 minutos cada una para un total de media hora de ejercicio cardiovascular adecuado. A partir de la séptima semana debería ser capaz de caminar durante 45 minutos repartidos en 3 series de 15 minutos cada una. El resto de componentes del programa para una persona pre frágil se resumen en el (anexo 13).
- Por último, para un adulto mayor tipo D o robusto también es importante la realización de ejercicio físico prescrito de forma adecuada. Una actividad física incrementada en el anciano se ha asociado con disminución del riesgo de mortalidad, del riesgo de enfermedades crónicas prevalentes en el envejecimiento y de deterioro funcional. La independencia funcional se ha propuesto como el indicador más representativo para la población geriátrica y

múltiples estudios han confirmado su importancia en la enfermedad aguda. El programa establecido por el estudio Vivifrail ⁶³ resume las actividades adecuadas para este grupo de personas en el (anexo 14).

3.4 Riesgos de la práctica de ejercicio físico en el adulto mayor frágil

Dentro de los problemas frecuentes del ejercicio físico en adultos mayores frágiles se encuentran los relacionados con la comorbilidad. La fragilidad no contraindica un programa de ejercicio, sin embargo, se requiere evaluación médica rigurosa previa al comienzo del programa. Las contraindicaciones absolutas son de origen cardiovascular, (infarto cardiaco reciente o angina inestable, hipertensión no controlada, insuficiencia cardíaca aguda y bloqueo AV completo), y diabetes mellitus tipo I con el fin de evitar episodios hipo e hiperglucémicos. ⁶⁴

En la población de adultos mayores frágiles son recomendados los programas con menor intensidad, potencia, volumen y frecuencia de entrenamiento. Cuanto más gradual sea la progresión, mejor será la tolerancia y se minimizarán efectos adversos. Es necesario tener en cuenta que no se encuentran señalados adecuadamente los efectos secundarios en la mayoría de estudios realizados ⁶⁵. Finalmente es importante destacar la adherencia inadecuada a los programas de ejercicio en adultos mayores frágiles que con normalidad no realizan actividad física. Generalmente es mejor la realización de ejercicios aeróbicos (caminar, bicicleta, etc.) en comparación con programas de fuerza fuera del domicilio. ⁶⁶

De manera general, la práctica de ejercicio físico es la intervención más eficaz para retrasar la discapacidad y los eventos adversos que asocia habitualmente el síndrome de la fragilidad. El entrenamiento de fuerza, cada vez evidencia mejores resultados en este grupo poblacional, sin embargo, se observa la necesidad de más estudios aleatorizados que aclaren la utilización óptima de los componentes de un programa de fuerza individualizado comparado en términos funcionales con programas de ejercicio físico multicomponente.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El envejecimiento es “el resultado de la progresiva acumulación de cambios en el cuerpo que ocurren con el paso del tiempo y que ocasionan un incremento en la probabilidad de enfermedades o muerte en el individuo”. Por lo tanto, el envejecimiento está relacionado con el deterioro progresivo de las distintas funciones del cuerpo a lo largo del tiempo y se asocia a la pérdida de la complejidad en muchos procesos fisiológicos y estructuras anatómicas, donde se pueden mencionar la presión arterial, intervalos de zancada, ciclos de la respiración, la postura, entre otros. Sin embargo, a este proceso natural de envejecimiento no se le brinda la atención suficiente, además, no se refuerzan las medidas educativas que recomiendan llevar una alimentación saludable acompañada de ejercicio físico, para prevenir enfermedades y evitar complicaciones en la adultez; todo ello para tener una mejor calidad de vida. ^{67,68}

Usualmente la población no está acostumbrada a llevar un régimen alimenticio adecuado ya que su dieta tiene un alto consumo calórico, restringiendo el consumo de los macro y micronutrientes, y por un consumo de alimentos constante durante el día y la noche. Asociado a esto, otro punto importante sobre el cual se debe de enfatizar es la pobre actividad física que se realiza durante el día, evidenciándose esto en una población sedentaria y con enfermedades crónicas no transmisibles que comprometen sus vidas. ⁶⁹ Si estas medidas se tomaran en cuenta y si se educara a las personas desde la infancia, se tendrían adultos con adecuados estilos de vida y, por ende, una población más sana con una mejor calidad de vida lo cual también influiría en la esperanza de vida de cada país. ⁷⁰

La fragilidad es una patología que se asocia con el envejecimiento pues se caracteriza por una disminución de la reserva fisiológica lo cual provocaría un estado de riesgo en la capacidad, resistencia y mayor vulnerabilidad ante eventos adversos. Se definió en un consenso como un “síndrome médico con múltiples causas y factores que contribuyen a su desarrollo, caracterizado por la disminución de la fuerza, resistencia y funciones fisiológicas que aumentan la vulnerabilidad de un individuo al desarrollo de la dependencia funcional y/o su muerte”. La fragilidad suele ocasionar problemas que pueden afectar de manera importante a los adultos mayores, pues se manifiesta desde una pérdida progresiva de las funciones cognitivas hasta las físicas. ⁷¹

Como resultado de la presente investigación documental se describen los beneficios que tiene el ejercicio físico sobre la condición física del adulto mayor frágil, además, se recopiló información sobre cada tipo de ejercicio físico, sus efectos sobre la salud de los ancianos

frágiles y cuál de estos es el más efectivo en esta población. Aunque a los adultos mayores se les restringe la actividad física debido a que se tiene el concepto erróneo de un sujeto muy vulnerable con incapacidad de independencia, se resalta la importancia de implementar un programa de ejercicios para mejorar la condición de vida y salud en esta población.⁷² Hoy en día es complicado encontrar un adulto mayor diagnosticado con fragilidad debido a que se conoce poco del tema y a que no existen muchos especialistas en el área. Si se pudiese identificar esta morbilidad se investigaría más información de cómo prevenir y mejorar la condición de salud del adulto mayor de forma global. Una vez identificado un adulto mayor frágil, se deberían de implementar estrategias de salud orientadas a evitar la morbimortalidad de estos. Por lo tanto, se evidencia que el ejercicio físico como terapéutica para el anciano frágil es muy beneficiosa, ya que evita el desarrollo de complicaciones como enfermedades crónicas donde se puede mencionar la fragilidad.

Los beneficios que el ejercicio físico ejerce sobre el envejecimiento y principalmente sobre la fragilidad han sido objeto de estudio y se ha comprobado que es una estrategia eficaz para disminuir el riesgo de muerte, enfermedades crónicas, institucionalización y deterioro cognitivo y funcional. Cada tipo de ejercicio físico demuestra ser eficaz para mejorar el riesgo de caídas, el deterioro cognitivo, depresión, habilidad para caminar, equilibrio, fuerza muscular, composición corporal y la habilidad funcional. Sin embargo, al analizarlos, se evidencia que el tipo de ejercicio más completo en esta población es el entrenamiento multicomponente ya que combina ejercicios de fuerza, resistencia, equilibrio y marcha, y es el que ha evidenciado mejoría en la capacidad funcional y por ende preserva el mantenimiento de la independencia en las actividades de la vida diaria en estos sujetos porque interviene en distintos aspectos.⁷³

Las investigaciones realizadas hasta el momento sobre esta temática han arrojado resultados positivos sobre cada grupo de estudio de adultos mayores, además de que es un área que abarca un campo muy extenso el cual podría implementarse en cada país y poner a prueba los diferentes programas ya descritos en la literatura.

Los tipos de ejercicio físico para adultos mayores frágiles descritos en la literatura son: entrenamiento de resistencia aeróbica, entrenamiento de resistencia progresiva, entrenamiento aeróbico y de resistencia, entrenamiento de flexibilidad, entrenamiento de equilibrio y entrenamiento multicomponente. Cada uno de ellos han evidenciado beneficios tras un período de tiempo de implementarse demostrando mejorías sobre cada dominio de fragilidad. En la presente revisión sobresale el programa Vivifrail el cual está destinado a la

promoción del ejercicio físico para la prevención de la fragilidad y las caídas en las personas mayores. Este proyecto se enmarca en la estrategia de promoción de la salud y calidad de vida en la Unión Europea y comenta que los programas de ejercicio físico multicomponente y particularmente el de entrenamiento de la fuerza, son las intervenciones más eficaces para retrasar la discapacidad y otros eventos adversos. Diversos estudios transversales publicados en los últimos 30 años demostraron que, a cualquier edad, los adultos mayores que posean una adecuada condición física o que son físicamente más activos, presentan menor riesgo a corto y mediano plazo de padecer enfermedades cardiovasculares o de muerte. Así pues, la fragilidad no es una contraindicación para realizar ejercicio físico, sino una de las indicaciones más importantes para prescribirlo. ⁷⁴

Un programa de ejercicio físico en el adulto mayor frágil debe estar acompañado necesariamente de recomendaciones sobre variables como: intensidad, potencia, volumen y frecuencia de entrenamiento ideales para esta población. Previamente es necesaria la evaluación médica rigurosa a todos los adultos mayores con el fin de identificar patologías asociadas que contraindiquen la realización de un programa de ejercicio físico, siendo con frecuencia las de origen cardiovascular como infarto reciente del miocardio, angina inestable, hipertensión no controlada, insuficiencia cardíaca aguda y bloqueo auriculoventricular completo unas de las enfermedades que contraindican su prescripción. De la misma forma se debe realizar seguimiento adecuado del plan establecido y poder monitorizar los posibles efectos adversos secundarios (lesión muscular, exacerbación de enfermedad articular, fracturas, etc.).⁷⁵ En resumen, la manera adecuada de prescribir ejercicio físico en el adulto mayor frágil debería ser realizada de forma individualizada, progresiva y con la misma precisión que cualquier tratamiento médico farmacológico.

CONCLUSIONES

El ejercicio físico tiene un impacto positivo sobre la condición de salud del adulto mayor frágil y los estudios realizados en los últimos 10 años sobre esta temática reportan que esta población se beneficia de programas de ejercicio físico, lo cual se refleja en una mejora de las funciones cognitivas, el riesgo de caídas, depresión, habilidad para caminar, equilibrio, fuerza muscular, composición corporal y habilidad funcional.

Los beneficios que brinda el ejercicio físico ante la fragilidad del adulto mayor lo posicionan como un método efectivo al utilizarse como estrategia terapéutica en dichos pacientes, ya que previene y disminuye el riesgo de muerte; además de que provocan muchos cambios fisiológicos a distintos niveles que proveen de factores protectores y benéficos a la condición de fragilidad del adulto mayor.

Se señaló que el tipo de ejercicio físico más eficaz para la población adulta mayor frágil es el que combina en conjunto la fuerza, resistencia, equilibrio y marcha, ya que se enfoca en las distintas áreas que el síndrome de fragilidad afecta. Por lo tanto, se demostró que dentro de la variedad de tipos de ejercicio físico que existen para los adultos mayores frágiles, el entrenamiento multicomponente es el más eficaz y con este se evidencia una mayor mejoría en la capacidad funcional, y, por ende, en el mantenimiento de la independencia en las actividades de la vida diaria de estos sujetos.

Se detalló que la realización de una actividad física intensa genera efectos adversos en la población adulta mayor frágil, sometiéndolos a un mayor riesgo de infecciones por la leucopenia generada, por lo cual, la actividad física para estos sujetos debería basarse en una de tipo moderado, lo cual les provee un factor protector por el estado antiinflamatorio que se genera.

Los estudios recopilados en la presente investigación demuestran que el ejercicio físico puede prevenir la fragilidad en los adultos mayores y puede mejorar las funciones físicas y cognitivas en aquellos ya diagnosticados con fragilidad, sin embargo, no se demuestra una remisión de esta entidad ante un programa de ejercicio físico de forma prolongada.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al gremio médico realizar más investigaciones sobre los beneficios que provee el ejercicio físico sobre la condición del adulto mayor frágil, ya que la información disponible en la actualidad no es suficiente para respaldar su utilización en todas las poblaciones. La mayoría de información se ha generado a través de estudios realizados con poblaciones pequeñas, por lo que se necesitan estudios donde participen más sujetos.

Se sugiere al personal médico la investigación de información y la educación en el tema de fragilidad para que se puedan identificar a los adultos mayores que padezcan esta enfermedad, lo cual conllevaría la búsqueda de terapéuticas, como lo es el ejercicio físico, para prevenirla y tratarla, y, por ende, su implementación en el medio.

Se aconseja al personal médico y paramédico la implementación de estrategias de salud que puedan captar adultos mayores e identificar de esta manera a quienes padezcan de fragilidad, y por lo tanto, comenzar la educación en salud de estos pacientes sobre la enfermedad en cuestión con la posterior implementación de un programa de ejercicio físico para mejorar su condición de salud y evitar la morbimortalidad.

Que todo médico realice una evaluación médica previa de cada adulto mayor frágil antes de comenzar un programa de ejercicio físico para poder brindar una prescripción adecuada de este individualizando a cada paciente.

Brindar información al paciente adulto mayor frágil con respecto a la importancia de realizar actividad física aún en su condición y edad. La práctica de ejercicio físico depende fundamentalmente de la motivación del paciente, lo cual se liga al nivel de conocimiento e información que este posee con respecto al tema. Este proceso debe desarrollarlo el médico tratante, brindando un amplio y efectivo plan educacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. De Labra C, Guimaraes-Pinheiro Ch, Maseda A, Lorenzo T, Millán Calenti JC. Effects of physical exercise interventions in frail older adults: a systematic review of randomized controlled trials. *BMC Geriatrics* [en línea]. 2015 [citado 07 Ene 2021]; 15 (154): 1-16. Disponible en: <https://bmcgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12877-015-0155-4>
2. Viladrosa M, Casanova C, Ghiorghies AC, Jürschik P. El ejercicio físico y su efectividad sobre la condición física en personas mayores frágiles. Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados. *Rev Esp Geriatr Gerontol* [en línea]. 2017 [citado 07 Ene 2021]; 52 (6): 332-341. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-geriatria-gerontologia-124-articulo-el-ejercicio-fisico-su-efectividad-S0211139X17301312>
3. Frimel TN, Sinacore DR, Villareal DT. Exercise Attenuates the Weight-Loss-Induced Reduction in Muscle Mass in Frail Obese Older Adults. *Ejercicio Deportivo Med Sci* [en línea]. 2008 [citado 07 Ene 2021]; 40 (7): 1213–1219. Doi: [10.1249/MSS.0b013e31816a85ce](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31816a85ce)
4. McPhee JS, French DP, Jackson D, Nazroo J, Pendleton N, Degens H. Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology* [en línea]. 2016 [citado 07 Ene 2021]; 17: 567-580. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10522-016-9641-0>
5. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Revisión sistemática del entrenamiento de fuerza con sobrecarga progresiva en adultos mayores. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* [en línea]. 2004 [citado 07 Ene 2021]; 59 (1): 48–61. doi: <https://doi.org/10.1093/gerona/59.1.M48>
6. Ehsani AA, Spina RJ, Peterson LR, Rinder MR, Glover KL, Villareal DT, et al. Atenuación de las adaptaciones cardiovasculares al ejercicio en octogenarios frágiles. *J Appl Physiol* [en línea]. 2003 [citado 07 Ene 2021]; 95 (5): 1781–8. Doi: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00194.2003>
7. Castell MV, Guitérrez Misis A, Sánchez Martínez M, Prieto MA, Moreno B, Nuñez S, et al. Effectiveness of an intervention in multicomponent exercise in primary care to improve frailty parameters in patients over 70 years of age (MEFAP-project), a

- randomized clinical trial: rationale and study design. BMC Geriatrics [en línea]. 2019 [citado 07 Ene 2021]; 19 (25); 1-29. Doi: [10.1186/s12877-018-1024-8](https://doi.org/10.1186/s12877-018-1024-8)
8. Hernández Briones BA. Evaluación funcional del adulto mayor con enfermedad aguda. [tesis de maestría]. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2013. [citado 07 Ene 2021]; Disponible en: <http://bibliomed.usac.edu.gt/tesis/post/2013/077.pdf>
 9. Castañeda Cerezo S. Prevención cardiovascular en el adulto mayor. Rev Med Interna [en línea]. 2013 [citado 07 Ene 2021]; 17 (1): 12-17. Disponible en: <http://bibliomed.usac.edu.gt/revistas/revmedi/2013/17/S1/03>
 10. Jauregui JR, Rubin RK. Fragilidad en el adulto mayor. Rev Hosp Ital B Aires [en línea]. 2012 [citado 10 Ene 2021]; 32 (3): 110-5. Disponible en: https://www1.hospitalitaliano.org.ar/educacion/revista/index.php?contenido=ver_articulo.php&id_articulo=12815&id_rev=36&datorev=Septiembre+2012+volumen+32+N%26uacute%3Bmero+3
 11. Morley JE, Vellas B, Van Kan GA, Anker SD, Bauer JM, Bernabei R, et al. Frailty consensus: a call to action. J Am Med Dir Assoc [en línea]. 2013 [citado 10 Ene 2021]; 14 (6): 392-7. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.03.022>
 12. Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K. Frailty in older people. Lancet [en línea]. 2013 [citado 10 Ene 2021]; 381(9868): 752--62. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4098658/>
 13. Li H, Manwani B, Leng SX. Frailty, inflammation, and immunity. Aging Dis [en línea]. 2011 [citado 10 Ene 2021]; 2 (6): 466-473. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22396895/>
 14. Ekerstad N, Swahn E, Janzon M, Alfredsson J, Löfmark R, Lindenberger M, et al. Frailty is independently associated with 1-year mortality for elderly patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction. Eur J Prev Cardiol [en línea]. 2013 [citado 10 Ene 2021]; 21: 1216--1224. Doi: <https://doi.org/10.1177/2047487313490257>
 15. Wilhelm Leen ER, Hall YN, DeBoer IH, Chertow GM. Vita-min D deficiency and frailty in older americans. J Int Med [en línea]. 2010 [citado 10 Ene 2021]; 268: 171---80. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2010.02248.x>

16. Lana A, Valdés-Bécares A, Buño A, Rodríguez-Artalejo F, Lopez-Garcia E. Serum leptin concentration is associated with incident frailty in older adults. *Aging Dis* [en línea]. 2017 [citado 11 Ene 2021]; 8: 240---9. Disponible en: <http://www.aginganddisease.org/EN/10.14336/AD.2016.0819>
17. Ho YY, Matteini AM, Beamer B, Fried L, Xue QL, Arking DE, et al. Exploring biologically relevant pathways in frailty. *Gerontol A Biol Sci Med Sci* [en línea]. 2011 [citado 11 Ene 2021]; 66(9): 975-979. Doi: <https://doi.org/10.1093/gerona/qlr061>
18. Tello RT, Varela LP. Fragilidad en el adulto mayor: detección, intervención en la comunidad y toma de decisiones en el manejo de enfermedades crónicas. *Peru Med Exp Salud Publica* [en línea]. 2016 [citado 11 Ene 2021]; 33 (2); 328-34. Doi: <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2016.332.2207>
19. Abizanda Soler P, Álamo González C, Cuesta Triana F, Gómez Pavón J, González Ramírez A, Lázaro del Nogal M, et al. Guía de buena práctica clínica en geriatría. [en línea]. Madrid: Sociedad Española de Geriatría y Gerontología; 2015 [citado 11 Ene 2021]. Disponible en: https://www.segg.es/media/descargas/GBPCG_Fragilidad_y_nutricion_en_el_anciano.pdf
20. Theou O, Brothers TD, Mitnitski A, Rockwood K. Operationalization of frailty using eight commonly used scales and comparison of their ability to predict all-cause mortality. *J Am Geriatr Soc* [en línea]. 2013 [citado 11 Ene 2021]; 61: 1537---51. Doi: <https://doi.org/10.1111/jgs.12420>
21. Moorhouse P, Rockwood K. Frailty and its quantitative clinical evaluation. *J R Coll Physicians Edinb* [en línea]. 2012 [citado 13 Ene 2021]; 42: 333-40. Disponible en: <https://www.rcpe.ac.uk/Journal/frailty-and-its-quantitative-clinical-evaluation>
22. Axley MS, Schenning KJ. Preoperative cognitive and frailty screening in the geriatric surgical patient: a narrative review. *Clin Ther* [en línea]. 2015 [citado 13 Ene 2021]; 37(12): 2666---75. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4695237/>
23. Colloca G, Di Capua Beatrice, Bellieni A, Fusco D, Ciciarello F, Tagliaferri L, et al. Biological and functional biomarkers of aging: definition characteristics, and how they

- can impact everyday cancer treatment. *Curr Oncol Rep* [en línea]. 2020 [citado 20 Mayo 2021]; 22: 115. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11912-020-00977-w>
24. Cabrero García J, Muñoz Mendoza CL, Cabañero Martínez MJ, González Llopis L, Ramos Pichardo JD, Reig Ferrer A. Valores de referencia de la short physical performance battery para pacientes de 70 y más años en atención primaria de salud. *Aten Primaria* [en línea]. 2012 [citado 20 Mayo 2021]; 44(9): 540-548. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-valores-referencia-short-physical-performance-S0212656712000923>
25. Casa Herrero A, Izquierdo M. Ejercicio físico como intervención eficaz en el anciano frágil. *An Sist Sanit Navar* [en línea]. 2012 [citado 20 Mayo 2021]; 35 (1): 69-85. Doi: <https://dx.doi.org/10.4321/S1137-66272012000100007>
26. Angulo J, El Assar M, Álvarez-Bustos A, Rodríguez-Mañas L. Physical activity and exercise: strategies to manage frailty. *Redox Biol* [en línea]. 2020 [citado 20 Mayo 2021]; 35: 101513. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7284931/>
27. Daniels R, van Rossum E, de Witte L, Kempen GI, van den Heuvel W. Interventions to prevent disability in frail community-dwelling elderly: a systematic review. *BMC Health Serv Res* [en línea]. 2008 [citado 20 Mayo 2021]; 8: 278. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2630317/>
28. Cadore EL, Rodríguez-Mañas L, Sinclair A, Izquierdo M. Effects of different exercise interventions on risk of falls gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation Resch* [en línea]. 2013 [citado 20 Mayo 2021]; 16(2): 105-114. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3634155/>
29. Cid Ruzafa J, Damián-Moreno J. Valoración de la discapacidad física: el índice de Barthel. *Rev Esp Salud Pública* [en línea]. 1997 [citado 20 Mayo 2021]; 71(2): 127-137. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57271997000200004
30. Muñoz Silva CA, Rojas Orellana PA, Marzuca-Nassr GN. Criterios de valoración geriátrica integral en adultos mayores con dependencia moderada y severa en Centros de Atención Primaria en Chile. *Rev Med Chile* [en línea]. 2015 [citado 20

Mayo 2021]; 143(5): 612-618. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872015000500009>

31. Khamis R, Sabbah H, Sabbah S, Peters L, Droubi N, Sabbah I. Evaluating the psychometric properties of the arabic version of the groningen frailty indicator among lebanese elderly people. J Egypt Public Health Assoc [en línea]. 2019 [citado 20 Mayo 2021]; 94: 28. Doi: <https://doi.org/10.1186/s42506-019-0028-3>
32. Acosta Gómez Y, Rodríguez Acosta G, Rodríguez Fabrega O, Espín Falcón JC, Valdés Mora M. Envejecimiento cardiovascular saludable. Rev Cubana Med Gen Integr [en línea]. 2015 [citado 22 Mayo 2021]; 31 (2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252015000200012
33. Heckman GA, Demers C, Hogan DB, Mckelvie RS. Heart failure: old disease, older adults, fresh perspective. Geriatrics and Aging [en línea]. 2008 [citado 22 Mayo 2021]; 11 (1): 15-21. Disponible en: <https://www.healthplexus.net/files/content/2008/February/1101hf.pdf>
34. Butrous MD, Hummel SL. Heart failure in older adults. Can J Cardiol [en línea]. 2016 [citado 22 Mayo 2021]; 32(9): 1140–1147. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5503696>
35. Audelin MC, Savage PD, Ades PA. Exercise-based cardiac rehabilitation for very older patients (> or =75 years): focus on physical function. J Cardiopulm Rehabil Prev [en línea]. 2008 [citado 22 Mayo 2021]; 28 (3): 163 – 173. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18496314/>
36. Sharman JE, Gerche AL, Coombes JS. Exercise and Cardiovascular Risk in Patients With Hypertension. Am J Hypertens [en línea]. 2015 [citado 15 Jul 2021]; 28(2):147-158. Doi: [10.1093/ajh/hpu191](https://doi.org/10.1093/ajh/hpu191)
37. Cardoso CG Jr, Gomides RS, Carrenho Queiroz AC, Pinto LG, Da Silveria Lobo F, Tinucci T, et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. Clinics (Sao Paulo) [en línea]. 2010 [citado 15 Jul 2021]; 65(3): 317-25. Doi: [10.1590/S1807-59322010000300013](https://doi.org/10.1590/S1807-59322010000300013)
38. Carrenho Queiroz AC, Kanegusuku H, de Moraes Forjaz CL. Efectos del entrenamiento de resistencia sobre la presión arterial de añosos. Arq Bras Cardiol

[en línea]. 2010 [citado 22 Mayo 2021]; 95(1): 135-40
<https://www.scielo.br/j/abc/a/L75P5FqTmK8BM5f3tyygtmx/abstract/?lang=es>

39. Ribeiro F. Resistance exercise for the management of arterial hypertension: an intervention that works. *J Clin Hypertens* [en línea]. 2021 [citado 15 Jul 2021]; 23(5):987-989. Doi: [10.1111/jch.14197](https://doi.org/10.1111/jch.14197)
40. Vanhees L, de Sutter J, Gelada SN, Doyle F, Prescott E, Cornelissen V, et al. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in defining the benefits to cardiovascular health within the general population: recommendations from the EACPR (Part I). *Eur J Prev Cardiol* [en línea]. 2012 [citado 22 Mayo 2021]; 19(4): 670-86. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22637742/>
41. Sattelmair J, Pertman J, Ding EL, Kohl HW, Haskell W, Lee IM. Dose response between physical activity and risk of coronary heart disease: a meta-analysis. *Circulation* [en línea]. 2011 [citado 23 Mayo 2021]; 124(7): 789-95. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21810663/>
42. Skrypnik D, Bogdanski P, Madry E, Karolkiewicz J, Ratajczak M, Krysiak J, et al. Effects of endurance and endurance strength training on body composition and physical capacity in women with abdominal obesity. *Obes Facts* [en línea]. 2015 [citado 15 Jul 2021]; 8(3): 175–187. Doi: [10.1159/000431002](https://doi.org/10.1159/000431002)
43. Danielsen KK, Svendsen M, Maehlum S, Sundgot-Borgen J. Changes in body composition, cardiovascular disease risk factors, and eating behavior after an intensive lifestyle intervention with high volume of physical activity in severely obese subjects: a prospective clinical controlled trial. *J Obes* [en línea]. 2013 [citado 23 Mayo 2021]; 2013: 325464. Doi: <https://doi.org/10.1155/2013/325464>
44. Artero EG, Lee DC, Ruiz JR, Sui X, Ortega FB, Church TS, et al. A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. *J Am Coll Cardiol* [en línea]. 2011 [citado 23 Mayo 2021]; 57 (18): 1831-1837 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3098120/>
45. Von Haehling S, Morley JE, Anker SD. An overview of sarcopenia: facts and numbers on prevalence and clinical impact. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* [en

- línea]. 2010 [citado 23 Mayo 2021]; 1(2): 129-133. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3060646/>
46. Tschopp M, Sattelmayer MK, Hilfiker R. Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? a meta-analysis. *Age Ageing* [en línea]. 2011 [citado 23 Mayo 2021]; 40(5): 549-556. Doi: <https://doi.org/10.1093/ageing/afr005>
47. Paladines B, Quizhpi M, Villota P. Tratamiento integral de la sarcopenia senil. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas Universidad de Cuenca* [en línea]. 2016 Sept [citado 23 Mayo 2021]; 41-48. Disponible en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/1622>
48. Sayer AA, Robinson SM, Patel HP, Shavlakadze T, Cooper C, Grounds MD. New horizons in the pathogenesis, diagnosis and management of sarcopenia. *Age and Ageing* [en línea]. 2013 [citado 23 Mayo 2021]; 42(2): 145–150. Doi: <https://doi.org/10.1093/ageing/afs191>
49. Chulvi Medrano I. Entrenamiento de fuerza combinado con oclusión parcial súper impuesta: una revisión. *Rev Andal Med Deport* [en línea]. 2011 [citado 23 Mayo 2021]; 4(3): 121–128. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-entrenamiento-fuerza-combinado-con-occlusion-X1888754611381398>
50. Makanae Y, Fujita S. Role of exercise and nutrition in the prevention of sarcopenia. *J Nutr Sci Vitaminol* [en línea]. 2015 [citado 23 Mayo 2021]; 61: Suppl S125–S127. Doi: <https://doi.org/10.3177/jnsv.61.S125>
51. Osawa Y, Oguma Y, Ishii N. The effects of whole-body vibration on muscle strength and power: a meta-analysis. *J Musculoskelet Neuronal Interact* [en línea] .2013 [citado 15 Jul 2021]; 13(3):380-90. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23989260/>
52. Castro-Jiménez LE, Galvis-Fajardo CA. Effects of physical activity on cognitive impairment and dementia. *Rev Cub Salud Pública* [en línea]. 2018 [citado 8 Jun 2021]; 44 (3): e979. Disponible en: <https://scielosp.org/article/rcsp/2018.v44n3/e979/>

53. Franco-Martín M, Parra-Vidales E, González-Palau F, Bernate-Navarro M, Solís A. Influencia del ejercicio físico en la prevención del deterioro cognitivo en las personas mayores: revisión sistemática. Rev Neurol [en línea]. 2013 [citado 8 Jun 2021]; 56 (11): 545-554. Disponible en: <https://www.neurologia.com/articulo/2012570>
54. Riquelme Uribe D, Sepúlveda Guzmán C, Muñoz Marambio M, Valenzuela Harrington M. Ejercicio físico y su influencia en los procesos cognitivos. Motricidad y Persona. [en línea]. 2013 [citado 8 Jun 2021]; 13: 69-74. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4736022>
55. Abujabra Merege Filho CA, Robles Rodrigues Alves C, Sepúlveda CA, Dos Santos Costa A, Lancha Junior AH, Gualano B. Influência do exercício físico na cognição: uma atualização sobre mecanismos fisiológicos. Rev Bras Med Esporte [en línea]. 2014 [citado 8 Jun 2021]; 20(3): 237-241. Doi: <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200301930>
56. Martín Aranda R. Physical activity and quality of life in the elderly: a narrative review. Rev Habanera Cienc Médi [en línea]. 2018 [citado 8 Jun 2021]; 17 (5): 813-825. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2418>
57. Scheffer D, Latini A. Exercise-induced immune system response: anti-inflammatory status on peripheral and central organs. Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis [en línea]. 2020 [citado 8 Jun 2021]; 1866 (10). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7188661/>
58. Castellanos PE. Ejercicio físico e inmunidad en el anciano. Rev Cubana Med Gen Integr [en línea]. 2012 [citado 8 Jun 2021]; 28 (2): 72-78. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenl.cgi?IDREVISTA=257&IDARTICULO=35796&IDPUBLICACION=3807>
59. Cadore EL, Moneo AB, Mensat MM, Muños AR, Izquierdo M, Casas-Herrero Ar, et al. Positive effects of resistance training in frail elderly patients with dementia after long-term physical restraint. Age Dordr [en línea]. 2014 [citado 8 Jun 2021]; 36(2): 801-811 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4039260/>
60. Cadore EL, 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 Dordr* [en línea]. 201 [citado 8 Jun 2021]; 36 (2): 773-785 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4039263/>
61. Cadore EL, Izquierdo M. How to simultaneously optimize muscle strength, power, functional capacity, and cardiovascular gains in the elderly: an update. *Age Dordr* [en línea]. 2013 [citado 8 Jun 2021]; 35 (6): 2329-2344 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3825007/>
62. Martínez Velilla N, Casas Herrero A, Zambom-Ferraresi F, Sáez de Asteasu ML, Lucia A, Galbete A, et al. Effect of exercise intervention on functional decline in very elderly patients during acute hospitalization: a randomized clinical trial. *JAMA Intern Med* [en línea]. 2019 [citado 8 Jun 2021]; 179 (1): 28-36. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6583412/>
63. Izquierdo M. Guía de prescripción Vivifrail [en línea]. 2017 [citado 8 Jun 2021]. Disponible en: <http://vivifrail.com/wp-content/uploads/2020/02/Pasaporte-sanitarios.pdf>
64. Äijö M, Kauppinen M, Kujala UM, Parkatti T. Physical activity, fitness, and all-cause mortality: An 18-year follow-up among old people. *J Sport Health Sci* [en línea]. 2016 [citado 15 Jul 2021]; 5(4): 437–442. Doi: [10.1016/j.jshs.2015.09.008](https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.09.008)
65. Organización panamericana de la Salud [en línea]. Ginebra: OPS; 2012 [citado 8 Jun 2021]; Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud; [aprox. 2 part.]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/9-5-2012-recomendaciones-mundiales-sobre-actividad-fisica-para-salud>
66. Casas Herrero A, Cadore EL, Martínez Velilla N, Izquierdo Redin M. Physical exercise in the frail elderly: an update. *Rev Esp Geriatr Gerontol* [en línea]. 2015 [citado 8 Jun 2021]; 50 (2): 74-81. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-geriatria-gerontologia-124-linkresolver-el-ejercicio-fisico-el-anciano-S0211139X14001590>
67. Alvarado García AM, Salazar Maya AM. Análisis del concepto de envejecimiento. *Gerokomos* [en línea]. 2014 [citado 8 Jun 2021]; 25(2):57-62. doi: <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-928X2014000200002>

68. Landinez Parra NS, Contreras Valencia K, Castro Villamil A. Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. Rev Cub Salud Publica [en línea]. 2012 [citado 8 Jun 2021]; 38(4): 562-580. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662012000400008
69. Limón Mendizábal MR. Envejecimiento activo: un cambio de paradigma sobre el envejecimiento y la vejez. Aula Abierta [en línea]. 2018 [citado 8 Jun 2021]; 47(1): 45-54. doi: <https://doi.org/10.17811/rifie.47.1.2018.45-54>
70. Aliaga Díaz E, Cuba Fuentes S, Mar Meza M. Promoción de la salud y prevención de las enfermedades para un envejecimiento activo y con calidad de vida. Rev Perú Med Exp Salud Publica [en línea]. 2016 [citado 8 Jun 2021]; 33(2): 311-20. Disponible en: <https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2016.v33n2/311-320/>
71. Ferrer A, Formiga F, Sanz H, Monserrate E, Vergers D. Envejecimiento satisfactorio e indicadores de fragilidad en los mayores de la comunidad. Aten Primaria [en línea]. 2014 [citado 8 Jun 2021]; 46(9):475-82. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2014.01.004>
72. Vidarte Claros JA, Quintero Cruz MV, Erazo Beltrán Y. Efectos del ejercicio físico en la condición física funcional y la estabilidad en adultos mayores. Hacia promoc Salud [en línea]. 2012 [citado 8 Jun 2021]; 17(2): 79-90. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-75772012000200006
73. Araque Martínez MA, Ruiz Montero PJ, Artéz Rodríguez EM, Efectos de un programa de ejercicio físico multicomponente sobre la condición física, la autoestima, la ansiedad y la depresión de personas adultas mayores. Retos [en línea]. 2020 [citado 8 Jun 2021]; 39: 1024--28. doi: <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.83282>
74. Izquierdo M. Prescripción de ejercicio físico. El programa Vivifrail como modelo. Nutr Hosp. [en línea]. 2019 [citado 8 Jun 2021]; 36(2): 50-56. doi: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.02680>
75. López Galarraga AV. Riesgos cardiovasculares de la actividad y el ejercicio físico. Rev Cub Med Dep & Cul Fís [en línea]. 2017 [citado 8 Jun 2021]; 12(2). Disponible en: <http://www.revmedep.sld.cu/index.php/medep/article/view/94/96>

ANEXOS

Anexo 1. Buscadores, términos de búsqueda y operadores lógicos utilizados.

Buscadores	DeCS	MeSH	Operadores lógicos	Artículos revisados	Artículos utilizados
PubMed	“Ejercicio físico”	“Exercise”	- “Ejercicio” AND “Entrenamiento físico”, “Ejercicio aeróbico”	25	23
Google Scholar	“Fragilidad”	“Frailty”	- “Debilidad muscular” AND “Síndrome de fragilidad”, “Astenia”, “Sarcopenia”	21	18
BIREME	“Adulto mayor”	“Aged”	- “Persona Mayor” AND “Anciano”, “Persona de edad”	11	9
HINARI	“Aptitud física”	“Physical Fitness”	- “Ejercicio físico” AND “Resistencia física”, “Terapia por ejercicio”	13	7
Scielo	“Evaluación de eficacia-efectividad de intervenciones”	“Evaluation of the Efficacy-Effectiveness of Interventions”	- “Entrenamiento físico”, “Ejercicio aeróbico”	15	11

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de tipo de estudio utilizado

Tipo de estudio	Término utilizado	Número de artículos
Todos los artículos revisados	-----	90
Artículos utilizados	No filtrados	75
Metaanálisis	"Ejercicio físico" AND "Resistencia física", "Terapia por ejercicio"	2
Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados aleatorizados	"Debilidad muscular" AND "Síndrome de fragilidad", "Astenia", "Sarcopenia" "Ejercicio" AND "Entrenamiento físico", "Ejercicio aeróbico"	12
Ensayos Clínicos controlados	"Ejercicio físico" AND "Resistencia física", "Terapia por ejercicio" "Entrenamiento físico", "Ejercicio aeróbico" "Persona Mayor" AND "Anciano", "Persona de edad"	8
Estudios de cohorte	"Entrenamiento físico", "Ejercicio aeróbico" "Terapia por ejercicio"	13
Estudio de casos y controles	"Ejercicio" AND "Entrenamiento físico", "Ejercicio aeróbico" "Síndrome de fragilidad", "Adulto mayor"	3
Estudio transversal descriptivo	"Ejercicio físico" AND "Resistencia física", "Terapia por ejercicio" "Entrenamiento físico", "Ejercicio aeróbico" "Persona Mayor" AND "Anciano", "Persona de edad"	8
Reporte de caso	"Entrenamiento físico", "Ejercicio aeróbico" "Terapia por ejercicio"	1
Revisión narrativa	"Entrenamiento físico", "Ejercicio aeróbico" "Terapia por ejercicio"	1
Revisión bibliográfica	"Ejercicio físico" AND "Resistencia física", "Terapia por ejercicio" "Entrenamiento físico", "Ejercicio aeróbico" "Persona Mayor" AND "Anciano", "Persona de edad"	27

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Fenotipo de fragilidad de Fried

1. Pérdida de peso										
Pérdida de peso no intencionada en el último año mayor de 10 libras (4.5 kg) o mayor del 5% del peso previo en el último año.										
2. Baja energía y resistencia										
Respuesta afirmativa a cualquiera de las dos preguntas de la escala de depresión CES-D: “¿Sentía que todo lo que hacía suponía un esfuerzo en la última semana?” o “¿Sentía que no podía ponerse en marcha la última semana?”. Se considera criterio de fragilidad si a una de ellas se responde: “moderada cantidad de tiempo (3-4 días) o la mayor parte del tiempo”.										
3. Bajo nivel de actividad física										
Kilocalorías gastadas por semana usando el Minnesota Leisure Time Activity Questionnaire (MLTAQ), estratificado por género. Se considera fragilidad cuando se encuentra en el quintil inferior: <ul style="list-style-type: none"> - Hombres < 383 kcal/semana - Mujeres < 270 kcal/semana 										
4. Velocidad de la marcha										
Tiempo que se tarda en andar 15 pasos (4,6 m), estratificado por altura y género. Se considera criterio de fragilidad cuando los sujetos están en el quintil inferior: <ul style="list-style-type: none"> - Hombres: altura ≤ 173 cm ≥ 7 segundos/altura > 173 cm ≥ 6 segundos - Mujeres: altura ≤ 159 cm ≥ 7 segundos/altura > 159 cm ≥ 6 segundos 										
5. Fuerza prensora										
Medida en kilogramos y estratificada por género e índice de masa corporal. Se considera criterio de fragilidad cuando los sujetos están en el quintil inferior. <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>- Hombres:</td> <td>- Mujeres</td> </tr> <tr> <td>- IMC ≤ 24 ≤ 29</td> <td>- IMC ≤ 23 ≤ 17</td> </tr> <tr> <td>- IMC 24.1-26 ≤ 30</td> <td>- IMC 23.1-26 ≤ 17.3</td> </tr> <tr> <td>- IMC 26.1-28 ≤ 30</td> <td>- IMC 26.1-29 ≤ 18</td> </tr> <tr> <td>- IMC > 28 ≤ 32</td> <td>- IMC > 29 ≤ 21</td> </tr> </table>	- Hombres:	- Mujeres	- IMC ≤ 24 ≤ 29	- IMC ≤ 23 ≤ 17	- IMC 24.1-26 ≤ 30	- IMC 23.1-26 ≤ 17.3	- IMC 26.1-28 ≤ 30	- IMC 26.1-29 ≤ 18	- IMC > 28 ≤ 32	- IMC > 29 ≤ 21
- Hombres:	- Mujeres									
- IMC ≤ 24 ≤ 29	- IMC ≤ 23 ≤ 17									
- IMC 24.1-26 ≤ 30	- IMC 23.1-26 ≤ 17.3									
- IMC 26.1-28 ≤ 30	- IMC 26.1-29 ≤ 18									
- IMC > 28 ≤ 32	- IMC > 29 ≤ 21									

Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Abizanda Soler P, Álamo González C, Cuesta Triana F, Gómez Pavón J, González Ramírez A, Lázaro del Nogal M, et al. Guía de buena práctica clínica en geriatría. [en línea]. Madrid: Sociedad Española de Geriatría y Gerontología; 2015 [citado 11 Ene 2021]. Disponible en: https://www.segg.es/media/descargas/GBPCG_Fragilidad_y_nutricion_en_el_anciano.pdf

El anexo 3 muestra el fenotipo de Fried y sus 5 criterios (pérdida de peso, baja resistencia, bajo nivel de actividad física, disminución de la velocidad de la marcha y disminución de la fuerza), según el cual, una persona será frágil si cumple tres o más criterios, pre frágil si cumple uno o dos y robusto si no cumple ninguno.

Anexo 4. Indicador de fragilidad Groningen, Tilburg y Edmonton

1. Indicador de fragilidad Groningen
Considera 15 déficits en 4 dominios: físico, polifarmacia, cognición, psicosocial. La actitud física es evaluada mediante la frecuencia de la actividad física, mientras que la pérdida de peso a través de preguntas respecto a disminución de apetito y consumo de alimentos. La cognición incluye la valoración de memoria y función ejecutiva. En el dominio social se evalúa con EURO-D Scale. Una puntuación de 4 o superior, de un total de 15, se puede considerar frágil.
2. Indicador de fragilidad Tilburg
Considera 15 déficits en dominios físicos, psicológicos y sociales. Las mismas preguntas que se utilizan en las otras escalas se utilizan para identificar la pérdida de peso y la fuerza de agarre. También evalúa dominios como la memoria, la ansiedad, la depresión y las relaciones sociales. Una puntuación de 5 puntos o mayor es considerada como frágil.
3. Edmonton Frail Scale
Incluye 17 déficits en los dominios de cognición (test del reloj), estado de salud general, independencia funcional, apoyo social, uso de medicamentos, nutrición, estado de ánimo, continencia y desempeño funcional. Un estado de fragilidad se establece con un puntaje de 8 o mayor. Es válida, fiable y factible para la utilización por los no geriatras, pero su precisión diagnóstica no está muy estudiada.

Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Lemus et al. Evaluación de la fragilidad en la enfermedad cardiovascular: un reto necesario. *Colomb Cardiol* [en línea]. 2020 [citado 11 Ene 2021]. 27 (4): 283---293. Disponible en: [Evaluación de la fragilidad en la enfermedad cardiovascular: Un reto necesario - ScienceDirect](#)

En el anexo 4 se presentan otras herramientas destacadas para el diagnóstico de fragilidad.

Anexo 5. Escala clínica de fragilidad

1. Vigoroso: Vigoroso, activo, enérgico, bien motivado y en forma; estas personas se ejercitan regularmente y están en el grupo de mejor condición para su edad.
2. Bien, sin enfermedad: Sin enfermedad activa, pero no están en tan buena forma respecto a las personas de la categoría 1.
3. Bien, con enfermedad controlada: Los síntomas de la enfermedad están bien controlados comparados con los de la categoría 4.
4. Vulnerable aparentemente: Aunque no son francamente dependientes, estas personas suelen quejarse de “enlentecimiento” o tienen síntomas de la enfermedad.
5. Medianamente frágil: Dependencia limitada para las actividades instrumentales de la vida diaria.
6. Moderadamente frágil: Necesita ayuda para actividades instrumentales y no instrumentales de la vida diaria.
7. Severamente frágil: Completamente dependiente para las actividades de la vida diaria o terminalmente enfermos.
8. Muy severamente frágiles: Completamente dependiente, cerca del fin de su vida. Podría no recuperarse incluso de una enfermedad menor.
9. Enfermo terminal: Cerca del final de su vida. Esta categoría aplica para expectativa de vida menor a 6 meses, pero que no son evidentemente frágiles

Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Moorhouse P, Rockwood K. Frailty and its quantitative clinical evaluation. J R Coll Physicians Edinb [en línea]. 2012 [citado 13 Ene 2021]; 42: 333-40. Disponible en: <https://www.rcpe.ac.uk/Journal/frailty-and-its-quantitative-clinical-evaluation>

El anexo 5 muestra la escala eminentemente clínica realizada por la cohorte del Canadian Study of Health and Aging (CSHA) esta consta inicialmente de siete categorías en las que el médico sitúa al paciente. Dicha escala ha mostrado validez y fiabilidad por lo que se ha considerado una herramienta útil en la práctica diaria. Hoy la escala se ha ampliado a nueve categorías para facilitar la clasificación de pacientes terminales que no son clínicamente frágiles.

Anexo 6. Principios generales, recomendaciones, beneficios y riesgos de un programa de entrenamiento aeróbico y de fuerza (adaptada de Landi y Col)

	Entrenamiento aeróbico	Entrenamiento de fuerza
Principios generales	Grandes grupos musculares Muchas repeticiones Baja resistencia	Contracción varios grupos musculares Pocas repeticiones Moderada/alta resistencia
Recomendaciones	Ejercicio aeróbico bajo impacto Comienzo baja intensidad y corta duración (5 min) Calentamiento y estiramiento	Medir fuerza y potencia basal Carga inicial 40 – 50% Grandes músculos pareados Pequeños incrementos carga
Beneficios	CV, composición corporal metabólico Resistencia muscular Comorbilidad	Aumento fuerza, potencia, masa muscular magra Rango de movilidad Función física
Riesgos	Evento cardiaco Daño musculo esquelético	Lesión muscular Fracturas, Exacerbación enfermedad articular.

Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Izquierdo M, Herrero C. Ejercicio físico como intervención eficaz en el anciano frágil. Anales Sis San Navarra [en línea]. 2012 [citado 13 Ene 2021]; 35. doi: <https://dx.doi.org/10.4321/S1137-66272012000100007>

Entre los problemas más comunes del ejercicio físico en adultos mayores frágiles están los asociados con la comorbilidad, lo cual amerita evaluación médica antes de comenzar el programa de ejercicios. El anexo 6 muestra los principios generales, recomendaciones, beneficios y riesgos de ambos programas de ejercicios.

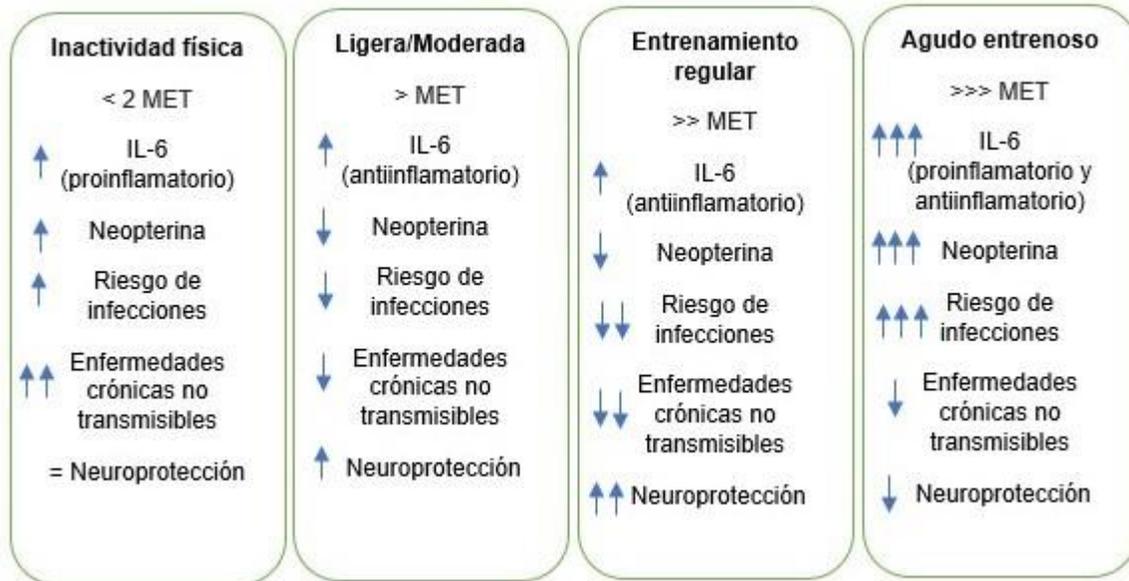
Anexo 7. Criterios diagnósticos de la sarcopenia

Criterio	Variable	Observación
1	Masa muscular	Disminución de la masa muscular por debajo de 2 desviaciones estándar del valor de referencia promedio de la población
2	Fuerza muscular	Disminución de la fuerza muscular por debajo del valor de referencia promedio de la población.
3	Rendimiento físico	Descenso del rendimiento físico expresado por una velocidad de la marcha ≤ 0.8 m/s.

Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Jentoft AC, Baeyens JP, Bauer J, Boirie Y, Cederholm Y, Landi F, et al. European consensus on definition and diagnosis: Report of the european working group on sarcopenia in older people. *Age and Ageing* [en línea]. 2016 [citado 13 Ene 2021]; 39: 412–423. Disponible en: [Tratamiento integral de la sarcopenia senil | Revista de la Facultad de Ciencias Químicas \(ucuenca.edu.ec\)](#)

La sarcopenia es la pérdida de masa del músculo esquelético y la función muscular producida en la edad avanzada. El anexo 7 muestra los criterios diagnósticos de la sarcopenia en donde su diagnóstico se realiza mediante la confirmación del criterio 1 más el criterio 2 o 3.

Anexo 8. Efecto de la inactividad física y diferentes intensidades de ejercicio físico sobre la respuesta inflamatoria



Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Castellanos Puerto E. Ejercicio físico e inmunidad en el anciano. Cubana Med Gen Integr [en línea] 2012 [Citado 8 Jun 2021] 28 (2): 72-28. Dponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenl.cgi?IDREVISTA=257&IDARTICULO=35796&IDPUBLICACION=3807>

El anexo 8 evidencia la relación de la IL 6 con la cantidad de actividad física realizada, evidenciando que la realización de actividad física ligera/modera y el entrenamiento regular favorecen y disminuyen la aparición de enfermedades crónicas entre otros, a diferencia de la inactividad física que aumenta todos los riesgos.

Anexo 9. Test SPPB Fragilidad Física

Puntos	Velocidad de marcha	Tipo
0 – 3	< 0.5 m/s	A. Persona con discapacidad
4 – 6	0.5 – 0.8 m/s	B. Persona con fragilidad
7 – 9	0.9 - 1 m/s	C. Persona con pre-fragilidad
10 – 12	> 1 m/s	D. Persona robusta

Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Izquierdo M. Guía de prescripción Vivifrail [en línea]. 2017 [citado 8 Jun 2021]. Disponible en: <http://vivifrail.com/wp-content/uploads/2020/02/Pasaporte-sanitarios.pdf>

El anexo 9 muestra el test SPPB para determinar el nivel de fragilidad física, el cual se compone de las siguientes pruebas: Test de equilibrio, test de velocidad de la marcha en 4 metros y test de levantarse de la silla.

Anexo 10. Valoración Funcional del adulto mayor frágil

VALORACION FUNCIONAL			
Limitación grave DISCAPACIDAD	Limitación moderada FRAGIL	Limitación leve FRAGIL PREFAGIL	Limitación mínima o sin limitación AUTÓNOMO
Marcha nula en silla o encamado. Normalmente no puede mantenerse en pie. No hace levantadas	Marcha con dificultad o con ayuda. Hace alguna levantada. Con dificultad de ejecutar pruebas de equilibrio	Marcha autónoma. Trastornos de la marcha. Equilibrio sutil. Alguna dificultad para hacer 5 levantadas	
SPPB 0 – 3	SPPB 4 – 6	SPPB 7 – 9	SPPB 10 – 12
“A” Limitación grave, discapacitado	“B” Limitación moderada, frágil	“C” Limitación leve, frágil, pre frágil	“D” Limitación mínima o sin limitación
Haciendo los ejercicios del plan A conseguirá levantarse de la silla	Si hace los ejercicios del plan B notaras una mejoría	El objetivo de este plan es que siga disfrutando realizar caminata y ejercicio	Si no se realiza ejercicio o actividad física, puede disminuir rápidamente la valoración funcional

Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Izquierdo M. Guía de prescripción Vivifrail [en línea]. 2017 [citado 8 Jun 2021]. Disponible en: <http://vivifrail.com/wp-content/uploads/2020/02/Pasaporte-sanitarios.pdf>

Se han determinado diferentes niveles de capacidad funcional, para los cuales se recomienda un determinado programa individualizado de intervención en ejercicio físico multicomponente. El anexo 10 muestra la clasificación y el programa de intervención de ejercicio recomendado para cada uno de los niveles de valoración funcional del adulto mayor frágil.

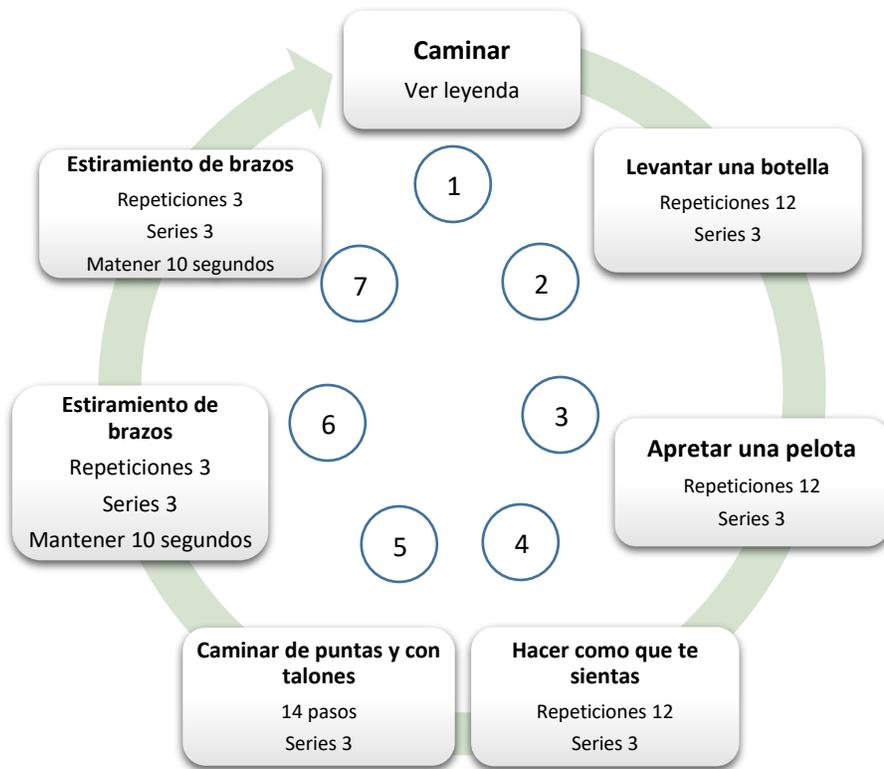
Anexo 11. Rueda de ejercicios para adulto mayor tipo A o con discapacidad



Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Izquierdo M. Guía de prescripción Vivifrail [en línea]. 2017 [citado 8 Jun 2021]. Disponible en: <http://vivifrail.com/wp-content/uploads/2020/02/Pasaporte-sanitarios.pdf>

En el anexo 11 se muestran los ejercicios sugeridos para mejorar la fragilidad de adultos mayores con discapacidad.

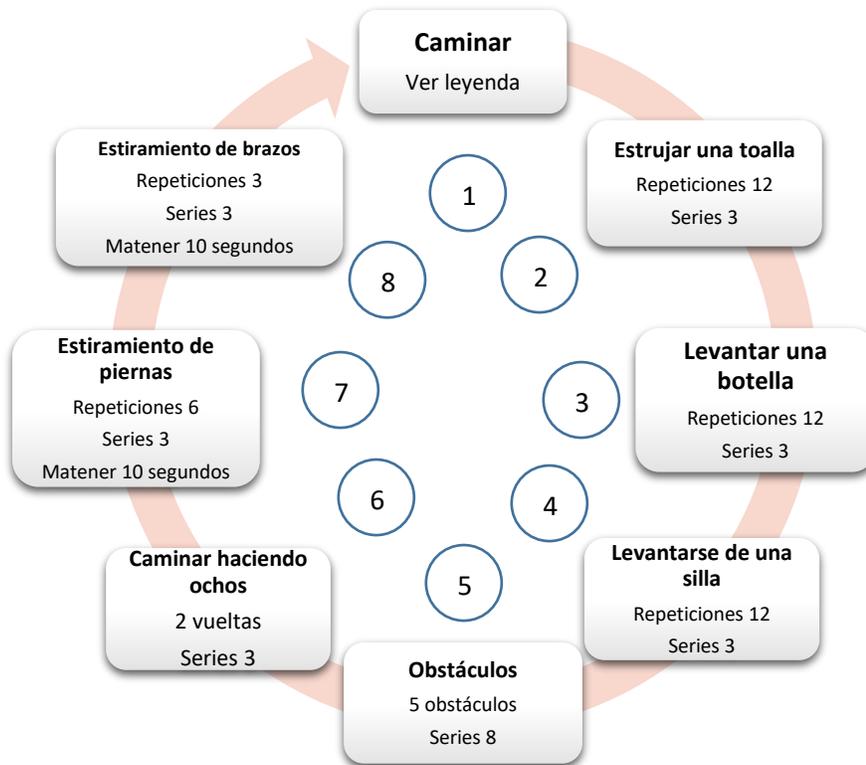
Anexo 12. Rueda de ejercicios para adulto mayor tipo B o con fragilidad



Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Izquierdo M. Guía de prescripción Vivifrail [en línea]. 2017 [citado 8 Jun 2021]. Disponible en: <http://vivifrail.com/wp-content/uploads/2020/02/Pasaporte-sanitarios.pdf>

En el anexo 12 se muestran los ejercicios sugeridos para mejorar la fragilidad de adultos mayores con fragilidad

Anexo 13. Rueda de ejercicios para adulto mayor tipo C o con pre fragilidad



Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Izquierdo M. Guía de prescripción Vivifrail [en línea]. 2017 [citado 8 Jun 2021]. Disponible en: <http://vivifrail.com/wp-content/uploads/2020/02/Pasaporte-sanitarios.pdf>

El anexo 13 evidencia los ejercicios sugeridos para mejorar la fragilidad de adultos mayores con pre fragilidad.

Anexo 14. Rueda de ejercicios para adulto mayor tipo D o robustos



Fuente: Elaboración propia. Tomado de: Izquierdo M. Guía de prescripción Vivifrail [en línea]. 2017 [citado 8 Jun 2021]. Disponible en: <http://vivifrail.com/wp-content/uploads/2020/02/Pasaporte-sanitarios.pdf>

El anexo 14 evidencia los ejercicios sugeridos para mejorar la fragilidad de adultos mayores robustos.

Anexo 15. Siglario

- **ABVD:** Actividades básicas de la vida diaria.
- **AVD:** Actividades de la vida diaria.
- **ATP:** Trifosfato de adenosina
- **BDNF:** Factor neurotrófico derivado del cerebro
- **BI:** Barthel Index
- **CHS:** Cardiovascular Health Study
- **CHSA:** Canadian Study of Health and Aging
- **CT:** Colesterol total
- **DeCS:** Descriptores en Ciencias de la Salud
- **DHEA-S:** Hormona dehidroepiandrosterona sulfato
- **FCmax:** Frecuencia cardíaca máxima
- **GARS:** Escala de restricción de actividad de Groningen
- **HDL:** Lipoproteínas de alta densidad
- **IFN:** Interferón
- **Ig:** Inmunoglobulina
- **IGF-1:** Factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1
- **IL:** Interleucina
- **IL-1RA:** Interleukin 1 receptor antagonist
- **Kcal:** Kilocaloría
- **LDL:** Lipoproteínas de baja densidad
- **LIFE:** Lifestyle Intervention and Independence for Elders
- **MeSH:** Medical Subject Headings
- **PA:** Presión arterial
- **PPD:** Prueba de tuberculina
- **SEH:** Sociedad Europea de Hipertensión
- **SPPB:** Short Physical Performance Battery
- **TG:** Triglicéridos
- **TNF:** Factor de necrosis tumoral
- **VEGF:** Factor de crecimiento vascular endotelial
- **VLDL:** Lipoproteínas de muy baja densidad
- **1RMax:** Repetición máxima