



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
MÉDICAS, ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

EPIDEMIOLOGÍA

"CAMBIOS EN LA MASA, FUERZA Y FUNCIÓN MUSCULAR DESPUÉS DE UNA INTERVENCIÓN CON EJERCICIOS DE FUERZA Y COENZIMA Q10 EN ADULTOS MAYORES"

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
DOCTORA EN CIENCIAS
PRESENTA:

WENDY DANIELLA RODRÍGUEZ GARCÍA

TUTORES:

DRA. EN C. LILIA CASTILLO MARTÍNEZ
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN "SALVADOR ZUBIRÁN"

DR. EN C. VICTOR MANUEL MENDOZA NÚÑEZ
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

DR. ARTURO OREA TEJEDA
INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS "ISMAEL COSIO VILLEGAS"

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD MX. JUNIO 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tabla de contenido

RESUMEN	4
I. MARCO TEÓRICO	5
I.1 Envejecimiento demográfico.....	5
I.2 Cambios en la composición corporal de los adultos mayores	7
I.3 Metabolismo muscular	12
I.4 Determinación de masa muscular	15
I.5 Determinación de fuerza y funcionalidad muscular.....	17
I.6 Intervención para mejorar la función muscular.....	21
Ejercicio.....	21
Dieta.....	29
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	33
III. HIPÓTESIS GENERAL	35
IV. OBJETIVO GENERAL	35
V. MATERIAL Y MÉTODOS.....	36
V.1 Diseño del estudio	36
V.2 Descripción de la población.....	36
Criterios de inclusión:.....	38
Criterios de exclusión	38
V.3 MODELO CONCEPTUAL Y VARIABLES.....	39
Modelo conceptual	40
Operacionalización de variables	41
V.4 TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS.....	45
Grupos de tratamiento.....	45
Intervención con coenzima Q10 o placebo	46
Intervención con ejercicios de fuerza	46
Orientación alimentaria	48
Recolección de información	48

Seguimiento	50
V.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS	50
V.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51
VI. RESULTADOS	52
VII. DISCUSIÓN	64
VIII. LIMITACIONES	71
IX. CONCLUSIONES	72
X. REFERENCIAS	73
XI. ANEXOS.....	84

RESUMEN

Antecedentes: Los adultos mayores presentan cambios progresivos durante el envejecimiento como la disminución de la masa y fuerza muscular los cuales se han relacionado con el estado nutricional y la actividad física y tienen como consecuencia limitaciones funcionales que a su vez elevan hasta 4 veces el riesgo de discapacidad. **Objetivo:** Evaluar los cambios en la fuerza muscular, funcionalidad muscular y masa muscular después de una intervención con ejercicios de fuerza y/o coenzima Q10. **Material y métodos:** Se trata de un estudio cuasi-experimental donde se incluyeron 126 adultos mayores entre 60 y 80 años aparentemente sanos o con enfermedades crónicas degenerativas controladas pertenecientes a la delegación Tlalpan. Previo consentimiento informado, los participantes se asignaron a los siguientes grupos: 1) Ejercicios de fuerza y coenzima Q10 (200mg/día); 2) Ejercicios de fuerza y placebo (200mg/día), 3) Sólo coenzima Q10 (200mg/día), 4) Sólo placebo (200mg/día). Se recabaron los siguientes datos: antropométricos, clínicos, bioquímicos, de composición corporal y funcionalidad muscular. Para determinar los cambios musculares se obtuvo la resistencia, reactancia y ángulo de fase por medio de bioimpedancia eléctrica (equipo monofrecuencia, RJL Quantum X), además se calculó el Índice de la Masa Muscular Esquelética (IMME) por la fórmula de Janssen. La fuerza muscular se evaluó con dinamometría de mano y se consideró la fuerza de apretón máxima ejercida. Para la funcionalidad muscular se utilizó la prueba de 4 metros. Se realizó la medición basal y 3 meses posteriores a la intervención, se registró la asistencia de los participantes a las sesiones de ejercicio y además se evaluó la dieta con recordatorio de 24 horas. **Resultados:** 101 adultos mayores (69±7 años, el 92% fueron mujeres) concluyeron el seguimiento de 3 meses de intervención. Al inicio del estudio, 12% tenía pre-sarcopenia y el 19% sarcopenia, el resto se encontraban sanos. Después de 3 meses de intervención, los valores de presión arterial sistólica y diastólica en el grupo de adultos que consumieron coenzima Q10 disminuyeron significativamente (pre 124±15 - post 115±13, $p<0.05$ y pre 78±10 - post 72±10, $p<0.05$ respectivamente).

Además, al comparar los grupos después de 3 meses de intervención, se encontró un aumento en la fuerza de mano en el grupo con ejercicio y coenzima Q10 comparado con una disminución en el grupo placebo (pre 19.8±4.5kg- post 21.2±4.4 kg y pre 22.8±7.8 kg- post 21.7±7.8 kg, $p=0.03$), así también para la velocidad de la marcha; el grupo con ejercicio y coenzima Q10 mejoró la velocidad que tardó en recorrer 4 metros (pre 1.1±0.2 m/s- post 1.3±0.2 m/s) comparado con el grupo con coenzima Q10 (pre 1.1±0.2 m/s - post 1.1±0.3 m/s) y con el grupo placebo (pre 1.2±0.3 m/s - post 1.1±0.2 m/s).

Conclusiones: La intervención en conjunto de ejercicios de fuerza con coenzima Q10, con una duración de 3 meses, aumenta la fuerza muscular y la funcionalidad muscular en adultos mayores.

I. MARCO TEÓRICO

I.1 Envejecimiento demográfico

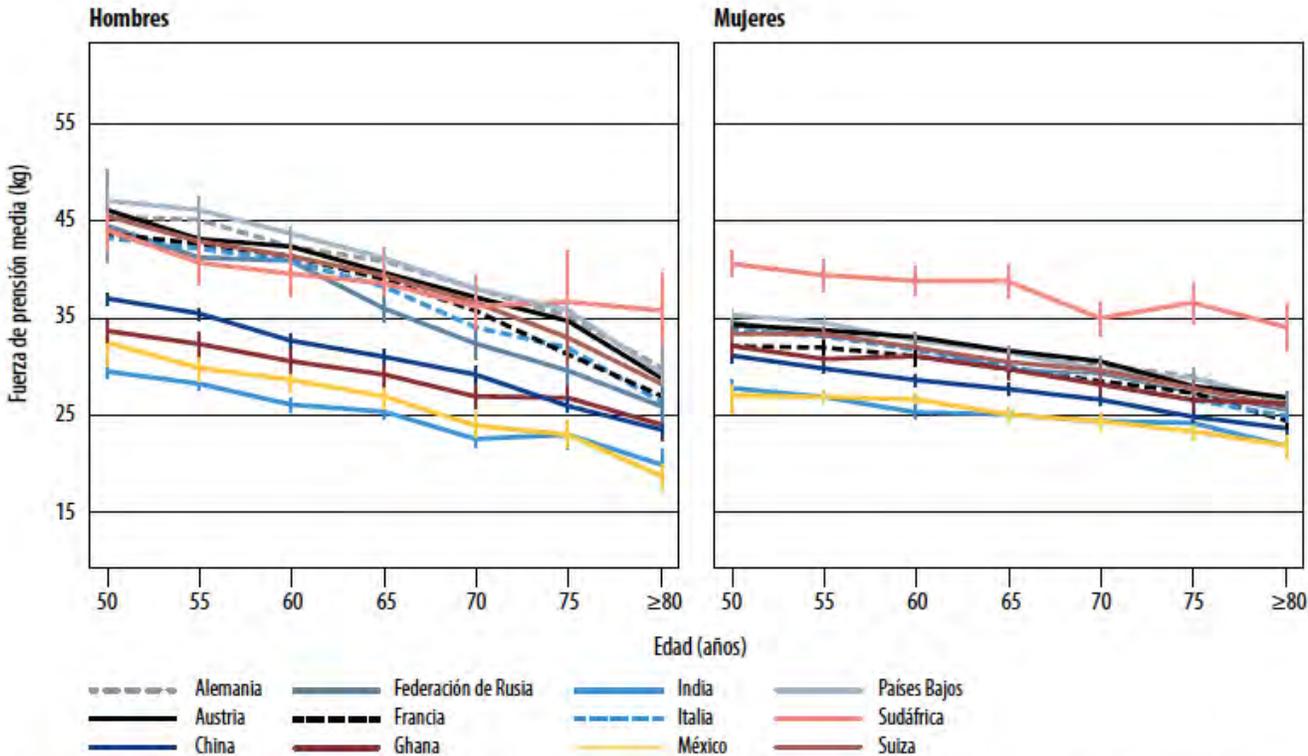
En México, como en el resto del mundo, el envejecimiento será el cambio demográfico más evidente del siglo XXI. De acuerdo con los datos publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) a nivel mundial, en 2012 había 810 millones de adultos mayores de 60 años (11% de la población total) y aumentarán a 2 billones en 2050 (22% de la población total). En México la proporción de adultos mayores de 60 años en 2012 fue de 10% y para 2050 será de 24.6%(1).

Esta transición epidemiológica se ha considerado un asunto prioritario de salud pública que requiere analizar estos cambios esperados; en 2010 se integró en nuestro país un equipo multidisciplinario con la finalidad de poner en marcha el plan de acción para la atención y promoción del envejecimiento sano donde una de las propuestas se dirige a la prevención secundaria mediante programas de detección precoz de enfermedades crónicas asociadas con el envejecimiento, así como también la introducción de instrumentos de tamizaje para identificar sujetos en riesgo(2).

La salud definida en los adultos mayores, de acuerdo con el concepto de la OMS en 1984, es la “capacidad funcional de atenderse a sí mismo y desarrollarse en el seno de la familia y la sociedad, la cual le permita de una forma dinámica realizar sus actividades de la vida diaria”. Por tanto, la salud de este grupo de edad se traduce en la independencia en las actividades cotidianas de la vida diaria (3). Si bien la mortalidad en este grupo de edad ha disminuido, la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles ha aumentado, las dos principales causas de mortalidad (25% relacionadas con enfermedades del corazón y 16% con diabetes mellitus) se relacionan con la malnutrición y con un factor predisponente en común: la obesidad y la disminución de la fuerza y masa muscular (4,5).

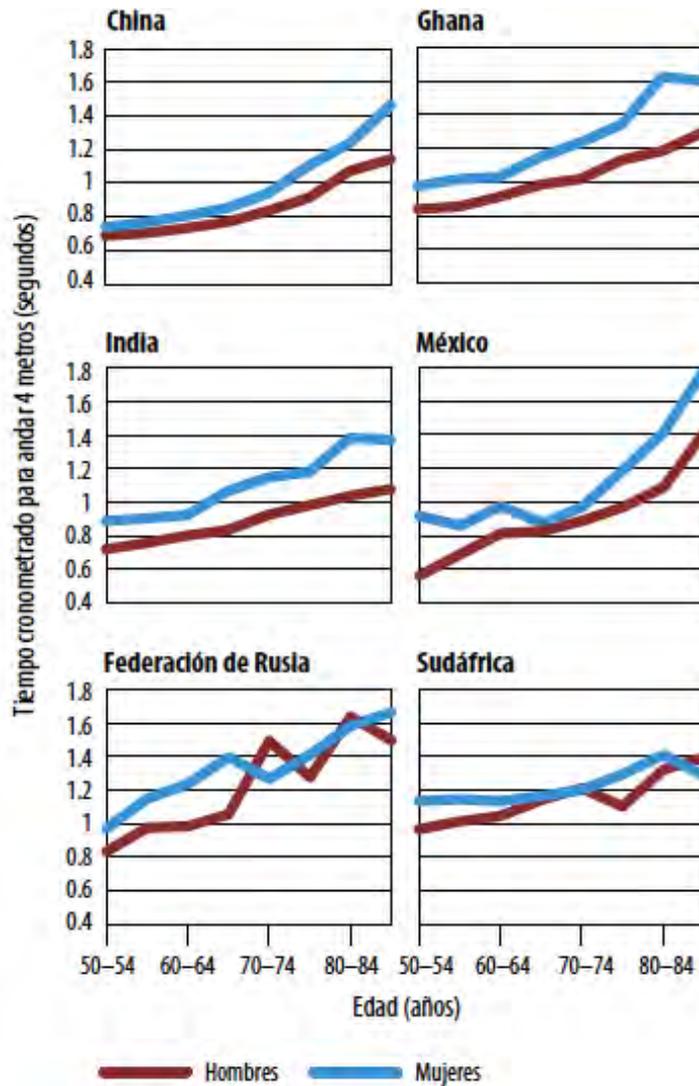
En el informe sobre envejecimiento y salud publicado en 2015 por la OMS se describió la pérdida de fuerza muscular y velocidad de la marcha de adultos mayores de 50 años en diversos países (**Figura I.1.1 y I.1.2**), México se encuentra en los países con menor fuerza y con mayor tiempo de duración para caminar una distancia de 4 metros, tanto en hombres como en mujeres. Estos resultados se relacionan con la disminución en la productividad laboral relacionada con el deterioro de la capacidad física de los adultos mayores, resaltando la latencia de un problema de salud pública(6).

Figura I.1.1 Fuerza de prensión en mujeres y hombres mayores de 50 años.



Nota: La figura se centra en la cuarta ronda de la encuesta SHARE (2010-2011), debido a que la implementación del proyecto coincidió aproximadamente con la primera ronda del estudio SAGE (2007-2010). Datos no ajustados por altura ni por peso. Fuentes: (16, 34).

Figura I.1.2 Velocidad de la marcha (tiempo necesario para andar 4 metros), por edad, sexo y país.



I.2 Cambios en la composición corporal de los adultos mayores

El envejecimiento es un proceso de deterioro complejo en el que ocurren cambios en diferentes órganos (cambios en la cavidad oral, en el sistema digestivo, cardiovascular, sistema respiratorio, en su composición corporal) estos cambios están directamente relacionados y determinan el estado nutricional y la capacidad funcional de los adultos mayores (7).

Durante el envejecimiento existe una pérdida voluntaria o involuntaria de peso tanto en personas sedentarias como en las que realizan actividad física, se ha

revelado una disminución de peso de 0.5% anual después de los 60 años. Asimismo, en los adultos mayores existe disminución de 1cm de estatura por cada década de la vida.

Con respecto al cambio en la composición corporal durante el envejecimiento, en ambos sexos, se observa un aumento en masa grasa y una disminución del 30% de masa magra a pesar de que el peso pueda mantenerse estable (8–10). Este proceso natural contribuye al desarrollo de limitaciones funcionales que eleva hasta 4 veces el riesgo de discapacidad independientemente de edad, sexo, raza o nivel socioeconómico (11–13).

Irwing Rosenberg declaró, desde 1989, “probablemente no hay disminución de la estructura y la función más dramática que la disminución de la masa magra o masa muscular durante las décadas de la vida” y para definir lo anterior propuso el término sarcopenia (griego *sarx*=carne y *penia*=pérdida) para describir el descenso en la masa muscular relacionado con la edad (14).

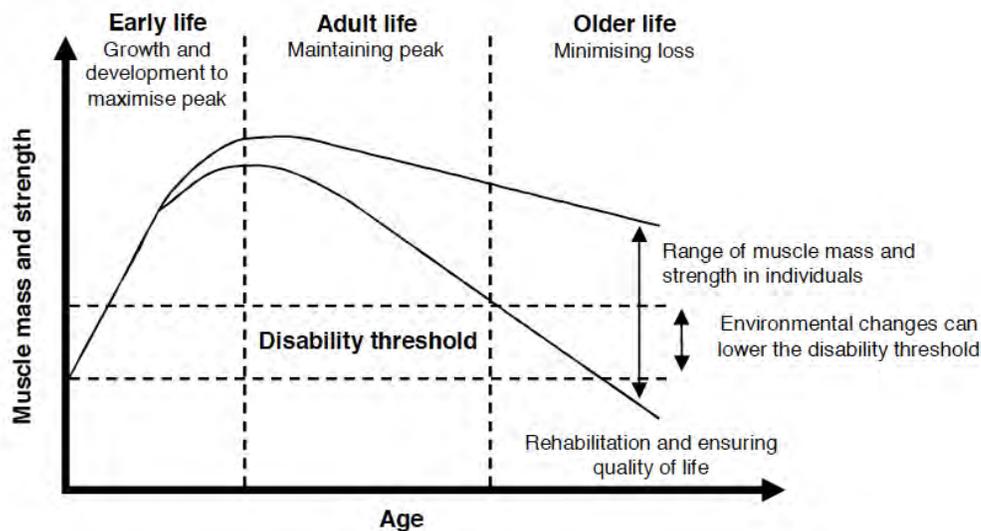
Sayer et al, publicaron un modelo sobre la relación entre la sarcopenia con el cambio en la capacidad física, donde se demuestra que durante la adultez joven, aproximadamente a los 30 años, se presentan los picos máximos de fuerza muscular y cantidad de masa muscular, los cuales, se mantendrán por algunos años y posteriormente comenzarán a disminuir. Sin embargo, esta disminución estará condicionada a los antecedentes de cada persona encontrando la importancia en la prevención de la sarcopenia (**Figura I.2.3**) (15).

En 2002 Janssen y cols. determinaron la prevalencia de sarcopenia utilizando impedancia bioeléctrica en 14,818 personas mayores de 18 años, encontraron un incremento importante a partir de la tercer década y posteriormente un aumento progresivo de la prevalencia de sarcopenia en ambos sexos. Las personas que presentaron pérdidas de masa muscular iguales o mayores a 22% y 31%, en mujeres y hombres respectivamente, tuvieron de 2 a 3 veces más riesgo de

presentar deterioro funcional y discapacidad comparado con las personas con masa muscular normal (16).

Del mismo modo, Cherin y cols. en 2014 publicaron la prevalencia de sarcopenia en un rango de 9% en adultos sanos mayores de 45 años hasta 64.3% en adultos mayores de 65 años; y sugieren adelantar el diagnóstico de sarcopenia en personas sanas más jóvenes con el objetivo de prevenir la pérdida acelerada de la masa muscular después de los 50 años y disminuir los costos de atención médica directa atribuibles a la sarcopenia(17).

Figura II.2.3 Modelo sobre el curso de vida de sarcopenia basado en el modelo de la capacidad funcional la Organización Mundial de la Salud



Sayer et. al "New horizons in the pathogenesis, diagnosis and management of sarcopenia" (reproducido con permiso de J Nutr Health and Aging)

Se han realizado diversos consensos donde proponen que estos cambios deben considerarse como un síndrome geriátrico y no como una enfermedad que se caracteriza por la pérdida progresiva de masa muscular y funcionalidad propia de la edad (18).

Actualmente se reconoce como un problema clínico que ocurre en la mayoría de los adultos mayores, sin embargo, los criterios para su diagnóstico son diversos y aún no se cuenta con una definición totalmente aceptada ni estandarizada. En 2010 el European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) propuso dos criterios para su diagnóstico: masa muscular disminuída y función muscular disminuída (evaluada por fuerza disminuída y/o bajo rendimiento físico) (19,20).

Del mismo modo, la pérdida de fuerza muscular aumenta con la edad, después de los 50 años, esta disminuye 1% anualmente. De acuerdo con un estudio realizado por Rantanen y cols. en 1998 en una muestra de 3,677 personas procedentes de Honolulu, el promedio anual de pérdida de FM en personas de 50-59 años fue 1.1% (21). Esta condición de pérdida de fuerza y masa muscular no es exclusiva de los adultos mayores y cada vez es más común en edades tempranas(22).

Los datos estadísticos que se han obtenido en la literatura son principalmente de sarcopenia. Bijlsma en 2013 comparó 7 índices distintos para diagnosticar la sarcopenia, encontrando que la prevalencia general en adultos mayores de 60 años va de 7 a 50% (23); de 5 a 13% en personas de 60-70 años y de 11 a 20% en personas mayores de 80 años(24).

El reporte de la prevalencia de sarcopenia en México es escasa, un estudio realizado a 345 personas en 2008, mayores de 70 años, reportó que el 33.6% tenían sarcopenia (48.5% en mujeres y 27.4% en hombres). El 6% presentó sarcopenia moderada, 27.2% sarcopenia severa y el 4% obesidad sarcopénica (aumento de la masa grasa aunado a pérdida muscular). La prevalencia aumentó en mayores de 80 años a 50.4%(25).

Un estudio multicéntrico publicado en 2015 reportó una prevalencia de sarcopenia de 16.7% en México y comparado con China, Ghana, India, Polonia, España, Rusia y Sudáfrica, fue el segundo país con mayor prevalencia(26).

Diversos estudios epidemiológicos informan prevalencias de sarcopenia y obesidad sarcopénica basados en distintos indicadores, cuando se utiliza la disminución de masa muscular como indicador la prevalencia de obesidad sarcopénica, ésta oscila entre 4-12% (27–29) , mientras que al utilizar IMC junto con fuerza de mano esta prevalencia va de 4-9%(30).

En México, las prevalencias publicadas en 2018 para adultos mayores de 50 años que vivían en una comunidad de la Ciudad de México fue de 27.4% dinapenia, 12.8% presarcopenia y 6.6% sarcopenia. Estas prevalencias se estimaron utilizando puntos de corte ajustados para la población mexicana ya que utilizar puntos de corte propuesto para caucásicos sobreestima la prevalencia (31).

De acuerdo con una revisión sistemática, utilizando los criterios del EWGSOP en adultos mayores de 50 años, la prevalencia en 2016 para sarcopenia va de 7.5% hasta 77.6%, donde las personas hospitalizadas tuvieron mayor prevalencia comparada con los adultos mayores que viven en la comunidad (32). Los hombres tienen prevalencias mayores que las mujeres. Es importante mencionar que estas variaciones se deben al punto de corte que se utiliza para el diagnóstico (33).

I.3 Metabolismo muscular

La etiología de este síndrome no está del todo clara, por lo que existen varias propuestas (**Figura I.3.1.**) (34). Además, se ha reconocido como precursor en el desarrollo de fragilidad y de modo similar que la osteopenia (densidad ósea), predice el riesgo de fracturas (18).

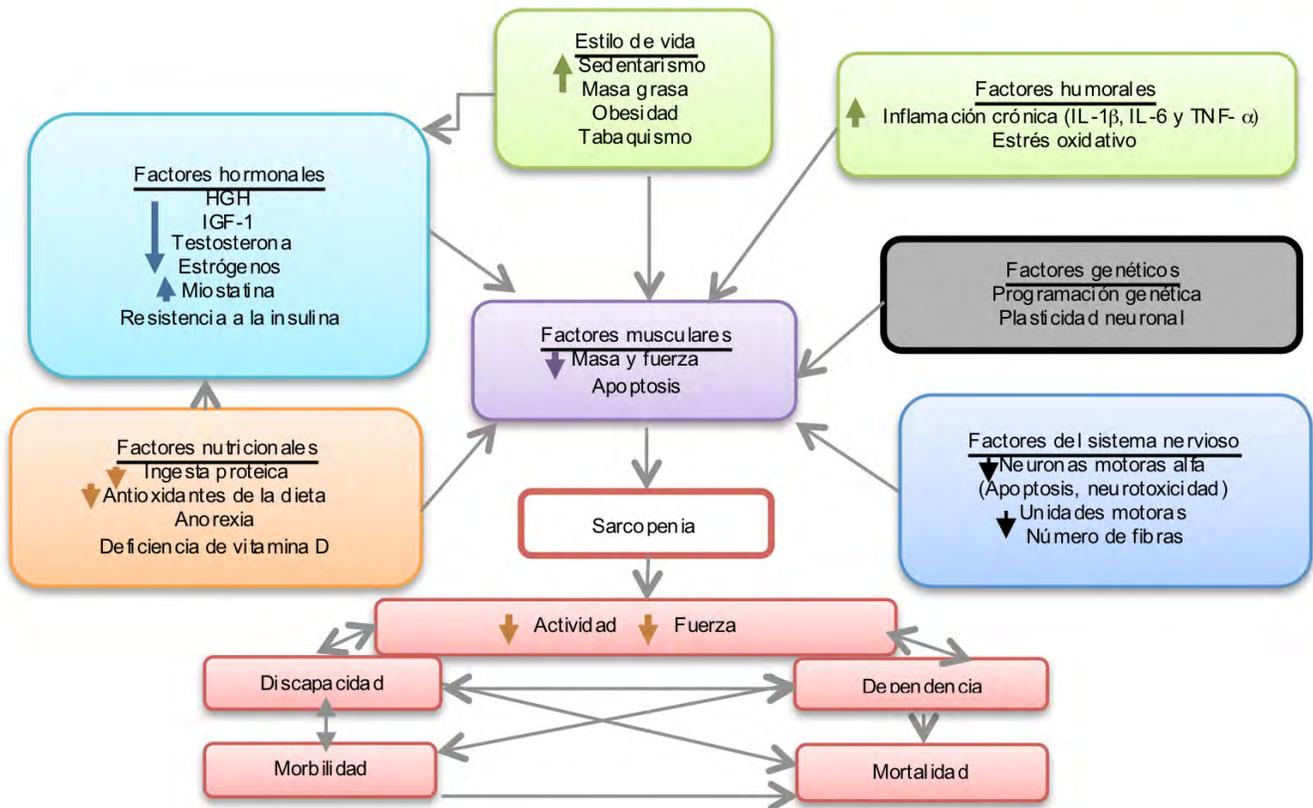


Figura I.3.1. Esquema de diversos mecanismos para sarcopenia y sus consecuencias. HGH: Hormona de crecimiento humano, IGF-1: factor de crecimiento insulínico tipo 1, IL-1 β : interleucina 1- beta, IL-6: interleucina 6, TNF- α : factor de necrosis tumoral alfa. (Traducido de Beas-Jiménez, 2011).

Uno de los mecanismos involucrados en el desarrollo de disminución de masa muscular y fuerza es el desequilibrio entre la síntesis y la degradación de proteínas. Además, se han descrito cambios hormonales como la disminución de hormona de crecimiento (GH) en mujeres y en hombres la disminución de

testosterona (35), relacionados con alteraciones en la composición corporal y de sus proporciones (masa magra, masa grasa y masa ósea)(8), de tamaño y número de fibras musculares (36,37).

El músculo esquelético está compuesto principalmente por dos tipos de fibras musculares (38):

- Fibras tipo I: fibras rojas, de contracción lenta, resistentes a la fatiga, tienen metabolismo aerobio con mayor cantidad de mitocondrias.
- Fibras tipo IIa y IIb: fibras blancas, de contracción rápida con elevada capacidad glucolítica.

En el adulto mayor, a partir de los 60 años, se produce una disminución del número de fibras (hipoplasia), principalmente de fibras tipo II y de su tamaño, con mínima repercusión en las fibras tipo I. Del mismo modo ocurre una disminución progresiva en síntesis de proteínas musculares, como reducción de miosina (en parte por la disminución de las fibras rápidas, tipo II) lo cual se traduce en fatiga en los adultos mayores; cambios degenerativos en los nervios y disminución de unidades motoras alfa de la médula espinal. El aumento del factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) induce la apoptosis celular durante el envejecimiento (39).

El proceso inflamatorio, propio del envejecimiento, aumenta la concentración de citocinas y se consideran agentes catabólicos que aumentan el desgaste muscular(40).

La interleucina 6 (IL-6) es una citocina pro- inflamatoria que se ha asociado con un efecto catabólico muscular, reflejándose en menor masa y fuerza muscular en adultos mayores. Un estudio con 2,746 adultos de 70-79 años reflejó que las personas que se encontraban en el tercil más alto de concentraciones séricas de IL-6 y FNT- α se asociaron con disminución de masa muscular de 3.3% a 6.5% y disminución de fuerza muscular de 7.5% a 10.8%, comparados con los adultos mayores que se encontraban en el tercil más bajo ($p < 0.05$) después de ajustar por edad, estado de salud, actividad física, masa grasa, entre otras(41).

Schaap y cols., en un estudio longitudinal, reportaron que los valores elevados de IL-6 ($> 4.9 \text{ pg/mL}$) incrementaban el riesgo para disminuir la fuerza muscular comparado valores menores ($< 1.7 \text{ pg/mL}$) (OR 3.65, 95% IC 1.92-6.91, $p < 0.001$),

incluso después de ajustar por variables confusoras (OR 1.54, 95% IC 1.26-1.89, $p < 0.001$). No se encontró asociación entre la IL-6 y la masa muscular(42).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ferruci and cols., donde, las mujeres mayores de 65 años con valores elevados de IL-6 (IL-6 ≥ 3.1 pg/mL) tuvieron limitaciones severas para caminar (RR=1.61,95%IC 1.09-2.38, $p < 0.001$) en comparación con mujeres en el tercil más bajo (IL-6 ≤ 1.78 pg/mL)(43). Estos resultados sugieren una relación entre envejecimiento, aumento de IL-6 y pérdida tanto de fuerza como de funcionalidad muscular, lo que condiciona el rendimiento físico de esta población.

Por otra parte, el estrés oxidativo ocasiona efectos tóxicos por el incremento en la producción de peróxidos y radicales libres que dañan a las células debido a la disfunción mitocondrial y al desequilibrio en el estado normal de reducción. Así como también ocasionan alteraciones en las fibras musculares al afectar procesos de oxigenación que forman ATP. Estos cambios disminuyen la capacidad de utilizar oxígeno durante el ejercicio y por ende en actividad física.

I.4 Determinación de masa muscular

Para cuantificar la masa muscular se han empleado diversos instrumentos, entre ellos, métodos sofisticados como pletismografía por desplazamiento de aire (considerado el estándar de oro), absorciometría dual de rayos X (DEXA) y el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA, por sus siglas en inglés). Ya se ha demostrado en varios estudios que el BIA(44), puede sustituir al DEXA además de que el consenso del EWGSOP lo utiliza para medir masa muscular (45).

Ling et al. reportó el coeficiente de correlación intraclase para masa magra comparando DEXA con BIA el cual fue en mujeres=0.95 y en hombres=0.96, $p < 0.001$ y masa grasa en mujeres=0.97 y en hombres=0.93, $p < 0.001$ (45). Además, existen ventajas al utilizar BIA ya que se considera un método fácil, reproducible y portátil; además, ofrece datos crudos para diagnosticar sarcopenia por medio de la masa muscular (masa muscular/masa total*100), la cual se compara con población de referencia que corresponda con la edad para determinar el diagnóstico. Es indispensable aplicar factores de corrección para evitar subestimar o sobreestimar el diagnóstico. Los ajustes deben corregirse considerando la estatura, la masa corporal o ambos (23).

Además, los datos crudos del BIA (resistencia, reactancia y ángulo de fase) ofrecen información sobre la hidratación, la calidad del tejido muscular y la integridad de la membrana celular sin tener que utilizar ecuaciones o supuestos como la hidratación constante. El ángulo de fase por sí solo ha demostrado ser un predictor para mortalidad en varias enfermedades, así como indicador de muerte celular (46).

Los principales determinantes del ángulo de fase son la edad, el sexo y el IMC(47). Un ángulo de fase mayor refleja mejor integridad de la membrana celular y funcionamiento celular(48). En la **tabla II.4.1** se presentan los valores normales para ángulo de fase los cuales varían de acuerdo a la población de referencia,

donde los estadounidenses tienen los valores mayores para ángulo de fase y la población mexicana los valores más bajos(22).

Tabla II.4.1. Puntos de corte para ángulo de fase de en diferentes poblaciones.

Autor	Población	Puntos de corte	
		Mujeres	Hombres
	<i>Alemana</i>	n= 6,773	n= 1,580
Bosy-Westphal (2006)(47)	60-69 años	5.59±0.72 (4.58,4.79)*	6.01±0.75 (4.92,5.14)*
	≥70 años	5.26±0.78 (4.17,4.41)*	5.43±0.77 (4.2,4.45)*
	<i>Estadounidense</i>	n= 332	n= 232
Barbosa-Silva (2005)(49)	60-69 años	5.97±0.83 (4.69, 7.48)**	6.96±1.10 (5.4,8.8)**
	>70 años	5.64±1.02 (4.22,7.04)**	6.19±0.97 (4.7,8.0)**
	<i>Suizos</i>	n= 343	n= 253
Kyle (2001)(50)	65-74 años	5.4±0.9	6.1±0.9
	75-84 años	4.8±0.9	5.3±0.9
	<i>Mexicanos</i>	n= 421	n= 161
Rodríguez-García (2012) (22)	60-69 años	5.36±0.67/ 5.37	5.96±0.68/ 6.01 (5.55,6.35)†
	>70 años	(4.9,5.7)† 5.04±0.76 / 5.02(4.5,5.4)†	5.31±0.84/ 5.02 (4.5,5.4)†

*Los datos se presentan en media±DE (5,10 percentil)

**Los datos se presentan en media±DE (5,95 percentil)

†Los datos se presentan en media±DE (25,75 percentil)

Para determinar la masa muscular esquelética (MME), podemos emplear parámetros de la BIA y sustituir en la ecuación de Janssen ($r^2=0.86$ y error estándar=2.7kg) (51).

MME (kg): $[(\text{estatura})^2/\text{Resistencia}] \times 0.401 + (\text{sexo} \times 3.825) + (\text{edad} \times -0.071) + 5.102$

Norman y cols. encontraron asociación entre la fuerza muscular y la resistencia y reactancia normalizados por la estatura (52). Jensen en 2010 consideró que la fuerza muscular en lugar de la masa muscular puede ser un determinante más importante del estado funcional en ancianos (53). Otros estudios coinciden con la importancia de incluir la fuerza muscular (específicamente la fuerza de mano) para valorar la funcionalidad del músculo, además de la cantidad como factor importante. Así también, la fuerza de mano se ha utilizado ampliamente como predictor de limitaciones funcionales, discapacidad y sobrevida en adultos mayores(54–57).

La importancia de incluir la fuerza muscular de mano en el tamizaje realizado a adultos mayores radica en que la fuerza de mano, de manera independiente, se considera predictor de morbilidad y mortalidad(9,54,56,57) e incapacidad funcional(35,37) en pacientes hospitalizados con diferentes enfermedades como diabetes mellitus, insuficiencia renal y enfermedad coronaria que desarrollan depleción muscular y comprometen su reserva muscular.

1.5 Determinación de fuerza y funcionalidad muscular

Se ha descrito en la literatura la importancia de conocer, además de la cantidad de masa muscular, la funcionalidad muscular, esto se debe a que varios estudios han encontrado un efecto mayor en el aumento de la fuerza muscular después de una intervención en comparación con los cambios presentados en la cantidad de esta masa.

La fuerza de mano (FM), medida por dinamometría, indica la capacidad que tienen los músculos de la mano y el antebrazo de producir tensión ante un objeto estático llamado dinamómetro(58). Se ha considerado como un indicador más sensible para detectar alteraciones en el estado nutricional (como desnutrición) comparado con otros indicadores utilizados comúnmente en la clínica, los cuales se ven afectadas en condiciones de hidratación alterada o por procesos inflamatorios como es el caso de la albúmina(59).

Otra ventaja de la FM es que además de estimar la cantidad muscular que tiene la persona, demuestra la efectividad que tienen los músculos(9,60) debido a que la relación entre la cantidad muscular y su función no es lineal(61). Resultados obtenidos en población mexicana demostraron una correlación débil entre la fuerza muscular de mano y masa magra ($r^2= 0.361$; $p<0.001$ para mujeres y $r^2= 0.215$; $p<0.001$ para hombres), por lo que se recomienda que además de medir la cantidad de masa se mida la función de la misma por medio de esta prueba(22).

Mafi y cols., consideran esta medición como una herramienta confiable, que puede ser utilizada ampliamente en la clínica, además de ser barata, reproducible, sensible, rápida y objetiva, no olvidando que la confiabilidad de las mediciones por dinamometría varía por el tipo de dinamómetro utilizado y de la situación clínica donde se aplica(62).

En la **tabla I.5.1** se presentan las características de los instrumentos para medir masa muscular, fuerza muscular y funcionalidad física en adultos mayores.

Instrumento	Validez	Instrumento
BIA	$r > 0.79$, $R^2=0.7$	DEXA
Circunferencia de pantorrilla	$r=0.63$	DEXA
Panículo tricípital	$R^2=0.62$	DEXA
Fuerza de mano (dinamometría)	$r>0.72$ ICC >0.78	Extensión de pierna
Velocidad de la marcha (2m a 1km)	$r=0.9$ ICC= 0.94 AUC >70	Prueba corta de desempeño físico (SPPB)

Además de medir la cantidad de masa muscular y la fuerza que tienen los músculos por medio de un apretón, la funcionalidad muscular es parte del diagnóstico de los síndromes musculares.

En los adultos mayores, la funcionalidad se define como la capacidad para desarrollar actividades específicas que implican movilidad, existen diversos instrumentos que valoran la capacidad de realizar tanto actividades básicas de la vida diaria (ABVD, Índice de Katz y el Índice de Barthel) como actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD, Índice de Lawton y Brody).

Para evaluar el desempeño físico se utilizan pruebas como la de Tinetti, caminata de 6 minutos y prueba de 4 metros; cuando existe una disminución en esta funcionalidad se relaciona con riesgo de caídas, hospitalización y/o mortalidad en adultos mayores(63).

En la **tabla I.5.2** se describen los puntos de corte para algunos síndromes que se presentan en el envejecimiento, relacionados con disminución de masa muscular y fuerza muscular.

Tabla I.5.2. Síndromes relacionados con la disminución de masa muscular y fuerza muscular y los puntos de corte propuestos en la literatura.

Término	Criterio	Puntos de corte
Dinapenia (Manini and Clark, 2012)(64)	Disminución de fuerza muscular relacionada con la edad	Hombres: <30 kg en fuerza de mano por dinamometría Mujeres: <20kg en fuerza de mano por dinamometría
Pre-sarcopenia (Cruz-Jentoft, 2010)(19)	Masa muscular baja	Hombres: ≤ 10.75 kg en el IMME* Mujeres: ≤ 6.75 en el IMME* (< 2 DE de la población joven de referencia)
Sarcopenia (Rosenberg 1989(65), Cruz-Jentoft 2010(19))	Disminución de masa muscular y cualquiera de los dos criterios siguientes: disminución de fuerza muscular o disminución en el rendimiento físico.	Hombres: ≤ 10.75 kg en el IMME* y cualquiera de los siguientes criterios <ul style="list-style-type: none"> • <30 kg en fuerza de mano por dinamometría • disminución en el rendimiento físico Mujeres: ≤ 6.75 en el IMME* y cualquiera de los siguientes criterios <ul style="list-style-type: none"> • <20 kg en fuerza de mano por dinamometría • disminución en el rendimiento físico
Obesidad sarcopénica (Heber 1996(66), Baumgatner 2004(27))	Presencia de sarcopenia y además un incremento de la masa grasa	Mismos criterios para sarcopenia, además de tener <ul style="list-style-type: none"> • Hombres $\geq 25\%$ de masa grasa • Mujeres $> 32\%$ de masa grasa

IMME:Índice de Masa Muscular Esquelética

I.6 Intervención para mejorar la función muscular

Aún no se ha establecido un consenso para el tratamiento que debe implementarse para aumentar la cantidad de masa muscular, la fuerza y su funcionalidad; ya que son diversas las intervenciones que se han probado.

El ejercicio de fuerza combinado con una adecuada ingesta de proteína han tenido resultados benéficos(67), sin embargo no todos los adultos mayores se encuentran en condiciones óptimas para realizar este tipo de ejercicio y los resultados son controversiales. También se han propuesto los siguientes tratamientos: ingesta de suplementos ricos en aminoácidos (esenciales, leucina y β -hidroxi- β -metil-butirato), tratamiento hormonal (testosterona, estrógenos), creatinina, ácidos grasos poliinsaturados y coenzima Q10(68,69).

Si bien, la práctica de ejercicio tanto aeróbico como anaeróbico puede revertir los efectos adversos que conlleva la edad, los resultados que arroja la literatura (Tabla 3) son contradictorios o no son comparables debido a la variedad en el tipo de intervención, la dosis utilizada y el tiempo (70,71).

Ejercicio

La implementación de ejercicio se recomienda como parte de la prevención para pérdida muscular, fuerza y funcionalidad, además como tratamiento. Los beneficios que se han encontrado al realizar ejercicio aeróbico son: mejorar las condiciones cardiovasculares, disminuir la cantidad de masa grasa, estimular la síntesis proteica, incrementar el consumo máximo de oxígeno, reducir la frecuencia cardiaca y la presión arterial(72,73). Por su parte, los ejercicios de fuerza aumentan el tamaño de fibras musculares de contracción rápida (tipo II), la

masa muscular(74) así como la fuerza muscular(75), disminuye la masa grasa y los valores de IL-6(74), estos efectos en conjunto aminoran la atrofia muscular en personas jóvenes y en adultos mayores(76).

Liu y Latham realizaron una revisión, en el año 2009, sobre el efecto del ejercicio de fuerza en la funcionalidad de adultos mayores y concluyen que realizar 2-3 veces por semana un este tipo de ejercicio ayuda a mejorar la actividad física reflejándose en aumento significativo de fuerza, tiempo de caminata y equilibrio en adultos mayores de 60 años. Es importante mencionar que no se encontraron diferencias significativas en los beneficios que aporta el ejercicio de fuerza al compararlo con el ejercicio aeróbico, a excepción de mayor aumento en la fuerza muscular en los ejercicios propios de fuerza.

Por otra parte, se requiere de personal capacitado para evitar los posibles efectos adversos que conlleva realizar ejercicios en los que es necesario el uso de aparatos, pesas o bandas elásticas en este tipo de poblaciones(77).

En adultos mayores sarcopénicos también se han demostrado efectos benéficos cuando implementan ejercicios de fuerza donde: a mayor volumen de intervenciones, mayor aumento en la masa magra corporal (β -actina), sin embargo, es importante mencionar que los adultos mayores más viejos presentaron menor aumento en esta masa magra (β -actina)(78).

De acuerdo con la revisión de la literatura, en la **Tabla I.6.1** se hace una descripción sobre las intervenciones de ejercicio de fuerza y los resultados obtenidos en masa muscular, fuerza muscular, funcionalidad en adultos mayores sanos, con sarcopenia y rehabilitación.

Tabla I.6.1. Intervención ejercicio de fuerza con o sin suplemento en adultos mayores

Autor	Población (n)	Tipo de intervención	Efecto en fuerza muscular	Efecto en masa muscular	Efecto en funcionalidad muscular
Verdijk, 2009. (79)	13 hombres sanos (65-85 años) Duración 12 semanas	<p>Ejercicios de fuerza</p> <p>Frecuencia: 3 veces/semana</p> <p>Tipos de ejercicios: Calentamiento en bicicleta ergométrica, aparatos de presión y extensión de pierna, 5 minutos de enfriamiento en bicicleta ergométrica.</p> <p>Semana 1-4= 60% 1RM/10-15 repeticiones/set Progresión a 75% 1RM 8 repeticiones/set Semana 5= 4 sets/ 8 repeticiones (75-80% 1RM en cada aparato)</p> <p>Dieta estandarizada: 50% hidratos de carbono, 33% de lípidos y 17% de proteína (1.1 g/kg/día) Desayuno 1 ½ hora antes y colación 2 horas después del ejercicio.</p>	Aumento en la fuerza muscular máxima (1RM), en extensión de pierna y presión de pierna cuando se compara el antes y después de la intervención, más no se encontraron diferencias entre (tratamiento*tiempo) grupos.	<p>No existieron diferencias entre el incremento de la fibra transversal (CSA) general, en cuádriceps ni en la masa magra de la pierna cuando se compararon los grupos al final de tratamiento.</p> <p>En ambos grupos existió un incremento en la masa magra de la pierna 6±1% de:</p> <p>Placebo: 18.3±±0.5kg a 19.3±0.5kg, p<0.001</p> <p>Proteína: 18±0.6kg a 19±0.6, , p<0.001.</p>	Sin datos
Autor	Población	Tipo de intervención	Efecto en fuerza	Efecto en masa	Efecto en

	(n)		muscular	muscular	funcionalidad muscular
Stout, 2013.(80)	40 Adultos sanos, mayores de 65 años Duración 12 y 24 semanas	<p>Ejercicios de fuerza</p> <p>Frecuencia: 3 veces/semana</p> <p>Tipo de ejercicio: sentadillas, prensa de piernas bilateral, extensión de piernas, press de banca y estiramiento. Supervisado por entrenador.</p> <p>Repeticiones: 8-12 por cada ejercicio.</p> <p>1RM= 80%</p> <p>Repeticiones: 8-12 por cada ejercicio.</p> <p>Descanso: de 2-5 min</p> <p>Incremento de peso: de 2.5–10% dependiendo del ejercicio.</p> <p>Semana 1= pre-prueba Semana 2 y 3= 1 set/ ejercicio Semana 4- =2 sets Semana 5-10= 3 sets Semana 11= 1 ó 2 sets Semana 12= pruebas Semana 13-14= 1 set/ ejercicio Semana 15= 2 sets Semana 16-22= 3 sets Semana 23= 1 ó 2 sets Semana 24= post-prueba</p> <p>Placebo o HMB</p> <p>*PLA, 200 mg calcium + 4g hidratos de carbono</p> <p>*Calcium beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB, 1.5 g CaHMB + 4 g de hidratos de carbono).</p>	<p>Cambios en fuerza de mano por dinamometría (kg):</p> <p>a) Ejercicio + placebo 12 semanas: 2.1 ± 0.5 <0.01 24 semanas: 2.6 ± 0.6 <0.01</p> <p>b) Ejercicio + HMB 12 semanas: 2.1 ± 0.6 <0.01 24 semanas: 2.8 ± 0.7 <0.01</p> <p>Sin diferencia entre los grupos</p>	<p>Cambios en masa muscular total (kg):</p> <p>a) Ejercicio + placebo 12 semanas: 0.7 ± 0.1 <0.01 24 semanas: 0.9 ± 0.1 <0.01</p> <p>b) Ejercicio + HMB 12 semanas: 0.4 ± 0.2 0.03 24 semanas: 0.7 ± 0.2 0.01</p> <p>Diferencias solamente en hombres, mejor a vs b</p>	<p>Cambios en Get up and Go (seg):</p> <p>a) Ejercicio + placebo 12 semanas: -0.4 ± 0.2 0.04 24 semanas: -0.6 ± 0.3 0.04</p> <p>b) Ejercicio + HMB 12 semanas: -0.5 ± 0.2 0.01 24 semanas: -0.7 ± 0.3 0.03</p> <p>Sin diferencia entre los grupos</p>
Autor	Población (n)	Tipo de intervención	Efecto en fuerza muscular	Efecto en masa muscular	Efecto en

					funcionalidad muscular
Fukuda, 2016. (81)	20 mujeres sanas Duración 12 y 24 semanas	Ejercicios de fuerza Tipo de ejercicio: sentadillas, prensa de piernas bilateral, extensión de piernas, press de banca y estiramiento. Supervisado por entrenador Repeticiones: 8-12 por cada ejercicio. Descanso: de 2-5 min Incremento de peso: de 2.5–10% dependiendo del ejercicio.	Sin datos	Ángulo de fase 0m: 4.8 ± 0.61 → 3m: 4.89 ± 0.53 → 6m: 5.04 ± 0.67 (p≤0.05, 6 meses vs basal y 3 meses) Circunferencia de pantorrilla 0m: 34.7 ± 3.2 → 3m: 34.5 ± 3.2 → 6m: 34.5 ± 3.3 Circunferencia de brazo 0m: 27.0cm ± 2.7 → 3m: 27.1cm ± 2.7 → 6m: 27.5 cm ± 2.7	Sin datos
Holm, 2008. (82)	29 Mujeres sanas, post-menopáusicas Duración 24 semanas	a) Suplemento + ejercicios de fuerza 10g proteína de suero, 31g hidratos de carbono, 1g lípidos, 5.0mg vit D y 250 mg de calcio b) Placebo + ejercicios de fuerza 6 g hidratos de carbono y 12 mg calcio Tipo de ejercicio: calentamiento, press de piernas supino, extensión de la rodilla, abdominales y ejercicios de extensión de la espalda. Repeticiones: de 3 a 15-20 repeticiones máximas Frecuencia: de 2 a 3 veces por semana Progresión en número de repeticiones de manera semanal	Aumento significativo en la fuerza de cuádriceps de la semana 6 a la semana 24 por 9±3% (p<0.01) en el grupo con suplemento. El grupo control no presentó aumento significativo en la fuerza 1±2% (p>0.05).	Grupo Suplemento y ejercicio incrementaron masa muscular (42.3± 1.4kg a 43.1 ±1.4 kg (p<0.05). No existieron diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon los grupos al final de la intervención (grupo* tiempo.)	Sin datos

Autor	Población (n)	Tipo de intervención	Efecto en fuerza muscular	Efecto en masa muscular	Efecto en funcionalidad muscular
Kim, 2012. (83)	155 mujeres japonesas con sarcopenia Duración 3 meses	<p>Sesiones de Ejercicio 60 min a la semana, intensidad moderada, 2 veces/semana. 5 minutos de calentamiento, 30 minutos de ejercicios de estiramiento, 20 minutos de entrenamiento de equilibrio y caminata, 5 minutos de enfriamiento. Para los ejercicios se utilizaron ligas y polainas.</p> <p>Suplementación con Aminoácidos (AA) Contenido: 42% leucina, 14% lisina, 10.5% valina, 10.5% isoleucina, 10.5% treonina, 7% fenilalanina, y 5.5% otros). 3 g dos veces al día.</p> <p>Educación en salud 1 sesión al mes de clases enfocadas a función cognitiva, osteoporosis e higiene oral. Sin especificaciones para dieta o actividad física.</p> <p>Grupos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ejercicio + AA 2. Ejercicio 3. AA 4. Educación 	Efecto significativo (grupo*tiempo) para fuerza de extensión de pierna (p0.02). Grupo Ejercicio + AA vs Educación.	Efecto significativo (grupo*tiempo) para masa magra de pierna (p <0.007). Grupo Ejercicio + AA vs Educación.	Efecto significativo (grupo*tiempo) velocidad de la marcha a velocidad usual y máxima (p 0.007 y <0.001). Grupo Ejercicio + AA y Ejercicio vs Educación.

Autor	Población (n)	Tipo de intervención	Efecto en fuerza muscular	Efecto en masa muscular	Efecto en funcionalidad muscular
Yoshimura, 2016 (84).	<p>Japoneses: 39 pacientes en rehabilitación con <31cm C pantorrilla</p> <p>Duración</p> <p>8 a 24 semanas</p>	<p>a) Ejercicios de fuerza</p> <p>Tipo de ejercicio: bandas elásticas y máquinas de ejercicios para press de piernas, curl de piernas y extensión de piernas con la ayuda de un terapeuta.</p> <p>Repeticiones: máximo de 10</p> <p>b) Ejercicios de fuerza + suplemento</p> <p>PemPal Active®; vitamin D 12.5 µg, protein 10.0 g [BBCA 2500mg]; 200 kcal, hidratos de carbono 41%, lípidos 37%, proteína 20%</p>	<p>fuerza de mano por dinamometría- sin cambios 1.6 (95%IC: -0.6-3.8, p= 0.141)</p> <p>a) 15.0 (3.6) → 16.8 (3.6)</p> <p>b) 15.6 (5.9) → 17.9 (7.1)</p>	<p>Circunferencia de pantorrilla</p> <p>a) 28.1 (3.3) → 28.6 (3.4)</p> <p>b) 28.4 (2.9) → 31.6 (3.3)</p> <p>*3.2 (95%IC: 2.0-4.4), p <0.001</p> <p>Circunferencia de brazo</p> <p>a) 22.7 (4.1) → 23.2 (4.1)</p> <p>b) 24.0 (3.5) → 25.4 (3.4)</p> <p>*1.4 (95%IC: 0.8-2.1), p <0.001</p> <p>Albúmina</p> <p>a) 3.3 (0.4) → 3.4 (0.3)</p> <p>b) 3.4 (0.4) → 3.7 (0.4)</p> <p>*0.3 (95%IC:0.1-0.5), p=0.019</p>	<p>Puntaje Barthel</p> <p>a) 40.0 (14.6) → 61.2 (17.2)</p> <p>b) 46.1 (23.4) → 71.6 (24.9)</p> <p>*11.2 (0.5-21.8) p= 0.041</p>

Autor	Población (n)	Tipo de intervención	Efecto en fuerza muscular	Efecto en masa muscular	Efecto en funcionalidad muscular
Villarreal, 2011 (85).	<p>Adultos mayores obesos ≥ 65 años</p> <p>Duración 1 año</p>	<p>Tipos de intervenciones</p> <p>Grupo control= información general de dieta saluable</p> <p>Dieta= 1 gr/kg/día de proteína de alta calidad</p> <p>Ejercicio= 90 min de ejercicio aeróbico + fuerza + flexibilidad + equilibrio</p> <p>Frecuencia: 3 sesiones/semana</p> <p>Dieta + ejercicio</p> <p>Todos los grupos tuvieron suplemento de Vit D 1,000 UI y Calcio 1,500 mg/día.</p>	<p>Aumento de fuerza máxima 1RM (bíceps, pecho, presión y flexión de pierna)</p> <p>El grupo con dieta aumentó 3% (0.5±39kg)</p> <p>El grupo con ejercicio aumentó 34% (79±75kg)</p> <p>El grupo con dieta + ejercicio aumentó 35% (75±56kg).</p>	<p>Grupo control: disminuyó 1.4% de MM (0.8±2.5kg)</p> <p>Grupo con dieta: disminuyó 5.2% (3.2±2.0kg)</p> <p>Grupo con ejercicio: aumentó 2% (1.3±1.6kg)</p> <p>Grupo dieta + ejercicio: disminuyó 3% (1.8±1.7kg*), *p=0.04</p>	Sin datos

Dieta

Se ha descrito que la ingesta de nutrientes y kilocalorías (kcal) en adultos mayores es deficiente, debido a los cambios que se presentan en el sistema digestivo y/o por la pérdida de apetito, lo que está directamente relacionado con la pérdida de masa muscular y fuerza. De la misma manera, se considera que la ingesta de proteína es menor a la recomendación diaria (0.8g/kg/día) e insuficiente para mantener tanto el equilibrio en la síntesis proteica como para la prevención pérdida muscular en esta población (40,86). Por tanto, se sugiere que la prescripción de proteína en adultos mayores sea de 1.0-1.5 g/kg/día para tener un efecto benéfico en masa muscular y sin afectar la función renal (75,87,88).

Se ha relacionado el aumento del consumo de proteínas ≥ 1.2 g/proteína al día con la reducción para riesgo de fragilidad (89). Paddon y cols. sugieren asegurar la distribución de proteínas de alta calidad en un rango de 25-30gr en cada tiempo de comida, para estimular la síntesis proteica durante todo el día y no solo la cantidad diaria (86).

Por otro lado, se han realizado varios estudios para evaluar el efecto del aumento en la cantidad de aminoácidos en la dieta de manera aislada o en conjunto con ejercicio, concluyendo que el ejercicio estimula la síntesis proteica y cuando existe suplementación con aminoácidos posterior al ejercicio estos efectos son mayores, sin embargo existen resultados contradictorios (67,90).

Dillon y cols. describieron aumento de masa muscular sin cambios en la fuerza muscular posterior al consumo de 15 gr de aminoácidos esenciales durante 3 meses (91). Por su parte, en otros estudios se ha manifestado aumento significativo de masa y fuerza muscular posterior a la intervención conjunta de suplemento y ejercicio, sin embargo, las comparaciones entre grupo de intervención y control no fueron estadísticamente significativas (74,75).

Kim y cols. compararon, en un grupo de mujeres con sarcopenia, los efectos de ejercicio de intensidad moderada (combinación de aeróbico y fuerza) en conjunto

con suplementación de 6g de aminoácidos esenciales enriquecido con leucina encontrando aumento de 2.4% en la masa muscular de la pierna y 4% en la fuerza de la pierna en el grupo que solamente hizo ejercicio; el aumento fue mayor en el grupo que tomó el suplemento y realizó ejercicio: 3.1% en masa muscular y 9.3% en fuerza. Por tanto, en este estudio se demuestra que para mujeres con sarcopenia se requiere la intervención combinada de ejercicio con la ingesta de aminoácido (83).

En contraste, Verhoeven y cols. no encontraron cambios en masa muscular ni en la funcionalidad en hombres posterior a 3 meses de ingerir un suplemento con leucina (7.5g/día), los cambios en la masa muscular post-intervención fueron (17.6±0.4kg vs 18.0±0.4kg y 17.1±0.5kg vs 17.6±0.4kg) tanto en el grupo placebo como en el de intervención, respectivamente (92).

Cermak, realizó un meta análisis con 22 ensayos clínicos (680 sujetos jóvenes y adultos mayores sanos) en donde concluye que la suplementación con proteínas (>1.2 g/kg/día) en conjunto con un programa de ejercicios de fuerza (≥2 veces/semana, mínimo 6 semanas), en los adultos mayores: aumenta la masa muscular (0.48kg; 0.10-0.85kg, p<0.01) y la fuerza muscular (13.1kg; 0.32-25.9kg, p<0.005) comparado con un grupo control. Además, propone que los adultos mayores frágiles tienen una mayor respuesta a este tipo de intervención que los sanos(90).

Un estudio holandés reportó diferencias entre el consumo nutrimentos en adultos mayores con sarcopenia comparado con los adultos sanos. Las diferencias que se encontraron en los adultos mayores con sarcopenia fueron las siguientes: menor consumo de 10-18% en ácidos grasos omega 3, vitamina B6, ácido fólico, vitamina E y magnesio (p<0.05)(93).

En general, durante el envejecimiento se recomienda seguir un consumo de alimentos basado en el modelo de dieta mediterránea ya que se ha

relacionado con una mejor función cognitiva y ayuda a mantener una ingesta proteica adecuada; además de IMC <22, gasto de energía en AF >13,000kcal/semana, sin antecedentes tabáquicos y con un consumo de alcohol 4-10 bebidas a la semana(89).

Antioxidantes

En la literatura aún no existen resultados contundentes que demuestren que la alimentación, específicamente la ingesta adecuada de proteína sean determinantes para el metabolismo muscular, para la síntesis de proteínas y para aumentar de fuerza muscular, ya que en algunas personas los efectos indican un aumento en los parámetros musculares y en otras no. Por tanto, se han propuesto, adicionalmente a la intervención conjunta de ejercicio y dieta, otro tipo de intervenciones para prevenir, retardar o revertir la pérdida muscular.

Se ha descrito en la literatura que durante el envejecimiento ocurren cambios en la función mitocondrial, lo cual representa una disminución en la producción de energía, esta condición aumenta en presencia de enfermedades y ocasiona desregulación en las enzimas antioxidantes(94). El estrés oxidativo se ha propuesto como factor etiológico para la disminución de la masa y la fuerza muscular. Se ha descrito que con la edad existe disminución de las concentraciones de CoQ10 y aunque los resultados del efecto de su suplementación en los adultos mayores aún no está totalmente fundamentado, existen estudios realizados con ratas donde se describen beneficios como: disminución tanto del daño oxidativo relacionado con el envejecimiento como riesgo cardiovascular, prevención de la disminución de fibras de contracción rápida IIb y aumento de la esperanza de vida(95).

La coenzima Q10 (CoQ10) es una proteína liposoluble, también llamada ubiquinona, se encuentra en concentraciones elevadas en tejidos aeróbicos que

requieren sintetizar gran cantidad de adenosin trifosfato (ATP, por sus siglas en inglés) como corazón, riñón, hígado y músculo esquelético. Se considera a la CoQ10 como un componente esencial de la cadena transportadora de electrones en la mitocondria para la producción de ATP, como un antioxidante que evita la peroxidación lipídica de las membranas celulares, ayuda a la regeneración de otros antioxidantes (vitamina C y α -tocoferol), es componente clave para la homeostasis celular, además de que reduce la inflamación crónica(95,96).

En pacientes con insuficiencia cardiaca se ha evaluado el efecto de CoQ10 (60-300mg/d), encontrando mejoría en la condición clínica y aumento en la fracción de expulsión (3.67%, IC 95% 1.6-5.74%) después de la suplementación con la coenzima(97). También se ha indicado que la suplementación con 150mg de CoQ10 por 3 meses, disminuye la IL-6 ($p=0.03$) en pacientes con enfermedad arterial coronaria (98).

Es importante mencionar que independientemente de la intervención aislada o en conjunto de ejercicio y suplementación se ha encontrado un rango de variabilidad en el apego al tratamiento que va de 50-75%(70).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años, el incremento de la población de adultos mayores ha sido una característica de la transición demográfica y epidemiológica a nivel mundial. De acuerdo con la OMS, en México la proporción de adultos mayores de 60 años en 2012 fue de 10% y para 2050 será de 26%. A medida que aumenta la cantidad de adultos mayores, también se incrementan las enfermedades crónicas degenerativas y los costos de atención en salud.

La pérdida de masa muscular, fuerza y funcionalidad se considera un síndrome presente en adultos mayores, esta condición implica cambios en la composición corporal, específicamente en la masa muscular tales como, disminución en la síntesis proteica, pérdida en la cantidad y calidad de fibras musculares y cambios en el proceso inflamatorio (aumento de citocinas y estrés oxidativo). Estas alteraciones se han relacionado con el desarrollo de limitaciones funcionales, discapacidad y mortalidad.

Existe controversia sobre el efecto que tienen las diferentes intervenciones en adultos mayores para prevenir o controlar estos cambios musculares y se requiere mayor información sobre los tratamientos a utilizar, sin embargo, se ha demostrado que el ejercicio, hasta el momento, es la mejor alternativa.

Se ha descrito que por medio del ejercicio se estimula la síntesis proteica, se incrementa el requerimiento energético y se disminuye el proceso inflamatorio; a su vez la intervención nutricional asegura la ingesta de aminoácidos, proteína y ofrece los macro y micro nutrientes esenciales para contrarrestar los factores relacionados con la disminución de masa y fuerza muscular. En este estudio se propone además incluir la coenzima Q10 como cofactor para mejorar la funcionalidad mitocondrial y proporcionar energía a las células musculares, las condiciones anteriores son indispensables al momento de realizar ejercicio.

Con base en la literatura revisada, los resultados más efectivos para aumentar la cantidad de masa muscular como funcionalidad se han demostrado con ejercicios de fuerza, mientras que la intervención combinada con suplementación de aminoácidos han mostrado resultados contradictorios. Es importante adecuar la dieta y en algunos casos donde se reporten deficiencias asegurar la cantidad de micro y macro nutrimentos a través de suplementación.

Este tipo de intervención combinada podría detener o atenuar la pérdida de masa y funcionalidad muscular, reflejándose además en la disminución de citocinas pro inflamatorias y del daño oxidativo. Y así, determinar si se previenen condiciones desfavorables como limitaciones funcionales y discapacidad.

Una de las estrategias esenciales establecidas por la Secretaría de Salud para enfrentar el envejecimiento demográfico es la detección y diagnóstico oportuno de enfermedades, por tanto, se propone realizar el tamizaje para identificar si los adultos sufren algún síndrome o malnutrición.

Es por ello que se considera importante que los adultos mayores realicen ejercicio ya que la literatura lo ha considerado como el tratamiento más efectivo, además incluir a la coenzima Q10 como complemento y así poder aportar evidencia de los beneficios que pueden tener las poblaciones sanas y las personas que disminuyen la cantidad de masa muscular y la funcionalidad de la misma, por tanto, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación...

¿Cuáles son los cambios en la masa, fuerza y función muscular después de una intervención con ejercicios de fuerza y la administración de coenzima Q10?

III. HIPÓTESIS GENERAL

De acuerdo con la revisión en la literatura sobre las intervenciones propuestas para mejorar la cantidad y la funcionalidad en los adultos mayores se plantea la siguiente hipótesis: *“Los adultos mayores sometidos a una intervención conjunta de ejercicios de fuerza y coenzima Q10 tendrán cambios benéficos en la fuerza, masa y funcionalidad muscular, comparado con aquellos que sólo reciban ejercicios de fuerza, suplementación con coenzima Q10 o placebo”.*

IV. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los cambios en la fuerza muscular, funcionalidad muscular y masa muscular después de una intervención con ejercicios de fuerza y/o suplementación con coenzima Q10 en adultos de 60- 80 años aparentemente sanos.

Objetivos específicos

- Determinar el cambio en la fuerza muscular posterior a la intervención con ejercicios de fuerza y coenzima Q10.
- Determinar el cambio en la funcionalidad muscular posterior a la intervención con ejercicios de fuerza y coenzima Q10.
- Determinar el cambio en la masa muscular posterior a la intervención con ejercicios de fuerza y coenzima Q10.
- Determinar el cambio en el ángulo de fase posterior a la intervención con ejercicios de fuerza y coenzima Q10.
- Determinar el cambio en la presión arterial posterior a la intervención con ejercicios de fuerza y coenzima Q10.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

V.1 Diseño del estudio

- Cuasi-experimental

V.2 Descripción de la población

- Población de estudio: adultos ≥ 60 años aparentemente sanos o con enfermedades crónico degenerativas controladas pertenecientes a la delegación Tlalpan, que forman parte del programa de “Envejecimiento Saludable”

Cálculo de tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de muestra se utilizó la fórmula de análisis de varianza (ANOVA) de una vía para muestras múltiples, aceptando un error de tipo 1 de 0.05 y un poder estadístico de 90%(99).

Los datos que se utilizaron para comparar los grupos se basan en los cambios en la velocidad de la marcha reportados por Kim y cols(83).

$$n = \lambda / \Delta$$

Donde:

$$\mu_1 = 1.43 \pm 0.29$$

$$\mu_2 = 1.50 \pm 0.23$$

$$\mu_3 = 1.36 \pm 0.18$$

$$\mu_4 = 1.22 \pm 0.23$$

$$\bar{u} = 1.3775$$

$\lambda = 14.18$, valor de tablas para comparar 4 grupos

$$\Delta = 1 / \sigma_c^2 \sum (\mu_i - \bar{u})^2$$

$$\begin{aligned}\sigma_c^2 &= [(n_1 - 1) \sigma_1^2 + (n_2 - 1) \sigma_2^2 + (n_3 - 1) \sigma_3^2 + (n_4 - 1) \sigma_4^2] / (n_1 + n_2 + n_3 + n_4) - k \\ &= [(38-1) 0.29^2 + (39-1) 0.23^2 + (39-1) 0.18^2 + (39 - 1) 0.23^2] / (38 + 39 + 39 + \\ &\quad 39) - 4 \\ &= 8.3633/151 \\ \sigma_c^2 &= 0.055\end{aligned}$$

$$\Delta = \left(\frac{1}{\sigma^2}\right) \sum_{i=1}^k (\mu_i - \bar{\mu})^2$$

$$\begin{aligned}&= 1/ 0.055 [(1.43 - 1.37)^2 + (1.5-1.37)^2 + (1.36 - 1.37)^2 + (1.22 - 1.37)^2] \\ &= 1/0.055 [0.042]\end{aligned}$$

$$\Delta = 0.77$$

$$n = \lambda/\Delta$$

$$= 14.18/0.77$$

$$= \mathbf{18.41}$$

Por lo tanto, aceptando un error de tipo 1 de 0.05 y un poder estadístico de 90% para la variable velocidad de la marcha y 30% de pérdidas, se requieren **24 personas** en cada grupo de estudio.

- **Criterios de selección**

Criterios de inclusión:

Adultos mayores con las siguientes características:

- Edad 60 a 80 años
- Ambos sexos
- Enfermedades crónicas degenerativas controladas (diabéticos <160mg/dl glucosa capilar en ayuno e hipertensos <140/90 mmHg)
- Que acepten participar en el estudio

Criterios de exclusión

Adultos mayores que presenten alguna de las siguientes características:

- Que realicen algún plan de ejercicio o actividad física estructurada al momento de iniciar el estudio (*ejercicio de intensidad moderada: %VO2 máximo 45-59 y frecuencia cardiaca 50-69*)
- Enfermedades o problemas de salud que afecten la fuerza de sus extremidades superiores o alteren la sensibilidad de la mano (lupus, artritis reumatoide, esclerosis)
- Alteraciones cardíacas
- Insuficiencia renal crónica terminal, cáncer, VIH
- Post-hospitalización por cualquier proceso en los últimos 6 meses
- Personas sin alguna extremidad

V.3 MODELO CONCEPTUAL Y VARIABLES

Variables Independientes: tipo de intervención

- Ejercicios de fuerza y suplementación con coenzima Q10 (cápsulas 200mg)
- Ejercicios de fuerza y placebo (cápsulas 200mg)
- Suplementación con coenzima Q10 (cápsulas 200mg)
- Placebo (cápsulas 200mg) sin ejercicio

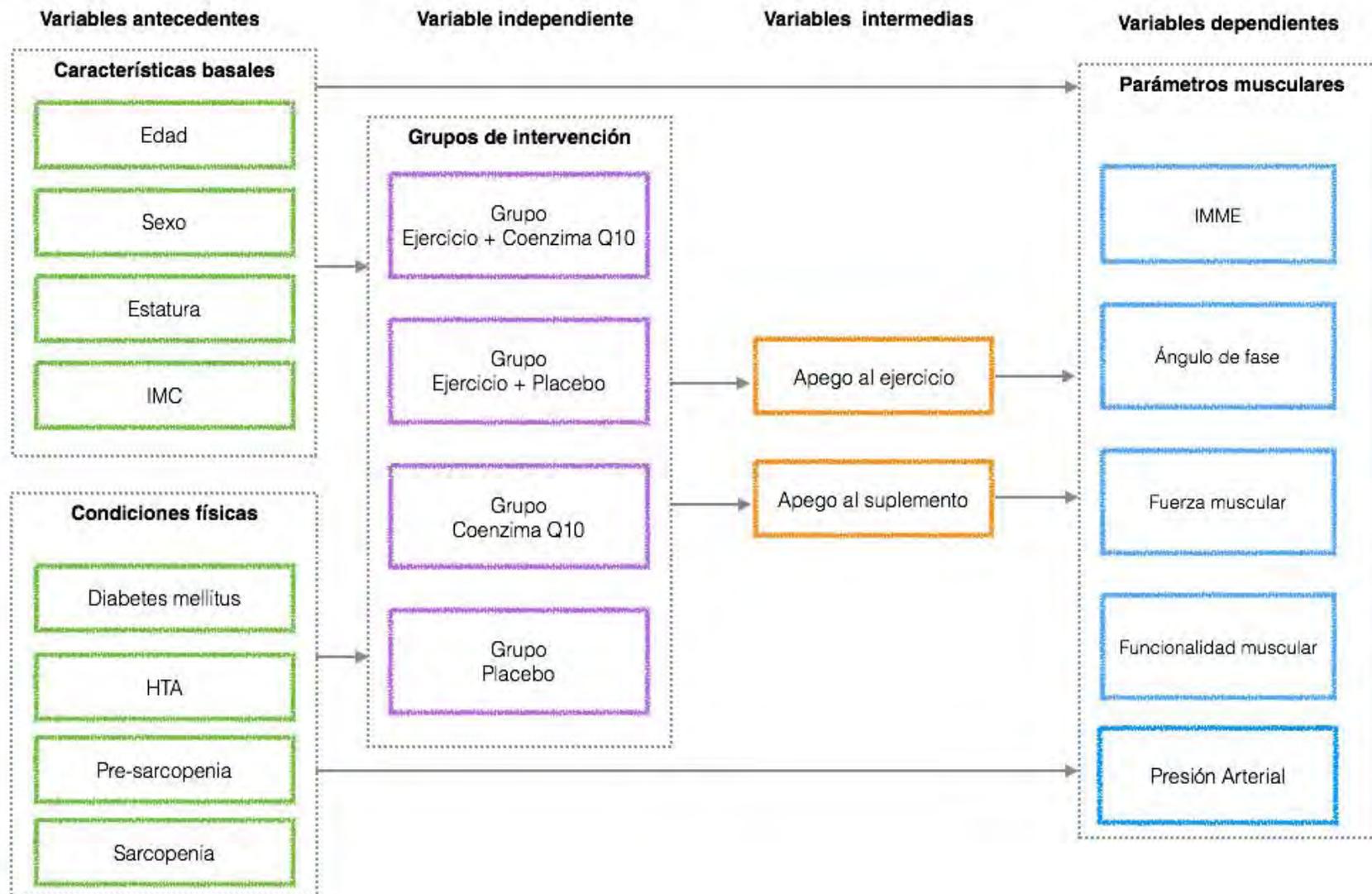
Variables Dependientes:

- Masa muscular: cantidad de masa muscular (kg), ángulo de fase, reactancia (omhs), Índice de Masa Muscular Esquelética (IMME).
- Fuerza muscular: dinamometría de mano (kg)
- Funcionalidad muscular: prueba de 4 metros (segundos)

Variables Intervinientes:

- Apego al ejercicio
- Apego al consumo de suplemento

Modelo conceptual



Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL Y TIPO DE VARIABLE
Variables Antecedentes		
Edad	Tiempo transcurrido en una persona desde el momento de su nacimiento.	Años de vida cumplidos hasta el momento de realizar la medición. <u>Cuantitativa continua.</u>
Sexo	Características biológicas que definen a un ser humano como hombre o mujer.	Masculino o femenino <u>Cualitativa dicotómica</u>
Peso	Masa corporal total de un individuo.	Medición en <i>kilogramos</i> , utilizando una báscula de acuerdo con la técnica de Lohman(100). <u>Cuantitativa continua.</u>
Estatura	Tamaño del individuo desde la coronilla de la cabeza hasta los pies.	Medición recabada en <i>centímetros</i> , utilizando un estadímetro de acuerdo con la técnica de Lohman(100). <u>Cuantitativa continua</u>
IMC	Indicador de la densidad corporal determinada por la relación entre peso y la altura corporal (Término MeSH "Body Mass Index", 1968).	Se calculó por medio de la siguiente fórmula: $IMC = \text{Peso (Kg)} / \text{Estatura (m)}^2$ <u>Cuantitativa continua</u>
Pre-sarcopenia	Presencia de masa muscular disminuida.	Medición de la masa muscular por impedancia bioeléctrica monofrecuencia (50 kHz), utilizando la ecuación de Janssen. Hombres: ≤ 10.75 kg en el IMME Mujeres: ≤ 6.75 en el IMME (≤ 2 DE de la población joven de referencia) <u>Cualitativa dicotómica</u>

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL Y TIPO DE VARIABLE
Variables Antecedentes		
Sarcopenia	Disminución de masa muscular y cualquiera de los dos criterios siguientes: disminución de fuerza muscular o disminución en el rendimiento físico.	Medición de la masa muscular por impedancia bioeléctrica monofrecuencia (50 kHz), utilizando la ecuación de Janssen. Además de la presencia de fuerza muscular disminuida, evaluada por dinamometría en mano dominante (fuerza en kilogramos)
		<p>Hombres: ≤ 10.75 kg en el IMME y cualquiera de los siguientes criterios</p> <ul style="list-style-type: none"> • < 30 kg en fuerza de mano por dinamometría • disminución en el rendimiento físico <p>Mujeres: ≤ 6.75 en el IMME* y cualquiera de los siguientes criterios</p> <ul style="list-style-type: none"> • < 20 kg en fuerza de mano por dinamometría • disminución en el rendimiento físico <p><u>Cualitativa dicotómica</u></p>

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL Y TIPO DE VARIABLE
Variables independientes		
Intervención con ejercicio y/o coenzima Q10	Intervención asignada a los grupos, los cuales pueden tener, ejercicios de fuerza en conjunto con coenzima Q10 o placebo, o solamente coenzima Q10 o placebo.	
	<p>*Ejercicios de fuerza Sesiones de ejercicios de fuerza estructurada en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento • Ejercicios de fuerza • Enfriamiento 	<p>Grupo con ejercicio de fuerza + coenzima Q10</p> <p>Grupo con ejercicios de fuerza + placebo</p> <p>Grupo solamente con ejercicios de fuerza</p> <p>Grupos solamente con coenzima Q10</p> <p>Grupo solamente con placebo</p>
	<p>*Suplemento con Q10 Cápsulas de suplemento con coenzima Q10 (200 mg/día)</p>	<p><u>Nominal con 4 categorías</u></p>
	<p>*Placebo Cápsulas de celulosa (200 mg/día)</p>	
Variables intermedias		
Apego al ejercicio	Proporción de asistencia al programa de ejercicio.	<p>Determinada mediante el número de veces que el paciente acuda al grupo de reunión a realizar el programa de ejercicio.</p> <p><u>Cualitativa dicotómica</u></p> <p>(1) Sí (≥80 % de asistencia)</p> <p>(0) No (<80% de asistencia)</p>
Apego al suplemento	Cooperación voluntaria del paciente en la toma de fármacos, medicamentos o suplementos como se le prescribe, esto incluye el tiempo, la dosis y la frecuencia (Término MESH “Medication adherence”, 2009)	<p>Toma de al menos el 80% del suplemento recibido</p> <p><u>Cuantitativa continua</u></p> <p>(1) Sí (≥80 % de asistencia)</p> <p>(0) No (<80% de asistencia)</p>

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL Y TIPO DE VARIABLE
Variables dependientes		
Fuerza muscular	Cantidad fuerza generada por contracción combinada de músculos intrínsecos y extrínsecos de la mano.	Cantidad de <i>kilogramos</i> obtenidos en la medición de la fuerza de mano por dinamometría. <u>Cuantitativa continua</u>
Funcionalidad muscular	Función muscular, medida con diferentes pruebas y se considera como factor predictivo de limitación de la movilidad y mortalidad. 1.Prueba de cuatro metros: Determina la velocidad de la marcha a través de 4 metros a paso regular	La velocidad de la marcha deberá ser >0.8m/s (normal), de lo contrario se considera como riesgo para presentar sarcopenia. <u>Cuantitativa continua</u>
Ángulo de fase	Parámetro de la impedancia bioeléctrica utilizado como indicador de muerte celular e integridad de la membrana. Expresa la calidad del tejido blando.	$PhA (^{\circ}) = \arctangent (Xc / R) \times (180 / \pi)$ <u>Cuantitativa continua</u>
Índice de Masa Muscular Esquelética (IMME)	De acuerdo con el nivel tisular para composición corporal, proporción de la masa muscular esquelética (representa el 40% del peso corporal del adulto). No incluye masa ósea, otros tejidos ni masa grasa.	Determinación de masa muscular esquelética mediante la siguiente fórmula: MME (kg): [(estatura ² /Resistencia] X 0.401) + (sexo X 3.825) + (edad X -0.071) + 5.102 IMME= MME/Estatura (m ²) <u>Cuantitativa continua</u>
Presión arterial	Presión que ejerce la sangre a las arterias y otros vasos sanguíneos. Término MESH “blood pressure”	Se medirá por medio de baumanómetro, con técnica estandarizada. <u>Cuantitativa continua</u>

V.4 TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

Se realizó un estudio cuasi-experimental en adultos de 60 a 80 años. Se invitó a participar voluntariamente en el proyecto a todos los adultos mayores pertenecientes al programa de “Envejecimiento saludable” de la Delegación Tlalpan, donde se explicó los beneficios de la intervención y los posibles efectos adversos. En el primer contacto, se evaluó clínicamente a todos los sujetos y se corroboró que fueran personas aparentemente sanas, o que en caso de ser diabéticos o hipertensos se encontraran controlados (HTA, DM II controlados: diabéticos con glucosa capilar en ayuno <160mg/dL e hipertensos con cifras <140/90). El control de los indicadores se confirma por medio de resultados bioquímicos.

Posterior a esto, un médico especialista les realizó un electrocardiograma en reposo para descartar alteraciones cardíacas que implicaran riesgo para realizar actividad física. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado (**Anexo 1**).

Grupos de tratamiento

Los grupos de adultos mayores tenían sitios específicos reunión para las sesiones del programa, la delegación Tlalpan fue la encargada de liberar los permisos para que pudiéramos iniciar la intervención en los grupos. Conforme dieron las autorizaciones, se asignaron a los siguientes grupos:

- 1) Ejercicios de fuerza y suplementación con coenzima Q10 (cápsulas con 200mg/día).
- 2) Ejercicios de fuerza y placebo (cápsulas con 200mg/día).
- 3) Suplementación con coenzima Q10 (cápsulas con 200mg/día).
- 4) Placebo (cápsulas con 200mg/día) sin ejercicio

Intervención con coenzima Q10 o placebo

El suplemento de CoQ10 fue proporcionado por los laboratorios PRONAT® (Cápsulas rojas, coenzima Q10, 200mg). El consumo de este suplemento fue de 200mg/día, los participantes lo consumieron por la mañana (se sugería la mismo horario junto con en el desayuno) por un periodo de 3 meses. Se les entregó un calendario para registrar el consumo del suplemento (**Anexo 2**).

El placebo también fue proporcionado por los laboratorios PRONAT® (Cápsulas rojas, celulosa 200mg). Las cápsulas tuvieron el mismo excipiente y las mismas características que las cápsulas de coenzima Q10. El consumo de placebo fue de 200mg/día, los participantes lo consumieron por la mañana (se sugería la mismo horario junto con en el desayuno), por un periodo de 3 meses. Se les entregó un calendario para registrar el consumo de las cápsulas (**Anexo 2**).

Intervención con ejercicios de fuerza

Las sesiones de ejercicios de fuerza se estructuraron de la siguiente manera (**Anexo 3**):

Frecuencia	*3 días a la semana durante 3 meses.
Intensidad	*Ejercicio de intensidad moderada (%VO2 máximo 45-59 y frecuencia cardiaca 50-69) *70-79% de 1 repetición máxima (1RM)
Tiempo	*60 min por sesión, sin embargo se ajustaba al ritmo de cada persona dependiendo de los ejercicios de fuerza que se realizaban en la sesión.
Tipo	1. Calentamiento (5 minutos) – movimientos libres sin peso para: cuello, hombros, brazos, rodillas, piernas y tobillos de 10-20 segundos cada uno. Tomando 5 segundos de descanso. Baile de baja intensidad (10 minutos)

	<p>2. Ejercicios de fuerza (30-40 minutos)– Se hicieron repeticiones progresivas de flexiones de muñeca, extensión de codo, extensión de brazos por arriba de la cabeza, extensión de brazos hacia el frente, extensión de brazos a los costados, flexión de antebrazo, presión contra la pared, levantamiento de punta-talón, extensión de piernas y otros.</p> <p>3. Enfriamiento (5)- flexiones y estiramiento para: cuello, hombros, brazos, rodillas, piernas y tobillos de 10-20 segundos cada uno. Tomando 5 segundos de descanso.</p>																																
Repeticiones	*Inicialmente cada persona realizaba 6 repeticiones por ejercicio y se hicieron progresiones en la cantidad de repeticiones de manera individual.																																
Series	*2 a 3 series por cada ejercicio tomando un descanso de 1 minuto																																
Tensión	*La repetición de cada ejercicio duraron 6 segundos																																
Progresión	<p>*Las progresiones consistían en aumentar gradualmente el número de repeticiones por semana durante los 3 meses, hasta llegar a un máximo de 12 repeticiones y aumento del peso de acuerdo a la tolerancia del participante (se utilizaron pesas de 300 gramos hasta 1 kg).</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Semana</th> <th>Peso (g)</th> <th>Repeticiones</th> <th>Series</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1, 2</td> <td>Sin peso</td> <td>6</td> <td>2-3</td> </tr> <tr> <td>3, 4</td> <td>Sin peso</td> <td>8</td> <td>2-3</td> </tr> <tr> <td>5, 6</td> <td>300</td> <td>8</td> <td>2-3</td> </tr> <tr> <td>7, 8</td> <td>300</td> <td>10</td> <td>2-3</td> </tr> <tr> <td>9, 10</td> <td>500</td> <td>10</td> <td>2-3</td> </tr> <tr> <td>11, 12</td> <td>500</td> <td>12</td> <td>2-3</td> </tr> <tr> <td>>12</td> <td>1000</td> <td>12</td> <td>2-3</td> </tr> </tbody> </table>	Semana	Peso (g)	Repeticiones	Series	1, 2	Sin peso	6	2-3	3, 4	Sin peso	8	2-3	5, 6	300	8	2-3	7, 8	300	10	2-3	9, 10	500	10	2-3	11, 12	500	12	2-3	>12	1000	12	2-3
Semana	Peso (g)	Repeticiones	Series																														
1, 2	Sin peso	6	2-3																														
3, 4	Sin peso	8	2-3																														
5, 6	300	8	2-3																														
7, 8	300	10	2-3																														
9, 10	500	10	2-3																														
11, 12	500	12	2-3																														
>12	1000	12	2-3																														
Equipo	<p>*Se utilizó como material de apoyo para realizar los ejercicios sillas, palos de escoba, botellas con arena/agua.</p> <p>*Equipo de sonido y música</p>																																

Orientación alimentaria

Como parte de la intervención, se brindó asesoría alimentaria a todos los adultos mayores que se participaron en la intervención con la finalidad de resaltar la importancia de la alimentación en el envejecimiento y promover hábitos de alimentación saludables (**Anexo 4**).

Además se les proporcionó un recetario con alternativas saludables (**Anexo 5**), enfatizando la importancia del consumo proteico en la dieta habitual. El consumo real se determinó por recordatorio de 24 horas.

Recolección de información

Se incluyeron datos demográficos en una hoja de vaciado: datos personales, consumo dietético y se realizaron las siguientes mediciones: antropométricas, clínicas, de composición corporal y funcionalidad muscular (**Anexo 6**)

Mediciones:

- Peso: con la persona descalza y con ropa ligera, se colocó en el centro de la plataforma de la báscula en posición estándar erguida sin que el cuerpo estuviera en contacto con algo a su alrededor, el peso se registró en kilogramos.

- Estatura: el sujeto descalzo, con ropa ligera y sin objetos en la cabeza como broches o moños que interfirieran con la medición, se colocó en la parte central del estadímetro, con los talones, glúteos y la parte posterior de la cabeza en contacto con el tablero. Al momento de realizar la medición, la persona inspiró profundamente para compensar el acortamiento de los discos intervertebrales, asegurando que la medición se tomara de acuerdo con el plano de Frankfurt. Ambas mediciones de peso y estatura se realizaron de acuerdo con el manual de referencia para estandarización antropométrica de Lohman(100).

→ Composición corporal total y sus proporciones (masa magra y masa grasa): se utilizó un equipo de impedancia bioeléctrica monofrecuencia (50 kHz) (RJL), la persona se midió en ayunas, sin haber consumido alcohol en las últimas 12 horas y sin haberse ejercitado en las últimas 8 horas. Sin objetos de metal, se recostó con los brazos y las piernas ligeramente separadas; se le colocaron 4 electrodos, dos en la mano y dos en el pie derecho. Posteriormente se obtuvo la resistencia, la reactancia y el ángulo de fase a una frecuencia de 50kHz y se calculó la masa muscular esquelética de acuerdo con la ecuación de Janssen(51):

$$\text{MME (kg): } [(estatura)^2/Resistencia] \times 0.401 + (\text{sexo} \times 3.825) + (\text{edad} \times -0.071) + 5.102$$

→ Fuerza muscular: se utilizó un dinamómetro Jamar hidráulico (kg) ajustable a la anchura de la mano, la persona en posición de pie con los brazos extendidos paralelos al tronco, tomó el dinamómetro con la mano derecha, sin apoyo y ejerció la fuerza máxima. La maniobra se repitió tres ocasiones, dejando un minuto como tiempo de recuperación entre ellas y se anotó el valor máximo de las tres mediciones (22).

→ Funcionalidad muscular: se utilizó la prueba de caminata de 4 metros donde, se le pidió al sujeto que camine a ritmo habitual y se registró el tiempo (segundos) que se tardó en recorrer la distancia(63). Además se aplicó la escala Tinetti

Seguimiento

Las mediciones se realizaron antes de la intervención (medición basal) y a los 3 meses de la intervención. Se utilizaron registros de asistencia a las sesiones de ejercicio, consumo de suplemento, así como mediciones antropométricas y recordatorios de 24 horas para evaluar el apego al tratamiento.

La adherencia al programa de ejercicios de fuerza y el apego a la toma del suplemento se definió como: la asistencia al 80% de las sesiones de ejercicios (haber asistido al menos a 29 sesiones de 36) o la toma del suplemento al menos del 80% (haber tomado al menos 67 cápsulas de 84) . (Allen & Morley)

V.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS

El ensayo clínico se registró en ISRCTN:15034140 (<https://doi.org/10.1186/ISRCTN15034140>), en cuanto a las consideraciones éticas se basó en los criterios de la Ley General de Salud en materia de investigación en salud (<http://www.salud.gob.mx>). A los sujetos que cumplieron con los criterios de selección, que aceptaron participar en el estudio y que firmaron el consentimiento informado se les explicó los riesgos y beneficios sobre la intervención. Aclarando desde el inicio que podían abandonar el estudio en el momento que lo considerasen o en aquellos que durante la realización presentaran eventos que contraindicaran el seguimiento. Además, se mantuvo la confidencialidad de los datos durante el estudio hasta el análisis y culminación del proyecto.

Esta intervención fue aprobada por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México (DGAPA, UNAM), PAPIIT IN306213-2 y el Doctorado en Ciencias Médicas, UNAM. A su vez, pertenece al estudio “Impacto en la calidad de vida y estado de salud de un programa de envejecimiento saludable a nivel comunitario” de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

V.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la captura de datos se utilizó el programa Excel y para el análisis estadístico el programa SPSS versión 21.0.

Los resultados descriptivos se reportaron en promedio \pm DE (desviación estándar) si presentaban una distribución normal, de acuerdo con la prueba Kolmogorov-Smirnov o, en caso contrario, en mediana y percentiles (25-75). Las variables categóricas se presentaron en frecuencia y porcentaje.

Se realizó análisis de varianza (ANOVA) de una vía o Kruskal Wallis para la comparación entre los 4 grupos de intervención con los datos basales, de acuerdo con el tipo de distribución que presentaran las variables. Para las comparaciones entre grupos con variables categóricas se utilizó X^2 .

Posteriormente, para evaluar el efecto (tratamiento*tiempo) de las intervenciones al finalizar el estudio sobre las variables dependientes continuas: "IMME", "ángulo de fase", "fuerza de mano" y "funcionalidad muscular" se realizó una ANOVA de medidas repetidas. También, se realizó un análisis de covarianza múltiple (ANCOVA) en todos los casos para ajustar por variables potencialmente confusoras (estatura, sexo y medición basal). En caso de que se presentaran diferencias entre grupos se aplicó la prueba post hoc de Tukey.

Se realizó una comparación de grupos utilizando t-student para muestras independientes entre las personas que no concluyeron la intervención las personas que sí concluyeron para conocer si había diferencias o no en las variables dependientes basales.

Además, se realizó un análisis de correlaciones para determinar la asociación entre las variables cada grupo de intervención.

Para todas las pruebas estadísticamente significativas se consideró el valor de $p < 0.05$.

VI. RESULTADOS

Del total de la muestra inicial, 101 adultos mayores (80%) concluyeron el seguimiento de 3 meses de intervención (**Figura 1**, flujograma de inclusión de pacientes). La adherencia a las intervenciones por cada grupo durante los 3 meses se presentan en el **Cuadro VI.1**, tres grupos presentaron >80% de adherencia a la intervención, solamente el grupo con ejercicio y placebo fue el que tuvo menor adherencia (77%).

Cuadro VI.1. Adherencia a la intervención por grupos

Variable	Grupos				valor p
	Ejercicio + Q10 n=25	Ejercicio + placebo n=26	Q10 n=28	Placebo n=22	
Adherencia					
Sí	22 (88)	20 (77)	25 (89)	20 (91)	0.52
No	3(12)	6 (23)	3 (11)	2 (9)	

Los datos se presentan en frecuencias absolutas (%).
Se realizó χ^2 de Fisher

Se realizó una comparación general entre las personas que concluyeron el estudio y las que abandonaron (**Cuadro VI.2**) encontrando características similares en cuanto a las variables desenlace al inicio del estudio: masa muscular, fuerza muscular y funcionalidad muscular.

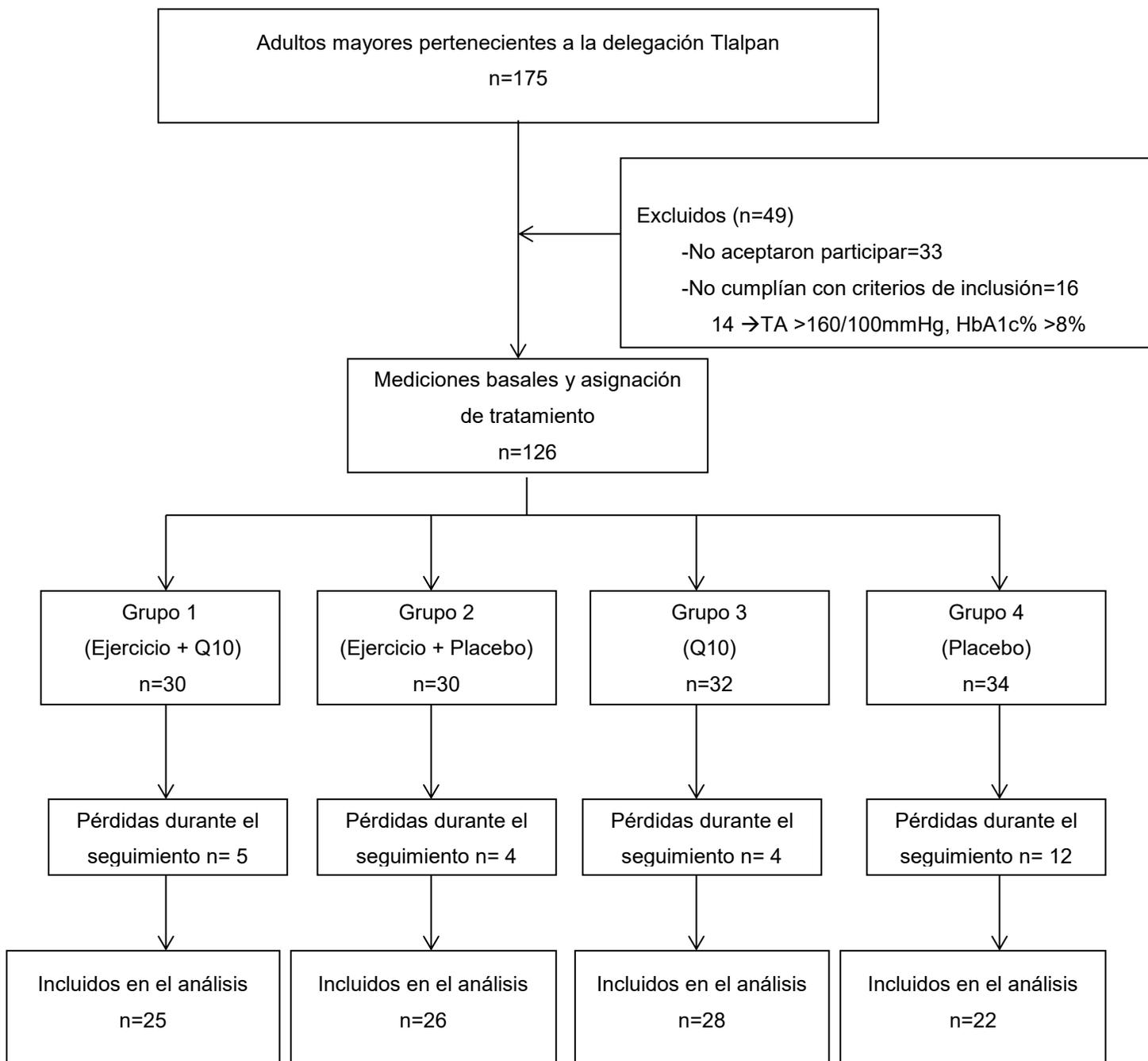


Figura 1. Flujograma de inclusión y seguimiento de pacientes

Cuadro VI.2. Comparación de parámetros musculares basales entre personas que concluyeron el estudio vs abandonaron

Variable	Concluyeron n=101	Abandonaron n=25	valor p
Fuerza de mano (kg)	19.8±6.1	18.6±6.6	0.35
IMME (kg/m ²)	7.5±1.2	7.5±1.1	0.69
Ángulo fase (°)	5.2±0.8	5.1±1	0.57
Velocidad de la marcha (m/s)	1.1±0.3	1.1±0.2	0.42

Los datos se presentan en media ± desviación estándar, mediana (25°-75°) o en frecuencias absolutas (%).

Se realizó T-student para muestras independientes

Del total de la muestra, el 92% fueron mujeres, encontrando diferencias estadísticamente significativas en la distribución de sexo en los grupos ($p=0.03$). La edad promedio de la muestra fue de 69 ± 7 años, dentro de los grupos las edades fueron similares.

Al realizar las comparaciones entre características físicas y el estado de salud de los grupos al inicio de la intervención, solamente se presentaron diferencias en la estatura promedio de los grupos, el grupo placebo incluyó personas de mayor estatura comparada con el grupo con ejercicio-placebo y con el grupo con coenzima Q10 (154 ± 9 cm vs 148 ± 6.7 y 148 ± 5.7 , $p 0.008$) (**Cuadro VI.3**). En cuanto a las frecuencias de los indicadores de salud los grupos fueron similares, en la población total, el 30% tenía diabetes mellitus y 42.5% hipertensión arterial, controladas, el 5% presentó riesgo alto de caídas de acuerdo con la evaluación de Tinetti. Para la valoración del estado nutricional, utilizando el MNA, el 68% iniciaron el estudio con un estado de nutrición normal y el 30.1% con riesgo de desnutrición.

Respecto a la condición muscular al inicio de la intervención, 69% de los adultos mostraron una condición muscular adecuada, 12% pre-sarcopenia y el 19% sarcopenia.

Cuadro VI.3. Características físicas y estado de salud basales de la población de estudio

Variables	Grupos				valor p
	Ejercicio y Q10 n=25	Ejercicio y placebo n=26	Q10 n=28	Placebo n=22	
Edad (años)	69±7	70±8	69±7	69±7	0.96
Sexo n (%)					
Mujeres	23 (92)	24 (92.3)	28 (100)	17 (77.3)	0.03
Hombres	2 (8)	2 (7.7)		5 (22.7)	
Ingreso mensual (pesos)	2,200 (1950-4000)	2,150 (1500-400)	2,650 (1650-3975)	3,000 (2000-5000)	0.05
Escolaridad (años)	3 (1-6)	6 (2-9)	6 (0.5-6.75)	7.5 (3-10.5)	0.72
Estatura (cm)	150±6.9	148±6.7	148±5.7	154±9*	0.008
Peso (kg)	62 (59-79.5)	65 (54-82)	61.5 (55-67)	64.5 (54.6-74)	0.60
IMC (kg/m ²)	29.7 (26-33)	29.7 (25.3-34.8)	28.3 (25-30.4)	26 (23.4-29.6)	0.10
TAS (mmHg)	120 (110-130)	130 (120-140)	120 (110-135)	124 (110-142)	0.56
TAD (mmHg)	80 (70-90)	80 (70-83)	80 (70-80)	80 (80-86)	0.39
Diabetes, n (%)	7 (28)	6 (23.1)	10 (35.7)	7 (32)	0.76
Hipertensión, n (%)	15 (60)	9 (34.6)	12 (42.9)	7 (32)	0.25
Cardiopatía, n (%)	0 (0)	0 (0)	1 (3.6)	0 (0)	0.51
Riesgo de caídas Tinetti, n (%)					
Riesgo bajo	13 (52)	17 (65.4)	21 (75)	12 (54.5)	0.54
Riesgo moderado	10(40)	7 (26.9)	6 (21.4)	10 (45.5)	
Alto riesgo	2 (8)	2 (6.7)	1 (3.6)	0 (0)	
Estado de nutrición MNA, n (%)					
Normal	18 (72)	19 (73.1)	17 (60.7)	15 (68)	0.80
Riesgo nutricional	7 (28)	7 (26.9)	10 (35.7)	7 (32)	
Desnutrición	0 (0)	0 (0)	1 (3.6)	0 (0)	
Pre-sarcopenia, n (%)	4 (16)	1 (4)	2 (7.1)	5 (22.7)	0.40
Sarcopenia, n (%)	5 (20)	5 (20)	4 (14.3)	5 (22.7)	

Los datos se presentan en media ± desviación estándar, mediana (25°-75°) o en frecuencias absolutas (%).

MNA: Mini Nutritional Assessment.

Se realizó χ^2 , Kruskal-Wallis y de anova de una vía con prueba post hoc Tukey.

*p <0.05, diferencia entre grupo para estatura 4 vs 2 y 3.

Con respecto a las características de la dieta, en el **Cuadro VI.4** se puede observar la distribución de nutrientes en la medición basal; al comparar los grupos, sólo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la ingesta total de energía, el grupo Ejercicio y placebo reportó el menor consumo energético con $1,405\pm 397$ kcal comparado con el grupo Ejercicio y Q10 $1,807\pm 574$ kcal ($p= 0.04$).

Cuadro VI.4. Características de la dieta de la población de estudio (n=101)

Variable	Grupos				valor p
	Ejercicio y Q10 n=25	Ejercicio y placebo n=26	Q10 n=28	Placebo n=22	
Energía (kcal)	1807±574	1405±397*	1392±330	1543±615	0.04
Proteínas (% de kcal)	19.6±5.3	16.2±5.9	18.9±5	19.9±6.8	0.24
Hidratos de carbono (% de kcal)	58±12	61±9	62±9	58±9	0.67
Lípidos (% de kcal)	24±7	25±7	21±6	24±7	0.44

Se realizó ANOVA de una vía y la prueba post hoc Tukey.

* $p < 0.05$, diferencia para la variable energía (kcal) en grupo 2 vs 1.

Después de los 3 meses de intervención se compararon los cambios encontrados en los grupos de acuerdo con la intervención asignada, para controlar la medición basal se realizó una ANCOVA ajustada por las mediciones basales y posibles variables confusoras (estatura y sexo). Y se encontró que los sujetos de estudio no tuvieron cambios en el peso corporal, ni en el IMC.

La presión arterial, tanto sistólica como diastólica mostró una disminución estadísticamente significativa en el grupo que consumió durante 3 meses la coenzima Q10 (pre 124 ± 15 - post 115 ± 13 , $p < 0.05$ y pre 78 ± 10 - post 72 ± 10 , $p < 0.05$ respectivamente), además de presentar diferencias significativas a través del tiempo con los demás grupos. **Cuadro VI.5.**

Cuadro VI.5. Cambios en variables antropométricas, clínicas por grupos de tratamiento

Variable	Grupos				valor p
	Ejercicio y Q10 n=25	Ejercicio y placebo n=26	Q10 n=28	Placebo n=22	
Peso (kg)					
Basal	66.8±12.5	66.6±14.9	62.8±11.3	64.4±12.9	0.50
Final	66.8±11.8	65.9±14.6	62.3±12.3	64.7±12.5	
IMC (kg/m ²)					
Basal	29.5±4.6	30.2±5.5	28.6±4.6	27.0±4.4	0.54
Final	29.4±4.1	29.9±5.3	28.4±5.1	27.1±4.4	
PAS (mmHg)					
Basal	125±14	132±11	124±15	128±23	0.01
Final	125±14	133±18	115±13*¥	128±16	
PAD (mmHg)					
Basal	80±9	79±7	78±10	78±15	0.04
Final	75±9*	79±12	72±10*¥	76±8	

Los datos se presentan en media ± desviación estándar

IMC: Índice de Masa Corporal, PAS: Presión Arterial Sistólica, PAD: Presión Arterial Diastólica

ANOVA de medidas repetidas, ajustado por basal, sexo y estatura

*p <0.05 → Diferencias entre comparaciones pre-post intervención (tiempo)

¥ p <0.05 → Diferencias entre grupos (tratamiento*tiempo)

Diferencias para la variable TAS en grupo 3 vs 1,2 y 4, TAD grupo 3 vs 2

Las diferencias encontradas al finalizar la intervención en las variables principales (masa muscular, fuerza y funcionalidad) se presentan en la **Cuadro VI.6**. El grupo con Ejercicio y coenzima Q10 aumentaron de manera significativa su fuerza de

mano, ángulo de fase, velocidad de la marcha y su puntaje de Tinetti después de los 3 meses de intervención.

Al comparar los grupos después de 3 meses de intervención, se muestran diferencias estadísticamente significativas entre el grupo con Ejercicio y coenzima Q10 comparado con el grupo placebo en la variable fuerza de mano (pre 19.8 ± 4.5 kg- post 21.2 ± 4.4 kg y pre 22.8 ± 7.8 kg- post 21.7 ± 7.8 kg, $p=0.03$), así también para la velocidad de la marcha; el grupo con Ejercicio y coenzima Q10 mejoró la velocidad que tardó en recorrer 4 metros (pre 1.1 ± 0.2 m/s- post 1.3 ± 0.2 m/s) comparado con el grupo con coenzima Q10 (pre 1.1 ± 0.2 m/s - post 1.1 ± 0.3 m/s) y con el grupo placebo (pre 1.2 ± 0.3 m/s - post 1.1 ± 0.2 m/s).

Cuadro VI.6. Cambios en parámetros de fuerza muscular, masa muscular y funcionalidad por grupos de tratamiento

Variable	Grupos				valor p
	Ejercicio y Q10 n=25	Ejercicio y placebo n=26	Q10 n=28	Placebo n=22	
Fuerza de mano (kg)					
Basal	19.8±4.5	19.6±6.5	18.0±4.1	22.8±7.8	0.01
Final	21.2±4.4*¥	21.5±6.2*	19.7±4.3*	21.7±7.8	
IMME (kg/m ²)					
Basal	7.3±0.9	7.6±1.4	7.3±0.8	7.8±1.2	0.57
Final	7.2±0.8	7.3±1.5*	7.2±0.9	7.8±1.3	
Ángulo fase (°)					
Basal	4.9±0.6	5.0±0.6	5.6±0.8	5.6±1.1	0.11
Final	5.4±0.6*	5.3±0.6	5.4±0.6	5.5±0.8	
Velocidad de la marcha					
(m/s)	1.1±0.2	1.1±0.3	1.1±0.2	1.2±0.3	0.001
Basal	1.3±0.2*¥	1.2±0.3*	1.1±0.3	1.1±0.2	
Final					
Puntaje Tinetti					
Basal	23.2±4.7	23±5.8	24.6±3	24.8±3	0.104
Final	26.4±1.4*	25.2±2.8	24.4±4	27.3±3	

Los datos se presentan en media ± desviación estándar

IMME: Índice de Masa Muscular Esquelético

ANOVA de medidas repetidas, ajustado por basal, sexo y estatura

*p <0.05 → Diferencias entre comparaciones pre-post intervención (tiempo)

¥ p <0.05 → Diferencias entre grupos por (tratamiento*tiempo)

Diferencias para la variable Fuerza de mano en grupo 1 vs 4

Diferencias para la variable Velocidad de la marcha en grupo 1 vs 3 y 4

En relación a la dieta, los grupos no mostraron diferencias en el consumo total de energía basal comparado con el consumo al final de la intervención. En la distribución de nutrientes, solamente el porcentaje de proteínas mostró un aumento estadísticamente significativa en el grupo con coenzima comparado con los demás grupos ($p=0.02$). **Cuadro VI.7**

Cuadro VI.7. Características de la ingesta de nutrientes al inicio y al final de la intervención

Variable	Grupos				valor p
	Grupo 1 (Ejercicio + Q10) n=25	Grupo 2 (Ejercicio + placebo) n=26	Grupo 3 (Q10) n=28	Grupo 4 (Placebo) n=22	
Energía (kcal)					
Basal	1807±574	1405±397	1392±330	1543±615	0.25
Final	1730±442	1606±508	1341±312	1608±442	
Proteínas (% de kcal)					
Basal	19.6±5.3	16.2±5.9	18.9±5	19.9±6.8	0.02
Final	17.7±4.8	17.4±7.1	22.2±5.2*¥	14.3±3.3*	
Hidratos de carbono (% de kcal)					
Basal	58±12	61±9	62±9	58±9	0.63
Final	58.5±11.8	60.8±15	55.5±8.5	57±8.8	
Lípidos (% de kcal)					
Basal	24±7	25±7	21±6	24±7	0.71
Final	25.5±8.2	24±9	24±6	30±8	

Los datos se presentan en media ± desviación estándar.

Se realizó ANOVA de medidas repetidas, ajustado por basal

¥ $p < 0.05$ → Diferencias entre grupos (tratamiento*tiempo), en proteínas (% de kcal) en grupo 3 vs 1,2 y 4

* $p < 0.05$ → Diferencias entre comparaciones pre-post intervención (tiempo)

En el **Cuadro VI.8** se muestran las correlaciones pre-tratamiento, en el grupo con ejercicio y coenzima Q10 se observaron correlaciones negativas entre la edad con el IMME ($r=-0.504$, p 0.020) y el puntaje de Tinetti ($r=-0.657$, p 0.002).

La fuerza muscular presentó una correlación directa significativa con el puntaje de Tinetti ($r=0.440$, p 0.039). En el grupo ejercicio y placebo, solamente se observó correlación directa entre la edad con el IMME ($r=-0.491$, p 0.023) y la fuerza muscular ($r=-0.585$, p 0.007).

Cuadro VI.8. Correlaciones basales por grupos de intervención

Grupo 1 (Ejercicio + Q10) n=17					
	Edad	IMME	Fuerza	Tinetti_score	
Edad	1.00	-0.504 (0.020)	-0.392 (0.060)	-0.657 (0.002)	
IMME		1.00	0.150 (0.283)	-0.043 (0.435)	
Fuerza			1.00	0.440 (0.039)	
Tinetti_score				1.00	

Grupo 2 (Ejercicio + placebo) n=17					
	Edad	IMME	Fuerza	Tinetti_score	
Edad	1.00	-0.491 (0.023)	-0.585 (0.007)	-0.152 (0.280)	
IMME		1.00	0.405 (0.054)	-0.336 (0.093)	
Fuerza			1.00	0.337 (0.068)	
Tinetti_score				1.00	

Grupo 3 (Q10) n=21					
	Edad	IMME	Fuerza	Tinetti_score	
Edad	1.00	-0.283 (0.107)	-0.217 (0.173)	-0.309 (0.087)	
IMME		1.00	0.222 (0.166)	0.084 (0.359)	
Fuerza			1.00	0.352 (0.059)	
Tinetti_score				1.00	

Grupo 4 (Placebo) n=9					
	Edad	IMME	Fuerza	Tinetti_score	
Edad	1.00	-0.420 (0.130)	0.243 (0.264)	0.421 (0.130)	
IMME		1.00	0.329 (0.194)	-0.589 (0.048)	
Fuerza			1.00	-0.041 (0.458)	
Tinetti_score				1.00	

Correlaciones son de Pearson.

Las correlaciones que se encontraron post-intervención en cada grupo (**Cuadro VI.9**) fueron las siguientes: en el grupo con ejercicio y coenzima Q10 fueron las siguientes: IMME y fuerza ($r=0.452$, $p 0.039$).

En el grupo ejercicio y placebo, solamente se mantuvieron las correlaciones negativas entre la edad con el IMME ($r=-0.587$, $p 0.022$) y la fuerza muscular ($r=-0.541$, $p 0.035$), además de la correlación positiva entre IMME y fuerza ($r=0.829$, $p <0.001$).

En el grupo de coenzima Q10 se presentó correlación positiva entre la fuerza y el puntaje de Tinetti ($r=0.504$, $p 0.020$). Por último en el grupo placebo se presentó una correlación negativa entre la edad y el IMME ($r=-0.697$, $p 0.041$) y una correlación positiva entre la fuerza y el puntaje de Tinetti ($r=0.776$, $p 0.020$).

Cuadro VI.9. Correlaciones finales por grupos de intervención

Grupo 1 (Ejercicio + Q10) n=16				
	Edad	IMME	Fuerza	Tinetti_score
Edad	1.00	0.026 (0.461)	0.022 (0.468)	-0.201 (0.227)
IMME		1.00	0.452 (0.039)*	0.195 (0.234)
Fuerza			1.00	0.375 (0.076)
Tinetti_score				1.00

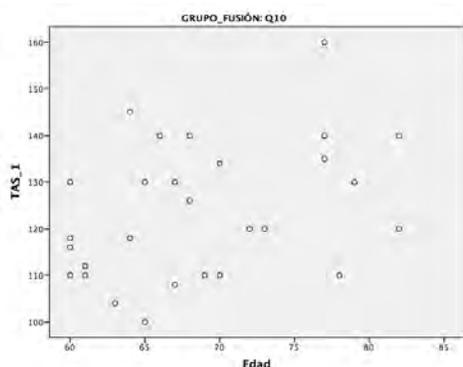
Grupo 2 (Ejercicio + placebo) n=12				
	Edad	IMME	Fuerza	Tinetti_score
Edad	1.00	-0.587 (0.022)	-0.541 (0.035)	-0.016 (0.481)
IMME		1.00	0.829 (<0.001)	0.112 (0.365)
Fuerza			1.00	0.343 (0.137)
Tinetti_score				1.00

Grupo 3 (Q10) n=17				
	Edad	IMME	Fuerza	Tinetti_score
Edad	1.00	-0.222 (0.196)1	-0.054 (0.419)	-0.264 (0.306)
IMME		1.00	-0.021 (0.468)	-0.362 (0.077)
Fuerza			1.00	0.504 (0.020)*
Tinetti_score				1.00

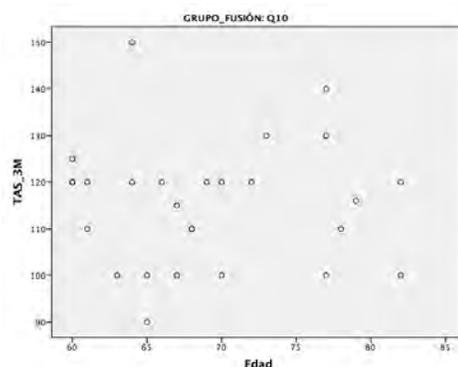
Grupo 4 (Placebo) n=7				
	Edad	IMME	Fuerza	Tinetti_score
Edad	1.00	-0.697 (0.041)	-0.329 (0.235)	-0.352 (0.220)

IMME	1.00	0.630 (0.065)	0.550 (0.101)
Fuerza		1.00	0.776 (0.020)
Tinetti_score			1.00

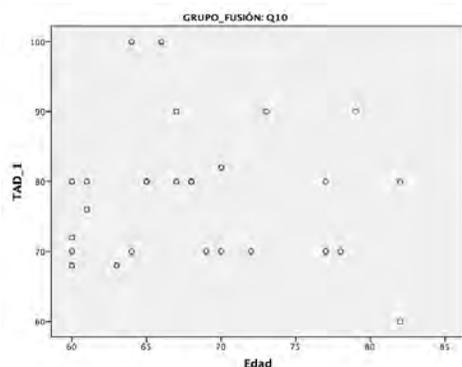
Cuadro VI.8 Gráficas de correlación entre la edad, Presión Arterial Sistólica y puntaje de Tinetti en el grupo con coenzima Q10.



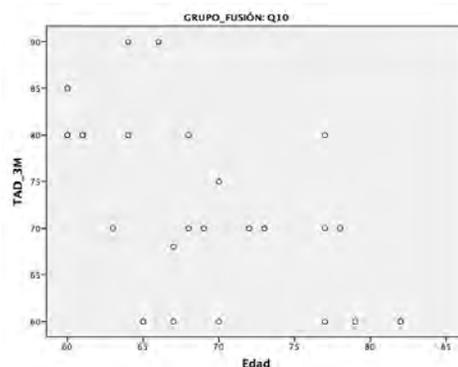
$r = 0.381$, ($p = 0.046$)



$r = -0.547$ ($p = 0.003$)



$r = -0.098$, ($p = 0.618$)



$r = 0.652$ ($p < 0.001$)

En el cuadro se muestran las correlaciones antes y después de 3 meses de intervención en el grupo con coenzima Q10; donde se mostraron asociaciones significativas post-tratamiento entre la edad con la TAS ($r = -0.547$, $p = 0.003$) y TAD ($r = 0.652$, $p < 0.001$).

Finalmente, durante el seguimiento de este estudio solamente 2 personas indicaron tener dolor de cabeza y cansancio al consumir de coenzima Q10,

mientras que en los grupos de ejercicio de fuerza no se observaron efectos adversos.

VII. DISCUSIÓN

El envejecimiento *en sí*, conlleva un conjunto de cambios fisiológicos, psicológicos, morfológicos y funcionales. En México, el panorama de morbilidad y mortalidad de las encuestas nacionales ha dedicado capítulos específicos para este grupo de edad, como es el caso de la ENSANUT 2012, donde se observa que la prevalencia de enfermedades crónico degenerativas continúa siendo un tema prioritario de salud, es por ello que este grupo de edad requiere especial atención(5).

De acuerdo a las proyecciones de la OMS, el aumento en la proporción de adultos mayores en México para el año 2050 será de 26% (6).

La interacción entre el organismo y las condiciones ambientales han sido reconocidas como factores determinantes de las alteraciones funcionales que desarrollan los adultos mayores, como lo propone Verbrugge y Jette en 1994 en el “Proceso de Discapacidad”; específicamente la disminución en la masa muscular, la fuerza y la funcionalidad muscular en presencia de otros factores se han relacionado con incremento de limitaciones funcionales y discapacidad en este grupo de edad(101).

Es importante mencionar que de acuerdo a dos estudios realizados en diferentes partes del mundo: Estudio Global sobre el Envejecimiento y la Salud del Adulto (SAGE) y en la Encuesta de salud, envejecimiento y jubilación en Europa (SHARE), México junto con la India se ubican en los últimos lugares, presentando menor fuerza en todos los rangos de edad y en ambos sexos. En consecuencia, las funciones de movimiento (velocidad de la marcha) se asociaron con la

disminución de la fuerza, limitaciones articulares, coordinación y propiocepción(6).

Con la finalidad de mejorar las condiciones físicas y musculares durante el proceso de envejecimiento, se han propuesto tratamientos basados en ejercicio y dieta. Donde los resultados publicados en la literatura son aun controvertidos ya que se han reportado efectos benéficos de intervenciones exclusivas con ejercicio o en combinación con intervención nutricional (suplementos de proteínas u otros nutrientes) (79–84,102,103). En el presente estudio se evaluaron los cambios en la masa, fuerza y función muscular después de 3 meses de intervención con ejercicios de fuerza y consumo de coenzima Q10 en adultos mayores.

Se han descrito en la literatura los efectos de realizar ejercicios de fuerza en adultos mayores, tales como: aumento en la síntesis de la masa muscular (74), fuerza muscular (76), aumento en la velocidad de la marcha y aumento en el equilibrio en adultos mayores de 60 años(77,104). El principal hallazgo encontrado en el presente estudio después de 3 meses de intervención fue un aumento significativo en la fuerza muscular medida por dinamometría y en la funcionalidad muscular medida por velocidad de la marcha en el grupo con ejercicio y coenzima Q10. Nuestros hallazgos son similares a los indicados en revisiones sistemáticas realizadas por Beudart y cols. en 2017 donde describen el efecto del ejercicio en adultos mayores de 60 años sanos; de 34 ensayos clínicos revisados 29 reportaron aumento en la fuerza muscular y 26 aumento en la funcionalidad muscular (105), así como también en la revisión de Borde donde consideran la dosis específica para el aumento en la fuerza muscular en adultos mayores(106) .

En cuanto a los efectos de la coenzima Q10, un ensayo clínico cruzado, doble ciego realizado en atletas mayores de 50 años con consumo de estatinas y coenzima Q10 (200 mg/día) reportó mejora en la fuerza muscular comparado con atletas que consumieron placebo por un periodo de 6 semanas. En sus resultados mostraron mejoras en la fuerza muscular, relacionado con la mejora en el funcionamiento mitocondrial(107)

El ángulo de fase se ha propuesto como parámetro de la integridad del tejido muscular(52) y como marcador bioeléctrico para detectar de manera preventiva sarcopenia en adultos mayores (108). El ángulo de fase en sujetos sanos va de 5° a 7° y valores por debajo se han relacionado con menor supervivencia en personas sanas(49). Por el contrario su aumento se asocia con mejoría en el tejido muscular y la función celular. Existe evidencia en la literatura donde los ejercicios de fuerza han demostrado incrementar significativamente el ángulo de fase y reactancia en mujeres mayores de 60 años después de 6 meses de intervención, el aumento se puede notar desde los 3 primeros meses, sin embargo hasta los 6 meses es cuando estos cambios son significativos(81). Nuestros hallazgos concuerdan con la literatura, ya que el grupo de ejercicio y coenzima Q10 tuvieron un aumento en el ángulo de fase a los 3 meses de intervención (post intervención), sin embargo, es posible que las diferencias significativas entre grupos requieran mayor tiempo de intervención.

Por otra parte, tanto en el grupo con ejercicio y coenzima Q10 como en ejercicio y placebo se presentó un aumento significativo en la fuerza muscular y en la velocidad de la marcha. Estos resultados coinciden con revisiones sistemáticas publicadas recientemente, Denison et al. en 2015 concluye que existe evidencia inconsistente sobre los beneficios de la intervención combinada de ejercicio con suplementos basados en proteínas, aminoácidos, β -hidroxi- β -metil-butirato, vitamina D o creatina (102). En este documento se describen 9 ensayos clínicos donde, adultos mayores sanos de la comunidad aumentan la cantidad de masa muscular, fuerza y desempeño físico después de haber realizado ejercicios de fuerza por un rango de 3 hasta 9 meses (sesiones 2-3 veces por semana); y resaltan que no existe un beneficio mayor cuando se compara con los grupos de adultos mayores que además de realizar esos ejercicio tomaban suplemento (proteínas, aminoácidos, β -hidroxi- β -metil-butirato, vitamina D o creatina).

En un estudio realizado en 2014, Del Pozo-Cruz et al., encontraron que valores más altos de coenzima Q10 en plasma se asocian con mejor capacidad cardiovascular y menor cantidad de lipoperóxidos en adultos mayores que realizaban ejercicios de fuerza combinados con ejercicios aeróbicos. En este estudio encontraron además una correlación entre el índice de coenzima Q10/colesterol plasmático y la disminución de estrés oxidativo(109).

En 2017 Guescini et al., informaron en una revisión sistemática que la coenzima Q10 y la creatina mostraron ser antioxidantes capaces de interactuar en conjunto con el ejercicio para retrasar el inicio y la progresión de la sarcopenia, sin embargo, se requieren mayores estudios para comprender los mecanismos de adaptación muscular(110).

Existen pocos estudios sobre el consumo de coenzima Q10 en personas sanas, sin embargo, se ha asociado una deficiencia de coenzima Q10 en el envejecimiento. Por otra parte, existe evidencia que sugiere que el consumo de este suplemento ya que *aumenta la función mitocondrial y estimula la producción de ATP en tejido muscular esquelético y cardíaco, lo cual se ha visto relacionado con el aumento en la función muscular (94).*

El consumo de coenzima Q10 se recomendado como tratamiento auxiliar en pacientes con enfermedad cardiovascular, arritmias(111) e hipertensión(112) debido a su capacidad antagónica en la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad en plasma además de mejorar la función endotelial(113). En el presente estudio, el grupo que consumió coenzima Q10 disminuyó significativamente sus valores de TAS y TAD. Lo anterior coincide con los efectos conseguidos en la literatura, ya que se ha visto que realizar ejercicios aeróbicos y ejercicios de fuerza en adultos mayores pueden inducir una mejora en la capacidad cardiovascular incrementando los valores en plasma de coenzima Q10 y disminuyendo el estrés oxidativo(109).

Los hallazgos encontrados en este estudio en el grupo con ejercicio y coenzima Q10 post-intervención sugieren una mejora en la función muscular evidenciado por la mejora en la marcha y el equilibrio relacionados directamente con el aumento en la fuerza muscular, el ángulo de fase.

La evidencia en la literatura sobre la relación entre la disminución en la velocidad de la marcha y la mortalidad es contundente. Cooper y cols. Reportan en un meta-análisis que las personas en el cuartil más lento para velocidad de la marcha tienen mayor riesgo de mortalidad comparado con las personas en el cuartil más rápido (2.87, IC 95% 2.22-3.72) ajustado por edad, sexo y masa corporal(114).

Agregar meta-análisis de ejercicio y Tinetti

El enfoque de estas intervenciones se había propuesto principalmente en adultos mayores de 60 años, donde existe una alta prevalencia de síndromes geriátricos como dinapenia, presarcopenia y sarcopenia. Sin embargo, la atrofia muscular, disminución de masa muscular y fuerza se presenta en edades más jóvenes(115).

Es importante resaltar que en nuestros hallazgos no encontramos cambios en la cantidad de masa muscular (medida por BIA), esto podría explicarse por la corta duración de la intervención(116), sin embargo nuestros resultados concuerdan con la controversia publicada, que menciona un incremento en la masa muscular(83,84,117); estudios donde no se han encontrado cambios en la masa muscular(80–82) o intervenciones combinadas de ejercicio de fuerza con dieta donde se reportó disminución de masa muscular(118).

Dentro de las características de la dieta todos los grupos tuvieron un consumo similar de energía y proteínas (16-20% del total de energía), lo que muestra que su consumo proteico no era deficiente, esta condición se mantuvo durante la intervención y aunado a las sesiones de alimentación donde se impulsaba el consumo de proteínas de alto valor biológico y mejora hábitos dietéticos, el único grupo que tuvo un aumento en el consumo de proteína al finalizar el estudio fue el grupo con coenzima Q10. Así, el consumo de proteína a través de la dieta se

cubrió tal como se recomienda, para optimizar la funcionalidad muscular en adultos mayores sanos de 12–20% del total de energía(89).

El resto de los indicadores clínicos, antropométricos, de composición corporal, además de los indicadores de dependencia física, riesgo de caídas y riesgo nutricional fueron similares entre los grupos.

En cuanto a la duración de la intervención, se propusieron 12 semanas ya que posterior a este tiempo se ha revelado una adaptación muscular provocada por la intervención con ejercicio y suplementación, donde en adultos mayores la hipertrofia reportada va de 4-6% y en adultos jóvenes estos resultados son aún mayores(82).

Se acepta que la edad es uno de los factores que se correlacionan directamente con la pérdida de masa muscular, fuerza y su función. La pérdida anual de la masa muscular es mayor en hombres (0.47%) que en mujeres (0.37%) y se ha demostrado que la pérdida de fuerza es aún mayor, en hombres del 3-4% al año y en mujeres del 2.5-3%(119). Factores determinantes a los que se le atribuye esta variabilidad además del sexo y la edad son la herencia y el estilo de vida. Es por esto que uno de los ejes principales fue la modificación del estilo de vida por medio de la intervención con ejercicios de fuerza.

El rango de adherencia a la intervención en el presente estudio fue: 77% en el grupo placebo a 96% en el grupo con coenzima Q10, la pérdida de los participantes durante el seguimiento coincide con la informada en la literatura de 50-75%(71,83). Se realizó una comparación entre las condiciones basales de las personas que terminaron la intervención vs las personas que abandonaron, encontrando que sus características físicas y condiciones musculares eran similares.

Para controlar las variables confusoras (sexo y estatura) y condiciones basales de los grupos se realizó el análisis de covarianza múltiple, con este ajuste se reportó un aumento estadísticamente significativo en la fuerza muscular y en la distancia recorrida en la prueba de la caminata en el grupo de intervención que realizó ejercicios de fuerza en conjunto con la toma de coenzima Q10 comparado con los otros grupos.

Por tanto, una duración de 3 meses de ejercicios de fuerza y el consumo de suplemento de coenzima Q10 demostró cambios favorables, como: aumento de la fuerza muscular medida por dinamometría y disminución del tiempo que tardaba recorrer 4 metros sin tener modificaciones en la cantidad de músculo.

VIII. LIMITACIONES

- La asignación de los tratamientos a los grupos de intervención dependió de la liberación de permisos de la Delegación Tlalpan. Sin embargo esa distribución respetó las condiciones naturales de los grupos y sólo se encontraron diferencias en la frecuencia por sexo y estatura.
- Mayor pérdida en el seguimiento de personas del grupo placebo, una de las razones fue que las personas recorrían una mayor distancia para asistir al sitio de reunión del programa de envejecimiento. Sin embargo, al calcular el tamaño de muestra al iniciar la intervención, se contempló una pérdida del 30% por lo que con eso se logró que los grupos terminaran con un número similar de participantes. Sin diferencias entre los que permanecieron y abandonaron
- Es necesario incrementar el tiempo de intervención y aumentar el tamaño de muestra para confirmar los hallazgos obtenidos.
- Se sugiere realizar la intervención, con fines terapéuticos, en poblaciones donde existan personas con síndromes musculares para valorar los beneficios
- Todos los adultos mayores que aceptaron participar en el estudio pertenecían a la delegación Tlalpan, los grupos de intervención se conformaron de acuerdo a la ubicación geográfica dentro de la misma delegación, por lo cual, las características basales muestran algunas diferencias como: sexo y estatura. En la muestra, la mayoría de las personas incluidas fueron mujeres, esto concuerda con la naturaleza de la asistencia a los grupos de envejecimiento de la delegación donde la

asistencia de hombres es menor. Por otro lado, el grupo placebo incluyó personas con estatura más alta comparada con los demás grupos.

IX. CONCLUSIONES

- I.6 La intervención conjunta de práctica sistematizada de ejercicios de fuerza y el consumo de coenzima Q10 por un periodo de al 3 meses aumentan la fuerza muscular y mejora la funcionalidad muscular.
- I.6 La práctica de ejercicios de fuerza debieran adoptarse como una medida preventiva para el mantenimiento de la fuerza muscular y la funcionalidad muscular.

X. REFERENCIAS

1. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division. World Population Ageing 2017. World Popul Ageing. 2017;1–124. Available from: http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2017_Report.pdf
2. Gutiérrez Robledo, LM y D Kershenobich Stalnikowitz, (Coordinadores). Envejecimiento y Salud: una propuesta para un plan de acción. México, D.F.: Academia Nacional de Medicina, UNAM; 2012.
3. Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la Salud en el Mundo. OMS. 2003;1–209.
4. SINAVE/DGE/SALUD/. Panorama epidemiológico y estadístico e la mortalidad en México 2010.
5. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, (coordinadores). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2012.
6. OMS. Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. 2015.
7. Castillo-Martínez L, García-Peña C, Juárez-Cedillo T, Rosas-Carrasco Ó, Rabay-Gánem C, Sánchez-García S. Anthropometric Measurements and Nutritional Status in the Healthy Elderly Population. In: Handbook of Anthropometry. 2012.
8. Günther CM, Bürger A, Rickert M, Crispin A, Schulz CU. Grip strength in healthy caucasian adults: reference values. J Hand Surg Am. 2008;33(4):558–65.
9. Gale CR, Martyn CN, Cooper C, Sayer AA. Grip strength, body composition, and mortality. Int J Epidemiol. 2007;36(1):228–35.
10. Ylihärsilä H, Kajantie E, Osmond C, Forsén T, Barker DJP, Eriksson JG. Birth size, adult body composition and muscle strength in later life. Int J Obes. 2007;31(9):1392–9.
11. Lázaro MLM, Lázaro MAP, Losantos FB, Plaza A, Neumología S De, Polanco HO, et al. Nuevas tablas de fuerza de la mano para población adulta de Teruel. 2008;23(1):35–40.

12. Arroyo P, Lera L, Sánchez H, Bunout D, Luis J, Albala C. Indicadores antropométricos, composición corporal y limitaciones funcionales en ancianos. *Rev Méd Chile*. 2007;135:846–54.
13. Araujo AB, Chiu GR, Kupelian V, Hall S a, Williams RE, Clark R V, et al. Lean mass, muscle strength, and physical function in a diverse population of men: a population-based cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2010;10:508.
14. Rosenberg. Summary comments. *Am J Clin Nutr*. 1989;50:1231–1233.
15. Sayer AA, Robinson SM, Patel HP, Shavlakadze T, Cooper C, Grounds MD. New horizons in the pathogenesis, diagnosis and management of sarcopenia. *Age Ageing*. 2013;42(2):145–50.
16. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low Relative Skeletal Muscle Mass (Sarcopenia) in Older Persons Is Associated with Functional Impairment and Physical Disability. *J Am Geriatr*. 2002;50:889–96.
17. Cherin P, Voronska E, Fraoucene N, De Jaeger C. Prevalence of sarcopenia among healthy ambulatory subjects: The sarcopenia begins from 45 years. *Aging Clin Exp Res*. 2014;26(2):137–46.
18. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2011;12(4):249–56.
19. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–23.
20. Thomas DR. Loss of skeletal muscle mass in aging: Examining the relationship of starvation, sarcopenia and cachexia. *Clin Nutr*. 2007;26(4):389–99.
21. Rantanen T, Masaki K, Foley D, Izmirlian G, White L, Guralnik JM. Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men. *J Appl Physiol*. 1998;85(6):2047–53.
22. Rodríguez-García WD, Castillo-Martínez Orea-Tejeda A, et al. “Factores asociados a la fuerza de mano y valores de referencia para la población mexicana”. Tesis, UNAM, México, D.F.; 2012. Págs 94.

23. Bijlsma AY, Meskers CGM, Ling CHY, Narici M, Kurrle SE, Cameron ID, et al. Defining sarcopenia: The impact of different diagnostic criteria on the prevalence of sarcopenia in a large middle aged cohort. *Age*. 2013;35(3):871–81.
24. Morley JE. Sarcopenia: Diagnosis and treatment. *J Nutr Health Aging*. 2008;12(7):452–6.
25. Arango-Lopera VE, Arroyo P, Gutiérrez-Robledo LM, Pérez-Zepeda MU. Prevalence of sarcopenia in Mexico City. *Eur Geriatr Med*. 2012;3(3):157–60.
26. Tyrovolas S, Koyanagi A, Olaya B, Ayuso-mateos JL, Miret M, Chatterji S, et al. Factors associated with skeletal muscle mass, sarcopenia , and sarcopenic obesity in older adults: a multi-continent study. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. 2016;7:312–21.
27. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* . 1998;147(8):755–63.
28. Davison KK, Ford ES, Cogswell ME, Dietz WH. Percentage of body fat and body mass index are associated with mobility limitations in people aged 70 and older from NHANES III. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(11):1802–9.
29. Zoico E, Di Francesco V, Guralnik JM, Mazzali G, Bortolani A, Guariento S, et al. Physical disability and muscular strength in relation to obesity and different body composition indexes in a sample of healthy elderly women. *Int J Obes* . 2004;234–41.
30. Stenholm S, Harris T, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity-definition,etiology and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008;11(6):693–700.
31. Rodríguez-García WD, Castañeda L, Vaquero-Barbosa N, Mendoza-Núñez VM, Orea-Tejeda A, Perkisas S, et al. Prevalence of dynapenia and presarcopenia related to aging in adult community-dwelling Mexicans using two different cut-off points. *Eur Geriatr Med* (2018) 9: 219.
32. Masanes F, Culla A, Navarro-Gonzalez M, Navarro-Lopez M, Sacanella E, Torres B, et al. Prevalence of sarcopenia in healthy community-dwelling elderly in an Urban area of Barcelona (Spain). *J Nutr Heal Aging*. 2012;16(2):184–7.
33. Lardiés-Sánchez B, Sanz-Paris A, Boj-Carceller D, Cruz-Jentoft A. Systematic review: Prevalence of sarcopenia in ageing people using bioelectrical impedance analysis to assess muscle mass. *Eur Geriatr Med*. 2016;7:256–61.

34. De J, Beas-Jiménez D, Ejercicio S, Tratamiento P, López-Lluch G, Sánchez-Martínez I, et al. Sarcopenia: implications of physical exercise in its pathophysiology, prevention and treatment. *Rev Andal Med Deport Rev Andal Med Deport* . 2011;424(444):158–16600.
35. Vianna LC, Oliveira RB, Araújo CG. Age-related declined in handgrip strength differs according to gender. *J strength Cond Res*. 2007;21(4):1310–4.
36. Mahn Arteaga JK, Romero Dapuetto CP. “Evaluación de la fuerza de puño en sujetos adultos sanos mayores de 20 años de la Región Metropolitana” Universidad de Chile, Facultad de Medicina; 2005.
37. Vaz M, Hunsberger S, Diffey B. Prediction equations for handgrip strength in healthy Indian male and female subjects encompassing a wide age range. *Ann Hum Biol*. 2002;29(2):131–41.
38. Narici M V., Maffulli N. Sarcopenia: Characteristics, mechanisms and functional significance. *Br Med Bull*. 2010;95(1):139–59.
39. Wiechers LGL. Artículo de revisión Sarcopenia. Parte 1: los aspectos fisiológicos del músculo y la fisiopatología de este síndrome. 2011;9(4):114–27.
40. Díez P, Cuéllar HLP. Sarcopenia . Parte 2 : Diagnóstico. 2012;3–12.
41. Visser M, Pahor M, Taaffe DR, Goodpaster BH, Simonsick EM, Newman AB, et al. Relationship of Interleukin-6 and Tumor Necrosis Factor- α With Muscle Mass and Muscle Strength in Elderly Men and Women: The Health ABC Study. 2002;57(5):326–32.
42. Schaap LA, Pluijm SMF, Deeg DJH, Visser M. Inflammatory Markers and Loss of Muscle Mass (Sarcopenia) and Strength. *Am J Med*. 2006;119(6).
43. Ferrucci L, Penninx BWJH, Volpato S, Harris TB, Bandeen-Roche K, Balfour J, et al. Change in muscle strength explains accelerated decline of physical function in older women with high interleukin-6 serum levels. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(12):1947–54.
44. Batsis J a, Mackenzie T a, Barre LK, Lopez-Jimenez F, Bartels SJ. Sarcopenia, sarcopenic obesity and mortality in older adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey III. *Eur J Clin Nutr*. 2014;68(9).
45. Ling CHY, de Craen AJM, Slagboom PE, Gunn DA, Stokkel MPM, Westendorp RGJ, et al. Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in

- the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clin Nutr.* Elsevier Ltd; 2011;30(5):610–5.
46. Alvero-Cruz J, Correas Gómez L, Ronconi M, Fernández Vázquez R. *Medicina del Deporte. Rev Andal Med Deport.* 2011;4(4):167–74.
 47. Bosy-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer R-P. Phase Angle From Bioelectrical Impedance Analysis: Population Reference Values by Age, Sex, and Body Mass Index Anja. *J Parent Enter Nutr.* 2006;30(4).
 48. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis - Clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr.* Elsevier Ltd; 2012;31(6):854–61.
 49. Barbosa-silva MCG, Barros AJD, Wang J, Heymsfield SB, Jr RNP. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex 1 – 3. 2005;(2):49–52.
 50. Kyle UG, Genton L, Slosman DO, Pichard C. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition.* 2001;17(7–8):534–41.
 51. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(5):889–96.
 52. Norman K, Pirlich M, Sorensen J, Christensen P, Kemps M, Schütz T, et al. Bioimpedance vector analysis as a measure of muscle function. *Clin Nutr.* 2009;28(1):78–82.
 53. Jensen GL, Hsiao PY. Obesity in older adults: relationship to functional limitation. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2010;13:46–51.
 54. Andersen-Ranberg K, Petersen I, Frederiksen H, Mackenbach JP, Christensen K. Cross-national differences in grip strength among 50+ year-old Europeans: results from the SHARE study. *Eur J Ageing.* 2009 Aug 11;6(3):227–36.
 55. Robinson SM, Jameson KA, Batelaan SF, Martin HJ, Syddall HE, Dennison EM, et al. Diet and its relationship with grip strength in community-dwelling older men and women : the Hertfordshire Cohort Study. *J Am Geriatr Soc.* 2008;56(1):84–90.
 56. Frederiksen H, Hjelmberg J, Mortensen J, McGue M, Vaupel JW, Christensen K. Age trajectories of grip strength: cross-sectional and longitudinal data among 8,342 Danes aged 46 to 102. *Ann Epidemiol.* 2006;16(7):554–62.

57. Bohannon RW. Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *J Geriatr Phys Ther.* 2008;31(1):3–10.
58. Mitsionis G, Pakos EE, Stafilas KS, Paschos N, Papakostas T, Beris AE. Normative data on hand grip strength in a Greek adult population. *Int Orthop.* 2009;33(3):713–7.
59. Jensen GL, Hsiao PY, Wheeler D. Adult nutrition assessment tutorial. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2012;36(3):267–74.
60. Budziareck MB, Pureza Duarte RR, Barbosa-Silva MCG. Reference values and determinants for handgrip strength in healthy subjects. *Clin Nutr.* 2008;27(3):357–62.
61. Harris T, Suppl M. Symposium : Sarcopenia : Diagnosis and Mechanisms Muscle Mass and Strength : Relation to Function in Population Studies 1. 1997;1004–6.
62. Mafi P, Mafi R, Hindocha S, Griffin M, Khan K. A systematic review of dynamometry and its role in hand trauma assessment. *Open Orthop J.* 2012;6(Suppl1: M12):95–102.
63. Hairi NN, Hiong TG, Bulgiba A, Mudla I. Physical Function in Older People. 2009;88(1):3–29.
64. Manini TM, Clark BC. Dynapenia and Aging : An Update. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2012;67A(1):28–40.
65. Rosenberg IH. Symposium : Sarcopenia : Diagnosis and Mechanisms. *J Nutr.* 1997;3166.
66. Heber D, Ingles S, Ashley JM, Maxwell MH, Lyons RF, Elashoff RM. Clinical detection of sarcopenic obesity by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr.* 1996;64:472S–477S.
67. Walker DK, Dickinson JM, Timmerman KL, Drummond MJ, Reidy PT, Fry CS, et al. Exercise, amino acids and aging in the control of human muscle protein synthesis. *Med Sci Sport Exerc.* 2011;43(12):2249–58.
68. Rolland Y, Onder G, Morley JE, Gillette-Guyonet S, Abellan van Kan G, Vellas B. Current and future pharmacologic treatment of sarcopenia. *Clin Geriatr Med.* 2011;27(3):423–47.

69. Mithal A, Bonjour JP, Boonen S, Burckhardt P, Degens H, El Hajj Fuleihan G, et al. Impact of nutrition on muscle mass, strength, and performance in older adults. *Osteoporos Int.* 2013;24(5):1555–66.
70. Malafarina V, Úriz-otano F, Iniesta R, Gil-guerrero L. Sarcopenia in the elderly: Diagnosis, physiopathology and treatment. *Maturitas.* Elsevier Ireland Ltd; 2012;71(2):109–14.
71. Artaza-Artabe I, Sáez-López P, Sánchez-Hernández N, Fernández-Gutierrez N, Malafarina V. The relationship between nutrition and frailty: Effects of protein intake, nutritional supplementation, vitamin D and exercise on muscle metabolism in the elderly. A systematic review. *Maturitas.* 2016.
72. Visvanathan R, Chapman I. Preventing sarcopaenia in older people. *Maturitas.* Elsevier Ireland Ltd; 2010;66(4):383–8.
73. Burton LA, Sumukadas D. Optimal management of sarcopenia. *Clin Interv Aging.* 2010;5:217–28.
74. Wayne W. Campbell MCC. Increased energy requirements and changes composition with resistance training and. *Am J Clin Nutr.* 1994;60(2):167–75.
75. Verdijk LB, Jonkers R a, Gleeson BG, Beelen M, Meijer K, Savelberg HH, et al. Protein supplementation before and after exercise does not further augment skeletal muscle hypertrophy after resistance training in elderly men. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(2):608–16.
76. Candow DG, Forbes SC, Little JP, Cornish SM, Pinkoski C, Chilibeck PD. Effect of nutritional interventions and resistance exercise on aging muscle mass and strength. *Biogerontology.* 2012;13(4):345–58.
77. Liu C, Latham Nancy K. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane database Syst Rev.* 2009;(3).
78. Peterson MD, Sen A, Gordon PM. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: A meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(2):249–58.
79. Verdijk LB, Gleeson BG, Jonkers RAM, Meijer K, Savelberg HHCM, Dendale P, et al. Skeletal muscle hypertrophy following resistance training is accompanied by a fiber type-specific increase in satellite cell content in elderly men. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2009;64(3):332–9.
80. Stout JR, Smith-Ryan AE, Fukuda DH, Kendall KL, Moon JR, Hoffman JR, et al. Effect of calcium β -hydroxy- β -methylbutyrate (CaHMB) with and without resistance

- training in men and women 65+yrs: A randomized, double-blind pilot trial. *Exp Gerontol.* 2013;48(11):1303–10.
81. Fukuda DH, Stout JR, Moon JR, Smith-Ryan AE, Kendall KL, Hoffman JR. Effects of resistance training on classic and specific bioelectrical impedance vector analysis in elderly women. *Experimental Gerontology.* 2016.
 82. Holm L, Olesen JL, Matsumoto K, Doi T, Mizuno M, Alsted TJ, et al. Protein-containing nutrient supplementation following strength training enhances the effect on muscle mass, strength, and bone formation in postmenopausal women. *J Appl Physiol.* 2008;105(1):274–81.
 83. Kim HK, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kobayashi H, Kato H, et al. Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2012;60(1):16–23.
 84. Yoshimura Y, Uchida K, Jeong S, Yamaga M. Effects of Nutritional Supplements on Muscle Mass and Activities of Daily Living in Elderly Rehabilitation Patients with Decreased Muscle Mass: A Randomized Controlled Trial. 2016;20(2):185–91.
 85. Villareal DT, Chode S, Parimi N, Sinacore DR, Hilton T, Armamento-Villareal R, et al. Weight Loss, Exercise, or Both and Physical Function in Obese Older Adults. *N Engl J Med.* 2011;364(13):1218–29.
 86. Paddon-jones D, Rasmussen BB. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia: Protein, amino acid metabolism and therapy. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2009;12(1):86–90.
 87. Waters DL, Baumgartner RN, Garry PJ, Vellas B. Advantages of dietary, exercise-related, and therapeutic interventions to prevent and treat sarcopenia in adult patients: an update. *Clin Interv Aging.* 2010;5:259–70.
 88. Deutz NEP, Bauer JM, Barazzoni R, Biolo G, Boirie Y, Bosity-Westphal A, et al. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: Recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr.* 2014;33(6):929–36.
 89. Boirie Y, Morio B, Caumon E, Cano NJ. Nutrition and protein energy homeostasis in elderly. *Mech Ageing Dev.* 2014;136–137:76–84.
 90. Cermak NM, Res PT, de Groot LCPGM, Saris WHM, van Loon LJC. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2012;96(6):1454–64.

91. Dillon EL, Sheffield-Moore M, Paddon-Jones D, Gilkison C, Sanford AP, Casperson SL, et al. Amino acid supplementation increases lean body mass, basal muscle protein synthesis, and insulin-like growth factor-I expression in older women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009;94(5):1630–7.
92. Verhoeven S. Long-term leucine supplementation does not increase muscle mass or strength in healthy elderly men. *Am J Clin Nutr.* 2009;89:1468–75.
93. ter Borg S, de Groot LCPGM, Mijnders DM, de Vries JHM, Verlaan S, Meijboom S, et al. Differences in Nutrient Intake and Biochemical Nutrient Status Between Sarcopenic and Nonsarcopenic Older Adults-Results From the Maastricht Sarcopenia Study. *J Am Med Dir Assoc.* 2016;17(5):393–401.
94. Perkisas S, De Cock A, Verhoeven V, Vandewoude M. Physiological and architectural changes in the ageing muscle and their relation to strength and function in sarcopenia. *Eur Geriatr Med.* 2016;7(3):201–6.
95. Prasad KN. Aging and Age-Related Disorders. In: Bondy S, Maiese K, editors. *Aging and Age-Related Disorders.* 2010. p. 237–57.
96. López-Lluch G, Rodríguez-Aguilera JC, Santos-Ocaña C, Navas P. Is coenzyme Q a key factor in aging? *Mech Ageing Dev.* 2010;131(4):225–35.
97. Fotino AD, Thompson-Paul AM, Bazzano L. Effect of coenzyme Q 10 supplementation on heart failure : *Am J Clin Nutr.* 2013;97:268–75.
98. Lee BJ, Huang YC, Chen SJ, Lin PT. Effects of coenzyme Q10 supplementation on inflammatory markers (high-sensitivity C-reactive protein, interleukin-6, and homocysteine) in patients with coronary artery disease. *Nutrition.* 2012;28(7–8):767–72.
99. Chow S-C, Shao J, Wang H. *Sample Size. Calculations in Clinical Research.* 2008.
100. Lohman T, Roche A, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual.* Illinois: Human Kinetics Publisher; 1988.
101. Verbrugge LM, Jette AM. The Disablement Process. *Soc Sci Med.* 1994;38(1).
102. Denison HJ, Cooper C, Sayer AA, Robinson SM. Prevention and optimal management of sarcopenia: A review of combined exercise and nutrition interventions to improve muscle outcomes in older people. *Clin Interv Aging.* 2015;10:859–69.

103. Lambert CP, Wright NR, Finck BN, Villareal DT. Exercise but not diet-induced weight loss decreases skeletal muscle inflammatory gene expression in frail obese elderly persons. *J Appl Physiol*. 2008;105(2):473–8.
104. Liu CK, Fielding RA. Exercise as an Intervention for Frailty. *Clin Geriatr Med*. Elsevier Ltd; 2011;27(1):101–10.
105. Beudart C, Dawson A, Shaw SC, Harvey NC, Kanis JA, Binkley N, et al. Nutrition and physical activity in the prevention and treatment of sarcopenia: systematic review. *Osteoporos Int*. *Osteoporosis International*; 2017;28(6):1817–33.
106. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med*. 2015;45(12):1693–720.
107. Deichmann RE, Lavie CJ, Dornelles AC. Impact of coenzyme Q-10 on parameters of cardiorespiratory fitness and muscle performance in older athletes taking statins. *Phys Sportsmed*. 2013;40(4):88–95.
108. Basile C, Della-morte D, Cacciatore F, Gargiulo G, Galizia G, Roselli M, et al. Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia. *EXG*. 2014;58:43–6.
109. Del Pozo-Cruz J, Rodríguez-Bies E, Navas-Enamorado I, Del Pozo-Cruz B, Navas P, López-Lluch G. Relationship between functional capacity and body mass index with plasma coenzyme Q10 and oxidative damage in community-dwelling elderly-people. *Exp Gerontol*. 2014;52:46–54.
110. Guescini M, Tiano L, Genova ML, Polidori E, Silvestri S, Orlando P, et al. The Combination of Physical Exercise with Muscle-Directed Antioxidants to Counteract Sarcopenia: A Biomedical Rationale for Pleiotropic Treatment with Creatine and Coenzyme Q10. *Oxid Med Cell Longev*. 2017;2017.
111. Kumar A, Kaur H, Devi P, Mohan V. Role of coenzyme Q10 (CoQ10) in cardiac disease, hypertension and Meniere-like syndrome. *Pharmacol Ther*. 2009;124(3):259–68.
112. Rosenfeldt FL, Haas SJ, Krum H, Hadj a, Ng K, Leong J-Y, et al. Coenzyme Q10 in the treatment of hypertension: a meta-analysis of the clinical trials. *J Hum Hypertens*. 2007;21(4):297–306.
113. Belardinelli R, Tiano L, Littarru GP. Oxidative stress, endothelial function and coenzyme Q. *BioFactors*. 2008;32(1–4):129–33.

114. Cooper R, Kuh D, Hardy R. Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2010;341:c4467.
115. Melton LJ, Khosla S, Crowson CS, O'Connor MK, O'Fallon WM, Riggs BL. Epidemiology of sarcopenia. *J Am Geriatr Soc*. 2000;48(6):625–30.
116. Stewart VH, Saunders DH, Greig CA. Responsiveness of muscle size and strength to physical training in very elderly people: A systematic review. *Scand J Med Sci Sport*. 2014;24(1):1–10.
117. Leenders M, Verdijk LB, van der Hoeven L, van Kranenburg J, Hartgens F, Wodzig WKWH, et al. Prolonged leucine supplementation does not augment muscle mass or affect glycemic control in elderly type 2 diabetic men. *J Nutr*. 2011;141(6):1070–6.
118. Villareal DT, Aguirre L, Gurney AB, Waters DL, Sinacore DR, Colombo E, et al. Aerobic or Resistance Exercise, or Both, in Dieting Obese Older Adults. *N Engl J Med*. 2017;376(20):1943–55.
119. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol*. 2012;3:1–18.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Carta de autorización con consentimiento de causa



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES *ZARAGOZA*

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN GERONTOLOGÍA, EL INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICIÓN SALVADOR ZUBIRÁN EN CONVENIO CON LA DELEGACIÓN TLALPAN

CARTA DE AUTORIZACIÓN CON CONSENTIMIENTO DE CAUSA

“Cambios en la masa, fuerza y función muscular después de una intervención con ejercicios de fuerza y coenzima Q10”

QUE PERTENECE AL ESTUDIO IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA Y ESTADO DE SALUD DE UN PROGRAMA DE ENVEJECIMIENTO SALUDABLE A NIVEL COMUNITARIO.

Especialistas de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESZ) y el Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ) llevarán a cabo diversos estudios para avanzar en el conocimiento del proceso de envejecimiento a nivel bioquímico, clínico y social en grupos de personas de la demarcación de la delegación Tlalpan.

OBJETIVO

Evaluar los efectos de la dieta, la suplementación con coenzima Q10 en conjunto con ejercicio sobre la cantidad y funcionalidad muscular.

LA FESZ Y EL INNSZ SE COMPROMETEN A:

*Asistir periódicamente a citas, llevar a cabo el levantamiento de datos con sus propios materiales, proporcionar gratuitamente el suplemento, la adecuación nutricional y/o las sesiones de ejercicio físico y mantener la confidencialidad de todos los casos.

PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO:

En el primer contacto, se evaluará clínicamente a todos los sujetos para corroborar que sean personas aparentemente sanas, o que en caso de ser diabéticos o hipertensos se encuentren controlados.

Posterior a esto, un médico especialista les realizará un electrocardiograma en reposo para descartar alteraciones cardíacas que impliquen riesgo para realizar actividad física.

Se realizarán preguntas sobre el consumo de alimentos, además de las siguientes mediciones: composición corporal (peso, talla, determinación de masa muscular y grasa), fuerza muscular, presión arterial, exámenes de laboratorio (glucosa sanguínea, perfil de lípidos, creatinina, hemoglobina y nitrógeno úrico) y una prueba de esfuerzo (caminata). Posteriormente los participantes se asignarán a alguno de los grupos de tratamiento suplemento con coenzima Q10 y/o ejercicio físico.

Para la intervención se realizará una adecuación con el consumo proteico de la dieta, es decir, se cuantificará el consumo basal de proteínas de la dieta habitual y se ajustará el consumo de 1.2g de proteína/kg/día. El consumo de el suplemento de CoQ10 será de 200mg/día, los participantes deberán consumirlo previo a la sesión de ejercicio. El ejercicio se adecuará de acuerdo a su condición física, se realizará bajo supervisión y en caso de presentar cualquier tipo de malestar se podrá suspender el ejercicio.

COMPROMISO DEL PARTICIPANTE:

*Apegarse a la dieta y al suplemento con coenzima Q10 y acudir a las sesiones de ejercicio físico. Externar sus dudas y sugerencias de cualquiera de las intervenciones, asistir a todas las citas y participar en las actividades programadas y, en caso de no desear

participar más en el programa avisar y declarar con sinceridad los motivos que tiene para ello.

TIEMPO DE DURACIÓN:

*El programa tiene una duración de 1 año (la intervención durará 3 meses). Se trata de un diagnóstico e intervención multidisciplinaria y requiere tiempo para advertir resultados.

RIESGOS:

*No existe ningún riesgo para su salud, las tomas de muestras sanguíneas serán llevadas a cabo por personal experimentado con material nuevo y desechable y las preguntas de índole personal que no ponen en riesgo la integridad del paciente.

* Ejercicio físico: Considerando los riesgos propios de la edad como disminución de la elasticidad, atrofia muscular, predisposición a la osteoporosis, lo anterior puede aumentar la fragilidad del aparato locomotor. El consumo de la dieta no implica ningún riesgo a la salud.

PROBABLES BENEFICIOS:

*Usted verá mejorada su capacidad cardiovascular, aumento en la masa, fuerza y/o funcionalidad muscular.

Es importante mencionar que los resultados que obtenga cada participante dependen de muchos factores y los beneficios pueden presentarse en diferente grado para cada uno de ellos.

NO TIENE COSTO

*Las pruebas no tendrán costo alguno, del mismo modo la intervención de ejercicio, la orientación alimentaria y suplementación serán gratuitos.

CONFIDENCIALIDAD

*Toda la información recabada durante su participación se mantendrá de manera confidencial. Solo personal de la FESZ y el INNSZ tendrán acceso a la información para su captura y procesamiento.

DECLARO QUE HE LEÍDO O ME HAN LEÍDO EN PRESENCIA DE UN FAMILIAR RESPONSABLE EL CONTENIDO DEL PRESENTE DOCUMENTO, COMPRENDO LOS COMPROMISOS QUE ASUMO Y LOS ACEPTO EXPRESAMENTE. POR ELLO, MANIFIESTO MI DESEO DE PARTICIPAR EN LAS INVESTIGACIONES Y FIRMO VOLUNTARIAMENTE ESTE CONSENTIMIENTO INFORMADO.

Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos y he recibido una copia de este impreso.

Nombre _____ y _____ firma _____ del participante _____
Nombre y firma de un familiar (testigo): _____
Nombre _____ y _____ firma _____ del investigador: _____
México D.F. a _____ de _____ del _____

En caso de no saber leer y escribir poner huella digital en el cuadro después de haberle leído el documento al participante en presencia del testigo.

En caso de cualquier duda o sugerencia en relación al proyecto comunicarse con:

M. en C. Wendy Rodriguez García. Teléfono: 044.55.44.87.62.50
Correo: wen_030@yahoo.com.mx
Dra. Lilia Castillo Martínez
Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán, México D.F.
Teléfono 5554870900 extensión 5050 o al correo caml1225@yahoo.com.mx

En la Unidad de investigación en gerontología, FES Zaragoza UNAM, México D. F.: Dr. Víctor Manuel Mendoza Núñez. Teléfono: 015556230700, #, 3982, o al correo: mendovic@servidor.unam.mx

Anexo 2. Calendario de consumo para suplemento.

• Calendario de consumo



MES:							
L	M	M	J	V	S	D	SEMANA
							1 
							2 
							3 
							4 
							5 
*Anotaciones							

Anexo 3. Díptico para realizar ejercicios de fuerza

“Somos lo que hacemos repetidamente. La excelencia entonces, no es un acto sino un hábito” – Aristóteles.



Agradecemos al grupo Valle Verde por su colaboración.

Elaborado por:

Luis García Castañeda

Wendy Rodríguez García

Nayeli Vaquero Barbosa



“Programa de ejercicio de fuerza para adultos mayores”

Nombre: _____



“Todo logro inicia con la decisión de lograrlo.”



Calendario de actividades

1 MES _____



Adherencia



Fuerza miembros superiores Duración: 5 minutos.

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

1

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____



1 MES _____



Adherencia

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

2

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____



Calendario de actividades

1 MES _____



Adherencia

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____

1 MES _____



Adherencia

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____

Fortalecimiento miembros inferiores

Duración: 5 minutos.



Piernas

1



2



Calendario de actividades

1 MES _____



Adherencia

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

5

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____

1 MES _____



Adherencia

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

6

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____

Fortalecimiento miembros inferiores

Duración: 5 minutos.



Piernas



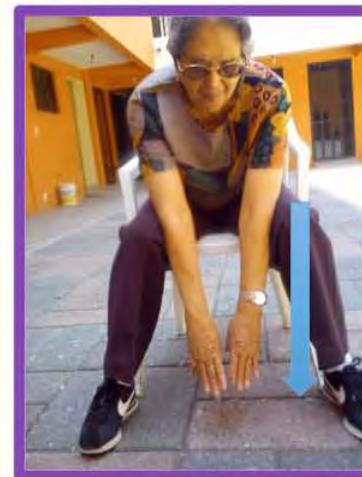
Flexibilidad

Duración: 5 minutos.



Fortalecimiento tronco/abdomen

Duración: 5 minutos.





Calentamiento

Duración: 15- 20 minutos.



Calendario de actividades



1 MES _____

Adherencia

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____

1 MES _____



Adherencia

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____



Fuerza miembros superiores

Duración: 5 minutos.

Bíceps



Antebrazo



Calendario de actividades



1 MES _____

Adherencia

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____

1 MES _____



Adherencia

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____

Fortalecimiento miembros inferiores

Duración: 5 minutos.



3



4



Calendario de actividades



1 MES _____

Adherencia

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____

1 MES _____



Adherencia

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	2	3	4	5
8	9	10	11	12
15	16	17	18	19
22	23	24	25	26

*ANOTACIONES

PESO: _____

REPETICIONES: _____

Fortalecimiento tronco/abdomen
Duración: 5 minutos.

1



2



4



5



6



Flexibilidad
Duración: 5 minutos.



Equilibrio
Duración: 5 minutos.

1



2



Equilibrio
Duración: 5 minutos.

3



4



Anexo 4. Sesiones de orientación alimentaria en la cohorte “Envejecimiento Saludable”

PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN

Características de los participantes:

Adultos mayores de 45 años de ambos sexos, nivel escolar mínimo y funcionalmente activos.

Número de participantes: 10 – 20 (depende del tamaño del lugar)

Espacio: sitio cómodo para el aprendizaje, aula o jardín con asientos y una mesa.

Objetivos:

- Identificar los factores condicionantes de la alimentación de los viejos.
- Identificar los conocimientos sobre alimentación y nutrición y proponer estrategias para una alimentación saludable.
- Identificar los mitos comunes en los participantes y plantear alternativas de cambio para eliminarlos.
- Establecer lineamientos de la dieta correcta.
- Proponer alternativas de platillos saludables a su alimentación.

Metas:

- Establecer una alimentación saludable adaptada a los factores locales condicionantes de cada grupo de adultos mayores.
- Implementar estrategias para una alimentación saludable basado en conocimientos de los grupos y de los aprendidos en las sesiones.
- Mejorar la dieta modificando los mitos y malos hábitos de la conducta alimentaria y la selección de la dieta.
- Incorporar alternativas de platillos saludables a su alimentación basados en la dieta correcta.

Número de sesiones: 4 (Todas las sesiones se encuentran distribuidas en actividades, ver anexo “Sesiones de alimentación” en archivo pdf)

Tema	Actividades	Recursos	Tiempo	Indicadores de cumplimiento
<p>Sesión 1</p> <p>Significaciones de la alimentación</p>	<p>*Actividad 1: “Factores locales que determinan la alimentación” (diapositiva 2)</p> <p>El coordinador realizará una serie de preguntas con respecto a los alimentos que se consumen, el dinero destinado a la alimentación y el motivo de consumo. De manera grupal, se acordará cuáles son los alimentos que tienen en común, con las tarjetas (diapositiva 4-7), se pone una marca por cada persona que consuma ese alimento sobre las tarjetas y con ello establecer el tipo de alimentación característica de la comunidad.</p> <p>*Actividad 2 “Automonitoreo basal” (diapositiva 12)</p> <p>El coordinador indicará a los participantes que respondan por escrito un cuestionario el cual es redactado con base la percepción que el adulto mayor tiene sobre alimentación y motivos de consumo.</p>	<p>Humanos:</p> <p>Especialista en el área de salud, capacitado sobre el tema de alimentación.</p> <p>Materiales:</p> <p>Hojas tamaño carta, pluma/lápiz, 1 cinta adhesiva, tarjetas de alimentos, plumones y cuestionario de automonitoreo basal.</p>	<p>60 minutos</p> <p>60 minutos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta de precios • Lista de alimentos que ellos prefieren y consumen • Alimentos en común • Monitoreo por medio del cuestionario con preguntas abiertas (diapositiva 14-17)
<p>Sesión 2</p>	<p>*Actividad 1: “Mitos y realidades de la alimentación” (diapositiva 19)</p> <p>Con apoyo de una encuesta grupal, el coordinador enunciará las situaciones (mitos) y pedirá que levanten la</p>	<p>Humanos:</p> <p>Especialista en el área de salud, capacitado sobre el</p>	<p>45 minutos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta global y personal • Material didáctico realizado por los adultos

<p>Conocimientos de nutrición</p>	<p>mano quiénes están de acuerdo que la situación es un mito o no están de acuerdo. En dos tableros se indicarán las votaciones a favor y en contra. El facilitador entregará a cada participante, al azar, una tarjeta con frases impresas. Les indicará que existen algunas tarjetas con mitos y otras con situaciones reales y que deberán encontrarse (en grupos) todas personas que tengan un mito específico con sus realidades con la finalidad de aclarar el mito y/o eliminarlo. Se realizará de nuevo las votaciones para saber quiénes cambiaron su perspectiva del mito (a favor y en contra), con la finalidad de eliminarlos y de aclarar dudas.</p> <p>*Actividad 2: “Sondeo individual sobre motivos para mejorar (o no) alimentación” (diapositiva 21)</p> <p>El coordinador indicará a los participantes que respondan a las preguntas pertenecientes a una encuesta personal donde se identificará si existen problemas o dificultades para mejorar hábitos de alimentación y proponer estrategias (autocuidado, ayuda mutua y autogestión).</p> <p>*Actividad 3: “Grupos de alimentos (pros-contras)” (diapositiva 23)</p> <p>El coordinador mencionará los 3 grupos de alimentos (hidratos de carbono, lípidos y proteínas) y presentará imágenes de alimentos en desorden para que el adulto mayor las acomode en el grupo al cual cree que pertenece,</p>	<p>tema.</p> <p>Materiales:</p> <p>Tarjetas impresas con mitos y realidades (anexo mitos & realidades)</p> <p>Hoja de papel, lápiz y encuesta personal sobre problemas o dificultades para mejorar la alimentación.</p> <p>Tarjetas de alimentos, letreros de grupos de alimentos y cinta</p>	<p>45 minutos</p> <p>60 minutos</p>	<p>mayores sobre los diferentes alimentos y los grupos a los que pertenecen de acuerdo a sus pros y contras.</p>
-----------------------------------	--	--	-------------------------------------	--

	al final el coordinador, de ser necesario reacomodará los alimentos y presentará brevemente las características de los distintos grupos de alimentos y los nutrientes que aporta cada grupo.	adhesiva.		
Sesión 3	<p>*Actividad 1 “Sondeo grupal: Tiempos de comida y porciones” (diapositiva 42)</p> <p>El coordinador formará equipos y les repartirá materiales. Se les pedirá a los participantes que respondan una encuesta y que coloquen en los rota folios ejemplos de alimentos correspondientes a cada pregunta (con ayuda de las tarjetas de alimentos). Además de mencionar las porciones que consumen habitualmente de cada uno de éstos y enfatizando la porción saludable indicada en la imagen.</p> <p>Preguntar cuántos tiempos de comida realizan y cuáles son, ejemplificar los tiempos de comida para una dieta correcta con el apoyo de la imagen de un reloj en un rota folio (las manecillas marcarían: Desayuno-Colación-Comida-Colación-Cena. Y manecillas que indiquen el consumo de agua antes de las 7pm)</p> <p>*Actividad 2: “Creación del plato del bien comer” (diapositiva 55)</p> <p>El coordinador repartirá a los participantes las tarjetas con imágenes de diferentes alimentos. Se explicará con el rotafolio que el plato del bien. Pedir a los adultos que cada</p>	<p>Humanos:</p> <p>Especialista en el área de salud, capacitado sobre el tema de alimentación.</p> <p>Materiales:</p> <p>Grupal: encuesta (diapositiva 44-45).</p> <p>Impresión del plato del bien comer (basado en la</p>	<p>45 minutos</p> <p>60 minutos</p> <p>15 minutos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sondeo grupal y encuesta. • Retroalimentación y debate grupal sobre los tipos de alimento, los beneficios, las porciones y combinaciones saludables. • Elaboración de un reloj análogo en donde indiquen el número de comidas y las colaciones que deberían implementar para llevar una dieta correcta (ajustada a la realidad de cada persona.)

	<p>uno pase al frente y pegue la tarjeta del alimento que le tocó en el grupo que corresponde (las tarjetas se pegarán sobre hojas de rotafolio), esto se repetirá con cada uno hasta que se complete el plato del bien comer con todas las tarjetas repartidas.</p> <p>Conclusiones: cerrar las actividades haciendo énfasis en la importancia de consumir 5 tiempos de alimentos (Desayuno, comida, cena y 2 colaciones).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leer y explicar por medio de exposición grupal los lineamientos de la alimentación correcta y saludable <p>*Actividad 3: “Memorama” (diapositiva 65)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.El coordinador formará 2 equipos. 2. Se les explicará que el memorama contiene imágenes de los diferentes grupos de alimentos, (sin especificar el color de identificación: ya que ellos tendrán que reconocerlo durante el juego): Frutas (morado), verduras (verde), cereales y leguminosas (café), productos de origen animal (rojo), grasas (amarillo), lácteos (beige). 3. Se turnará cada equipo para levantar 2 cartas, de encontrar el par: *el equipo tiene que identificar a qué grupo pertenece el alimento *leer la porción a la que equivale ese alimento y enseñarla a todo el grupo*el equipo repite turno. Se entregará una ficha por cada par encontrado y una ficha adicional si el equipo identifica a qué grupo pertenece el 	<p>NOM-043)</p> <p>Por equipo; 1 hoja de rota folio, tarjetas de alimentos, plumones o crayones y cinta adhesiva</p> <p>Individual: impresión de lineamientos (diapositiva 64)</p> <p>1 juego de memorama, corcholatas o fichas</p>	<p>60 minutos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Juego colectivo de memorama con explicación de los beneficios respectivos de alimentos, porciones y preparación saludable.
--	--	---	-------------------	--

	<p>alimento.</p> <p>*Se agregan 2 actividades para realizar en casa y fortalecer los conceptos vistos en la sesiones. (diapositivas 73-86)</p>			
<p>Sesión 4</p> <p>Alimentación correcta y saludable en practica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad 1 “Lluvia de ideas” <p>Se les pedirá a los participantes que contesten de manera individual el cuestionario. ¿Qué es para ellos una alimentación correcta y saludable?</p> <p>Después, se les pedirá que compartan sus propuestas para mejorar el cumplimiento de una alimentación correcta y saludable (automonitoreo diapositiva 73)</p> <ul style="list-style-type: none"> • *Actividad 2: “Plan de alimentación” <p>Se solicitará a los participantes que elaboren un plan de alimentación (diapositiva 91) con 5 tiempos de alimentos, basado en los conocimientos revisados en las sesiones anteriores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • *Actividad 3: “Exposición de platillos saludables” <p>Se solicitará a cada uno de los participantes que elaboren el platillo en casa y lo lleven en la siguiente sesión para exponer y degustarlo.</p> <p>Indicando:</p> <ul style="list-style-type: none"> – costos de los alimentos, en dónde los compró, a qué grupo de alimentos pertenecen, nombre del platillo, en qué tiempo de comida recomienda el platillo, identificar alimentos que podrían cambiarse por una opción más 	<p>Humanos:</p> <p>Especialista en el área de salud, capacitado sobre el tema de alimentación.</p> <p>Materiales:</p> <p>Por grupos:</p> <p>Alimentos que tenga en casa o que estén disponibles en su comunidad.</p> <p>Individual:</p> <p>Cuestionario de auto monitoreo (diapositiva 73)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario de automonitoreo (diapositiva 73-84) • Elaboración de un plan de alimentación (formato diapositiva 91) • Convivio con platillos saludables • Creación de recetario con aportaciones sobre recetas

	<p>saludable. (diapositivas 94-107)</p> <p>*Con los platillos saludables se elaborará un recetario, y se expondrá en el grupo (anexo "Recetario FESZ_2016")</p>			<p>nutritivas locales.</p>
--	---	--	--	----------------------------

Anexo 5. Recetario con propuestas de platillos saludables como parte de la orientación alimentaria

Programa de Envejecimiento saludable



RECETARIO

Nombre: _____



Elaborado por: Nayeli Vaquero Barbosa y Wendy Rodríguez
García en colaboración con el INNSZ

PARA EMPEZAR



Pan francés

1. Mezclar la leche con el huevo
2. Remojar el pan
3. Tostar en una sartén o un comal
4. Agregar canela, nuez picada y manzana



Pera con jocoque

1. Cocer la pera con canela
2. Anadir jocoque, nuez y miel



Omelette de acelgas

1. Calentar un poco de aceite y agregar cebolla al gusto.
2. Mezclar claras de huevo con acelgas y añadir a la sartén.
3. Esperar a que se cocine y agregar sal en mínima cantidad.



Avena con plátano

1. Remojar la avena en leche una noche anterior
2. Agregar 1/2 plátano y canela en polvo



3

Sección 2

SOPAS



Sopa de coditos con espinaca

1. Dorar en aceite de canola los coditos hasta que obtengan color
2. Licuar el jitomate con un poco de caldo de pollo y agregar los coditos
3. Dejar cocer con el laurel
4. Lavar las espinacas y agregar cuando los codillos ya estén suaves
5. Cocer sólo por 3 minutos más y servir

Sopa de flor de calabaza

1. Limpiar la flor de calabaza y picar junto con las calabazas, cebolla y elote.
2. Hervir caldo de pollo y agregar las verduras
3. Dejar cocer con epazote, albahaca y chile cuaresmeño



Crema de poblano con elote

1. Asar el chile poblano, dejar sudar y quitar piel, tallo y semillas.
2. Asar cebolla y ajo.
3. Cocer los granos de elote.
4. Licuar con un poco de agua el chile, la cebolla, el ajo y la mitad del elote.
5. Poner al fuego lo licuado con poco de aceite, dejar hervir y añadir harina.
6. Mezclar bien para que se disuelva. Apagar y agregar la crema, mezclar.



Caldo tlalpeño

1. Dorar ajo y cebolla. Añadir agua.
2. Cocer el pollo con la papa, el xoconostle y el chile morita.
3. Añadir arroz blanco y dejar cocer con epazote.
4. Servir con aguacate.

PLATOS FUERTES



Chile relleno de carne

1. Asar el chile poblano y dejarlo sudar en una bolsa de plástico por unos minutos.
 2. Quitar las semillas y pelarlo.
 3. Acitronar en aceite la carne molida hasta que obtenga color.
 4. Añadir nueces picadas y pimienta.
 5. Rellenar el chile poblano con la carne molida y al servir bañar en caldillo de jitomate.
- * Se puede suplir la carne por queso panela o requesón.

Pescado empapelado

1. Agregar al filete de pescado jugo de limón, ajo picado, perejil y pimienta al gusto.
2. Cortar un trozo de papel aluminio y colocar rebanadas de zanahoria, pimienta y jitomate.
3. Acomodar el filete y poner epazote sobre él.
4. Cubrir con más rebanadas de los vegetales y poner aceite.
5. Cerrar el papel aluminio sin que quede muy apretado.
6. Colocar el filete en una sartén o comal y cocinar por 5 minutos apróx. a fuego bajo.
7. Voltear y cocinar 5 minutos más por el otro lado. Abrirlo al momento de servir.



Tapas de requesón con huitlacoche

1. Rebanar el bolillo y rociar con un poco de aceite. Tostar por ambos lados.
2. Dorar ajo y cebolla, incorporar el huitlacoche y epazote picado. Cocer.
3. Untar requesón en las rebanadas de bolillo y añadir huitlacoche.





Pechuga rellena y espaguetti

1. Picar las verduras (zanahoria, chayote, flor de calabaza) y cocerlas.
2. Marinar la pechuga aplanada con la hierbas de olor deseadas, ajo y pimienta.
3. Rellenar y cerrar con ayuda de palillos.
4. Dejar cocer en una sartén con un poco de aceite, volteandola poco a poco.
5. Cocer el espaguetti con hierbas de olor.
6. Añadir aceite de oliva con romero y servir encima la pechuga rellena.

Sección 4

SALSAS



Chile piquín

1. Tostar el chile piquín en un comal
2. Triturar

Chiles toreados

1. Rebanar chiles jalapeños y cebolla
2. Agregar jugo de limón hasta cubrir los ingredientes.

Guacamole

1. Picar cebolla, jitomate, chiles serranos y cilantro
2. Machacar aguacate
3. Mezclar todos los ingredientes y añadir jugo de limón.



Salsa

1. Asar tomate, cebolla, ajo y jalapeño
2. Licuar cilantro, colar y hervir. Sazonar

Salsa guajillo

1. Tostar chile guajillo sin semillas ni tallo
2. Asar cebolla, ajo y jitomate
3. Licuar todos los ingredientes, colar y hervir. Sazo-

nar

Salsa pico de gallo

1. Picar jitomate, cebolla y chile jalapeño
2. Mezclar y añadir cilantro picado y limón. Sazonar

Caldillo de jitomate

1. Licuar jitomate, chile jalapeño, ajo y cebolla con caldo de pollo.
2. Colar y hervir en una cacerola hasta que el caudillo espese.
3. Sazonar

10

GUARNICIÓN



Frijoles con nopales



PROGRAMA DE ENVEJECIMIENTO SALUDABLE PARA
LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL DE DIABETES
MELLITUS TIPO 2 E HIPERTENSIÓN ARTERIAL

Lentejas

1. Cocer las lentejas en una olla con agua, laurel y epazote
2. Una vez que estén cocidas agregar las papas y la zanahoria peladas
3. Finalmente agregar el jitomate picado y servir

* Cualquier leguminosa (lentejas, frijoles, habas, alubias, etc.) se puede preparar del mismo modo e incluso agregar algunos vegetales al momento de servir.

Arroz (*1 taza de arroz= 2 tazas de agua)

Arroz Verde

1. Enjuagar el arroz con agua caliente por 10 minutos
2. Asar el chile poblano y quitar la piel, tallo y semillas
3. Licuar la cebolla, el ajo y el chile poblano con un poco de agua
4. Freír con aceite de canola el arroz hasta obtener color, moviéndolo para que no se queme
5. Agregar lo licuado, epazote y cubrir con agua*
6. Dejar hervir. Tapar y cocinar a fuego bajo por 20 minutos o hasta que el agua se reduzca



PARA EL ANTOJO...



Gelatina de mandarina

CANTIDADES

Jugo de mandarina 500 ml

Azúcar mascabado 3 cdas.

Agua 90 ml

Grenetina en polvo 1 cda.

INSTRUCCIONES

1. Calentar jugo de mandarina y azúcar mascabado. No hervir.
2. Hidratar la grenetina en agua
3. Mezclar la grenetina en el jugo
4. Dividir en 4 tazas y refrigerar de 2-3 horas

Gelatina de leche con plátano

CANTIDADES

Leche descremada	500ml
Plátano tabasco	1 pza.
Canela	al gusto
Grenetina en polvo	1 cda
Azúcar mascabado.	3 cdas.
Agua	90ml

INSTRUCCIONES

1. Hidratar la grenetina en agua
2. Hervir la leche con canela y azúcar
3. Incorporar la grenetina y mezclar bien
4. Dividir la mezcla en 4 tazas
5. Añadir el plátano rebanado





Arroz con leche

CANTIDADES

Arroz 1/3 taza

Leche 1/2 taza

Azúcar 1 1/2 cda.

Canela Al gusto

1. Hervir arroz hasta que esponje.
2. Una vez cocido añadir la leche, el azúcar y dejar a fuego bajo hasta que obtenga la consistencia deseada.
3. Servir con canela en polvo.



Paletas de yogurth

CANTIDADES

Yogurth natural 1/3 taza

Fresas en trozos 1/3 taza Amaranto y chía al gusto.

1. Mezclar las fresas y el yogurth, incorporar la mezcla en un molde para paleta, meter al refrigerador hasta que se encuentre solido.
2. Desmoldar la paleta y añadir la chía junto con el amaranto.

Sección 7

AGUA CON TOQUE DE SABOR...



Sandía con romero

1. Colocar una hojita pequeña de romero en un recipiente.
2. Agregar trocitos de sandía y machacarlos un poco
3. Agregar agua y hielo al gusto.

Agua de naranja y limón

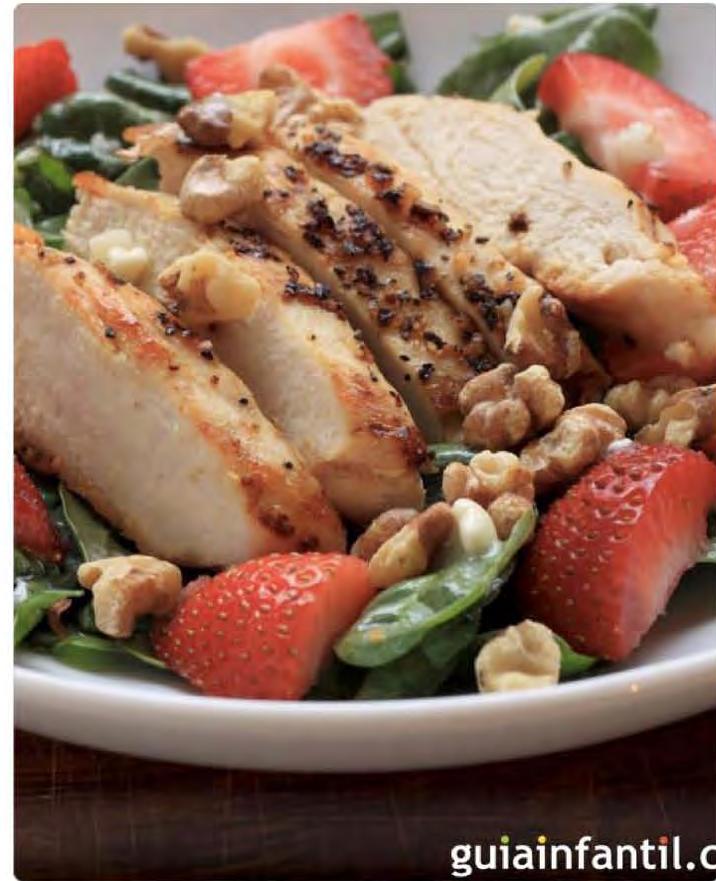
1. Colocar rodajas de naranja* en un recipiente
2. Agregar agua, un poco de chía y hielo al gusto

*Se puede agregar la fruta de su preferencia, preferiblemente las de temporada.

Sección 8

ENSALADAS

Espinaca y lechuga	2 tazas
Fruta de preferencia	1 pza o eq*.
Nueces	3 pzas
Tiras de pollo	50 gr
Bolillo tostado sin migajón	1 pza





Mezcla de lechugas	1 1/2 tazas
Jitomate	1 pza
Semillas de girasol	1 cucharada
Queso panela	50 g
Tostaditas (salma)	2 pzas



Espinacas y champiñones	1 1/2 tazas
Mango	1/2 pza
Nuez	3 pzas
Pollo	50gr
Pan de ajo	1 pza



Lechuga, pimiento y jícama	1 1/2 taza
Manzana	1/2 pza
Almendras	10 pzas
Tiras de arrachera	50 gr
Tortillas	2 pzas



Germen trigo y lechuga	1 1/2 tazas
Jitomate guaje	1/2 pza
Aguacate	1/3 pza
Queso panela	50 gr
Pan	1 pza



Brócoli, calabazas, pimiento asado 1 1/2 taza
Pepitas 1 1/2 cucharadas
Tiras de pescado 50 gr
Pan 1 pza



Ejotes salteados con aceite de olivo
Almendras fileteadas tostadas
Queso panela
Sal y pimienta al gusto

Anexo 6. Hoja de vaciado



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN GERONTOLOGÍA.

"Cambios en la masa, fuerza y función muscular y concentraciones de IL-6 después de una intervención con ejercicio, suplementación con aminoácidos y coenzima Q10"

¿Tiene alguna **enfermedad** diagnosticada? No _____ Sí _____ ¿Cuál? _____
 ¿Tiene **fracturas**, lesiones o **dolor** en los brazos y manos? No _____ Sí _____ ¿Cuál? _____
 ¿Ha estado **hospitalizado** en los últimos 6 meses? No _____ Sí _____

Nombre _____ Folio _____

Sexo: M _____ F _____ Edad: _____ Tel: _____

Antecedentes patológicos personales
() Obesidad
() Hipertensión
() Diabetes
() Enf. Cardio
() Dislipidemia

Dinamometría de mano									
Intentos	Medición basal		Medición # 2		Medición # 3		Medición # 4		
	Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:		
1°		Kg		Kg		Kg		Kg	
2°		Kg		Kg		Kg		Kg	
3°		Kg		Kg		Kg		Kg	
Valor máximo									
Dolor	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	

Indicadores clínicos								
Indicador	Medición basal		Medición # 2		Medición # 3		Medición # 4	
	Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:	
TAS								
TAD								

Composición corporal (R/L)								
Medición	Medición basal		Medición # 2		Medición # 3		Medición # 4	
	Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:	
Peso(kg)								
Talla (cm)								
Circunferencia de brazo (cm)								
Circunferencia de cintura (cm)								
Circunferencia de cadera (cm)								
Resistencia(R)								
Reactancia (Xc)								
Ángulo de fase								
R/H								
Xc/H								
Cuadrante								
Hidratación								
Percentil								
MM (%)								
MG (%)								
IMME								
Diagnóstico								
Prueba 4 metros (segundos)								

WDRG

