

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
FACULTAD DE MEDICINA
GRADO EN NUTRICIÓN HUMANA Y DIETÉTICA



TRABAJO FIN DE GRADO

**PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
NUTRICIONAL PARA LA PREVENCIÓN
Y TRATAMIENTO DE LA SARCOPENIA
EN POBLACIÓN GERIÁTRICA
INSTITUCIONALIZADA**

AUTORA: MARINA MELCHOR ARNÁIZ

TUTORAS: BEATRIZ DE MATEO SILLERAS

PAZ REDONDO DEL RÍO

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN	3
Prevalencia de sarcopenia	3
Diagnóstico	4
BASES DE LA INTERVENCIÓN NUTRICIONAL PARA LA PREVENCIÓN Y EL TRATAMIENTO DE LA SARCOPENIA	12
2. OBJETIVO	19
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
3.1. Diseño	20
3.2. Sujetos.....	20
3.3. Metodología	20
3.3.1. Análisis de la ingesta dietética	20
3.3.2. Valoración del estado nutricional	21
3.3.3. Antropometría.....	22
3.3.4. Bioimpedancia	23
3.3.5. Fuerza muscular	24
3.3.6. Rendimiento físico	24
3.3.7. Sarcopenia.....	24
3.4. Propuesta de intervención	24
3.4.1. Prevención de la sarcopenia.....	24
3.4.2. Intervención para los sujetos en riesgo de sarcopenia o con sarcopenia diagnosticada.....	28
4. PLAN DE TRABAJO	29
5. EQUIPO INVESTIGADOR	31
6. UTILIDAD PRÁCTICA DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN A LA SALUD	31
7. MEDIOS DISPONIBLES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO	32
8. BIBLIOGRAFÍA	33
9. ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Prevalencia de sarcopenia en población mayor.....	4
Tabla 2. Diferencias en los criterios diagnósticos de los dos consensos del Grupo Europeo para el Estudio de la Sarcopenia en Población Mayor.....	5
Tabla 3. Indicadores y herramientas empleadas para el diagnóstico de la sarcopenia en población de edad avanzada. EWGSOP2.....	11
Tabla 4. Efecto de la suplementación con proteínas para la prevención de la sarcopenia.....	13
Tabla 5. Recomendaciones nutricionales específicas para la prevalencia y tratamiento de la sarcopenia.....	18
Tabla 6. Frecuencia de consumo de alimentos y tamaños de raciones estándar.....	26
Tabla 7. Asignación de tareas del equipo investigador.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Algoritmo del EWGSOP2 para el diagnóstico y gravedad de la sarcopenia.....	6
Figura 2. Distribución del VCT en las distintas ingestas.....	25
Figura 3. Distribución de la ingesta de proteínas a lo largo del día.....	26
Figura 4. Plan de trabajo.....	30

LISTADO DE ABREVIATURAS

25(OH)D	25-hidroxivitamina D
AAE	Aminoácidos esenciales
ABVD	Actividades básicas de la vida diaria
AG	Ácidos grasos
AGM	Ácidos grasos monosaturados
AGP	Ácidos grasos polisaturados
AGS	Ácidos grasos saturados
ALA	Ácido α -linolénico
AOVE	Aceite de oliva virgen extra
ASHT	Sociedad Americana de Terapeutas de Mano
BIA	Análisis de impedancia bioeléctrica
CB	Circunferencia braquial
CC	Composición corporal
CDR	Cantidades diarias recomendadas
CP	Circunferencia de la pantorrilla
DHA	Ácido docosahexaenoico
DM	Dieta mediterránea
DN	Densidad nutricional
DPA	Ácido docosapentaenoico
DXA	Absorciometría dual de rayos X
ECA	Ensayo clínico aleatorio
EPA	Ácido eicosapentaenoico
EWGSOP1	<i>European Working Group on Sarcopenia in Older People, 2010</i>
EWGSOP2	<i>European Working Group on Sarcopenia in Older People, 2019</i>
FA	Factor de actividad
FM	Fuerza muscular
H	Estatura
HCD	Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla
IMC	Índice de masa corporal
IMME	Índice de masa muscular esquelética
I-MMEA	Índice de masa muscular esquelética apendicular
M	Mujeres
MLG	Masa libre de grasa
MM	Masa muscular
MMA	Masa muscular apendicular
MME	Masa muscular esquelética
MMEA	Masa muscular esquelética apendicular
MNA-SF	<i>Mini Nutritional Assessment Short Form</i>
Mtor	Diana de rapamicina
PCR	Proteína C reactiva
PSE	Pliegue subescapular
PUFAs	Ácidos grasos poliinsaturados
R	Resistencia
RDA	<i>Recommended Dietary Allowances</i> (Aportes dietéticos recomendados)
RMI	Resonancia magnética de imagen

RMN	Resonancia magnética nuclear
ROS	Especies reactivas del oxígeno
R-VD	Receptor de la vitamina D
SEEDO	Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad
SEGG	Sociedad Española de Geriátría y Gerontología
SENPE	Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral
SNO	Suplementación Nutricional Oral
SPM	Síntesis proteica muscular
SPPB	<i>Short Physical Performance Battery</i> (Batería corta de rendimiento físico)
TC	Tomografía computarizada
TR	Distancia talón rodilla
TUG	<i>Timed-Up and Go test</i>
V	Varones
VEN	Valoración del estado nutricional
Xc	Reactancia

RESUMEN

La sarcopenia es la pérdida progresiva y generalizada de masa y fuerza muscular. Este síndrome es muy frecuente en personas mayores; teniendo en cuenta que este colectivo es muy heterogéneo, la prevalencia documentada es muy variable: 12-70% de la población de edad avanzada. La sarcopenia se asocia con mayor riesgo de caídas, fracturas, discapacidad, menor calidad de vida y mortalidad. Actualmente, en nuestro entorno, para su diagnóstico se emplean los criterios del Grupo Europeo para el Estudio de la Sarcopenia en Población Mayor (EWGSOP2). Para ello se requiere baja fuerza muscular, baja cantidad o calidad muscular y bajo rendimiento físico.

El abordaje de la sarcopenia combina la intervención dietético-nutricional con la actividad física. Una dieta isocalórica, hiperproteica, rica en antioxidantes, con carácter antiinflamatorio y suplementada con vitamina D y leucina contribuirá a la prevención y al tratamiento de la sarcopenia.

En este proyecto de investigación se realiza una propuesta de intervención nutricional para la prevención y el tratamiento de la sarcopenia en población geriátrica institucionalizada. Se estima una duración de un año y medio para implementar totalmente el programa propuesto. Antes de llevar a cabo la intervención, se analizarán las características dietético-nutricionales del menú del centro, para adecuarlo a los requerimientos de los residentes, así como una valoración del estado nutricional y funcional de los sujetos, con el propósito de individualizar la intervención.

Palabras clave: sarcopenia, EWGSOP2, nutrición, personas mayores, tratamiento nutricional

ABSTRACT

Sarcopenia is the progressive and generalized loss of muscle mass and strength. This syndrome is very frequent in the old people; taking into account that this group is very heterogeneous, the documented prevalence is very variable: 12-70% of the elderly population. Sarcopenia is associated with increased risk of falls, fractures, disability, lower quality of life and mortality. Nowadays, sarcopenia is diagnosed by the criteria of the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2). This requires low muscle strength, low muscle quantity or quality and low physical performance.

The approach to sarcopenia combines dietary-nutritional intervention with physical activity. An isocaloric, hyperproteic, antioxidant-rich, anti-inflammatory diet supplemented with vitamin D and leucine will contribute to the prevention and treatment of sarcopenia.

This research project proposes a nutritional intervention for the prevention and treatment of sarcopenia in institutionalized geriatric population. It is estimated to last one year and a half to fully implement the proposed program. Prior to the intervention, the dietetic-nutritional characteristics of the center's menu will be analyzed in order to adapt it to the requirements of the residents, as well as an assessment of the nutritional and functional status of the subjects, with the aim of individualizing the intervention.

Keywords: sarcopenia, EWGSOP2, nutrition, old people, nutritional treatment.

1. INTRODUCCIÓN

La sarcopenia es un síndrome que se caracteriza por la pérdida progresiva y generalizada de la masa muscular esquelética y de la fuerza muscular (Cruz-Jentoft et al., 2010; Cruz-Jentoft et al., 2019). Este síndrome se asocia con mayor riesgo de resultados adversos, como caídas, fracturas, discapacidad física, menor calidad de vida y mortalidad. La sarcopenia tiene grandes cargas personales, sociales y económicas cuando no se trata, y, además de lo ya comentado, se asocia con enfermedad cardíaca, enfermedad respiratoria y deterioro cognitivo (Cruz-Jentoft et al., 2019).

El término sarcopenia nació en 1989 de la mano de Irwin Rosemberg para describir la pérdida de masa muscular relacionada con la edad; la palabra procede del griego: “sarx” o carne, y “penia” o pérdida. El concepto de sarcopenia ha evolucionado a lo largo del tiempo; la primera definición oficial surgió en 2010 del grupo europeo de sarcopenia, EWGSOP (*European Working Group on Sarcopenia in Older People*) (Cruz-Jentoft et al., 2010). Diez años más tarde, en 2019, el EWGSOP se volvió a reunir para actualizar el término, utilizando la evidencia científica más reciente, y establecer nuevos criterios y herramientas para su diagnóstico. En el presente trabajo se empleará el término EWGSOP1 para el consenso de 2010, y EWGSOP2, para el de 2019.

Actualmente la detección precoz de la sarcopenia se ha convertido en una prioridad sanitaria por su relación con la fragilidad, la discapacidad y la dependencia en las personas mayores (Vellas et al., 2016; Navalón Alcañiz et al., 2020). La pérdida funcional asociada a la sarcopenia provoca dependencia y, por tanto, se asocia con una mayor demanda de servicios socio-sanitarios.

Prevalencia de sarcopenia

No hay muchos estudios que recojan datos de prevalencia de sarcopenia en personas mayores institucionalizadas. Por otra parte, al analizar las cifras publicadas se deben tener en cuenta, por un lado, los distintos tipos de residentes que conviven en un mismo centro (desde el anciano sano hasta el paciente geriátrico); y, por otro, los criterios específicos para su detección, diagnóstico y catalogación (Rodríguez-Rejón et al., 2019). Por eso la prevalencia de sarcopenia varía en función de la población estudiada —residentes de centros geriátricos, hospitales, centros de salud o población general— y de los criterios diagnósticos empleados para su estimación: la mayoría de los estudios que evalúan la prevalencia de sarcopenia en población mayor utiliza los criterios del EWGSOP1, mientras que sólo unos pocos lo hacen según los criterios del EWGSOP2, debido a su reciente publicación. La tabla 1 resume los datos de algunos estudios de prevalencia de sarcopenia en población anciana.

Tabla 1. Prevalencia de sarcopenia en población mayor

Referencia	Población	Sexo	País	Criterio	Prevalencia
Ajejas Bazán et al., 2021	295 sujetos, ≥65 años, hospitalizados en el HCD (6 m en 2018)	148 M 147 V	Madrid, España	EWGSOP2	No sarcopenia: 71.5% Pre-sarcopenia: 13.6% Sarcopenia: 12.9% Sarcopenia severa: 2%
Rodríguez Rejón et al., 2019	249 residentes, ≥70 años	187 M 62 V	Granada, España	EWGSOP2	No sarcopenia: 37% Sarcopenia: 56%
Shafiee et al., 2017	58404 individuos, ≥60 años	25762 M 32642 V	Asia y otros	EWGSOP1	Sarcopenia 10% países asiáticos y 12% países no asiáticos
Salvá et al., 2016	276 individuos, ≥70 años	190 M 86 V	Barcelona, Madrid y Vizcaya, España	EWGSOP1	No sarcopenia: 63% Pre-sarcopenia: 0.4% Sarcopenia: 36.6% Sarcopenia severa: 32.6%
Janssen et al., 2002	14.818 individuos ≥18 años (4.504 adultos > 60 años)		EEUU	EWGSOP1	Clase I: 59% Clase II: 10%

HCD: Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla; M: mujeres; V: varones; EWGSOP1: European Working Group on Sarcopenia in Older People, 2010; EWGSOP2: European Working Group on Sarcopenia in Older People, 2019.

Diagnóstico

Como ya se ha comentado, la definición y los criterios diagnósticos de la sarcopenia han evolucionado en muy poco tiempo. Según la definición del EWGSOP1, para el diagnóstico se requiere la presencia de baja masa muscular y menor fuerza muscular o menor rendimiento físico (Cruz-Jentoft et al., 2010). Sin embargo, el EWGSOP2 añade el concepto de función muscular relacionada con el rendimiento físico, incidiendo en que la fuerza es mejor indicador del estado muscular, y que la sarcopenia afecta tanto a la calidad como a la cantidad de músculo. Por eso, según el nuevo consenso, para el diagnóstico de sarcopenia se requiere la evidencia de una disminución de la fuerza muscular, de la masa muscular y/o de la función muscular. Una reducción en la fuerza muscular constituye un probable diagnóstico de sarcopenia, que se confirma con la presencia de baja cantidad o calidad muscular. Si además está afectada la función (disminución del rendimiento físico), se trata de una sarcopenia grave (Cruz-Jentoft et al., 2019).

La tabla 2 recoge las diferencias en los criterios y puntos de corte entre el EWGSOP1 y el EWGSOP2.

Tabla 2. Diferencias en los criterios diagnósticos de los dos consensos del Grupo Europeo para el Estudio de la Sarcopenia en Población Mayor.

Criterios EWGSOP1 (2010)	Criterios EWGSOP2 (2019)
El diagnóstico se basa en la confirmación del criterio 1 más (el criterio 2 o el criterio 3)	Criterio 1: probable diagnóstico de sarcopenia Criterio 2: confirmación de diagnóstico de sarcopenia Criterio 1, 2 y 3: diagnóstico grave de sarcopenia
1. Masa muscular baja	1. Baja fuerza muscular
2. Menor fuerza muscular	2. Baja cantidad o calidad muscular
3. Menor rendimiento físico	3. Bajo rendimiento físico

Para la detección de casos, el diagnóstico y la determinación de la gravedad, el EWGSOP2 recomienda emplear el algoritmo de la Figura 1. Se trata de aplicar inicialmente un método de cribado, el cuestionario SARC-F, para detectar a los individuos en riesgo de sarcopenia. A continuación, se evaluará la posibilidad de que exista sarcopenia si la fuerza muscular, determinada a partir de la fuerza prensil o el test *Chair stand* (sentarse y levantarse), está reducida. El diagnóstico se confirma evidenciando una reducción en la cantidad o calidad muscular. Para ello se pueden emplear distintos métodos, como el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) —más frecuente en la práctica clínica— y absorciometría dual de rayos X (DXA), resonancia magnética nuclear (RMN) o tomografía computarizada (TC), en investigación. Por último, se determina la gravedad de la sarcopenia evaluando el rendimiento físico con distintas herramientas: *Short Physical Performance Battery* o Batería corta de rendimiento físico (SPPB), *Timed-Up and Go test* (TUG) o el test de velocidad de la marcha (de 4 m) (Cruz-Jentoft et al., 2019).

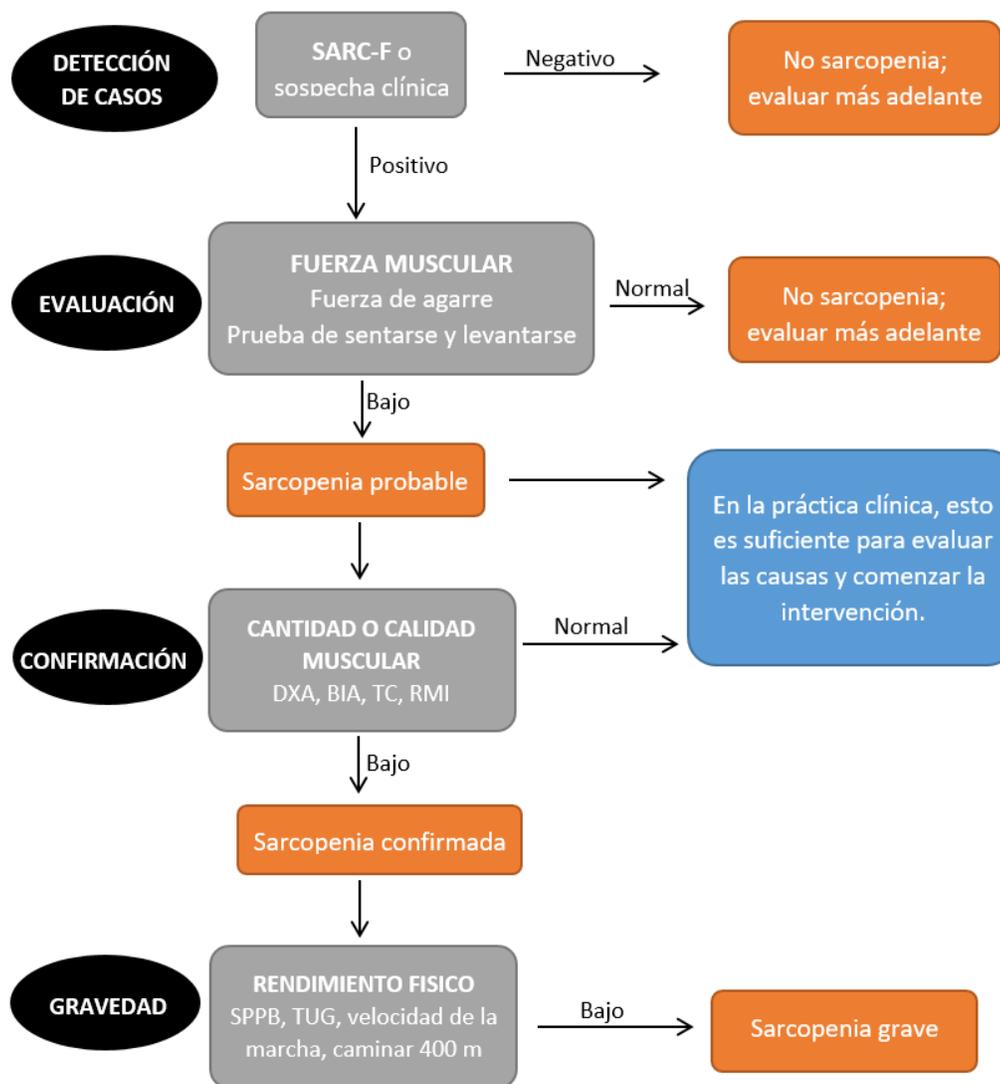


Figura 1. Algoritmo del EWGSOP2 para el diagnóstico y gravedad de la sarcopenia.

A continuación, se describen brevemente las herramientas empleadas para el diagnóstico y gravedad de la sarcopenia, según el documento de consenso del EWGSOP2.

SARC-F

El SARC-F es un cuestionario útil para el cribado de sarcopenia. Incluye 5 ítems o preguntas que se realizan directamente al paciente, y evalúan fuerza, asistencia para caminar, levantarse de una silla, subir escaleras y caídas. Las puntuaciones de la escala SARC-F van del 0 al 10, de forma que cada ítem puntúa entre 0 y 2 puntos; siendo 0 = mejor estado de salud y 10 = peor estado de salud (Anexo 1). Los resultados posibles del SARC-F son dos: sin riesgo de sarcopenia y con riesgo de

sarcopenia. En ese último caso habría que realizar otras pruebas complementarias para confirmar la presencia o no de sarcopenia.

Este cuestionario puede ser fácilmente utilizado en la práctica clínica; tiene una sensibilidad baja/moderada y una especificidad alta para predecir baja fuerza muscular. El SARC-F detecta principalmente los casos severos (Malmstrom et al., 2016).

Fuerza muscular (FM)

Existe un acuerdo generalizado de que la mejor prueba para evaluar la fuerza muscular en la práctica clínica es la determinación de la fuerza prensil manual empleando un dinamómetro hidráulico de mano. Se trata de una herramienta sencilla, pequeña, portátil y muy fácil de usar, por lo que es ampliamente utilizado por los profesionales sanitarios. Esta medida refleja de manera adecuada la fuerza muscular y se correlaciona bien con la fuerza de las piernas. Es importante tomar la medida aplicando el protocolo de Southampton recogido en el Anexo 2 (Roberts et al., 2011).

El punto de corte para la fuerza considerado en el consenso del EWGSOP1 fue de menos de 30 kg para varones, y menor de 20 kg para mujeres. Estos valores se corrigieron en el consenso del EWGSOP2:

Varones: FM <27 kg

Mujeres: FM <16 kg

Cuando la determinación de la fuerza con el dinamómetro no es posible, debido, por ejemplo, a una discapacidad de la mano, se pueden utilizar otros métodos, como la prueba de sentarse y levantarse (*Chair Stand Test*). Este procedimiento consiste en registrar el número de veces que el paciente se levanta y se sienta en una silla durante 30 segundos sin utilizar las manos (los sujetos deben colocar los brazos cruzados sobre el pecho) (Jones et al., 1999).

La fuerza también se puede determinar a partir de la flexoextensión de la rodilla, pero se requiere un equipo especial (dinamómetro isocinético) y formación de los evaluadores, por lo que sólo se emplea en investigación.

Los puntos de corte para la prueba de sentarse y levantarse en población mayor, junto con los del resto de indicadores, se resumen en la Tabla 3 (Dodds et al., 2014; Cesari et al., 2009).

Masa muscular (MM)

La valoración cuantitativa de la MM se puede hacer mediante la determinación de la masa muscular esquelética (MME) o la masa muscular esquelética apendicular (MMEA), que, a diferencia de la anterior, engloba únicamente la MM de las extremidades (Cruz-Jentoft et al., 2019; Buckinx et al., 2018). Existen diversos métodos para evaluar la cantidad de músculo, entre los que destacan:

a) Absorciometría dual de rayos X (DXA): es uno de los métodos de referencia para la determinación de la composición corporal (CC) y la MM. La DXA permite diferenciar el tejido adiposo, el hueso y la masa magra de forma no invasiva, aunque exponiendo al paciente a una cantidad mínima de radiación. Estas mediciones pueden realizarse en todo el cuerpo o en regiones aisladas. Sin embargo, presenta algunos inconvenientes para la práctica clínica, como que no es portátil, por lo que se descarta su uso en estudios epidemiológicos a gran escala, y que sus resultados pueden verse alterados por el estado de hidratación del paciente (Buckinx et al., 2018).

b) Análisis de impedancia bioeléctrica (BIA): en la práctica habitual, y de acuerdo con los documentos de consenso, se puede utilizar esta técnica para estimar la MMEA. Frente a la DXA, presenta la ventaja de ser un método barato, fácil de usar, portátil y que no requiere la colaboración del residente, además de que no expone a ninguna radiación.

El BIA se basa en la medida de la resistencia que opone el cuerpo al paso de una corriente eléctrica alterna de baja intensidad, lo que depende de la composición de los tejidos. Los equipos miden los dos componentes de la impedancia, la resistencia (R) y la reactancia (Xc); ambas medidas se normalizan en función de la estatura (H) para calcular el índice de resistividad ($IR=H^2/R$). Para estimar la composición corporal mediante esta técnica (masa libre de grasa), se emplean modelos predictivos específicos para cada población, sexo, edad y situación fisiológica (Kyle et al., 2004).

Los valores del BIA pueden verse afectados por el estado de hidratación del paciente, por lo que es importante asegurarse de la ausencia de edemas o alteraciones en el equilibrio hídrico de los pacientes, y realizar las medidas siguiendo el protocolo de Lukaski (Lukaski, 1991). Además, es aconsejable no hacer ejercicio vigoroso, no consumir bebidas alcohólicas las 24h previas y haber realizado la última ingesta 2.5h horas antes de la medición (Yamada et al., 2017).

En el consenso del EWGSOP1 se recomendó estimar la MME a partir de BIA según el modelo de Janssen, para la práctica clínica (Cruz-Jentoft et al., 2010; Janssen et al., 2002).

$$MME \text{ (kg)} = (H^2/R * 0.401) + (\text{sexo} * 3.825) + (\text{edad} * 0.071) + 5.102$$

Donde: MME: masa muscular esquelética; H: altura (cm); R: resistencia a 50 kHz (Ohm); sexo: varón=1, mujer=0.

Esta variable se puede interpretar directamente, calculando el porcentaje de MME, o, más frecuentemente, a partir del índice de MME (IMME), que se obtiene al dividir la MME por la talla al cuadrado (kg/m^2). Para ello se compararon los datos estadísticamente con los del estudio NHANES III de varones y mujeres de edad avanzada (>60 años), y se establecieron puntos de corte para varones y mujeres, de modo que la sarcopenia moderada o tipo I se corresponde con valores entre 1 y 2 desviaciones estándar de los datos de referencia, y la sarcopenia grave o tipo II con valores menores de 2DS:

Sarcopenia moderada: $8.51 \text{ kg}/\text{m}^2 < \text{IMME} < 10.75 \text{ kg}/\text{m}^2$ (V)

$5.76 \text{ kg}/\text{m}^2 < \text{IMME} < 6.75 \text{ kg}/\text{m}^2$ (M)

Sarcopenia grave: $\text{IMME} \leq 8.50 \text{ kg}/\text{m}^2$ (V)

$\text{IMME} \leq 5.75 \text{ kg}/\text{m}^2$ (M)

El consenso de 2019 recomienda estimar la MMEA mediante la ecuación de Sergi, validada en poblaciones europeas de edad avanzada (Cruz-Jentoft et al., 2019; Sergi et al., 2015):

$$\text{MMEA (kg)} = -3,964 + (0,227 * H^2/R) + (0,095 * P) + (1,384 * \text{sexo}) + (0,064 * Xc)$$

Donde: MMEA: masa muscular esquelética apendicular; H: altura (cm); R: resistencia a 50 kHz (Ohm); P: peso (kg); sexo: varón=1, mujer=0; Xc: reactancia a 50 kHz (Ohm).

El punto de corte para la sarcopenia se estimó a partir de la MMEA (kg) o el índice de MMEA (I-MMEA, kg/m^2):

Varones: $\text{MMEA} < 20 \text{ kg}$

$\text{I-MMEA} < 7.0 \text{ kg}/\text{m}^2$

Mujeres: $\text{MMEA} < 15 \text{ kg}$

$\text{I-MMEA} < 5.5 \text{ kg}/\text{m}^2$

c) Antropometría: no es una buena técnica para reflejar la masa muscular en población de edad avanzada. Sin embargo, cuando no se disponga de otros métodos más precisos para estimar la MM se puede emplear la circunferencia máxima de la pantorrilla. El punto de corte en población mayor es un valor menor de 31cm, ya que se ha asociado con discapacidad (Cruz-Jentoft et al., 2019; Landi et al., 2014).

Rendimiento físico

El rendimiento físico se define como la funcionalidad de todo el cuerpo. Requiere, por tanto, no sólo una adecuada MM, sino también un buen estado del sistema osteoarticular y de la regulación nerviosa. El rendimiento físico se puede medir a través de distintas pruebas, como la velocidad de la marcha, el SPPB (*Short Physical Performance Battery*), el TUG (*Test Time-Up and Go*) o caminar 400 metros. (Cruz-Jentoft et al., 2019).

a) El test de la velocidad de la marcha consiste en medir el tiempo que un sujeto tarda en caminar 4 metros lo más rápido posible. Es un test muy sencillo que ha demostrado su utilidad en la detección de discapacidad, deterioro cognitivo, caídas y mortalidad, síndromes relacionados todos ellos con la sarcopenia. Valores por debajo de 0.8 m/s son indicadores de sarcopenia grave (Abellan Van Kan et al., 2009).

b) El SPPB es una batería que incluye distintas pruebas (Anexo 3):

- La evaluación de la velocidad de la marcha: se mide el tiempo que se tarda en andar lo más rápido posible 3 o 4 metros.

- Una prueba de equilibrio: el sujeto debe intentar mantener 3 posiciones:

- Pies juntos, uno al lado del otro, durante 10 segundos.

- Semitándem: mantener el talón de un pie a la altura del dedo gordo del pie contrario durante 10 segundos.

- Tándem: mantener el talón de un pie en contacto con la punta del otro pie durante 10 segundos.

- Una prueba de bipedestación en silla: el individuo debe cruzar los brazos sobre el pecho e intentar levantarse con los brazos cruzados en esa posición; si es capaz de hacerlo, se mide el tiempo que tarda en hacer 5 repeticiones lo más rápido posible.

La puntuación máxima del SPPB es de 12 puntos; una puntuación de 0-3 indica limitación grave; una puntuación de 4-6 indica limitación moderada, y una puntuación de 7-9 indica limitación leve (Anexo 3) (Guralnik et al., 1994).

c) La prueba TUG consiste en levantarse de una silla estándar sin ayudarse con los brazos, caminar 3 metros de distancia, volver a la silla y sentarse de nuevo. Existe riesgo de fragilidad si se tarda 20 segundos o más en hacer esta prueba (Podsiadlo et al., 1991).

d) La prueba de caminar 400 metros evalúa la capacidad y resistencia para caminar. Los participantes deben completar el recorrido lo más rápido posible, estando permitidas dos paradas. El punto de corte se ha establecido en 6 minutos (Vestergaard et al., 2009).

La Tabla 3 resume los indicadores y herramientas empleadas para el diagnóstico de la sarcopenia en la población de edad avanzada.

Tabla 3. Indicadores y herramientas empleadas para el diagnóstico de la sarcopenia en población de edad avanzada. EWGSOP2.				
DIAGNÓSTICO O CRIBADO		PRUEBA	MÉTODO/INDICADOR	PUNTOS DE CORTE
CRIBADO		SARC-F	5 ítems (0-10 puntos)	<3 puntos: no hay riesgo de sarcopenia ≥4 puntos: posible sarcopenia
DIAGNÓSTICO	Fuerza muscular	Fuerza prensil	Dinamómetro mano derecha e izquierda	<27 kg hombres <16 kg mujeres
		<i>Chair Stand Test</i>	En 30 segundos cuantas veces se levantan y se sientan	>15 s para 5 elevaciones
	Cantidad o calidad del músculo	DXA	MMEA o IMMEA	Varones: <20 kg; <7,0 kg/m ² Mujeres: <15 kg; <5,5 kg/m ²
		BIA	Ecuación de Sergi: MMEA o IMMEA	
	Rendimiento físico	Velocidad de la marcha	Caminar 4 m a velocidad máxima	≤0.8 m/s: riesgo de sarcopenia
		SPPB	Puntuación máxima 12	≤8 puntos
		TUG	Levantarse de una silla estándar, caminar 3 m y volver a sentarse	≥20 segundos
		Caminar 400 m		≥6 minutos

BASES DE LA INTERVENCIÓN NUTRICIONAL PARA LA PREVENCIÓN Y EL TRATAMIENTO DE LA SARCOPENIA

En el abordaje de la sarcopenia se tienen que combinar la intervención dietético-nutricional y la actividad física, ya que los objetivos son el mantenimiento y la optimización de la MM y FM para la prevención de la sarcopenia, y evitar la pérdida de MM y mantener la funcionalidad en el caso de un diagnóstico de sarcopenia. Ambos aspectos se deben trabajar en un equipo multidisciplinar.

Respecto al tratamiento dietético-nutricional, se debe partir de una dieta equilibrada, prudente y saludable adaptada a las características de la población mayor y al envejecimiento, adecuada a los requerimientos energéticos. Debe planificarse una dieta para la protección cardiovascular, que sea antioxidante y antiinflamatoria, como, por ejemplo, la dieta mediterránea. Evidentemente, en el caso de que el paciente presente sobrepeso, obesidad o desnutrición energético-proteica previos, lo primero que habría que hacer es conseguir un balance energético adecuado.

Algunos estudios evidencian que estas dietas se asocian con mayores valores de masa muscular, menor riesgo de pérdida de fuerza muscular, menor riesgo de enfermedades propias del envejecimiento y mayor longevidad (Bloom et al., 2018).

Proteínas

La capacidad de respuesta al ejercicio físico y la eficacia del metabolismo proteico es menor en población geriátrica, fenómeno que se conoce como resistencia anabólica. En este grupo poblacional se produce una pérdida de tejido magro a causa de la disminución de la actividad física, lo que se debe a la reducción de la síntesis proteica muscular (SPM) basal y a una menor respuesta de la SPM tras la ingestión de proteínas. La estimulación de la SPM depende tanto de la cantidad de proteína ingerida, como de su calidad (Cholewa et al., 2017). Las tasas postabsortivas de proteína son similares en sujetos de edad avanzada y en personas jóvenes, lo que indica que la pérdida de MM con la edad no está relacionada con una disregulación de la síntesis proteica miofibrilar postabsortiva en adultos sanos (Moore et al., 2015).

Se ha estimado que la ingesta proteica necesaria para estimular al máximo la síntesis proteica muscular en varones mayores debe ser entre un 68% y un 140% mayor que en hombres jóvenes. Por eso, para superar la resistencia anabólica en el músculo esquelético se recomienda una mayor ingesta de proteínas en personas mayores de 65 años:

- Personas mayores sanas: 1,0-1,2 g/kg de peso y día.
- Ancianos frágiles y pacientes geriátricos: 1,2-1,5 g/kg de peso corporal y día, en función del grado de estrés, pudiendo llegar hasta 2 g/kg de peso y día en situaciones extremas.

La combinación de suplementación proteica y ejercicio físico tiene un efecto positivo sobre la fuerza muscular, la masa muscular y la movilidad física (función) en personas mayores con riesgo de sarcopenia y fragilidad. Una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados demostró

que la combinación de la suplementación proteica con ejercicio aumentaba la MM independientemente del tipo de proteína, del tipo de ejercicio y de la duración del tratamiento en pacientes de edad avanzada con riesgo de sarcopenia o fragilidad. Esta intervención también aumentó la FM y mejoró la movilidad de los pacientes, en comparación con placebo, suplementación proteica aislada o ejercicio físico únicamente (Liao et al., 2019). La cantidad de proteína suplementada a la dieta basal en los estudios oscilaba entre 3,0 y 40,8 g/día, pero no constaba el aporte proteico total de la dieta ni el estado nutricional de los sujetos, lo que dificulta la interpretación de la prescripción. Los resultados más relevantes de este trabajo se recogen en la Tabla 4.

Tabla 4. Efecto de la suplementación con proteínas para la prevención de la sarcopenia.							
Referencia	Tipo de estudio	Población	Duración	Valoración de CC	Suplemento de proteína		Resultados
					Tipo	Cantidad	
Dirks et al, 2017	ECA, doble ciego con placebo	34 ancianos (77 ± 1 años) SPPB ≤9	24 semanas	Biopsia muscular y DXA	Proteína de leche	30 g/ día	↑ MM ↑ MMA
Englund, D. A., et al, 2018	ECA con placebo	149 sujetos (78,1 ± 5.4 años)	6 meses	DXA y TC	Proteína del suero lácteo	20 g/ día 800 UI de vitamina D	↑ FM ↑ MMA Suplem.: ↑ pérdida de grasa intermuscular y ↑ densidad muscular
Yamada et al, 2019	ECA	112 sujetos	12 semanas	BIA	Proteína del suero lácteo	10 g/día	↑ MMA en adultos sarcopénicos

ECA: ensayo clínico aleatorio; FM: fuerza muscular; MM: masa muscular; MMA: masa muscular apendicular.

Otro ensayo clínico aleatorio realizado por el grupo de Mitchell et al. (Mitchell et al., 2017) analizó los cambios en la masa muscular apendicular (MMA) y en la función física en función del consumo controlado de proteínas según las recomendaciones diarias en hombres mayores de 70 años con un buen estado de salud. Para el estudio dividieron a los participantes en dos grupos: uno que cumplía con las cantidades diarias recomendadas (CDR) de adultos sanos: 0,8 g proteína/kg/día; y otro grupo que consumiría 2 veces las CDR: 1,6 g de proteína/kg/día. Después de 10 semanas, el grupo que consumía 2CDR aumentó su MM y la potencia máxima de extensión

de la rodilla, en comparación con el grupo que cumplía las CDR. La MMA fue menor en el grupo CDR en comparación con el grupo 2CDR. Por tanto, los investigadores concluyeron que el consumo de una dieta que contenga el doble de las CDR de proteínas puede tener efectos beneficiosos sobre la MM y la fuerza muscular del tren inferior en los hombres de edad avanzada.

Existen evidencias de que ciertos aminoácidos como la leucina pueden mejorar la masa muscular, la fuerza muscular y el rendimiento funcional en personas mayores institucionalizadas, ya que la leucina es un potente activador de las señales anabólicas en músculo esquelético. Se ha demostrado que, incluso sin realizar ejercicio físico, la suplementación con 6 g/día de leucina mejora algunos indicadores de MM y FM, como el índice de masa libre de grasa y la velocidad de la marcha (Martínez-Arnau et al., 2020). Por otra parte, se ha demostrado que la suplementación con 3 g/día de leucina en personas mayores, junto con un entrenamiento de resistencia de baja intensidad y un programa de rehabilitación, mejora los valores de fuerza prensil, MME y función física, en comparación con la suplementación nutricional aislada (Yoshimura et al., 2019).

Se ha postulado que el consumo de proteínas ricas en aminoácidos esenciales (AAE), con una cantidad suficiente de leucina, es capaz de restaurar la síntesis proteica muscular durante el envejecimiento. Algunos autores defienden que el aumento crónico de la ingesta de leucina mediante el incremento total del consumo de proteínas es la intervención dietética más eficaz para aumentar la MM durante el envejecimiento (Cholewa et al., 2017).

En la prevención y el tratamiento de la sarcopenia, es tan importante la cantidad y calidad de la proteína ingerida como su distribución a lo largo del día. Se ha visto que una distribución uniforme de la ingesta de proteínas entre las comidas principales favorece la síntesis de proteína muscular a corto plazo (Mamerow et al. 2014; Farsijani et al. 2016). Considerando una ingesta proteica en personas mayores sanas de entre 1 y 1,2 g/kg de peso y día, la cantidad óptima de proteínas en cada comida principal para estimular al máximo la síntesis proteica muscular sería como máximo de unos 0,4 g/kg/comida (aproximadamente 25-30 g proteína por comida). Optimizar la distribución y la calidad de la ingesta de proteínas con el ejercicio físico es una estrategia prometedora para promover el envejecimiento saludable (Franzke et al., 2018).

Vitamina D

La vitamina D es un nutriente clave para la salud músculo-esquelética. En adultos mayores su déficit se asocia con osteopenia, osteoporosis y mayor riesgo de caídas y de fracturas. Por tanto, existe una elevada prevalencia de deficiencia de vitamina D en esta población.

La pérdida de masa muscular y la deficiencia de vitamina D a menudo ocurren simultáneamente y están interrelacionadas. Los mecanismos por los que la vitamina D afecta a la fuerza y a la función muscular están mediados por el receptor de la vitamina D (R-VD). La unión de la vitamina con su receptor promueve la contractilidad muscular, a través de la afluencia de calcio, la diferenciación de los mioblastos y la sensibilidad a la insulina de los músculos. Se ha demostrado que el número de R-VD presentes en el tejido muscular disminuye con la edad (Tessier et al., 2018).

La CDR de ingesta de vitamina D es de 600 UI/día para menores de 70 años, y de 800 UI/día para los mayores de 71 años. Esta ingesta permite el mantenimiento de niveles séricos normales de 25-hidroxivitamina D (25(OH)D): 50 nmol/L. Algunos estudios han corroborado una relación entre niveles insuficientes de vitamina D sérica (<50 nmol/L) y un bajo rendimiento físico, menor movilidad, fuerza muscular y mayor discapacidad (Tessier et al., 2018). Una revisión sistemática en 2017 estudió la asociación entre la concentración de 25(OH)D y la velocidad de la marcha. Este indicador fue más lento en los participantes con hipovitaminosis. En este trabajo se consideraron normales niveles de 25(OH)D los superiores a 75 nmol/L; insuficiencia de vitamina D: ≤ 75 nmol/L; deficiencia de vitamina D: ≤ 50 nmol/L; y deficiencia grave de vitamina D: ≤ 25 nmol/L. La velocidad de la marcha se redujo 0,18 m/s en los sujetos con deficiencia grave; -0,08 m/s, en la deficiencia de vitamina D; y -0,12m/s en la insuficiencia de vitamina D (Annweiler et al., 2017).

Otro estudio transversal que investigó la asociación de la concentración sérica de 25(OH)D con el rendimiento físico y el estado de fragilidad de adultos mayores, reportó que el 45% de los participantes tenían déficit de vitamina D. Además, los sujetos con valores menores de 75 nmol/L de 25(OH)D obtuvieron puntuaciones significativamente más bajas en el test TUG y en la prueba de velocidad de la marcha que los participantes con un estado de vitamina D > 75 nmol/L. En este trabajo no se observaron asociaciones significativas entre los niveles de vitamina D y la fuerza prensil de la mano o la fuerza de extensión de la rodilla (Vaes et al., 2019).

Las personas, en general, presentan niveles bajo de vitamina D como consecuencia de una baja ingesta y una menor exposición solar. En varios estudios se ha demostrado que la suplementación con vitamina D y calcio frente a un placebo con calcio aumenta la fuerza y el rendimiento físico en personas mayores (Uusi-Rasi, et al., 2015; Brouwer-Brosma, et al., 2013).

Antioxidantes

Las especies reactivas del oxígeno (ROS) son moléculas que se forman como intermediarios en las reacciones de oxidación-reducción (redox), principalmente en las mitocondrias. El estrés oxidativo es una condición en la que el equilibrio entre los oxidantes y las defensas antioxidantes del organismo está alterado, de forma que el exceso de ROS provoca un daño oxidativo a los ácidos nucleicos, las proteínas y los lípidos. Las acciones de los ROS se contrarrestan con mecanismos de defensa antioxidante, como los antioxidantes de la dieta: carotenoides, tocoferoles, ascorbato, zinc, selenio, flavonoides y otros polifenoles vegetales (Semba et al., 2007). Estos antioxidantes exógenos actúan mediante diferentes mecanismos en distintos compartimentos: neutralizan los radicales libres, reparan las membranas oxidadas, disminuyen la producción de ROS y neutralizan los ROS a través del metabolismo de los lípidos, los ácidos grasos libres de cadena corta y los ésteres de colesterol.

En adultos mayores se ha observado que los marcadores de daño oxidativo predicen el deterioro de la función física, y que los daños oxidativos provocados por el exceso de ROS contribuyen a la pérdida de masa y fuerza muscular en la edad avanzada (Robinson et al., 2018). En un estudio observacional realizado durante 36 meses con 545 mujeres no institucionalizadas de más de 65 años se encontró que las mujeres con mayor estrés oxidativo experimentaron una reducción acelerada de la velocidad de la marcha y tuvieron mayor riesgo de discapacidad (Semba et al., 2007). Por otra parte, Welch et al. analizaron la ingesta de antioxidantes (mediante un Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos) en un estudio transversal con 2.570 mujeres de 18 a 79 años; se midió la MME (mediante DXA) y la potencia explosiva de las piernas a todas las participantes. Una mayor ingesta de vitamina C y carotenoides se asoció significativamente con mayor MME y mayor fuerza explosiva de las piernas (mayor potencia muscular) (Welch et al., 2020).

Por otra parte, la síntesis proteica muscular (SPM) postprandial puede disminuir como resultado del aumento de la oxidación y la inflamación. Las intervenciones nutricionales que reducen la oxidación o la inflamación mejoran la respuesta de la SPM a la alimentación y aumentan la MM o disminuyen su pérdida (Cholewa et al., 2017).

Ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) Omega-3

Otro enfoque para el tratamiento de la sarcopenia es el tratamiento de la inflamación. El envejecimiento se relaciona con inflamación crónica de bajo grado, que puede contribuir al desarrollo de sarcopenia. Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) omega-3 tienen propiedades antiinflamatorias, un efecto beneficioso sobre el riesgo cardiovascular, la salud ósea, el rendimiento cognitivo y la salud ocular; además, los PUFAs omega-3 tienen un efecto anabólico en el metabolismo del músculo esquelético (Dupont et al., 2019).

Los principales PUFAs omega-3 son el ácido α -linolénico (ALA), el ácido eicosapentaenoico (EPA), el ácido docosapentaenoico (DPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA). Los mecanismos de actuación de los PUFAs omega-3 en la sarcopenia son tres: efectos antiinflamatorios, la activación de la diana de rapamicina (mTOR) y la reducción de la resistencia a la insulina. La sarcopenia se asocia con niveles elevados de marcadores de inflamación, como PCR en suero. El aumento de los niveles plasmáticos de citoquinas proinflamatoria podría desempeñar un papel clave en el desarrollo y la progresión de la sarcopenia. La suplementación con PUFAs omega-3 reduce la PCR y la IL-6 plasmáticas y se asocia positivamente con la masa muscular, la fuerza muscular, la calidad muscular y el rendimiento físico. La suplementación con PUFAs en combinación con el ejercicio podría aumentar la masa y función muscular (Dupont et al., 2019).

En una revisión de ensayos clínicos aleatorios se evaluaron los efectos de la suplementación de PUFAs omega-3 sobre la sarcopenia. Los marcadores de inflamación disminuyeron en los pacientes obesos y en los ancianos; en estos últimos, dosis elevadas de omega-3 (≥ 1650 mg/día) dieron lugar a un aumento de la MM, la función y la vitalidad. Los autores concluyeron en su estudio que los PUFAs omega-3 protegen frente a la sarcopenia asociada al envejecimiento y las enfermedades crónicas, independientemente de sus efectos anabólicos o antiinflamatorios (Stella et al., 2018).

COMBINACION DE NUTRIENTES

La combinación de varios de los nutrientes tratados anteriormente también tiene efectos beneficiosos. Se ha demostrado que el consumo dos veces al día de un suplemento compuesto por 30 g de proteína de suero, 2,5 g de creatina, 500 UI de vitamina D, 400 mg de calcio y 1500 mg de PUFA n-3 (con 700 mg como EPA y 445 mg como DHA) durante 6 semanas en hombres de edad avanzada (grupo S) aumentó la fuerza y la MM frente al grupo placebo (grupo P, sin suplementación). En una segunda fase de este estudio se introdujo en la intervención ejercicio físico progresivo (ejercicio de resistencia 2 veces a la semana y ejercicio de alta intensidad 1 vez a la semana) en ambos grupos: el grupo con suplementación (grupo SE) y el grupo placebo (grupo PE). Al comparar los efectos de los grupos SE y PE, se observó que ambos aumentaron su fuerza, pero el grupo SE aumentó en mayor medida la fuerza de la parte superior del cuerpo (Bell et al., 2017).

Por otra parte, la combinación de una suplementación con proteínas de suero de leche, aminoácidos esenciales y vitamina D, junto con actividad física, ha demostrado ser beneficiosa para tratar la sarcopenia, cuando se comparan los efectos respecto a un grupo sin suplementación nutricional con actividad física. El grupo de Rondanelli realizó un ECA doble ciego con placebo en el que compararon los efectos de la suplementación con proteína de suero de leche (22 g), aminoácidos esenciales (10,9 g, incluyendo 4 g de leucina) y vitamina D [2,5 μ g (100 UI)], junto con actividad física regular, en 130 ancianos sarcopénicos durante 12 semanas. Se midió la composición corporal por DXA, la fuerza muscular (dinamometría manual) y los índices bioquímicos del estado

nutricional al inicio y al final del estudio. Sus resultados evidenciaron que la suplementación combinada con actividad física, en comparación con el placebo y actividad física, aumentó la masa libre de grasa, la MME y la fuerza prensil de la mano; mejoró la distribución androide de la grasa y las actividades de la vida diaria; y redujo la proteína C reactiva (Rondanelli et al., 2016).

La Tabla 5 recoge, a modo de resumen, los principales nutrientes estudiados para la prevención y/o el tratamiento de la sarcopenia en personas de edad avanzada, junto con su ingesta diaria recomendada para esta población.

Tabla 5. Recomendaciones nutricionales específicas para la prevención y tratamiento de la sarcopenia.			
Nutrientes de riesgo	Tipos	CDR (cantidades diarias recomendadas)	Cantidad necesaria tratar y prevenir la sarcopenia
Proteína Mitchelle et al., 2017; Martínez-Arnau et al., 2020; Yoshimura et al., 2019	Proteína total	Personas mayores sanas: 1,0-1,2 g/kg/día	1,2 - 1,5 g/kg/día
	Leucina		3-6 g/día
Vitamina D Tessier et al., 2018	Vitamina D	600 UI/día <70 años	800-1000 UI
		800 UI/día >71 años	
Omega-3 Dupont et al., 2019	EPA	500 mg/día	2,1-1,86 g
	DHA	500 mg/día	0,6-1,5 g
Antioxidantes Welch et al., 2020	Vit. E	12 mg/día (17.88 UI)	13,3–21,7 mg/día
	Vit. C	60 mg/día	181-356 mg/día
	Vit. A	800 µg/día (4.800 µg de β-caroteno)	399–8410 µg de β-caroteno/día
Combinación Bell et al., 2017; Rondanelli et al., 2016	Prot. suero, creatina, Vit. D, calcio y PUFA n-3	Calcio 1200 mg	Prot. suero: 30 g Creatina: 2,5 g Vit. D: 500 UI Calcio: 400 mg PUFA n-3: 1800 mg
	Prot. suero, AAE y Vit. D		Prot. suero: 22 g AAE: 10,9 g (4 g leucina) Vit. D: 100 UI

Por tanto, parece evidente que una dieta isocalórica, hiperproteica, rica en antioxidantes, con carácter antiinflamatorio y suplementada con vitamina D puede ayudar al mantenimiento de la masa y fuerza muscular, contribuyendo a la prevención y el tratamiento de la sarcopenia.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo general

Realizar una propuesta de intervención nutricional para la prevención y el tratamiento de la sarcopenia en población geriátrica institucionalizada.

2.2. Objetivos específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación nutricional en el centro geriátrico.
2. Analizar la prevalencia de sarcopenia en la residencia.
3. Analizar la ingesta dietética y su adecuación en el centro.
4. Proponer una intervención nutricional para la prevención y el tratamiento de la sarcopenia en la población geriátrica institucionalizada.
5. Realizar un seguimiento de dicha población.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Diseño

Se ha diseñado un protocolo de intervención nutricional.

3.2. Sujetos

Se realizará una valoración nutricional exhaustiva y el diagnóstico de riesgo de sarcopenia o sarcopenia en todos los sujetos institucionalizados de un centro geriátrico.

La intervención nutricional se llevará a cabo en los sujetos con riesgo o diagnóstico de sarcopenia.

3.3. Metodología

Las siguientes pruebas se realizarán a todos los residentes antes de comenzar la intervención y cada 6 meses. Si en las posteriores medidas se detectara algún nuevo caso de pacientes en riesgo de sarcopenia o con sarcopenia, se procedería a la intervención nutricional.

3.3.1. Análisis de la ingesta dietética

3.3.1.1. Análisis cualitativo del menú mensual ofertado

Dado que se trata de pacientes institucionalizados, se analizará la frecuencia de consumo de los principales grupos de alimentos a partir del menú planificado en el centro, teniendo en cuenta las fichas de plato para obtener información sobre los ingredientes y tamaños de ración. Para cada residente a valorar, el análisis cualitativo se corregirá en función de su ingesta (evaluada mediante el método del plato (Alianza Más Nutridos, 2015)). La adecuación cualitativa se estimará mediante la comparación con la frecuencia de consumo recomendada para la población geriátrica (SENC, 2004) y el tamaño establecido para las raciones dietéticas (Dapcich et al., 2004).

3.3.1.2. Cuantificación de la ingesta

La cuantificación de la ingesta individual de los residentes se realizará acudiendo al comedor 3 días no consecutivos, incluyendo un día festivo, y recogiendo la ingesta de cada uno mediante el método del plato. (Alianza Más Nutridos, 2015).

3.3.1.3. *Trasformación de alimentos en nutrientes*

La conversión de los alimentos en nutrientes se realizará con un *software* informático específico de análisis de dietas (programa Easy Diet). Los resultados se expresarán como media diaria en gramos, miligramos o microgramos (según corresponda) consumidos al día.

3.3.1.4. *Valoración de la adecuación de la dieta*

Se calculará la distribución porcentual calórica de los tres macronutrientes (% de proteínas, hidratos de carbono y lípidos) y del perfil lipídico (% de AGS, AGM y AGP), la densidad nutricional (DN; cantidad de nutriente por cada 1000 kcal) del colesterol y de la fibra dietética.

La adecuación de la ingesta de energía, macronutrientes (perfil calórico), perfil lipídico y fibra se realizará mediante la comparación con los objetivos nutricionales para la población española (SENC 2011).

Se calcularán también los siguientes índices de calidad de la dieta:

- Ratio piridoxina (vitamina B₆) / proteínas, puesto que los requerimientos de piridoxina aumentan con el aporte proteico. Se considera adecuada una relación de 0,02 mg piridoxina / g proteína.
- Ratio (AGM + AGP) / AGS, un índice que valora la calidad de la grasa de la dieta. Su valor debe ser mayor de 2 (valor que se le da a una dieta tradicional basada en el consumo de aceite de oliva).
- Cociente Vitamina E / AGP, que evalúa la capacidad antioxidante de la dieta. Se recomienda una relación de 0,6 mg vitamina E por cada gramo de AGP.
- Relación Ca/P, que evalúa la biodisponibilidad del calcio.
- Relación sodio/potasio.

3.3.1.5. *Adherencia a la dieta mediterránea (DM)*

La adherencia a la dieta mediterránea se estimará con el Cuestionario de Adherencia a la Dieta Mediterránea del Estudio Predimed (Martínez-González et al., 2004; Martínez-González et al., 2005). (Anexo 4.)

3.3.2. Valoración del estado nutricional

La presencia de malnutrición o riesgo de malnutrición se analizará con el *Mini Nutritional Assessment Short Form* (MNA-SF) (Guigoz et al., 1994; Kaiser et al., 2009) (Anexo 5).

3.3.3. Antropometría

Todas las medidas serán realizadas por el mismo explorador, siguiendo el protocolo de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral (SENPE) y la Sociedad Española de Geriátría y Gerontología (SEGG) en su documento de consenso sobre la valoración nutricional en población mayor (Wanden-Berghe, 2006). Antes de realizar cada determinación, todos los equipos serán calibrados siguiendo las normas de los fabricantes. Todas las medidas se determinarán por triplicado, y se considerará el valor de la media de las tres determinaciones.

- Peso (kg): se medirá con la báscula de precisión (100 g) del centro geriátrico. Cuando no se pueda pesar al paciente, se estimará el peso a partir de la distancia talón-rodilla y de la circunferencia del brazo, aplicando las siguientes fórmulas (Ross Laboratories):

Hombres:	19-59 años:	$\text{Peso (kg)} = (\text{CB} \times 3.21) + (\text{TR} \times 1.19) - 86.82$
	60-80 años:	$\text{Peso (kg)} = (\text{CB} \times 3.07) + (\text{TR} \times 1.10) - 75.81$
Mujeres:	19-59 años:	$\text{Peso (kg)} = (\text{CB} \times 2.81) + (\text{TR} \times 1.01) - 66.04$
	60-80 años:	$\text{Peso (kg)} = (\text{CB} \times 2.68) + (\text{TR} \times 1.09) - 65.51$

Donde: CB: circunferencia del brazo; TR: distancia talón-rodilla.

- Talla (cm): se determinará con un estadiómetro vertical portátil SECA 213 (precisión de 1 mm). En aquellos casos en los que el sujeto no pueda mantener la bipedestación, se estimará la talla a partir de la distancia talón-rodilla, según la fórmula de Chumlea (Chumlea et al., 1988):

Hombres: $\text{Talla (cm)} = 78.31 + [1.94 \times \text{distancia talón-rodilla (cm)}] - [0.14 \times \text{edad (años)}]$

Mujeres: $\text{Talla (cm)} = 82.21 + [1.85 \times \text{distancia talón rodilla (cm)}] - [0.21 \times \text{edad (años)}]$

- Perímetros (cm): se empleará una cinta métrica metálica inextensible Cescorf, con una precisión de 1 mm. Se tomarán los perímetros del brazo relajado, de la cintura y de la pantorrilla.

- Cálculo de índices antropométricos derivados: se calculará el índice de masa corporal (IMC) (kg/m^2) a partir de la fórmula de Quetelet:

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \text{Peso (kg)} / [(\text{Talla})^2 \text{ (m}^2\text{)}]$$

Y se catalogará siguiendo la clasificación de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO) (SEEDO, 2000).

3.3.4. Bioimpedancia

Se empleará el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) para la estimación de la composición corporal, utilizando un analizador BIA 101-A (Akern, Florencia, Italia), con una configuración de electrodos tetrapolar y modo monofrecuencia a 50 kHz. Se seguirá el protocolo estándar de Lukaski (Lukaski, 1991). El set de electrodos señal (por los que se introduce la corriente) se colocará en la muñeca (en la línea media entre los procesos estiloides) y en el tobillo (en la línea media entre los maléolos) del hemicuerpo derecho. El segundo set de electrodos (los detectores que recogen el voltaje) se colocará a 5 cm de los anteriores, en las líneas metacarpofalángica y metatarsofalángica, respectivamente. Si algún sujeto tuviera una prótesis metálica en la cadera y/o rodilla derecha, el análisis se realizará en el hemicuerpo derecho.

Para realizar este análisis los sujetos deberán estar en ayunas de al menos 2 horas y deberán vaciar la vejiga antes de la medición. Durante la prueba los pacientes permanecerán tumbados en posición de decúbito supino sobre una camilla de material no conductor, con los brazos ligeramente separados del cuerpo (formando aproximadamente un ángulo de 30°), con las piernas separadas de forma que los tobillos disten al menos 20 cm y sin contacto entre los muslos. Todos los sujetos estarán vestidos, a excepción de zapatos y calcetines, y serán despojados de cualquier objeto metálico. Si el participante llevara pañal, éste debe permanecer seco.

La estimación de la composición corporal a partir de BIA se realizará aplicando el modelo predictivo de Kyle et al. para la masa libre de grasa (MLG) (Kyle et al., 2001):

$$MLG = (-4,104) + [0,518 (T^2/R)] + (0,231 P) + (0,130 Xc) + (4,229 S)$$

Donde: MLG: masa libre de grasa (kg); T: talla (cm); R: resistencia (ohm); P: peso (kg); Xc: reactancia (ohm); S: sexo (1=varón; 0=mujer).

La masa grasa se calculará, teniendo en cuenta el modelo bicompartimental, mediante la fórmula:

$$MG = P - MLG$$

Donde: MG: masa grasa; MLG: masa libre de grasa (kg); P: peso (kg).

La masa muscular esquelética apendicular (MMEA) se estimará mediante la ecuación de Sergi et al. (Sergi et al., 2015):

$$MMEA = -3.964 + (0.227 T^2/R) + (0.095 P) + (1.384 S) + (0.064 Xc)$$

Donde: MMEA: masa muscular esquelética apendicular (kg); T: talla (cm); R: resistencia (Ohm); P: peso (kg); S: sexo (1=varón; 0=mujer); Xc: reactancia (Ohm).

3.3.5. Fuerza muscular

La fuerza muscular se determinará estimando la fuerza prensil de la mano mediante dinamometría (4,8). Para ello se empleará un dinamómetro hidráulico de mano Jamar, y se seguirá el protocolo de la Sociedad Americana de Terapeutas de Mano (ASHT) (Mathiowetz et al., 1984). La prueba se repetirá tres veces con cada mano, esperando 30-60 segundos entre ellas. Se tomará como válido el valor más alto de las mediciones (Anexo 2).

3.3.6. Rendimiento físico

Se determinará mediante la batería SPPB (Anexo 3) y/o el test de la velocidad de la marcha, ya explicados en la Introducción.

3.3.7. Sarcopenia

Para el diagnóstico de la sarcopenia se emplearán los criterios diagnósticos del EWGSOP2 (Cruz-Jentoft et al., 2019). El riesgo de sarcopenia se evaluará mediante el cuestionario SARC-F (Malmstrom et al., 2013; Parra-Rodríguez et al., 2016) (Anexo 1); la fuerza muscular se evaluará a partir de la fuerza prensil manual, como se ha indicado previamente; y la masa muscular se cuantificará a partir de la MMEA estimada por BIA (apartado 3.3.3).

3.4. Propuesta de intervención

3.4.1. Prevención de la sarcopenia

Tras el análisis de la dieta ofertada por el centro geriátrico se corregirá el menú, siguiendo el patrón de DM, para adaptarlo a las necesidades del residente tipo, que presenta las siguientes características:

Mujer de 87 años, con un IMC que indica sobrepeso (27,3 kg/m²), independiente, con riesgo de desnutrición, frágil, con deterioro cognitivo, polimedicada y con enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT).

Se plantea una **dieta basal** con la siguiente fórmula nutricional:

- Valor calórico total (VCT):

La estimación de requerimientos se ha realizado a partir del cálculo del gasto energético basal a partir de la fórmula de Harris Benedict, empleando un factor de actividad (FA) de 1,3, que se corresponde con una actividad ligera:

- Varones: $66,47 + (13,75 * P) + (5 * H) - (6,76 * E) = 1377 \text{ kcal} * 1,3 \text{ (FA)} = 1790 \text{ kcal}$
- Mujeres: $655,1 + (9,56 * P) + (1,85 * H) - (4,68 * E) = 1190 \text{ kcal} * 1,3 \text{ (FA)} = 1550 \text{ kcal}$

Donde: P: peso (kg); H: estatura (cm); E: edad (años).

Para cubrir las necesidades energéticas de todos los residentes se tomará un de 1800 kcal/día para la dieta basal.

- Proteínas: 1,2 g/kg peso y día, lo que equivale a 92,4 g/día, y, aproximadamente, el 20% de la energía total diaria.
- Carbohidratos (CHO): 50% del VCT, de los cuales, azúcares simples: <10% del VCT.
- Lípidos totales: 30% del VCT.
- Colesterol: <300mg/día.
- Perfil lipídico: AGS: 7% del VCT, AGM: 17% del VCT y AGP: 6% del VCT.
AG ω -3: EPA: 2 g/día y DHA: 1g/día.
- Fibra dietética: 14 g/1000 kcal, 25g de fibra al día.
- Vitaminas y minerales: lo indicado en las RDA (Anexo 6), excepto vitamina D: 1000 UI /día (25 μ g de colexicalciferol).

Esta dieta cumplirá los criterios de los siguientes índices de calidad dietética:

- Ratio vitamina B₆/proteínas: >0,02 mg piridoxina/g proteína.
- Calidad de la grasa de la dieta:
 - o Ratio (AGM + AGP) / AGS \geq 2.
 - o Ratio AGP/AGS \geq 0,5.
- Capacidad aterogénica de la dieta: CSI=16/1000 kcal [CSI = (1,01*AGS) + (0,05*Colesterol)].
- Capacidad antioxidante de la dieta: cociente vitamina E/AGP>0,4 mg de vitamina E/g AGP.

La distribución de la energía en las distintas ingestas se realizará de acuerdo con la Figura 2.

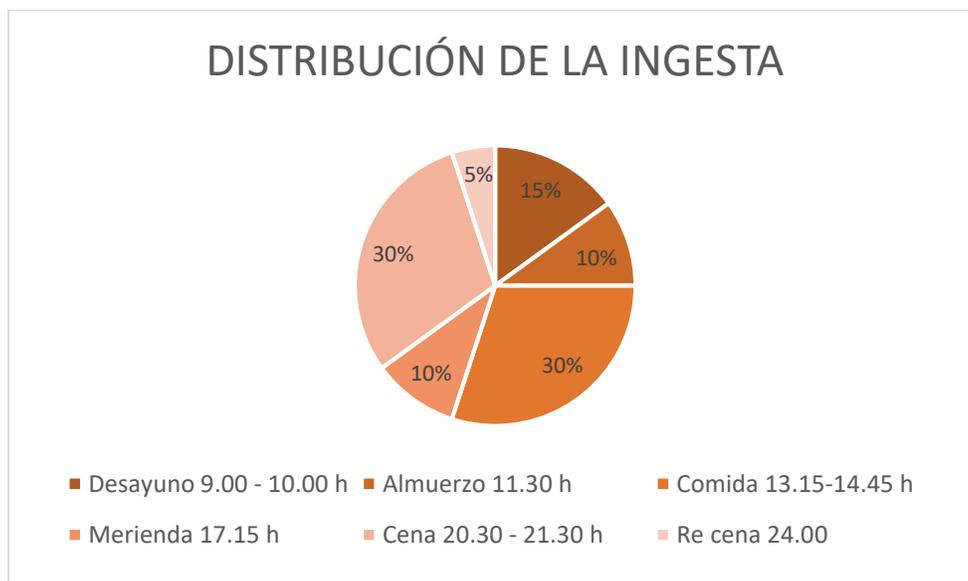


Figura 2. Distribución del VCT en las distintas ingestas.

La ingesta de proteínas se realizará de acuerdo a la distribución de la Figura 3.

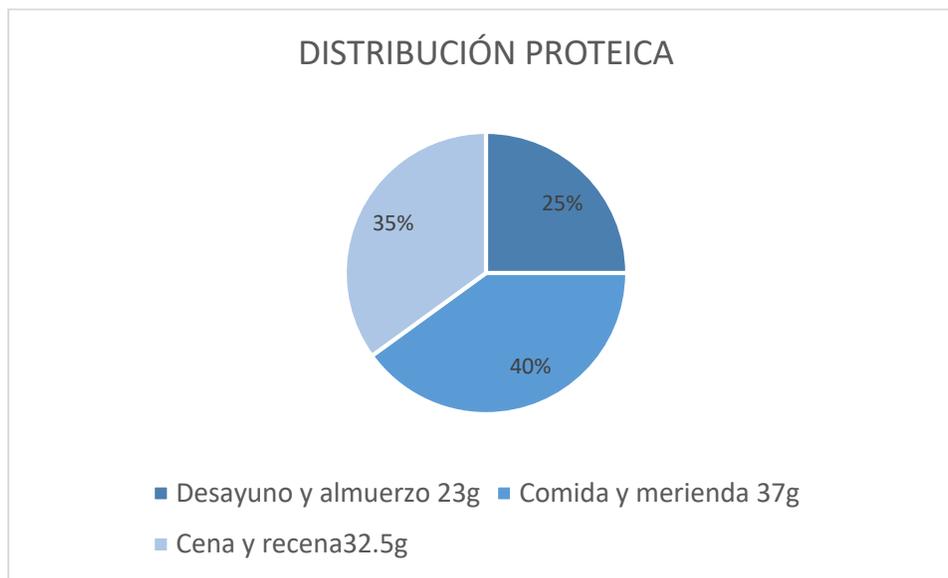


Figura 3. Distribución de la ingesta de proteínas a lo largo del día.

La dieta basal se planificará teniendo en cuenta la frecuencia de consumo de los distintos grupos de alimentos y los tamaños de raciones estándar recomendados para la dieta mediterránea (Tabla 6, Anexo 7).

Tabla 6. Frecuencia de consumo de alimentos y tamaños de raciones estándar.		
Alimentos	Frecuencia de consumo	Raciones estándares
Agua	2 l diarios	200 ml
Frutas ¹	2-3 al día	120-200 g 100-150 g de compota
Verduras ²	2-3 raciones al día	150-200 g
AOVE	3-5 al día	10 ml
Cereales ³	4-6 al día	40 g pan 60 g pasta, arroz
Frutos secos/semillas ⁴	2 raciones a la semana	20 g
Lácteos ⁵	2-3 raciones al día	200 ml leche 250 g yogur 40 g queso curado 80 g queso fresco
Legumbres	3 raciones a la semana	60-80 g
Tubérculos	3 raciones a la semana	150-200 g

Pescado blanco	2-3 raciones a la semana	125-150 g
Pescado azul	1-2 ración a la semana	100-125 g
Huevos	4 raciones a la semana	60 g
Carnes blancas	4 raciones a la semana	100-125 g
Azúcar ⁶	≤ 2 ración al día	8 g de azúcar 10 g de miel 25 g de mermelada
Sal, condimentos y especias	Se controlará el aporte de sal de todas las comidas, suprimiendo la sal en mesa. Se pueden usar otros condimentos y/o especias.	

AOVE: aceite de oliva virgen extra.

¹Frutas: sin pepitas (retiradas), maduras, de fácil masticación, priorizando las frutas de temporada. Se les darán peladas aquellas frutas que tengan cáscara.

²Verduras: evitar las verduras muy fibrosas crudas. Incluir verduras crudas y cocinadas.

³Cereales: integrales siempre que sea posible.

⁴Frutos secos: triturados o en forma de pasta de almendra o similar.

⁵Lácteos: enteros o desnatados, sin azúcar añadido.

⁶Azúcar: siempre en sustitución de cantidades isocalóricas de carbohidratos.

Residentes con la intervención: cambia la frecuencia de consumo de algún grupo de alimentos

En el caso de sujetos que, por el motivo que sea, no sean capaces de cubrir el 75% de los requerimientos, habrá que recurrir a la fortificación y/o suplementación (suplementos de nutrición oral y/o módulos de nutrientes específicos) para garantizar que se cubran los requerimientos.

Se pautarán suplementos de nutrición oral (SNO) de forma individualizada en función de las necesidades de los residentes. Se emplearán fórmulas normo o hipercalóricas e hiperproteicas, módulos de proteína, con especial atención a los módulos enriquecidos en leucina, o técnicas de alimentación básica adaptada, fortificando alimentos con leche desnatada en polvo, clara de huevo, huevo entero, etc.

3.4.2. Intervención para los sujetos en riesgo de sarcopenia o con sarcopenia diagnosticada

a) Sarcopenia en sujetos obesos: obesidad sarcopénica

La pérdida de peso será un objetivo cuando el IMC >30 kg/m² y el paciente tenga limitaciones funcionales y/o patología cardiovascular o factores de riesgo asociados u otras patologías o situaciones que lo precisen (artropatías...). La pérdida de peso será gradual y moderada (entre 0.4-0.9 kg/semana), se combinará con actividad física y tratamiento conductual. En estos casos se prescribirá una dieta hipocalórica (nivel de restricción en función de la sobrecarga de masa grasa), hiperproteica (1,5 g proteína/kg de peso y día), manteniendo el resto de las características de la dieta basal.

Del mismo modo, en los casos de sobrepeso, especialmente si existen factores de riesgo cardiovascular asociados, se ajustará el valor calórico y el perfil lipídico de la dieta de acuerdo a las necesidades individuales de cada sujeto, garantizando el aporte de proteínas (1,5 g proteína/kg de peso y día).

En todos los casos la dieta se combinará con un programa adecuado y adaptado de ejercicio (fuerza, resistencia, equilibrio y flexibilidad).

b) Sarcopenia en sujetos con normopeso o desnutridos

Para los sujetos sarcopénicos con normopeso se prescribirá la dieta basal planteada anteriormente aumentando el aporte proteico hasta 1,5 g/kg de peso y día.

En los sujetos desnutridos es prioritario revertir la desnutrición, individualizando los aportes en función de las características de cada uno, manteniendo siempre una adecuada relación entre las calorías proteicas y las no proteicas. En este caso es especialmente importante la prescripción de suplementos de nutrición oral o módulos de nutrientes específicos, para aumentar la densidad energética y nutricional sin aumentar significativamente el volumen de ingesta. Habrá que valorar también fraccionar más las ingestas para minimizar la sensación de saciedad.

Igual que en los casos anteriores, la dieta se combinará con un programa adecuado y adaptado de ejercicio (fuerza, resistencia, equilibrio y flexibilidad).

En cualquiera de los casos de sarcopenia, para conseguir el aporte proteico y cubrir los requerimientos del resto de los nutrientes específicos, si fuera el caso, se pueden emplear suplementos de nutrición oral hiperproteicos, que además utilicen como fuente mayoritaria de lípidos AGP n3, además de contener vitamina D y antioxidantes. Por otra parte, habrá que disponer de módulos específicos de proteína completa ricos en leucina, y/o módulos aislados de leucina.

4. PLAN DE TRABAJO

El proyecto de intervención diseñado se va a aplicar en una residencia situada en la ciudad de Burgos con una capacidad máxima de 67 sujetos.

Se estima una duración mínima de un año y medio y máxima de dos años para la realización del proyecto. La Figura 4 refleja el plan de trabajo del proyecto. Éste se divide en tres etapas:

- **Primera etapa:** Diagnóstico y planificación dietética.
 - Diagnóstico nutricional y de sarcopenia. y planificación de la dieta basal del centro de acuerdo a los objetivos propuestos.
 - Duración estimada de aproximadamente 3 meses.
- **Segunda etapa:** Intervención nutricional y seguimiento.
 - A los sujetos sarcopénicos se les realizarán 4 controles, con una periodicidad trimestral.
 - Los sujetos no sarcopénicos serán valorados cada 6 meses.
- **Tercera etapa:** Análisis y valoración de los resultados.
 - Definición de la pauta de actuación en el centro.
 - Difusión de los mismos.
 - Duración estimada máxima de 3 meses.

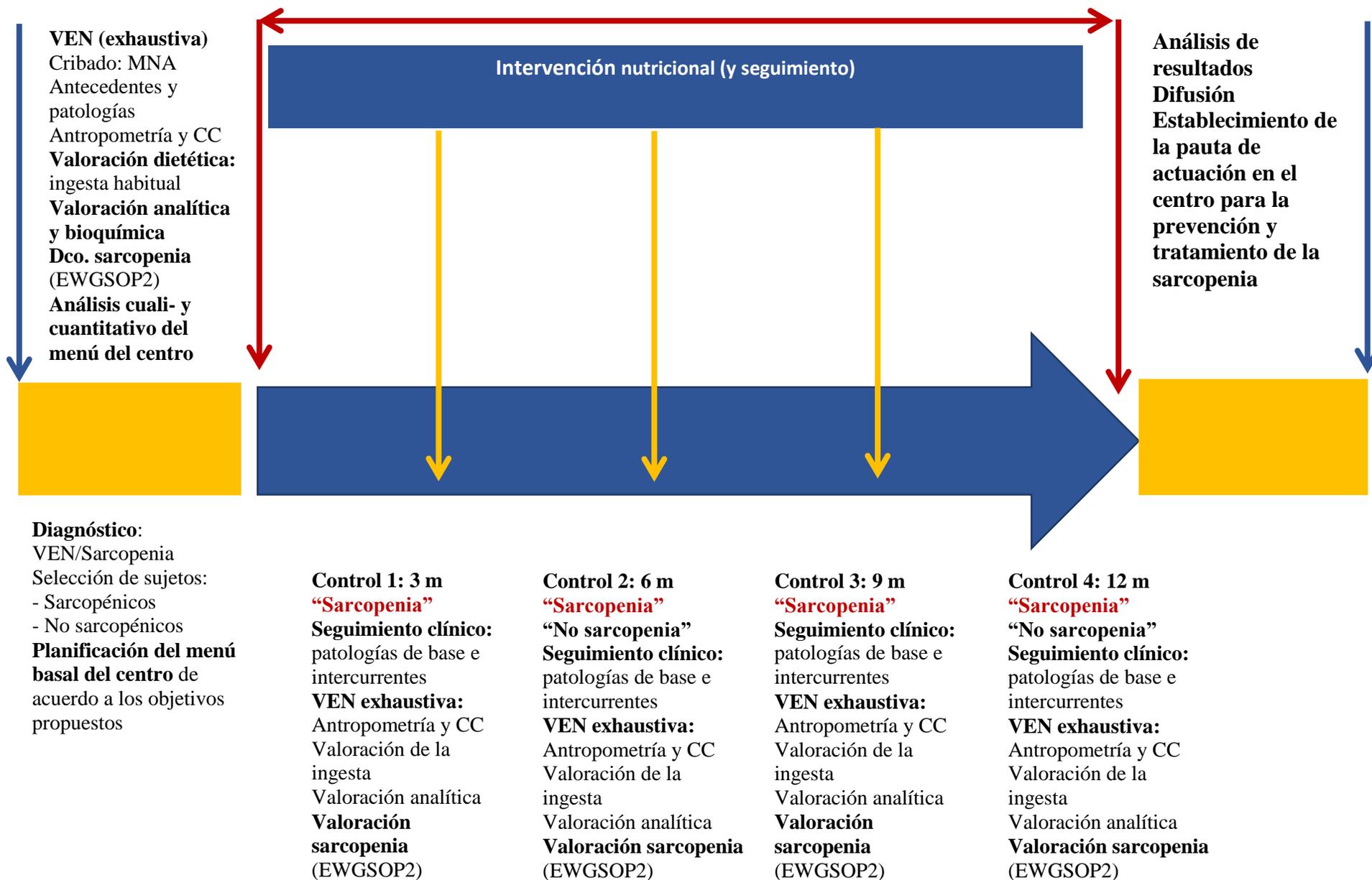


Figura 4. Plan de trabajo.

5. EQUIPO INVESTIGADOR

El equipo investigador estará formado por el personal de la residencia de mayores: el médico geriatra del centro (ADS), dos enfermeras (JDM y AML), dos Técnicos en Cuidados Auxiliares de Enfermería (SCC y CCL) y una dietista-nutricionista (MMA). En la Tabla 7 se indica la asignación de las tareas.

Tabla 7. Asignación de tareas del equipo				
	Geriatra	Enfermería	Dietista	Aux.
Análisis cuali- y cuantitativo del menú del centro			X	
Valoración de la ingesta individual (incluyendo asistencia al comedor)			X	X
Valoración nutricional y de la composición corporal	X	X	X	
Valoración funcional: fuerza muscular, rendimiento físico	X	X	X	
Planificación de la dieta basal del centro			X	
Diagnóstico nutricional e identificación del riesgo y/o sarcopenia	X		X	
Análisis, valoración y difusión de los resultados	X	X	X	
Pautas de actuación prevención y tratamiento de la sarcopenia	X	X	X	X

6. UTILIDAD PRÁCTICA DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN A LA SALUD

Dada la elevada prevalencia de sarcopenia en personas mayores institucionalizadas, disponer de una dieta basal bien planificada que cubra los requerimientos de todos los nutrientes necesarios para optimizar el estado nutricional y la capacidad funcional de los sujetos de edad avanzada constituye la mejor estrategia para reducir el riesgo de sarcopenia y fragilidad.

Si las recomendaciones se cubren con la alimentación, se conseguirá mayor adherencia a la dieta equilibrada, con mayor placer para los residentes, y un menor coste económico que si se emplean suplementos.

7. MEDIOS DISPONIBLES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

La residencia de mayores dispone de todo el material necesario para las valoraciones antropométricas (una báscula SECA, un estadiómetro portátil SECA 213 y cintas métricas antropométricas Lufkin W606PM), la determinación de la fuerza prensil (dinamómetro hidráulico Jamar) y el análisis de composición corporal por bioimpedancia (camilla, bioimpedanciómetro BIA-AKERN-101 y material fungible para su utilización: electrodos Biatrodes, algodón y alcohol etílico).

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abellan Van Kan, G., Rolland, Y., Andrieu, S., Bauer, J., Beauchet, O., Bonnefoy, M., et al. (2009). Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) task force. *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 13(10), 881–889.
- Ajejas Bazán M. J., Julia Wärnberg, Isabel Jiménez Trujillo, Silvia Domínguez Fernández et al. (2021). Prevalencia de sarcopenia determinada por diferentes criterios diagnósticos en ancianos hospitalizados.
- Alianza Más Nutridos. (2015). Cuaderno nº 2. Hacia la desnutrición cero en centros hospitalarios: plan de acción. *Fundación Abbott y SENPE*, pp: 24- 31.
- Annweiler, C., Henni, S., Walrand, S., Montero-Odasso, M., Duque, G., & Duval, G. T. (2017). Vitamin D and walking speed in older adults: Systematic review and meta-analysis. *In Maturitas*, 106, 8–25.
- Bell, K. E., Snijders, T., Zulyniak, M., Kumbhare, D., Parise, G., Chabowski, et al. (2017). A whey protein-based multi-ingredient nutritional supplement stimulates gains in lean body mass and strength in healthy older men: A randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 12(7).
- Bloom, I., Shand, C., Cooper, C., Robinson, S., & Baird, J. (2018). Diet quality and sarcopenia in older adults: A systematic review. *In Nutrients*, 10(3), 308.
- Brouwer-Brolsma, E.M., Bischoff-Ferrari, H.A., Bouillon, R., Feskens, E.J., Gallagher, C.J., Hypponen, E., et al. (2013). Vitamin D: Do we get enough? A discussion between vitamin D experts in order to make a step towards the harmonisation of dietary reference intakes for vitamin D across Europe. *Osteoporos*, 24(5), 1567–1577.
- Buckinx, F., Landi, F., Cesari, M., Fielding, R. A., Visser, M., Engelke, K., et al. (2018). Pitfalls in the measurement of muscle mass: a need for a reference standard. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 9(2), 269-78.
- Cesari, M., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Simonsick, E. M., Harris, T. B., Penninx, B. W., et al. (2009). Added value of physical performance measures in predicting adverse health-related events: Results from the health, aging and body composition study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(2), 251–9.
- Cholewa, J. M., Dardevet, D., Lima-Soares, F., de Araújo Pessôa, K., Oliveira, P. H., dos Santos Pinho, J. R., et al. (2017). Dietary proteins and amino acids in the control of the muscle mass during immobilization and aging: role of the MPS response. *In Amino Acids*, 49(5), 811–820.

- Chumlea, W. C., Guo, S., Roche, A. F., & Steinbaugh, M. L. (1988). Prediction of body weight for the nonambulatory elderly from anthropometry. *Journal of the American Dietetic Association*, 88(5), 564–568.
- Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria 2011. Objetivos nutricionales para la población española. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, 17(4):178-99.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J.P., Bauer, J.M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., et al. European Working Group on Sarcopenia in Older People. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39(4), 412-23.
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., et al. European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP 2). (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48, 16-31.
- Dapcich V, Salvador Castell G, Ribas Barba L, Pérez Rodrigo C, Aranceta Bartrina J, Serra Majem Ll. (2004). Guía de la alimentación saludable. *Editado por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC)*, 33(8), 1-48.
- Dirks, M. L., Tieland, M., Verdijk, L. B., Losen, M., Nilwik, R., Mensink, M., et al. (2017). Protein Supplementation Augments Muscle Fiber Hypertrophy but Does Not Modulate Satellite Cell Content During Prolonged Resistance-Type Exercise Training in Frail Elderly. *Journal of the American Medical Directors Association*, 18, 608–615.
- Dodds, R. M., Syddall, H. E., Cooper, R., Benzeval, M., Deary, I. J., Dennison, E. et al. (2014). Grip strength across the life course: Normative data from twelve British studies. *PLoS ONE*, 9(12), 113637.
- Dupont, J., Dedeyne, L., Dalle, S., Koppo, K., & Gielen, E. (2019). The role of omega-3 in the prevention and treatment of sarcopenia. *Aging Clinical and Experimental Research*, 31(6), 825–836.
- Englund, D. A., Kirn, D. R., Koochek, A., Zhu, H., Trivison, T. G., Reid, K. F., et al. (2018). Nutritional supplementation with physical activity improves muscle composition in mobility-limited older adults, the VIVE2 study: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 73, 95–101.
- Farsijani, S., Morais, J. A., Payette, H., Gaudreau, P., Shatenstein, B., Gray-Donald, K., et al (2016). Relation between mealtime distribution of protein intake and lean mass loss in free-living older adults of the NuAge study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 104(3), 694–703.

- Franzke, B., Neubauer, O., Cameron-Smith, D., & Wagner, K. H. (2018). Dietary protein, muscle and physical function in the very old. *In Nutrients*, 10(7), 935.
- Guigoz Y, Vellas B & Garry PJ. (1994). Mini Nutritional Assessment: a practical assessment tool for grading the nutritional state of elderly patients. *Facts Res Gerontol*, 12, 15-59.
- Guralnik, J.M., Simonsick, E.M., Ferrucci, L., Glynn, R.J., Berkman, L.F., Blazer, D.G. et al. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journal of Gerontology*, 49(2), M85–94.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(5), 889–96.
- Jones, C. J., Rikli, R. E., & Beam, W. C. (1999). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(2) 113-9
- Kaiser MJ, Bauer JM, Ramsch C, Uter W, Guigoz Y, Cederholm T, et al. (2009). Validation of the Mini Nutritional Assessment Short-Form (MNA®-SF): A practical tool for identification of nutritional status. *J Nutr Health Aging*, 13(9), 782-788.
- Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO & Pichard C. (2001). Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition*, 17(3), 248-53.
- Kyle, U.G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A.D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J.M., et al. (2004). The ESPEN Working Group. Bioelectrical impedance analysis, part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226-1243.
- Landi, F., Onder, G., Russo, A., Liperoti, R., Tosato, M., Martone, A. M., et al. (2014). Calf circumference, frailty and physical performance among older adults living in the community. *Clinical Nutrition*, 33(3), 539–44.
- Liao, C. De, Chen, H. C., Huang, S. W., & Liou, T. H. (2019). The role of muscle mass gain following protein supplementation plus exercise therapy in older adults with sarcopenia and frailty risks: A systematic review and meta-regression analysis of randomized trials. *In Nutrients*, 11(8), 1713.
- Lukaski HC. (1991). Assessment of body composition using tetrapolar impedance analysis. In: Whitehead RG, Prentice A, editors. New techniques in nutritional research. *San Diego; Academic Press*, 303-15.
- Malmstrom TK & Morley JE. (2013). SARC-F: A simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia. *JAMDA*, 14(8), 531-532.

- Malmstrom, T. K., Miller, D.K., Simonsick, E.M., Ferruchi, L., Morley, J.E. (2016). SARC-F: a symptom score to predict persons with sarcopenia at risk for poor functional outcomes. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 7(1), 28-36.
- Mamerow, M. M., Mettler, J. A., English, K. L., Casperson, S. L., Arentson-Lantz, E., Sheffield-Moore, M., et al. (2014). Dietary protein distribution positively influences 24-h muscle protein synthesis in healthy adults. *Journal of Nutrition*. 144(6), 876–880.
- Martínez-Arnau, F. M., Fonfría-Vivas, R., Buigues, C., Castillo, Y., Molina, P., Hoogland, A. J., et al. (2020). Effects of leucine administration in sarcopenia: A randomized and placebo-controlled clinical trial. *Nutrients*, 12(4), 932.
- Martínez-González, M. A., López-Fontana, C., Varo, J. J., Sánchez-Villegas, A., & Martinez, J. A. (2005). Validation of the Spanish version of the physical activity questionnaire used in the Nurses' Health Study and the Health Professionals' Follow-up Study. *Public Health Nutrition*, 8(7), 920–927.
- Martínez-González MA, Fernández-Jarne E, Serrano-Martínez M, Wright M & Gomez-Gracia E. (2004). Development of a short dietary intake questionnaire for the quantitative estimation of adherence to a cardioprotective Mediterranean diet. *Eur J Clin Nutr*, 58(11), 1550-2.
- Mathiowetz V, Weber K, Volland G & Kashman N. (1984). Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J Hand Surg Am.*, 9(2), 222-226.
- Mitchell, C. J., Milan, A. M., Mitchell, S. M., Zeng, N., Ramzan, F., Sharma, P., et al. 2017. The effects of dietary protein intake on appendicular lean mass and muscle function in elderly men: A 10-wk randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 106(6), 1375–1383.
- Moore, D. R., Churchward-Venne, T. A., Witard, O., Breen, L., Burd, N. A., Tipton, K. D., et al. (2015). Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 70(1), 75-62
- Navalón Alcañiz, R., & Martínez González-Moro, I. (2020). Valoración del grado de deterioro funcional y fragilidad en adultos mayores activos (Assessment of the degree of functional impairment and fragility in active elderly). *Retos*, 38, 576-81
- Parra-Rodríguez L, Szlejf C, García-González AI, Malmstrom TK, Cruz-Arenas E & Rosas-Carrasco O. (2016). Cross-cultural adaptation and validation of the Spanish-language version of the SARC-F to assess sarcopenia in Mexican community-dwelling older adults. *JAMDA.*, 17(12), 1142-1146.
- Podsiadlo, D & Richardson, S. (1991). The Timed Up and Go: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2): 142-8.

- Roberts, H. C., Denison, H. J., Martin, H. J., Patel, H. P., Syddall, H., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: Towards a standardised approach. *In Age and Ageing*, 40(4), 423–429.
- Robinson, S. M., Reginster, J. Y., Rizzoli, R., Shaw, S. C., Kanis, J. A., Bautmans, I., et al (2018). Does nutrition play a role in the prevention and management of sarcopenia? *In Clinical Nutrition*, 37(4), 1121–1132.
- Rodríguez-Rejón, A. I., Ruiz-López, M. D., Wanden-Berghe, C., & Artacho, R. (2019). Prevalence and Diagnosis of Sarcopenia in Residential Facilities: A Systematic Review. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 10(1), 51–58.
- Rondanelli, M., Klersy, C., Terracol, G., Talluri, J., Maugeri, R., Guido, D., et al. (2016). Whey protein, amino acids, and Vitamin D supplementation with physical activity increases fat-free mass and strength, functionality, and quality of life and decreases inflammation in sarcopenic elderly. *American Journal of Clinical Nutrition*, 103(3), 830–840.
- Salvà, A., Serra-Rexach, J. A., Artaza, I., Formiga, F., Rojano i Luque, X., Cuesta, F., et al. (2016). La prevalencia de sarcopenia en residencias de España: comparación de los resultados del estudio multicéntrico ELLI con otras poblaciones. *Revista Espanola de Geriatria y Gerontologia*, 51(5), 260–264.
- Semba, R. D., Ferrucci, L., Sun, K., Walston, J., Varadhan, R., Guralnik, J. M., et al. (2007). Oxidative Stress and Severe Walking Disability among Older Women. *American Journal of Medicine*, 120(12), 1084–1089.
- Sergi, G., De Rui, M., Veronese, N., Bolzetta, F., Berton, L., Carraro, S., et al. (2015). Assessing appendicular skeletal muscle mass with bioelectrical impedance analysis in free-living Caucasian older adults. *Clinical Nutrition*, 34(4), 667-73.
- Shafiee, G., Keshtkar, A., Soltani, A., Ahadi, Z., Larijani, B., & Heshmat, R. (2017). Prevalence of sarcopenia in the world: A systematic review and meta- analysis of general population studies. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, 16, 21.
- Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). (2004). Guía de la alimentación saludable. *Madrid: SENC*, pp: 95-99.
- Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad. (2000). Consenso SEEDO 2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin*, 115, 587-597.
- Stella, A. B., Cappellari, G. G., Barazzoni, R., & Zanetti, M. (2018). Update on the impact of omega 3 fatty acids on inflammation, insulin resistance and sarcopenia: A review. *In International Journal of Molecular Sciences*, 19(1), 218.

- Tessier, A. J., & Chevalier, S. (2018). An update on protein, leucine, omega-3 fatty acids, and vitamin d in the prevention and treatment of sarcopenia and functional decline. *In Nutrients*, *10*(8), 1099.
- Uusi-Rasi, K., Patil, R., Karinkanta, S., Kannus, P., Tokola, K., Lamberg-Allardt, C., et al. (2015). Exercise and vitamin D in fall prevention among older women: A randomized clinical trial. *JAMA*, *175*(5), 703–711.
- Vaes, A. M. M., Brouwer-Brolsma, E. M., Toussaint, N., de Regt, M., Tieland, M., van Loon, L. J. C., et al. (2019). The association between 25-hydroxyvitamin D concentration, physical performance and frailty status in older adults. *European Journal of Nutrition*, *58*(3), 1173–1181.
- Vellas, B., Cesari, M., Li, J., Rodriguez-Mañas, L., & Castro, M. (2016). El libro blanco de la fragilidad. *Madrid: IAGG e SEMEG*.
- Vestergaard, S., Patel, K. V., Bandinelli, S., Ferrucci, L., & Guralnik, J. M. (2009). Characteristics of 400-meter walk test performance and subsequent mortality in older adults. *Rejuvenation Research*, *12*(3), 177-84.
- Wanden-Berghe C. (2006). Valoración Antropométrica. En: Planas M, ed. Valoración Nutricional en el Anciano. *Madrid: Galénitas-Nigra-Trea*, pp: 77-96.
- Welch, A. A., Jennings, A., Kelaiditi, E., Skinner, J., & Steves, C. J. (2020). Cross-Sectional Associations Between Dietary Antioxidant Vitamins C, E and Carotenoid Intakes and Sarcopenic Indices in Women Aged 18–79 Years. *Calcified Tissue International*, *106*(4), 331–342.
- Yamada, M., Kimura, Y., Ishiyama, D., Nishio, N., Otobe, Y., Tanaka, T., et al. (2019). Synergistic effect of bodyweight resistance exercise and protein supplementation on skeletal muscle in sarcopenic or dynapenic older adults. *Geriatrics and Gerontology International*, *19*(5), 429–437.
- Yamada, Y., Nishizawa, M., Uchiyama, T., Kasahara, Y., Shindo, M., Miyachi, et al. (2017). Developing and validating an age-independent equation using multi-frequency bioelectrical impedance analysis for estimation of appendicular skeletal muscle mass and establishing a cutoff for sarcopenia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *14*(7), 809.
- Yoshimura, Y., Bise, T., Shimazu, S., Tanoue, M., Tomioka, Y., Araki, M, et al. (2019). Effects of a leucine-enriched amino acid supplement on muscle mass, muscle strength, and physical function in post-stroke patients with sarcopenia: A randomized controlled trial. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, *58*, 1–6.

9. ANEXOS

ANEXO 1: Cuestionario SARC-F. Cribado para evaluar el riesgo de sarcopenia.

Cuestionario SARC-F. Cribado para evaluar el riesgo de sarcopenia		
Ítem	Preguntas	Puntaje
1. Fuerza	¿Qué dificultad tiene para llevar o cargar 4.5 kilogramos?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha o incapaz = 2
2. Asistencia para caminar	¿Qué dificultad tiene para cruzar caminando una habitación?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha, usando auxiliares o incapaz = 2
3. Levantarse de una silla	¿Qué dificultad tiene para trasladarse de una silla o cama?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha o incapaz, sin ayuda = 2
4. Subir escaleras	¿Qué dificultad tiene para subir 10 escalones?	Ninguna = 0 Alguna = 1 Mucha o incapaz = 2
5. Caídas	¿Cuántas veces se ha caído en el último año?	Ninguna = 0 1 a 3 caídas = 1 4 o más caídas = 2
Si la puntuación total es ≥ 4 puntos, se define como sarcopenia.		

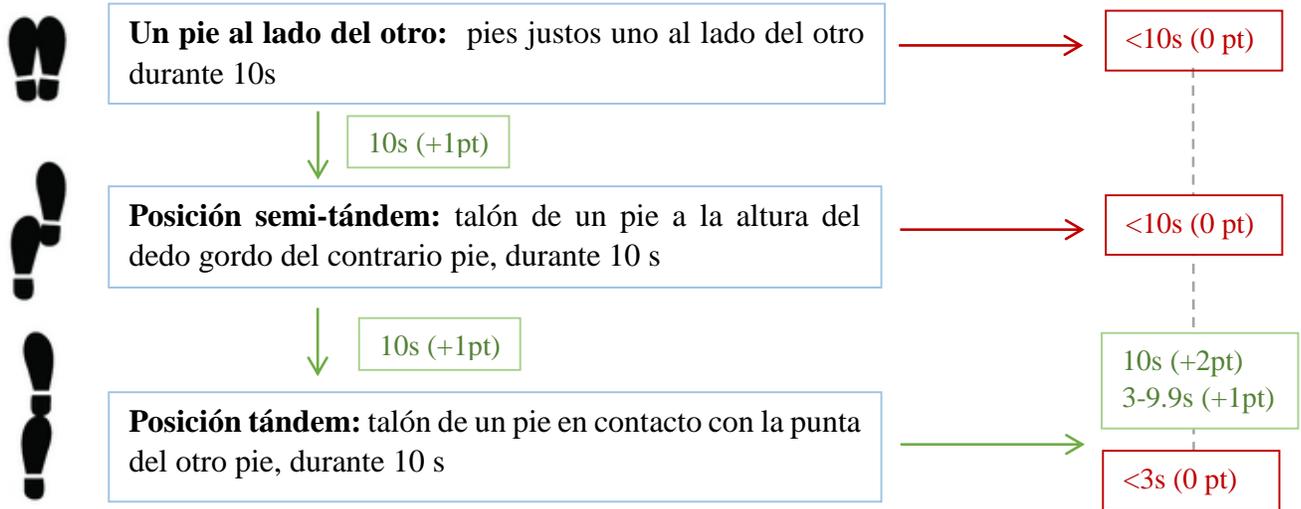
ANEXO 2: Protocolo de Southampton para la medición de la fuerza de agarre en adultos.
Dinamómetro Jamar.

1. Siente al participante en una silla estándar con patas, respaldo y brazos fijos. Usar la misma silla para cada medida.
2. Los brazos deben descansar sobre en los brazos de la silla con la muñeca justo sobre el extremo del brazo de la silla: muñeca en posición neutra, pulgar hacia arriba.
3. Demuestre cómo usar el Dinamómetro de empuñadura Jamar para demostrar ese agarre registra muy de cerca la mejor puntuación.
4. Inicie la medición con la mano derecha.
5. Coloque la mano de modo que el pulgar está alrededor de un lado del mango y los cuatro dedos están alrededor del otro lado. El instrumento debe sentirse cómodo en la mano. Modifique la posición del mango si es necesario.
6. El observador debe apoyar la base del dinamómetro en la palma de su mano como tema sostiene el dinamómetro. El objetivo de esto es soportar el peso del dinamómetro (para negar el efecto de la gravedad en la fuerza máxima), pero se tiene que tener cuidado para no restringir su movimiento.
7. Anime al participante a apretar tanto tiempo como lo más apretado posible o hasta que la aguja se detenga creciente. Una vez que la aguja deja de subir el participante se le puede indicar que deje de apretar.
8. Leer la fuerza en kilogramos del dial exterior y registrar el resultado al 1 kg más cercano en los datos formulario de entrada.
9. Repita la medición a la mano izquierda.
10. Realice dos mediciones más en cada mano alternando lados, dar tres lecturas en total para cada lado.
11. Escoger el mejor agarre de los tres.
12. También registre el dominio de la mano, es decir, derecha, izquierda o ambidiestra.



ANEXO 3. SPPB

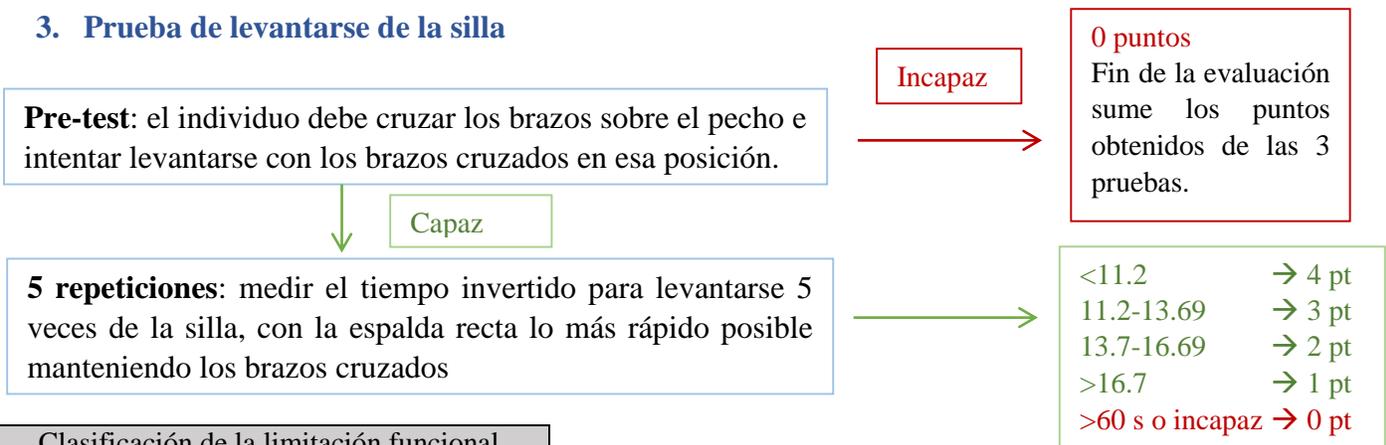
1. Prueba del equilibrio



2. Prueba de la velocidad de la marcha



3. Prueba de levantarse de la silla



Clasificación de la limitación funcional	
Puntuación final	Clasificación
0 - 3	Limitación grave
4 - 6	Limitación moderada
7 - 9	Limitación leve
10 - 12	Limitación mínima

ANEXO 4: CUESTIONARIO DE ADHERENCIA A LA DIETA MEDITERRANEA

Pregunta	Modo de valoración	Puntos
¿Usa usted el aceite de oliva como principal grasa para cocinar?	Si = 1 punto No = 0 puntos	
¿Cuánto aceite de oliva consume en total al día (incluyendo el usado para freír, el de las comidas fuera de casa, las ensaladas, etc.)?	Dos o más cucharadas = 1 punto Menos de dos cucharadas = 0 puntos	
¿Cuántas raciones de verdura u hortalizas consume al día (las guarniciones o acompañamientos contabilizan como ½ ración)?	Dos o más a día (al menos una de ellas en ensaladas o crudas) =1 punto Menos de dos raciones = 0 puntos	
¿Cuántas piezas de fruta (incluyendo zumo natural) consume al día?	Tres o más al día=1 punto Menos de tres= 0 puntos	
¿Cuántas raciones de carnes rojas, hamburguesas, salchichas o embutidos consume al día (una ración equivale a 100-150 gr)?	Menos de una al día =1 punto Más de una ración = 0 puntos	
¿Cuántas raciones de mantequilla, margarina o nata consume al día (una porción individual equivale a 12 gr)?	Menos de una al día=1 punto Más de una ración= 0 puntos	
¿Cuántas bebidas carbonatadas y/o azucaradas (refrescos, colas, tónicas, bitter) consume al día?	Menos de una al día=1 punto Más de una = 0 puntos	
¿Bebe vino? ¿Cuánto consume a la semana?	Tres o más vasos por semana =1 punto Menos de tres a la semana = 0 puntos	
¿Cuántas raciones de legumbres consume a la semana (una ración o plato equivale a 150 gr)?	Tres o más por semana=1 punto Menos de tres a la semana = 0 puntos	
¿Cuántas raciones de pescado o mariscos consume a la semana (un plato, pieza o ración equivale a 100-150 gr de pescado ó 4-5 piezas de marisco)?	Tres o más por semana=1 punto Menos de tres a la semana = 0 puntos	
¿Cuántas veces consume repostería comercial (no casera) como galletas, flanes, dulces o pasteles a la semana?	Menos de tres por semana=1 punto Menos de tres a la semana = 0 puntos	
¿Cuántas veces consume frutos secos a la semana (una ración equivale a 30 gr)?	Una o más por semana=1 punto Menos de una a la semana=0 puntos	
¿Consume preferentemente carne de pollo, pavo o conejo en vez de ternera, cerdo, hamburguesas o salchichas (carne de pollo: una pieza o ración equivale a 100-150 gr)?	Si=1 punto No=0 puntos	
¿Cuántas veces a la semana consume los vegetales cocinados, la pasta, el arroz u otros platos aderezados con una salsa de tomate, ajo, cebolla o puerro, elaborada a fuego lento con aceite de oliva (sofrito)?	Dos o más por semana=1 punto Menos de dos a la semana= 0 puntos	
RESULTADO FINAL (Total)		

INTERPRETACIÓN DEL CUESTIONARIO:

- Alta adherencia a la DM: ≥ 10 puntos.
- Adherencia intermedia a la DM: de 6 a 9 puntos.
- Baja adherencia a la DM: ≤ 5 puntos.

ANEXO 5. MNA-SF:

A. ¿Ha comido menos por falta de apetito, problemas digestivos, dificultades de masticación o deglución en los últimos 3 meses?

- 0 = ha comido mucho menos
- 1 = ha comido menos
- 2 = ha comido igual

B. Pérdida reciente de peso (<3 meses)

- 0 = pérdida de peso > 3 kg
- 1 = no lo sabe
- 2 = pérdida de peso entre 1 y 3 kg
- 3 = no ha habido pérdida de peso

C. Movilidad

- 0 = de la cama al sillón
- 1 = autonomía en el interior
- 2 = sale del domicilio

D. ¿Ha tenido una enfermedad aguda o situación de estrés psicológico en los últimos 3 meses?

- 0 = sí
- 2 = no

E. Problemas neuropsicológicos

- 0 = demencia o depresión grave
- 1 = demencia leve
- 2 = sin problemas psicológicos

F. 1. Índice de masa corporal (IMC) = peso en kg / (talla en m)²

- 0 = IMC <19
- 1 = $19 \leq \text{IMC} < 21$
- 2 = $21 \leq \text{IMC}$

SI EL ÍNDICE DE MASA CORPORAL NO ESTÁ DISPONIBLE, POR FAVOR SUSTITUYA LA PREGUNTA F1 CON LA F2. NO CONTESTE LA PREGUNTA F2 SI HA PODIDO CONTESTAR A LA F1.

F. 2. Circunferencia de la pantorrilla (CP en cm)

- 0 = CP <31
- 3 = CP ≥31

Evaluación del cribado (máx. 14 puntos)

- 12-14 puntos: estado nutricional normal
- 8-11 puntos: riesgo de malnutrición
- 0-7 puntos: malnutrición

ANEXO 6. Aportes dietéticos recomendados (RDA) de vitaminas y minerales en población mayor (≥ 60 años).

	VARONES	MUJERES
Ca (mg)	1200	1200
Fe (mg)	10	10
I (μg)	140	140
Zn (mg)	15	15
Mg (mg)	350	300
K (mg)	3500	3500
P (mg)	700	700
Se (μg)	70	55
Na (g)	5	5
Tiamina (mg)	1	0.8
Riboflavina (mg)	1.4	1.1
Eq. Niacina (mg)	16	12
Vit. B6 (mg)	1.8	1.9
Folato (μg)	400	400
Vit. B 12 (μg)	2	2
Vit. C (mg)	60	60
Vit. A (μg)	1000	800
Vit. D (IU)	1000 (25 μg)	1000 (25 μg)
Vit. E (mg)	12	12
Vit. K (μg)	120	90

ANEXO 7. Pirámide de la Dieta Mediterránea (Fundación Dieta Mediterránea).

