

Revisión bibliográfica sobre la sarcopenia primaria y secundaria

TRABAJO DE FIN DE GRADO

CURSO 2020-2021

Alumna: Sharlene Pordieguez Jiménez

Tutores: Dr. Antonio María Martínez Riera, Dra. María Candelaria Martín González

Facultad de Medicina – Universidad de La Laguna

SERVICIO DE MEDICINA INTERNA – COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO

DE CANARIAS

1

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499

Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

Tabla de contenido

1. RESUMEN	3
2. ABSTRACT	4
3. INTRODUCCIÓN	5
FISIOPATOLOGÍA	6
CLASIFICACIÓN	9
4. DIAGNÓSTICO	11
CRIBADO	11
HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS	12
5. TRATAMIENTO	14
6. PREVENCIÓN	17
7. CONCLUSIONES	19
8. APRENDIZAJE	19
9. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	20
TABLAS	20
FIGURAS	20
10. BIBLIOGRAFÍA	20

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

1. RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La sarcopenia es un síndrome geriátrico definido por la EWGSOP como la pérdida de masa y fuerza muscular, así como una baja condición física. Por lo tanto, está fuertemente vinculada con la aparición de la fragilidad en el anciano.

Esto conlleva un riesgo elevado de incapacidad física, mala calidad de vida y muerte.

Así pues, se diferencia en sarcopenia primaria, cuando no existe otra causa evidente (salvo el propio envejecimiento); y sarcopenia secundaria, cuando hay una o varias causas evidentes. Debido a estas razones, resulta de vital importancia establecer un cribado eficiente para poder detectar la patología de forma temprana y conocer las distintas herramientas diagnósticas para la valoración de masa muscular, fuerza muscular y rendimiento físico. Según esto se clasificará según sarcopenia probable, confirmada o intensa.

Tanto para su prevención como tratamiento es fundamental la combinación de una dieta equilibrada con un buen aporte proteico y el ejercicio físico de fuerza y resistencia.

OBJETIVO: Recabar la información existente en la literatura científica necesaria para definir, diagnosticar, tratar y prevenir la Sarcopenia, tanto primaria como secundaria.

MATERIAL Y MÉTODOS: Revisión bibliográfica de la literatura científica utilizando bases de datos como *Pubmed* o el *Punto-Q de la ULL*.

CONCLUSIONES: la aparición de la sarcopenia se ve influenciada por muchos factores, principalmente la edad. Establecer un cribado y diagnóstico eficaz y práctico es primordial para la práctica clínica y para futuras investigaciones. También es importante concienciar sobre la práctica de deporte y una buena alimentación.

Palabras clave: Sarcopenia, masa muscular, fuerza muscular, rendimiento físico, obesidad sarcopénica

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

2. ABSTRACT

INTRODUCTION: Sarcopenia is a geriatric syndrome defined by EWGSOP as the loss of muscle mass and strength, as well as low physical fitness. It is therefore strongly linked to the onset of frailty in the elderly.

This leads to an elevated risk of physical disability, poor quality of life and death. It is therefore differentiated into primary sarcopenia when there is no other obvious cause (except ageing itself); and secondary sarcopenia, when there are one or more obvious causes. For these reasons, it is of vital importance to establish an efficient screening to detect the pathology early and to know the different diagnostic tools for the assessment of muscle mass, muscle strength and physical performance. According to this, sarcopenia is classified as probable, confirmed or severe. Both for its prevention and treatment, the combination of a balanced diet with a good protein intake and physical exercise for strength and resistance is essential.

OBJECTIVE: To gather the existing information in the scientific literature necessary to define, diagnose, treat and prevent sarcopenia, both primary and secondary.

MATERIALS AND METHODS: Bibliographic review of the scientific literature using databases such as Pubmed or the ULL's Punto-Q.

CONCLUSIONS: The onset of sarcopenia is influenced by many factors, mainly age. Establishing effective and practical screening and diagnosis is of paramount importance for clinical practice and future research. It is also important to raise awareness of sport and good nutrition.

Key Words: Sarcopenia, muscle mass, muscle strenght, physical performance, sarcopenic obesity

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

3. INTRODUCCIÓN

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), para el año 2050, 2000 millones de personas tendrán más de 60 años ¹. Concretamente, en España, las personas de esa franja de edad constituirán aproximadamente un 30% de la población total ². Este hecho pone de manifiesto la importancia a la hora de conocer, tratar y retrasar la aparición de enfermedades propias del envejecimiento.

Uno de estos cambios ligados a la vejez es la Sarcopenia, término acuñado por Rosenberg en 1989 que proviene del griego *sarkos* o carne y *penia* o pérdida. Por tanto, se define como la disminución de la masa y la fuerza muscular esquelética, así como la baja capacidad física ³.

Así pues, constituye un elemento importantísimo en la aparición de fragilidad en el anciano ⁴, síndrome geriátrico constituido por pérdida de peso no intencionada, lentitud en la marcha, debilidad y baja actividad física⁵. Esto predispone a eventos adversos como caídas e ingresos hospitalarios que, a su vez, provoca la aparición de discapacidad física, mala calidad de vida o muerte prematura⁶. En efecto, las complicaciones derivadas de una caída constituyen la sexta causa de muerte en mayores de 65 años⁷.

Y es que, aparte de incrementar la mortalidad, también contribuye a la aparición de enfermedades crónicas como la osteoporosis (la coexistencia de ambas patologías se denomina osteosarcopenia) y la diabetes⁸.

Según las previsiones, la Sarcopenia aumentará su prevalencia hasta afectar al 72,4% de sujetos en Europa⁹. Actualmente, la prevalencia en distintos países es diversa, principalmente por la falta de consenso a la hora de definir las pruebas y los valores diagnósticos⁶. A pesar de esto, las cifras reflejan claramente un problema en auge: en España, según diversos estudios, el 37% de personas mayores en residencias sufren de Sarcopenia¹⁰, cifra que se incrementa hasta el 76% en el caso de pacientes crónicos ingresados¹¹.

Los **OBJETIVOS** del presente trabajo son, por tanto:

- Conocer el significado clínico de la sarcopenia. Concepto, epidemiología, consecuencias, fisiopatología, diagnóstico y tratamiento.
- Redactar tras la lectura de toda la bibliografía obtenida, un texto actualizado que refleje nuestro conocimiento de la sarcopenia y su trascendencia sanitaria.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

FISIOPATOLOGÍA

La masa muscular y la densidad ósea disminuyen al ritmo de un 1% al año, llegando a ser del 2-3% tras la menopausia en mujeres. Se llega a perder hasta un 30-40% de masa muscular a los 80 años, a no ser que se pongan en marcha estrategias de prevención para frenar el proceso¹².

Existen diversos factores de riesgo que pueden incrementar el grado con el que se presente la sarcopenia. De hecho, hay dos circunstancias iniciales que conducen al desarrollo de sarcopenia: la falta de ejercicio físico y una mala alimentación.

En el primer caso, la actividad física acostumbra a reducirse con la edad. Con ello, disminuye uno de los efectos tróficos más importantes en el músculo, lo que favorece la atrofia muscular. Asimismo, esto predispone a un balance energético positivo y un aumento de peso, con el consiguiente incremento de tejido adiposo¹³.

En segundo lugar, las dietas hipocalóricas aceleran la aparición de sarcopenia. El anciano, por norma general, tiene menos apetito (anorexia del envejecimiento). Entre las diversas causas destacan: alteración del gusto y el olfato, problemas para masticar y/o deglutir los alimentos y disfunción de la distensibilidad gástrica a nivel del fundus que estimula la secreción de colecistoquinina, lo que reduce la sensación de hambre¹⁴.

La desnutrición calórica-proteica no se limita a personas con un IMC (índice de masa muscular) bajo, sino que también se puede apreciar en pacientes con obesidad, lo que se ha denominado: “obesidad sarcopénica”¹⁵.

A nivel bioquímico, con el paso de los años las mitocondrias acumulan mutaciones en su genoma, principalmente deleciones aleatorias. La más estudiada es la deleción mtDNA 4977¹⁶.

Cuando las mutaciones conforman más del 90% del ADN mitocondrial, se pierde la actividad de la citocromo oxidasa y se acumula la succinato deshidrogenasa¹⁷. Además, se genera ATP mediante glucólisis y el NADH se oxida fuera de la mitocondria produciendo peróxido de hidrógeno¹⁸. Por lo tanto, se produce un desequilibrio en la mitocondria entre la acción prooxidante y antioxidante a favor de la primera, con el consecuente acúmulo de superóxidos (ROS: especies reactivas del oxígeno) en las mitocondrias más viejas; hecho que afecta a los diversos componentes celulares: lípidos, proteínas y el propio ADN^{19,20}. A pesar de que no existe evidencia definitiva, se cree que el peróxido de hidrógeno actúa de forma paracrina regulando el flujo de sangre y, por tanto, la llegada y la demanda de oxígeno por parte del músculo. Esto resulta en una oxigenación microvascular menor, tanto en reposo como durante el ejercicio²¹.

De hecho, se ha demostrado que esta disfunción del sistema de transporte de electrones provoca la rotura, atrofia y pérdida de fibras¹⁸.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499

Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

De igual modo, con el paso del tiempo, se acumula tejido adiposo en el músculo conformando la denominada “mioesteatosis”. La infiltración de grasa, al ser un tejido proinflamatorio, provoca un incremento de citocinas inflamatorias como el TNF- alfa e IL-6^{6,9}. No solo se produce un incremento de dichos mediadores catabólicos, sino también la pérdida de hormonas anabólicas como la GH, testosterona, hormona tiroidea y la IGF-1; lo que conlleva pérdida de masa y fuerza muscular⁶. La reducción de testosterona y estrógenos que acompañan al envejecimiento parecen acelerar el desarrollo de la sarcopenia, contribuyendo al catabolismo muscular y a la promoción de citoquinas catabólicas como la IL-1 y la IL-6 ^{6,22}. Además, la testosterona inhibe la miostatina, estimula los mioblastos y aumenta el número de células satélite del músculo²³. El reemplazo de testosterona puede aumentar la masa muscular, pero los estudios no han demostrado el mismo efecto con el reemplazo de estrógeno²⁴. Otro de los factores que influyen en el desarrollo de la sarcopenia es la resistencia a la insulina, es decir, la incapacidad del organismo para responder correctamente a la insulina; por lo que no se absorbe correctamente la glucosa y resulta, comúnmente, en el desarrollo de diabetes mellitus tipo II²⁵. La insulina estimula la síntesis proteica a través de la vía de señalización de la proteína fosfatidilinositol 3-quinasa (PI3K) y la proteína quinasa B (PKB/Akt). Además, juega un papel fundamental en la supresión de genes relacionados con la atrofia muscular, ya que, mediante la activación de mTOR y Akt, se fosforila el factor proteico FOXO que ayuda a inhibir la degradación de proteínas²⁶.

Debido a que el músculo es el principal órgano que capta glucosa, una respuesta disminuida por parte de este a la insulina desemboca en una menor síntesis proteica y en un incremento del catabolismo proteico²⁷.

La resistencia insulínica está implicada en el desarrollo de un síndrome metabólico, cuyos criterios diagnósticos son la obesidad central, alteraciones de los triglicéridos, insulina y colesterol e hipertensión arterial²⁸.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

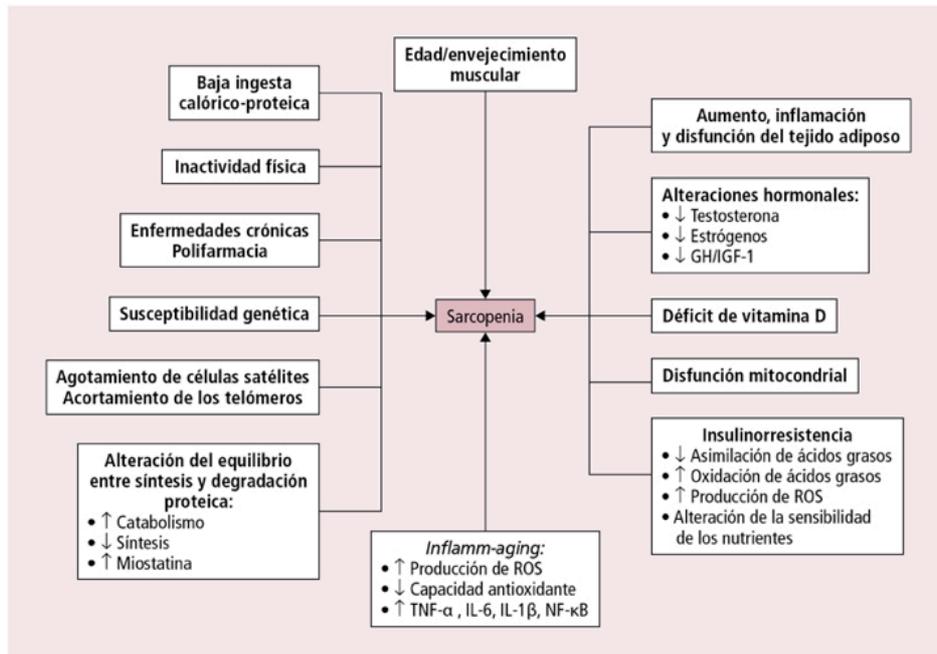


Tabla 1. Factores implicados en el desarrollo de la Sarcopenia.

Como antes indicamos, cuando aparecen la sarcopenia y la obesidad simultáneamente en un mismo sujeto se denomina obesidad sarcopénica, patología que duplica el riesgo de sufrir alguna discapacidad física respecto a aquellos individuos que solo padecen sarcopenia u obesidad por separado²⁷. Por ejemplo, se ha estudiado el aumento de la incidencia de enfermedad respiratoria (disnea, asma, apnea del sueño y reducción del FEV1), del riesgo cardiovascular y de la depresión en sujetos con obesidad sarcopénica^{29,30}.

La obesidad sarcopénica (OS) consiste en la coexistencia en un mismo sujeto de obesidad (definida como IMC >30 kg/m² o más) y sarcopenia³¹. Con la edad, se produce una redistribución de la grasa corporal: se pierde la grasa subcutánea y se acumula a nivel visceral y ectópico, principalmente en el músculo³⁰.

En la etiopatogenia de la OS intervienen más factores aparte de la edad: estilo de vida, factores endocrinos e inmunológicos, entre otros³².

De igual forma, se han propuesto dos vías por las que se llega a padecer obesidad sarcopénica: ancianos con peso normal en los que aumenta el tejido adiposo o individuo obesos que pierden masa muscular³³. En España, en 2013 un estudio concluyó que el 25% de los mayores de 80 años padecen esta patología³⁴.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

Debido a esto, es de vital importancia prestar atención al tratamiento médico de los pacientes geriátricos, sobre todo a aquellos fármacos que pueden causar aumento de peso: antiepilépticos, antipsicóticos, beta- bloqueantes adrenérgicos, hipoglucemiantes, etc³⁵.

Tampoco se debe pasar por alto los fármacos cuyos efectos secundarios son la atrofia muscular, las alteraciones mitocondriales o la toxicidad. Un ejemplo de esto son los glucocorticoides, los beta-bloqueantes (anteriormente mencionados), inhibidores hidroximetilglutaril-CoA reductasa (estatinas, fármaco de uso muy frecuente para disminuir el colesterol) o los antiinflamatorios no esteroideos³⁶.

Por otro lado, se produce una atrofia selectiva de fibras tipo II en el músculo, fibras de elevada capacidad glucolítica encargadas de actividades de mayor intensidad; respecto a las de tipo I, enfocadas en actividad cotidianas y ejercicios como caminar⁶. Diversos estudios demuestran que esta pérdida puede llegar a ser del 50% en músculos como el tenar, hipotenar y el bíceps braquial³⁷. Debido a la fuerte asociación que tienen el músculo y el hueso, la atrofia selectiva del primero va de la mano con la degradación ósea y la aparición de la osteoporosis³⁸.

La formación ósea se estimula por las fuerzas a la el músculo somete al hueso. Al perder fuerza muscular, se produce un desequilibrio a favor de la resorción ósea³⁹.

Al margen de los cambios fisiológicos que ocurren en el músculo propios de la edad, también contribuyen a su inicio y progresión el sedentarismo, una dieta inadecuada, bajos niveles de vitamina D y situaciones inflamatorias crónicas⁹.

CLASIFICACIÓN

En base a su etiología, podemos clasificar la sarcopenia en primaria o secundaria. La sarcopenia primaria es aquella asociada al envejecimiento, sin que exista otra causa clara que la pueda provocar. Así pues, se habla de sarcopenia secundaria cuando existen otros factores, además o aditivos a la edad. Ocurre en enfermedades sistémicas, fundamentalmente aquellas que se producen por un mecanismo inflamatorio, en el cáncer o en el fallo de algún órgano (EPOC o insuficiencia cardíaca)^{9,36}.

Entre las causas más estudiadas se encuentran las enfermedades malignas. En estas, se produce una pérdida exponencial de músculo mucho mayor que en la sarcopenia primaria. Por ejemplo, se estima que la pérdida total en pacientes con cáncer colorrectal en 12 meses es del 15,6%, equivalente a 30 años de envejecimiento⁴⁰.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

La sarcopenia secundaria puede presentarse concomitantemente con la caquexia, síndrome caracterizado por la pérdida de peso involuntaria y anorexia en presencia de una enfermedad inflamatoria crónica sistémica. La caquexia se define, por tanto, como una alteración metabólica que, al igual que la sarcopenia, conlleva la pérdida de masa muscular en el anciano. De hecho, se ha propuesto la presencia de sarcopenia como un criterio clínico para el diagnóstico de caquexia cancerosa. En la práctica clínica, el solapamiento de estas entidades puede ser complicado de diagnosticar^{41,42}. Sin embargo, la presencia de mecanismos comunes puede suponer que el mismo tratamiento beneficie a ambas entidades⁴³.

El mecanismo por el cual ocurre la pérdida de masa muscular, sarcopenia y/o caquexia secundaria, se debe a la combinación de reducción de la síntesis proteica con aumento de su degradación. Las citocinas inflamatorias (TNF alfa e IL-6) afectan al músculo esquelético a través de varios mecanismos directos, que dependen de la activación del correspondiente receptor expresado por el músculo, y que dan lugar a la inhibición de la síntesis de proteínas muscular (SPM), la elevación de la actividad catabólica a través del sistema ubiquitina-proteasoma (SAI) y la autofagia, junto con el deterioro de la miogénesis. Ello conduce tanto a un acortamiento como a una reducción en el área de la fibra muscular. Además, los mediadores inflamatorios sistémicos contribuyen indirectamente a la pérdida de masa muscular a través de la desregulación de los sistemas tisulares y orgánicos, incluidos los glucocorticoides a través del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal (HHA) y del sistema digestivo que conduce a la anorexia-caquexia.

La tendencia a perder masa muscular en los pacientes con caquexia cancerosa parece estar asociada a la activación de señales catabólicas por citoquinas proinflamatorias, así como por productos tumorales del tipo factor inductor de proteólisis^{44,45}.

Otros mecanismos, además del efecto inflamatorio comentado, están la pérdida de irrigación muscular y las alteraciones en el aporte capilar de oxígeno (tanto en la EPOC como en la ICC) y la malnutrición asociada³⁶.

Por otro lado, también se puede clasificar como sarcopenia aguda, cuya duración es menor de 6 meses (normalmente relacionada con una enfermedad aguda secundaria) o crónica, de duración mayor de 6 meses (relacionada con enfermedades crónicas)²². La EWGSOP (Grupo Europeo de Trabajo sobre la Sarcopenia en Personas de Edad Avanzada) estableció una clasificación de la sarcopenia según esta fuera probable, confirmada o intensa. Para ello, el parámetro principal de diagnóstico es la fuerza muscular (Tabla 2)³.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499

Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

Definición Sarcopenia por la EWGSOP 2018
La Sarcopenia probable se define por el parámetro 1
El diagnóstico se confirma con la ratificación del parámetro 2
Si se identifican los criterios 1,2 y 3; la Sarcopenia se considera intensa
<ol style="list-style-type: none"> 1. Baja fuerza muscular 2. Baja cantidad o calidad muscular 3. Baja función física

Tabla 2. Criterios necesarios para la definición de Sarcopenia

4. DIAGNÓSTICO

CRIBADO

La EWGSOP recomienda como cribado usar el cuestionario SARC-F, una escala basada en cinco ítems: fuerza, deambulación, levantarse de la silla, subir escalera y número de caídas. Se puntúa del 0 a 10, según la percepción del paciente, siendo > 4 el valor de referencia para definir el riesgo de sarcopenia. Es una escala barata y de fácil incorporación a la práctica clínica diaria. Permite detectar los casos más graves de sarcopenia gracias a su alta especificidad. Sin embargo, posee una sensibilidad baja, aspecto esencial para una prueba de *screening*. Por lo tanto, existe un riesgo elevado de infradiagnóstico^{9,46}.

A los 5 ítems del SARC-F se puede asociar la medición de la pantorrilla (SARC+ CalF) o la edad y el índice de masa corporal (SARC-F + EBM).

En relación con el SARC-CalF, se puede establecer como punto de corte para diagnosticar el riesgo de Sarcopenia una circunferencia de pantorrilla de 31 cm o 33 cm, siendo este último más preciso. En estudios de diferentes países (China, Brasil y Eslovenia) demuestra una mejor sensibilidad que el SARC-F, pero esto necesita ser validado en estudios posteriores⁴⁷. Asimismo, se ha demostrado que ancianos con una circunferencia alta de pantorrilla tienen menor riesgo de fragilidad y una mejor capacidad física⁴⁸.

Por otro lado, el cuestionario SARC-F+ EBM ha demostrado una alta sensibilidad para el diagnóstico de sarcopenia en pacientes con enfermedades musculoesqueléticas⁴⁹.

Existen también otras pruebas de cribado a la espera de ser validadas en otras poblaciones. Por ejemplo, el *screening* de Ishii et al utiliza tres variables: edad, fuerza de presión manual y circunferencia de pantorrilla⁵⁰.

11

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

Escala SARC-F

Componente	Pregunta	Respuesta	Puntuación
Fuerza	¿Cuánto le cuesta levantar o llevar 5 kg de peso?	Nada	0
		Algo	1
		Mucho o incapaz	2
Ayuda para caminar	¿Cuánto le cuesta caminar en una habitación?	Nada	0
		Algo	1
		Mucho, usa ayudas o incapaz	2
Levantarse de la silla	¿Cuánto le cuesta levantarse de una silla o de la cama?	Nada	0
		Algo	1
		Mucho o incapaz sin ayuda	2
Subir escaleras	¿Cuánto le cuesta subir 10 escalones?	Nada	0
		Algo	1
		Mucho o incapaz	2
Caídas	¿Cuántas veces se ha caído en el último año?	Ninguna	0
		1 a 3	1
		4 o más	2

Tabla 3. Escala SARC-F. La presencia de Sarcopenia viene definida por un valor >4

HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Con la nueva definición de la EWGSOP de la sarcopenia, las pruebas diagnósticas no solo se orientan a la estimación de la masa muscular, sino también de la fuerza y función muscular y el rendimiento físico.

Fuerza muscular. Se utiliza principalmente la medición de la fuerza de prensión de la mano dominante debido a que es una prueba barata y fácil de adecuar a la práctica clínica y muy relacionada con discapacidad en el anciano. Como punto de corte para el diagnóstico se estima < 27 kg en hombres y < 16 kg en mujeres^{3,9,51}.

El test de levantarse de la silla puede ser usado como indicador de la fuerza muscular de los miembros inferiores, por lo que puede ser una alternativa en ausencia de dinamómetro. Consiste en levantarse cinco veces lo más rápido posible de una silla sin ayuda de los brazos. Se toma como punto de corte >15 segundos / 5 veces^{9,52}.

Masa muscular. La energía dual de rayos X por absorciometría (DEXA) es el método más usado tanto a nivel clínico como en la investigación. Se utiliza como medición principal la masa muscular apendicular (ASM o MMEA, que es la suma de la masa magra de las piernas y los brazos). Se establece como punto de corte para baja cantidad de músculo una ASM < 20 kg en hombre y < 15 kg en mujer. A partir de la ASM, se obtiene el índice de masa muscular apendicular esquelética en relación con la estatura (ASM/altura²), que establece para hombres < 7 kg/m² como punto de corte y para mujeres

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499

Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

<5,5 kg/m². Estos puntos de corte pueden variar según la población y el estado del paciente, ya que la deshidratación puede alterar los valores obtenidos^{22,53,54}.

La DEXA también nos permite cuantificar la masa ósea del paciente, aspecto relevante dada a la asociación de la sarcopenia con la osteoporosis. Se habla de osteopenia con valores entre -1,0 y 2,49 desviaciones estándar respecto a la población sana y de osteoporosis cuando se obtienen valores $\leq 2,5$ desviaciones estándar³⁹.

Como alternativa portátil a la DEXA, se puede utilizar la impedancia bioeléctrica (BIA) para medir la masa muscular en pacientes ambulatorios.

Existen otros test alternativos que necesitan ser validados y que pueden llegar a ser imprescindibles en un futuro. Un ejemplo de esto es la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RMN). Permiten visualizar la masa muscular de una forma muy fiable, pero su alto coste impide que se extienda su uso en la práctica clínica. Como ubicaciones de referencia se usan la medición de la musculatura lumbar a nivel L3, la medición del psoas y del muslo medio⁹.

Por último, la ecografía musculoesquelética ha sido incorporada recientemente a la práctica clínica para el diagnóstico de la sarcopenia. Normalmente, se utiliza el diámetro o área del recto anterior del cuádriceps. Esta técnica nos permite conocer también la calidad del músculo, es decir, el grado de infiltración grasa (mioesteatosis) que se muestra hiperecogénica³.

Rendimiento físico. Permite valorar la función muscular de forma global. Puede ser medida mediante diversas técnicas: velocidad de la marcha, SPPB (*short physical performance battery*), la prueba *timed up and go* (TUG) y el test de caminar 400 metros (400MWT)

La velocidad de la marcha consiste en cuantificar cuánto tarda el paciente en recorrer 4 metros, considerando como indicador de sarcopenia una velocidad menor de 0,8 m/s.

El TUG consiste en levantarse de una silla, caminar 3 metros hasta un marcador y volver a sentarse. Aquellos pacientes que lo realicen en más de 20 segundos precisan estudios posteriores, puesto que el riesgo de caídas es bastante elevado.

El SPPB es más usado en investigación debido al tiempo que tarda en desempeñarse. Por su parte, el test de caminar 400 metros requiere de un espacio amplio^{3,9}.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

TEST	Puntos de corte en hombres	Puntos de corte en mujeres
FUERZA MUSCULAR		
Fuerza prensión	< 27 kg	< 16 kg
Levantarse silla	< 15 segundos/ 5 veces	
MASA MUSCULAR		
ASM	< 20 kg	< 15 kg
ASM/ALTURA ²	< 7 kg/m ²	< 5,5 kg/m ²
RENDIMIENTO FÍSICO		
Velocidad marcha	≤ 0,8 metros/segundos	
SPPB	< 8 puntos	
TUG	≥ 20 segundos	
400MWT	No completado o ≥ 6 minutos en completar	

Tabla 4. EWGSOP2 puntos de corte de las distintas pruebas diagnósticas de la Sarcopenia.

Obesidad sarcopénica (OS). En el caso de la OS se debe de ampliar el estudio estimar el porcentaje de grasa corporal. Los métodos previamente descritos (DEXA, TC, BIA, RMN) permiten estimarla. Diversos estudios proponen como punto de corte un 35-40% de grasa en mujeres y 27-30% en hombres para diagnosticar obesidad sarcopénica.

En cuanto al IMC, este no es muy preciso en adultos mayores; ya que en estos la composición corporal es diferente: se redistribuye el tejido graso, se pierde la masa magra y se produce una disminución de la altura. Por esta razón, se recomienda emplear el valor de 27 para el diagnóstico de obesidad, en vez del IMC de 30^{55,56}.

Asimismo, la obesidad central se puede evaluar mediante el perímetro de cintura, siendo normal hasta 102 cm en hombres y 88 cm en mujeres⁵⁷.

5. TRATAMIENTO

El tratamiento de la sarcopenia se fundamenta en dos pilares esenciales: la realización de actividad física y una dieta proteica adecuada.

Ejercicio físico. Constituye la opción terapéutica que aporta mejores resultados. Aunque cualquier tipo de ejercicio es beneficioso, el entrenamiento de fuerza ha demostrado mejorar la masa y fuerza muscular, el equilibrio y la resistencia. Además, previene el deterioro cognitivo y mejora el síndrome metabólico. Esto se traduce en una mejora de los marcadores de fragilidad y en un claro beneficio a la

14

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499

Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

hora de realizar actividades de la vida diaria como subir las escaleras o cargar la compra. Al contrario de lo que se presupone, no se debe reducir la intensidad del ejercicio físico en edades avanzadas^{9,58,59}. Se recomienda realizar ejercicio de fuerza 3 veces a la semana, en series de 8-12 repeticiones cada una al 70-80% de la capacidad máxima y de una duración de 20-30 minutos. Para un mayor rendimiento, se debe de incluir 8-10 grupos musculares mayores. Para favorecer la hipertrofia muscular, se aconseja aumentar la intensidad del ejercicio tras 6-8 semanas. Siguiendo esta rutina de entrenamiento, se ha objetivado beneficios también a nivel óseo: incremento de la osteogénesis y de la densidad mineral ósea^{7,59}.

El ejercicio aeróbico también supone una mejora para la situación cardiovascular y las actividades de la vida diaria en el anciano. La recomendación es realizar ejercicio aeróbico de intensidad moderada, a un 60% de frecuencia cardíaca máxima, mínimo 3 días a la semana durante 20-60 minutos⁶⁰.

Nutrición. Para el tratamiento de la sarcopenia, es esencial una ingesta adecuada de proteínas y aminoácidos. A pesar de que la recomendación es ingerir 0,8 g/kg/día de proteínas, los pacientes ancianos frágiles, con sarcopenia o con enfermedades crónicas pueden necesitar dosis más altas de proteínas. Las necesidades de proteínas no parecen cambiar significativamente con la edad, aunque los estudios que evalúan la ingesta de proteínas en los adultos mayores han mostrado una amplia variación en las necesidades óptimas de proteínas. Un metaanálisis de los datos de 19 estudios sobre el balance de nitrógeno en adultos mayores no encontró ningún efecto significativo de la edad en la cantidad de proteína requerida por kilogramo de peso corporal.

El *American Institute of Medicine* ha determinado que la ración dietética recomendada (RDA) de proteínas para adultos de 51 años o más es de 0,80 g/kg de peso corporal/día. Sin embargo, estudios posteriores indican que un incremento de la ingesta de proteínas de 0,08 g/kg de peso corporal/día sobre la cifra previa, protege la masa magra apendicular y la conservación de la fuerza de prensión de la mano y disminuye el riesgo de discapacidad funcional. Como ejemplo un adulto de 70 kg debería consumir 56 g diarios de proteínas. Un incremento de 0,08 g/kg/día, 5,6 g más haría la cifra ideal de proteínas en un total de 61,6 g de proteínas al día (0,88 g/kg de proteínas al día)⁶¹.

Existen estudios que apoyan la idea de que es más importante la forma de consumir la proteína y el valor nutricional de esta. Es por esto por lo que se propone repartir a lo largo de las 3 comidas por igual su consumo (20-30 g de proteína por comida). Esto contiene aproximadamente 5-8 g de aminoácidos esenciales⁶².

El uso de suplementos de aminoácidos en adultos mayores sarcopénicos demostró el aumento de la masa magra de todo el cuerpo a los 6 y 12 meses. También demostró que la administración de suplementos mejoró la nutrición, tal y como reflejaron las puntuaciones de la *Mini Nutritional*

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499

Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

Assessment (MNA), la mejora de los niveles de albúmina, la disminución de las puntuaciones de la depresión medida por la *Geriatric Depression Scale* (GDS) y la mejora de la fuerza de prensión de las manos. Se necesitan más estudios en la población geriátrica sarcopénica antes de poder recomendar de forma generalizada la suplementación con aminoácidos en la práctica clínica⁶¹.

En caso de hacerlo, se puede suplementar dichos aminoácidos esenciales, siendo la leucina el más importante. La leucina posee propiedades catabólicas y está implicada en el metabolismo proteico, la homeostasis de la glucosa, en el papel de la insulina y en la recuperación muscular tras la actividad. Se suplementa entre 4-9 g/día y los estudios demuestran que su toma inmediatamente el ejercicio produce un mayor incremento de la masa muscular^{63,64}. También se puede suplementar con beta hidroximetilbutirato (HMB), metabolito de la leucina que disminuye con el proceso de envejecimiento. Sus niveles séricos están ligados a la fuerza y masa muscular esquelética apendicular. Su suplementación se encuentra entre 1,5-3 g/día. En caso de reposo total en cama, estudios demuestran que su suplementación logra mantener la masa muscular⁵⁸.

A pesar de que se precisan estudios concluyentes al respecto, los antioxidantes son una propuesta para combatir el estrés oxidativo. Los antioxidantes más importantes que podemos encontrar en la dieta son: vitamina C (kiwi, fresas, brocoli), vitamina E (semillas de planta, aceites vegetales), carotenoides (zanahorias, maíz, tomates) y resveratrol (vino, cacahuete, arándanos)⁶⁵.

Por último, mencionar el papel de la creatina, presente principalmente en el músculo. En el adulto mayor sus niveles se ven reducidos debido, entre otros, a patologías como la sarcopenia y la inactividad física. Se puede suplementar por tiempos cortos y dosis alta (20-25 g/día durante 5-7 días) o durante un tiempo prolongado a dosis baja (2-5 g/día durante 4-6 semanas). Esto incrementa la concentración de creatina muscular y provoca una mejora en las actividades de la vida diaria^{58,66}.

En cuanto a las calorías diarias, es recomendable consumir entre 24-36 kcal/kg/día y mantener los niveles de vitamina D alrededor de 40 ng/ml²². Es importante evitar la hipovitaminosis D, ya que está ligada a la pérdida de masa muscular y debilidad, así como a la aparición de osteosarcopenia. En caso de que no se consigan niveles adecuados de vitamina D a través de la exposición solar y la dieta (pescados azules, lácteos, cereales etc.) se recomienda dar suplementos⁹. En cuanto a la dosis, se propone entre 800-1000 UI por día. El citrato de calcio, a pesar de ser más caro, produce una mejor tolerancia digestiva⁶⁷.

Tratamiento hormonal. Ningún tratamiento hormonal ha sido aprobado hoy en día, siendo su evidencia escasa. Entre ellos se encuentra la administración de testosterona (con el riesgo de sufrir crecimiento prostático y cáncer de próstata en hombres), hormona del crecimiento, dehidroepiandrosterona (DHEA) y los moduladores selectivos del receptor androgénico (SARM). Este

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

último se encuentra en fase de investigación con resultados favorecedores en el músculo esquelético y hueso y con mínima afectación prostática⁷. Hacer mención a los estudios con células madre mesenquimales que crean un entorno antiinflamatorio en el músculo y estimulan la inervación del mismo⁶⁸. Por último, se encuentra en fase de desarrollo terapias como el ACVR2B-Fc (proteína recombinante del receptor de miostatina) que aumenta la densidad ósea y muscular³⁹.

Obesidad sarcopénica y osteosarcopenia. En el tratamiento de la OS se mantiene la pauta de ejercicio y la dieta hiperproteica, en este caso, con un ligero déficit calórico (500-1000 kcal al día). Enfatizar en la importancia de la actividad física de resistencia para preservar la masa magra (músculo y hueso), así como la fuerza y la funcionalidad física⁶⁹.

En el tratamiento y prevención de la osteoporosis se encuentran fármacos antirreabsortivos (bifosfonatos, denosumab) y anabólicos (teriparatida). Aparte de esto y tal y como se ha mencionado anteriormente, se debe de mantener unos niveles adecuados de vitamina D y de calcio (1000 mg/día)^{39,67}.

6. PREVENCIÓN

Tanto la prevención de la sarcopenia como de la osteosarcopenia y la obesidad sarcopénica se basa en mantener un estilo de vida saludable mediante la realización de actividad física de forma continuada y una dieta balanceada. Según la OMS, a partir de los 65 años se debería de realizar entre 150-300 minutos a la semana de actividad física aeróbica, según su intensidad, en sesiones de 10 minutos mínimo. Esta actividad se debe de combinar con ejercicios de fuerza dos o más días a la semana. Los ejercicios de equilibrio, como el *Tai Chi*, ayuda a reducir las caídas y a fortalecer los músculos de las piernas. Se debe practicar como mínimo 1 día a la semana, entre 4-10 ejercicios diferentes^{70,71}.

La dieta, al igual que en el tratamiento, se focaliza en mantener la ingesta proteica, de calcio y de vitamina D para evitar la pérdida de masa muscular y ósea, así como sus complicaciones. Es importante reducir los hábitos tóxicos (tabaco y alcohol principalmente) y prevenir ciertos factores de riesgo como las alteraciones endocrinas y los fármacos como los corticoides³⁹.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07



Imagen 1. Recomendaciones de la Organización mundial de la Salud sobre la actividad física

	Repeticiones por Serie	Series por Sesión	Sesiones por Semana
Elevación de Brazos	8 a 15	2	2 a 3
Ejercicio con Silla	8 a 15	2	2 a 3
Flexión de Biceps	8 a 15 de cada lado	2 de cada lado	2 a 3
Flexión Plantar	8 a 15	2	2 a 3
Extensión de Triceps	8 a 15 de cada lado	2 de cada lado	2 a 3
Descenso Alternativo	8 a 15	2	2 a 3
Flexión de Rodilla	8 a 15 de cada lado	2 de cada lado	2 a 3
Flexión de la Cadera	8 a 15 de cada lado	2 de cada lado	2 a 3
Flexión de Hombros	8 a 15	2	2 a 3
Extensión de Rodillas	8 a 15 de cada lado	2 de cada lado	2 a 3
Extensión de Cadera	8 a 15 de cada lado	2 de cada lado	2 a 3
Elevación Lateral de Pierna	8 a 15 de cada lado	2 de cada lado	2 a 3

Tabla 5. Ejemplo de ejercicios de resistencia y su frecuencia semanal.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

7. CONCLUSIONES

1. La sarcopenia es un trastorno muy frecuente en la población geriátrica.
2. Conduce a debilidad, inestabilidad y frecuentes caídas, lo que se denomina “fragilidad”, que termina por producir dependencia y aumento de la mortalidad.
3. Se asocia a la osteopenia y a la obesidad.
4. Es importante en la práctica clínica hacer un cribado eficiente y un protocolo diagnóstico que nos permita su detección precoz.
5. El tratamiento consiste en dieta adecuada y en la realización de actividad física: aeróbica, de fuerza y de equilibrio.
6. La prevención se basa en la realización de ejercicio físico de forma habitual, junto con una dieta equilibrada con un adecuado aporte proteico.

8. APRENDIZAJE

Realizar el TFG ha supuesto un desafío mucho más complicado de lo que pensaba inicialmente. En primer lugar, he tenido que abordar un tema que del que solo tenía unas pocas nociones. Asimismo, mi poca experiencia a la hora de recopilar información de la literatura científica complicó un poco el comienzo del proyecto.

Gracias a la orientación de mis tutores, he logrado abordar el tema de una forma eficiente, haciendo una revisión de la información científica e integrándola en mi trabajo. Para ello, aprendí que es esencial seguir una serie de principios: establecer un guion con las ideas que se quiere abordar, concretar los puntos clave y redactar de una forma clara y concisa. Algo que, visto desde fuera, puede parecer sencillo, pero puede ser bastante laborioso; sobre todo si se es la primera vez que se hace.

Además, he logrado adquirir cierta agilidad a la hora de buscar artículos en las diferentes bases de datos y a establecer una mecánica de trabajo que hasta ahora no había tenido la oportunidad de desarrollar. Relacionar los distintos hallazgos científicos entre sí y mantenerse actualizado resulta importante para la práctica clínica y permite a la medicina ser cada día más eficaz. Por lo tanto, es un conocimiento que, independientemente de la especialidad que elija el día de mañana, no desperdiciaré.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

9. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

TABLAS

1. Tabla 1. Factores implicados en el desarrollo de la Sarcopenia⁹.
2. Tabla 2. Criterios necesarios para la definición de Sarcopenia³.
3. Tabla 3. Escala SARC-F. La presencia de Sarcopenia viene definida por un valor >4⁹.
4. Tabla 4. EWGSOP2 puntos de corte de las distintas pruebas diagnósticas de la Sarcopenia⁷⁰.
5. Tabla 5. Ejemplo de ejercicios de resistencia y su frecuencia semanal⁷¹.

FIGURAS

1. Imagen 1. Recomendaciones de la Organización mundial de la Salud sobre la actividad física⁷⁰.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. World Economic and Social Survey 2007: development in an ageing world. New York: United Nations Department of Social and Economic Affairs; 2007 (Report No. E/2007/50/Rev.1 ST/ESA/314; http://www.un.org/en/development/desa/policy/wess/wess_archive/2007wess.pdf, accessed 4 June 2015).
2. Instituto Nacional de Estadística. (National Statistics Institute) [Internet]. Ine.es. [consultado el 20 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t20/p270/2009-2049&file=pcaxis>
3. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2019; 48: 16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169
4. Abizanda Soler P. Actualización en fragilidad. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2010; 45: 106–110. DOI: 10.1016/j.regg.2009.10.010
5. Xue QL, Bandeen-Roche K, Varadhan R, Zhou J, Fried LP. Initial manifestations of frailty criteria and the development of frailty phenotype in the Women's Health and Aging Study II. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008; 63: 984-990. doi: 10.1093/gerona/63.9.984.
6. Dhillon RJS, Hasni S. Pathogenesis and management of sarcopenia. *Clin Geriatr Med*. 2017; 33: 17–26. doi:10.1016/j.cger.2016.08.002
7. Burgos Peláez R. Sarcopenia en ancianos. *Endocrinol Nutr* 2006;53:335–344.
8. Serra Rexach JA. Clinical consequences of sarcopenia. *Nutr Hosp* 2006;21 Suppl 3:46–50. PMID: 16768030

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499

Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

9. Flores Ruano, Teresa; Abizanda Soler, Pedro. Sarcopenia. En: Abizanda Soler P Medicina Geriatrica: Una Aproximacion Basada En Problemas. 2nd ed. Elsevier; 2020; 105-114.
10. Salvà A, Serra-Rexach JA, Artaza I, Formiga F, Rojano I Luque X, Cuesta F, et al. La prevalencia de sarcopenia en residencias de España: comparación de los resultados del estudio multicéntrico ELLI con otras poblaciones. Rev Esp Geriatr Gerontol 2016; 51: 260–264.
11. Rubio-Maicas C, Duarte-Alfonso E, Beseler-Soto MR, Moreno-Muñoz I, Moral-Moral P, Merino-Torres JF. Prevalence of sarcopenia in a media and long stay Unit. Rev Clin Esp 2014; 214: 303–308.
12. Jeremy D.Walston. Secuelas clínicas frecuentes del envejecimiento. En: Goldman L, Ausiello DA, Schafer AI, editores. Goldman-Cecil. Tratado de Medicina Interna. 25a ed. Elsevier; 2016. 101-105
13. Dionyssiotis Y. Sarcopenia in the elderly. Euro Endocrinol 2019;15: 13-14
14. Guardado Fuentes L, Carmona Álvarez I, Cuesta Triana F. Nutrición y enfermedades metabólicas en el anciano. Estrategias alimentarias. Medicine 2014;11:3691–3704.
15. Sieber CC. Malnutrition and sarcopenia. Aging Clin Exp Res 2019;31:793-798.
16. Bua E, Johnson J, Herbst A, DeLong B, McKenzie D, Salamat S, et al. Mitochondrial DNA-deletion mutations accumulate intracellularly to detrimental levels in aged human skeletal muscle fibers. Am J Hum Genet 2006;79:469-480.
17. Herbst A, Pak JW, McKenzie D, Bua E, Bassiouni M, Aiken JM. Accumulation of mitochondrial DNA deletion mutations in aged muscle fibers: evidence for a causal role in muscle fiber loss. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2007;62:235-245.
18. John W. Baynes. Envejecimiento. En: Baynes JW, Dominiczak MH. Bioquímica médica. 4ª ed. Elsevier; 2015; 415-428
19. Sies H, Cadenas E. Oxidative stress: damage to intact cells and organs. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 1985;311:617-631. PMID: 2869521
20. Buonocore D, Rucci S, Vandoni M, Negro M, Marzatico F. Oxidative system in aged skeletal muscle. Muscles Ligaments Tendons J 2011;1:85-90.
21. Marzetti E, Calvani R, Cesari M, Buford TW, Lorenzi M, Behnke BJ, et al. Mitochondrial dysfunction and sarcopenia of aging: from signaling pathways to clinical trials. Int J Biochem Cell Biol 2013;45:2288-2301. doi: 10.1016/j.biocel.2013.06.024
22. Sarcopenia: abordaje integral adulto mayor Rojas BC, Buckcanan VA, Benavides JG. Sarcopenia: abordaje integral del adulto mayor . Revista Médica Sinergia 2019;4:24-34.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

23. Ghanim H, Dhindsa S, Batra M, Green K, Abuaysheh S, Kuhadiya ND, et al. Effect of testosterone on FGF2, MRF4, and myostatin in hypogonadotropic hypogonadism: Relevance to muscle growth. *J Clin Endocrinol Metab* 2019;104:2094-2102.
24. Kenny AM, Dawson L, Kleppinger A, Iannuzzi-Sucich M, Judge JO. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in nonobese women who are long-term users of estrogen-replacement therapy. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003;58:M436-40.
25. Ramírez-Reyes A, Esparza-Guerrero Y, Ramírez-Villafañá M, et al. Sarcopenia y resistencia a la insulina. *Residente*. 2019;14:47-54.
26. O'Neill ED, Wilding JPH, Kahn CR, Van Remmen H, McArdle A, Jackson MJ, et al. Absence of insulin signalling in skeletal muscle is associated with reduced muscle mass and function: evidence for decreased protein synthesis and not increased degradation. *Age (Dordr)* 2010;32:209-222.
27. Cleasby ME, Jamieson PM, Atherton PJ. Insulin resistance and sarcopenia: mechanistic links between common co-morbidities. *J Endocrinol* 2016;229:R67-R81.
28. Costa B, Cabré JJ, Martín F. Síndrome metabólico, resistencia a la insulina y diabetes. ¿Qué se oculta bajo la punta del iceberg?. *Aten Primaria* 2003;31:436-445.
29. Petermann-Rocha F, Yang S, Gray SR, Pell JP, Celis-Morales C, Ho FK. Sarcopenic obesity and its association with respiratory disease incidence and mortality. *Clin Nutr* 2020;39:3461-3466.
30. Roh E, Choi KM. Health consequences of sarcopenic obesity: A narrative review. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2020;11:332.
31. Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11:693-700.
32. León Ortiz M, Celaya Cifuentes S. Nutrición y envejecimiento. En: En: Abizanda Soler P *Medicina Geriátrica: Una Aproximación Basada En Problemas*. 2nd ed. Elsevier; 2020; 179-203.
33. Guadamuz Hernández SH, Suárez Brenes G. Generalidades de la obesidad sarcopénica en adultos mayores. *Med leg Costa Rica* 2020;37:114-120.
34. Muñoz-Arribas A, Mata E, Pedrero-Chamizo R, Espino L, Gusi N, Villa G, et al. Obesidad sarcopénica y condición física en octogenarios: proyecto multicéntrico EXERNET. *Nutr Hosp* 2013;28:1877-1883.
35. Cetin DC, Nasr G. Obesity in the elderly: more complicated than you think. *Cleve Clin J Med* 2014;81:51-61.
36. Masanés Torán F, Navarro López M, Sacanella Meseguer E, López Soto A. ¿Qué es la sarcopenia? *Sem Fund Es Reumatol* 2010;11:14-23.
37. Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003;95:1717-1727.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

38. Tarantino U, Baldi J, Celi M, Rao C, Liuni FM, Iundusi R, et al. Osteoporosis and sarcopenia: the connections. *Aging Clin Exp Res* 2013;25 Suppl 1:S93-S95.
39. Cedeno-Veloz B, López-Dóriga Bonnardeauxa P, Duque G. Osteosarcopenia: una revisión narrativa. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2018;54:103-108.
40. Bauer J, Morley JE, Schols AMWJ, Ferrucci L, Cruz-Jentoft AJ, Dent E, et al. Sarcopenia: A time for action. An SCWD position paper. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2019;10:956-961.
41. Meza-Valderrama D, Marco E, Dávalos-Yerovi V, Muns MD, Tejero-Sánchez M, Duarte E, et al. Sarcopenia, malnutrition, and cachexia: Adapting definitions and terminology of nutritional disorders in older people with cancer. *Nutrients* 2021;13:761.
42. Oliveira EM de, Silva RP da, Lemos M da CC de, Burgos MGP de A, Costa DMN, Maio R. Frequency of sarcopenia, cachexia, and associated factors in patients with chronic kidney disease in dialysis treatment. *Nutr Hosp* 2020;37:1157-1165.
43. Rolland Y, Abellan van Kan G, Gillette-Guyonnet S, Vellas B. Cachexia versus sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2011;14:15-21.
44. Mlján de la Torre A. El músculo, elemento clave para la supervivencia en el enfermo neoplásico. *Nutr Hosp* 2016; 33:175. doi: 10.20960/nh.175. PMID: 27269215. Webster
45. JM, Kempen LJAP, Hardy RS, Langen RCJ. Inflammation and Skeletal Muscle Wasting During Cachexia *Front Physiol.* 2020;11:597675. doi: 10.3389/fphys.2020.597675. PMID: 33329046; PMCID: PMC7710765
46. Ida S, Kaneko R, Murata K. SARC-F for screening of sarcopenia among older adults: A meta-analysis of screening test accuracy. *J Am Med Dir Assoc* 2018;19:685–689.
47. Bahat G, Oren MM, Yilmaz O, Kılıç C, Aydın K, Karan MA. Comparing SARC-F with SARC-CalF to screen sarcopenia in community living older adults. *J Nutr Health Aging* 2018;22:1034–1038.
48. Landi F, Onder G, Russo A, Liperoti R, Tosato M, Martone AM, et al. Calf circumference, frailty and physical performance among older adults living in the community. *Clin Nutr* 2014;33:539–544.
49. Kurita N, Wakita T, Kamitani T, Wada O, Mizuno K. SARC-F validation and SARC-F+EBM derivation in musculoskeletal disease: The SPSS-OK study. *J Nutr Health Aging* 2019;23:732–738.
50. Ishii S, Tanaka T, Shibasaki K, Ouchi Y, Kikutani T, Higashiguchi T, et al. Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults: Sarcopenia screening. *Geriatr Gerontol Int* 2014;14 Suppl 1:93–101.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

51. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Benzeval M, Deary IJ, Dennison EM, et al. Grip strength across the life course: Normative data from twelve British studies. PLoS One 2014;9:e113637.
52. Francis P, Toomey C, Mc Cormack W et al. Measurement of maximal isometric torque and muscle quality of the knee extensors and flexors in healthy 50- to 70-year-old women. Clin Physiol Funct Imaging 2017; 37: 448–455.
53. Studenski SA, Peters KW, Alley DE, Cawthon PM, McLean RR, Harris TB, et al. The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2014;69:547–558.
54. Beaudart C, McCloskey E, Bruyère O, Cesari M, Rolland Y, Rizzoli R, et al. Sarcopenia in daily practice: assessment and management. BMC Geriatr. 2016;16:170.
55. Zuñiga R. Conceptos básicos sobre obesidad sarcopénica en el adulto mayor. Rev Clin Esc Med [Internet]. 2015;5.
56. Han TS, Tajar A, Lean MEJ. Obesity and weight management in the elderly. Br Med Bull. 2011;97:169–196.
57. Wannamethee SG, Shaper AG, Lennon L, Whincup PH. Decreased muscle mass and increased central adiposity are independently related to mortality in older men. Am J Clin Nutr 2007;86:1339–1346.
58. Rendón- Rodríguez R, Armando Osuna- Padilla I. El papel de la nutrición en la prevención y manejo de la sarcopenia en el adulto mayor. Nutri Clin Med [Internet] 2018; 23-36 Disponible en: <http://www.nutricionclinicaenmedicina.com/index.php/19-revista/149-5060>
59. Mayer F, Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, Cassel M, Müller S, Scharhag J. The intensity and effects of strength training in the elderly. Dtsch Arztebl Int 2011;108:359–364.
60. Cruz-Jentoft AJ, Triana FC, Gómez-Cabrera MC, López-Soto A, Masanés F, Martín PM, et al. La eclosión de la sarcopenia: Informe preliminar del Observatorio de la Sarcopenia de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología. Rev Esp Geriatr Gerontol 2011;46:100-110.
61. Ritchie C and Yukawa M. Geriatric nutrition: Nutritional issues in older adults. Up To Date 2021
62. Paddon-Jones D, Rasmussen BB. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2009;12:86-90.
63. Beasley JM, Shikany JM, Thomson CA. The role of dietary protein intake in the prevention of sarcopenia of aging. Nutr Clin Pract 2013;28:684-690.
64. Rubio del Peral JA, Gracia Josa MS. Suplementos proteicos en el tratamiento y prevención de la sarcopenia en ancianos. Revisión sistemática. Gerokomos 2019;30:23-27.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 05/07/2021 17:23:38

María Candelaria Martín González
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/07/2021 17:36:07

65. Damiano S, Muscariello E, La Rosa G, Di Maro M, Mondola P, Santillo M. Dual role of reactive oxygen species in muscle function: Can antioxidant dietary supplements counteract age-related sarcopenia? *Int J Mol Sci* 2019;20:3815.
66. Rondanelli M, Faliva M, Monteferrario F, Peroni G, Repaci E, Allieri F, et al. Novel insights on nutrient management of sarcopenia in elderly. *Biomed Res Int* 2015;2015:524948.
67. García-González AI, Axtle-Serrano Z, López-Teros M, et al. Intervenciones clínicas en obesidad osteosarcopénica: alimentación, actividad física y psicológica. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2018;56:82-93.
68. Lo JH-T, U KP, Yiu T, Ong MT-Y, Lee WY-W. Sarcopenia: Current treatments and new regenerative therapeutic approaches. *J Orthop Translat* 2020;23:38–52.
69. Batsis JA, Villareal DT. Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies. *Nat Rev Endocrinol* 2018;14:513-537.
70. SEGG. Tu Salud en Marcha [Internet]. SEGG. 2011. Disponible en: <https://www.segg.es/ciudadania/2011/10/25/tu-salud-en-marcha>

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3630499 Código de verificación: Gs5P/mLZ

Firmado por: Antonio María Martínez Riera UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 05/07/2021 17:23:38
María Candelaria Martín González UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	05/07/2021 17:36:07