TESIS DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

2017

92

Beatriz Lardiés Sánchez

Nutrición y sarcopenia en ancianos institucionalizados y circunferencia del cuello como parámetro antropométrico de desnutrición

Departamento

Medicina, Psiquiatría y Dermatología

Director/es

Sanz París, Alejandro

http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis

ISSN 2254-7606

Prensas de la Universidad Universidad Zaragoza

Reconocimiento – NoComercial – SinObraDerivada (by-nc-nd): No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.

© Universidad de Zaragoza
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606

Universidad Zaragoza
1542

Tesis Doctoral

NUTRICIÓN Y SARCOPENIA EN ANCIANOS INSTITUCIONALIZADOS Y CIRCUNFERENCIA DEL CUELLO COMO PARÁMETRO ANTROPOMÉTRICO DE

Autor

Beatriz Lardiés Sánchez

Director/es

Sanz París, Alejandro

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Medicina, Psiquiatría y Dermatología

2017

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Facultad de Medicina y Cirugía

Departamento de Medicina, Psiquiatría y Dermatología

NUTRICIÓN Y SARCOPENIA EN ANCIANOS INSTITUCIONALIZADOS Y CIRCUNFERENCIA DEL CUELLO COMO PARÁMETRO ANTROPOMÉTRICO DE DESNUTRICIÓN

Universidad Zaragoza

TESIS DOCTORAL PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR:

Beatriz Lardiés Sánchez

Bajo la dirección del Doctor:

Alejandro Sanz París

Zaragoza, mayo 2017

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar, en primer lugar, mi agradecimiento a mi director de tesis, Alejandro Sanz París, también tutor durante mi residencia, por toda la ayuda y el apoyo constante recibido a lo largo de todos estos duros años de trabajo. Él fue quien me dio el primer empujón para comenzar este proyecto y el que ha permanecido a mi lado semana a semana desde el inicio. Le agradezco enormemente todo el tiempo invertido en ayudarme y todas sus aportaciones para poder mejorar mi trabajo, sacarlo adelante y seguir con la misma ilusión que el primer día. Gracias por haber estado siempre que he necesitado ayuda y por orientarme hacia lo mejor para mi.

En segundo lugar me gustaría dar las gracias al Servicio de Endocrinología y Nutrición del Hospital Miguel Servet, por toda la formación que he recibido durante los años de mi residencia MIR, tiempo en el que desarrollé buena parte de este trabajo. Sin duda está compuesto por un equipo de excelentes profesionales y mejores personas, que han permanecido a mi lado apoyándome en todo desde el inicio.

También me gustaría agradecer a la Universidad de Zaragoza, y en especial a todo el personal de la Facultad de Medicina, el que desde el año 2005 cuando empecé la carrera de Medicina me hayan hecho sentir como si estuviera en mi segunda casa. En ella se vio cumplido mi gran sueño de obtener la licenciatura de Medicina y posteriormente he tenido la suerte de poder seguir visitándola durante la realización del Máster y estos últimos años con el Doctorado. Siempre me han dado facilidades y todo lo que he recibido en ella han sido buenas noticias. También agradecer a mi tutora durante la realización de este trabajo, Isabel Nerín, el haberme ayudado a solventar algunas de las dificultades surgidas durante este largo camino.

Otras personas a las que también tengo mucho que agradecer son a los médicos de las residencias geriátricas donde he llevado a cabo todo el trabajo de campo y de recogida de datos para esta tesis, principalmente a Javier Pérez-Nogueras, Antonio Serrano Oliver y María Elena Torres Anoro.
Ellos me han facilitado el trabajo, la valoración de los residentes, la revisión de historias clínicas, y han colaborado en todo lo que ha estado en su mano para poder desarrollar mi trabajo sin complicaciones añadidas. También a los directores de dichas residencias por darme su autorización para poder realizar allí las evaluaciones.

También tengo mucho que agradecer a las amigas con las que he compartido horas y horas de biblioteca y que han hecho más llevadero todo el trabajo, por ser fieles y permanecer a mi lado aunque en algunos momentos el tiempo libre haya sido escaso y no hayamos podido vernos con la frecuencia que me hubiera gustado.

Y por supuesto tengo que agradecer todo su apoyo infinito y constante a mi familia, en especial a mis padres, por todos los valores que me han inculcado y por confiar siempre en mis capacidades, y por enseñarme que todo el esfuerzo realizado al final acaba teniendo sus buenos resultados y su recompensa, y a mi hermano, que siempre ha estado ahí cuando lo he necesitado.

Y por supuesto a mi marido Miguel Ángel por haber sido parte integrante de este proyecto, por su paciencia durante estos años y por el amor que me demuestra día a día.

Para mis padres, José María y Miguela

Para mi hermano, Iván

Para mi marido, Miguel Ángel

Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado.
Un esfuerzo total es una victoria completa

(Mahatma Gandhi)

ABREVIATURAS SELECCIONADAS

- EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People): Grupo Europeo de Trabajo sobre la Sarcopenia en Personas de Edad Avanzada.
- BIA (Bioimpedance Analysis): Análisis de Bioimpedancia
- TAC: Tomografía Axial Computarizada
- RMN: Resonancia Magnética Nuclear
- DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry): Absorciometría Radiológica de Doble Energía
- MNA: Mini Nutritional Assessment
- CONUT: CONtrolling Nutritional Status
- ESPEN (European Society of Parenteral and Enteral Nutrition): Sociedad Europea de Nutrición Enteral y Parenteral
- ASPEN (American Society for Parenteral and Enteral Nutrition): Sociedad Americana de Nutrición Enteral y Parenteral
- MUST: Malnutrition Universal Screening Tool
- NRS-2002: Nutritional Risk Screening 2002
- MME: Masa Muscular Esquelética
- IMM: Índice de Masa Muscular
- IMC: Índice de Masa Corporal
- Z: Impedancia Corporal
- Rz: Resistencia
- Xc: Reactancia
- FFMI (Fat Free Mass Index): Índice de masa libre de grasa
- CB: Circunferencia del brazo
- PTC: Pliegue Cutáneo Tricipital
- CMB: Circunferencia Muscular del Brazo
- CA: Circunferencia Abdominal
- CP: Circunferencia de la Pantorrilla
- CC: Circunferencia del Cuello
- ABVD: Actividades Básicas de la Vida Diaria

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN……15
I.1.Sarcopenia en el anciano……..20
I.1.1. Concepto de sarcopenia…….20
I.1.2. Cambios musculares asociados con el envejecimiento…..21
I.1.3. Prevalencia de sarcopenia…….....22
I.1.4. Fisiopatología de la sarcopenia……..23
I.1.5. Categorías de sarcopenia según etiología……25
I.1.6. Estadios conceptuales de sarcopenia……26
I.1.7. Técnicas de evaluación de los parámetros que definen sarcopenia……26
I.1.7.1 Evaluación de la masa muscular……..26
I.1.7.2 Evaluación de la fuerza muscular…….29
I.1.7.3 Evaluación del rendimiento físico…….29
I.1.8. Algoritmo diagnóstico de sarcopenia…….30
I.1.9. Consecuencias clínicas de la sarcopenia…….31
I.1.10. Tratamiento y prevención de la sarcopenia……32
I.2. Desnutrición en el anciano……35
I.2.1. Concepto de desnutrición……....35
I.2.2 Cambios en el estado nutricional asociados al envejecimiento……..…….35
I.2.3 Prevalencia de desnutrición…….……36
I.2.4 Factores que pueden afectar al estado nutricional……...37
I.2.5. Valoración nutricional……...38
I.2.5.1. Test de valoración nutricional……..39
I.2.5.1.1Mini Nutritional Assessment……39
I.2.5.1.2 Test de cribado nutricional…….40
I.2.5.2 Parámetros de laboratorio……41
I.2.5.3. Antropometría……42
I.2.5.3.1 Circunferencia del cuello como posible parámetro antropométrico de desnutrición……45

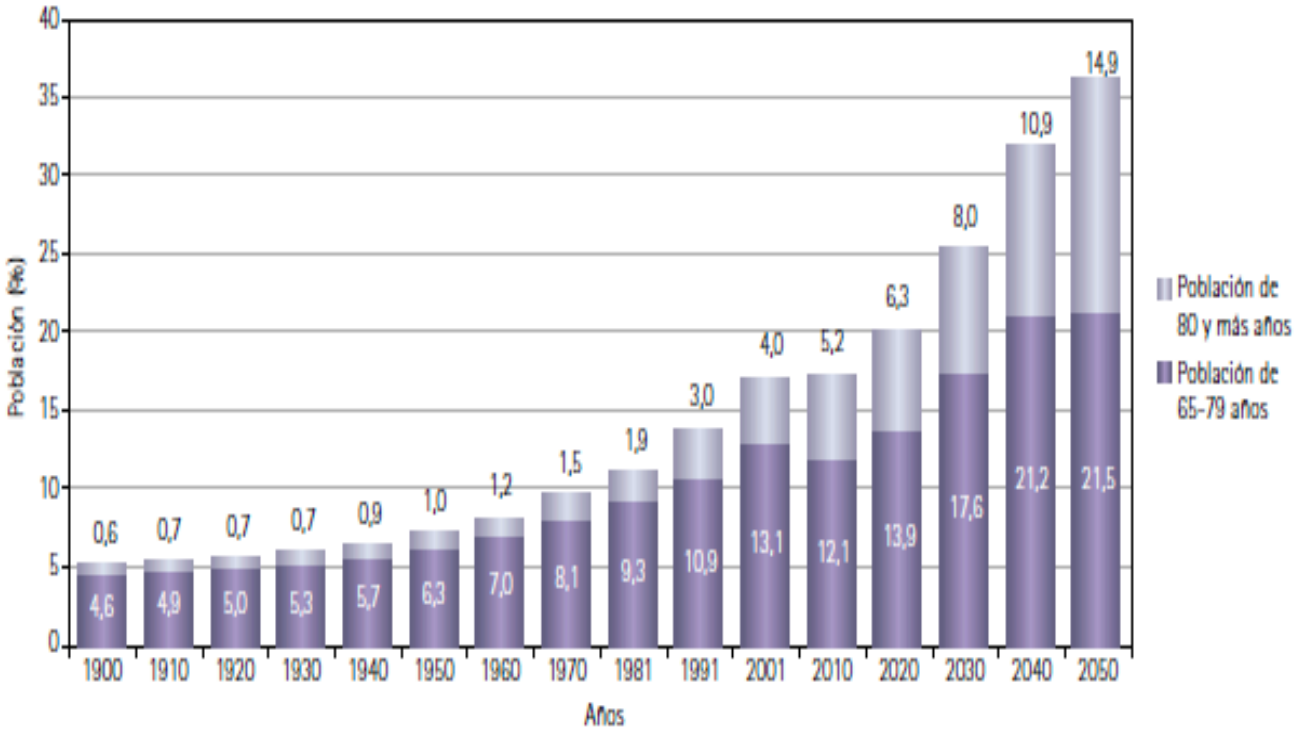
I.2.6. Diagnóstico de desnutrición……47
I.2.7 Consecuencias clínicas de la desnutrición……48
I.2.8 Estado nutricional y discapacidad funcional……48
I.2.9 Tratamiento y prevención de la desnutrición……49
I.3 "Síndrome de sarcopenia-desnutrición"……50
I.4 Perspectivas de futuro……51
II. HIPÓTESIS……53
III. OBJETIVOS……57
III.1 Objetivos generales……59
III.2. Objetivos específicos……60
IV. MATERIAL Y MÉTODOS……61
IV.1. Material……63
IV.1.1 Población estudiada y diseño del estudio……63
IV.2. Métodos……64
IV.2.1 Revisión sistemática bibliográfica sobre la prevalencia de sarcopenia……64
IV.2.1.1. Estrategia de búsqueda……64
IV.2.1.2. Criterios de elegibilidad……65
IV.2.1.3. Extracción de los datos y evaluación de la calidad.66
IV.2.2. Evalución del estado nutricional……67
IV.2.2.1. Test de valoración nutricional……67
IV.2.2.2. Medición de parámetros antropométricos……68
IV.2.2.3. Determinación de parámetros analíticos……70
IV.2.3. Evaluación de la capacidad funcional……71
IV.2.4. Evaluación de la sarcopenia……71
IV.2.4.1. Primer criterio: masa muscular……72
IV.2.4.2. Segundo criterio: fuerza muscular……73
IV.2.4.3. Tercer criterio: rendimiento físico……74
IV.2.5 Análisis estadístico de los datos……74
IV.2.6. Aspectos éticos……77
V. RESULTADOS……79

Manuscrito 1: “Systematic review: prevalence of sarcopenia in ageing people using bioelectrical impedance analysis to assess muscle mass”…… 81
Manuscrito 2: “Influence of nutritional status in the diagnosis of sarcopenia among nursing home residents”..……103
Manuscrito 3: “ Disability and its influence in nutritional assessment tools in elderly people living in nursing homes”……..135
Manuscrito 4: “Neck circumference is associated with nutritional status in elderly nursing home residents”…….....161
VI. DISCUSIÓN……179
VII. CONCLUSIONES……..201
VIII. BIBLIOGRAFÍA……...207
IX. ANEXOS……..225
- Anexo I: Mini Nutritional Assessment (MNA).……227
- Anexo II: CONUT……229
- Anexo III: Índice de Barthel……..231
- Anexo IV: Hoja de información para el paciente.……...233
- Anexo V: Formulario de consentimiento informado para el paciente…237
- Anexo VI: Documento de aprobación del CEICA.……..…..239
- Anexo VII: primera página artículo publicacado en revista EGM..……241
- Anexo VIII: primera página artículo publicado en revista Nutrition.…...243

I. INTRODUCCIÓN

Los cambios demográficos que se han producido en las últimas décadas en nuestra sociedad han dado lugar a un envejecimiento rápido y progresivo de la población, especialmente en los países desarrollados. Esto se traduce en un incremento considerable del número de personas mayores de 65 años, tanto en números absolutos como relativos, de forma paralela al aumento de la esperanza de vida, las mejoras en las condiciones sanitarias y el descenso de natalidad. Los datos indican que la estructura de edad de la población española envejecerá de forma acelerada e intensa, duplicándose la población mayor de 60 años entre el año 2000 y el 2050. En el último censo en España, las personas con edad superior a 65 años representaban el 17,3% del total, y de ellas el 5,2% tenían más de 80 años, pero se estima que en el año 2050 las personas con más de 65 años representarán un tercio de la población total (36,4%) y que España será el segundo país más envejecido del mundo por detrás de Japón [1].

Gráfico 1. Evolución de la población mayor en España, 1900-2050 (%)



* Las proyecciones de población (2020-2050) están calculadas a partir de la población a 1 de enero de 2012.

De mantenerse los ritmos actuales de reducción de la incidencia de la mortalidad en nuestra población, la esperanza de vida al nacimiento alcanzaría 81,8 años en los varones y 87,0 años en las mujeres en el año 2022, y para el año 2051 estos valores podrían alcanzar los 86,9 y 90,7 años en varones y mujeres, respectivamente.

Este envejecimiento de la población tiene implicaciones que trascienden del ámbito estrictamente demográfico, por ejemplo, el aumento de personas dependientes. Edad y dependencia están estrechamente relacionadas, ya que el volumen de personas con limitaciones de su capacidad fucional aumenta sobre todo a partir de los 80 años.

El incremento de la población envejecida en los países desarrollados ha dado lugar a un mayor número de personas que necesitan ayuda y soporte social. En países como España, debido al estilo de vida occidental, los familiares atienden a las personas mayores en su hogar hasta que el grado de discapacidad funcional es severo y se convierten en personas con un grado de dependencia severa o total, momento en el que precisan apoyo externo y que en muchas ocasiones motiva la institucionalización de estos ancianos. Más del 4% de las personas ancianas viven en residencias, con una edad media que supera los 80 años, y se trata mayoritariamente de mujeres, en relación con su mayor esperanza de vida aunque con menor calidad de vida dadas las frecuente limitación y comorbilidad asociada [2].
En adición a esto, en las residencias geriátricas que tienen financiación pública por regla general se admite a aquellos ancianos con una dependencia muy severa o total, mientras que las de financiación privada se preservan para aquellos con menor grado de dependencia y mayor poder adquisitivo [3].

El envejecimiento humano es un proceso irreversible, progresivo y natural, que lleva consigo numerosos cambios morfológicos (como el descenso de masa muscular y ósea e incremento de masa grasa), funcionales, bioquímicos y psicosociales.

El descenso gradual de las funciones fisiológicas condiciona una mayor vulnerabilidad y un mayor deterioro físico y mental, lo que se traduce en un aumento del riesgo de fragilidad y dependencia. Esto, junto con la presencia de pluripatología crónica de elevada prevalencia como diabetes o la hipertensión, la coexistencia de procesos agudos intecurrentes, la polimedicación y la disminución de la actividad física, producen un evidente deterioro del estado de salud y pueden repercutir de manera significativa en el estado nutricional. Por ello constituyen un grupo de población muy vulnerable y de elevado riesgo de desnutrición.

Esta situación está dando lugar a que el estudio de las enfermedades que afectan a la población de edad avanzada esté tomando cada vez un mayor protagonismo.

Es importante tener en cuenta que las personas mayores de 65 años son un grupo heterogéneo, por lo que deben diferenciarse varias categorías en función del grado de dependencia y las comorbilidades que presenten [4]:

- Anciano sano: persona de edad avanzada, con capacidad funcional conservada, independiente para la realización de actividades básicas de la vida diaria, sin enfermedad y sin problemática social o mental.

- Anciano enfermo: aquel que presenta una enfermedad de forma aguda y puntual, por la que acude al hospital o la consulta, pero que habitualmente está sano, sin otras enfermedades importantes.

- Anciano frágil: persona con una o varias enfermedades de base, que presenta alto riesgo de acabar siendo dependiente.

- Paciente geriátrico: aquel paciente que tiene una edad avanzada, con varias enfermedades crónicas, que es dependiente para las actividades básicas de la vida diaria, que precisa ayuda de otras personas y que suele presentar problemática social y/o alguna alteración mental.

Uno de los factores ligados al desarrollo de fragilidad en el anciano es la sarcopenia, que deriva de una aceleración exagerada del proceso fisiológico de la pérdida de masa muscular con el envejecimiento, y cuya existencia debe conocerse ya que la detección de pacientes de riesgo puede permitir iniciar medidas terapéuticas dirigidas a prevenir su aparición, o bien frenar su avance en pacientes con sarcopenia ya establecida (sobre todo medidas nutricionales y de ejercicio físico) [5].

I.1 Sarcopenia en el anciano

I.1.1 Concepto de sarcopenia

El sistema muscular esquelético, a partir de la tercera década de la vida, sufre una lenta pero progresiva pérdida de la masa y la fuerza muscular, circunstancia que se acentúa a partir de los 65-70 años [6]. La pérdida de masa muscular se caracteriza por un 3-8% de declive por década después de los 30 años de edad, con un mayor deterioro en adultos a partir de los 60 años, que se acompaña de un incremento concomitante de la masa grasa [7, 8]. En los varones el proceso es más progresivo, mientras que las mujeres presentan un brusco descenso coincidiendo con la menopausia [9, 10].

Descrito por primera vez a finales de la década de los 80 por Rosenberg, la sarcopenia, término derivado del griego “sarco” (músculo) y “penia” (pérdida), [11] actualmente se describe como un síndrome geriátrico caracterizado por la pérdida progresiva y generalizada de masa muscular esquelética junto con un deterioro de la fuerza y/o del rendimiento físico [5]. Se considera consecuencia del envejecimiento normal por lo que se observa principalmente en personas de edad avanzada, si bien puede aparecer también en adultos más jóvenes y puede acentuarse si coexiste con otro proceso patológico [12].

I.1.2 Cambios musculares asociados con el envejecimiento

Los cambios a nivel muscular que se producen con el paso de los años incluyen tanto alteraciones macroscópicas, que se traducen en una disminución de la cantidad total de masa muscular, como microscópicas a nivel estructural, con una traducción funcional (efectos cuantitativos y cualitativos).

Se han descrito alteraciones bioquímicas, disminución de la actividad metabólica, cambios en la distribución del tamaño de las fibras musculares, pérdida de motoneuronas periféricas y denegación selectiva de fibras de tipo II. Además, es importante conocer que debido a que el gasto metabólico en un adulto sano está condicionado entre un 70-75% por el tejido muscular existente, la disminución de la masa muscular comporta una disminución del gasto metabólico basal y del recambio proteico global [13].

En la tabla 1 se describen los principales cambios producidos por el envejecimiento a nivel muscular.

- Reducción en el número de unidades motoras
- Disminución del área muscular total
- Menor densidad de fibras
- Menor porcentaje de fibras tipo II
- Menor disminución de fibras tipo I
- Menor densidad capilar
- Incremento de la duración de la contracción fibrilar
- Cambios estructurales en las cadenas de miosina

Tabla 1 Cambios producidos en el tejido muscular con el envejecimiento [14].

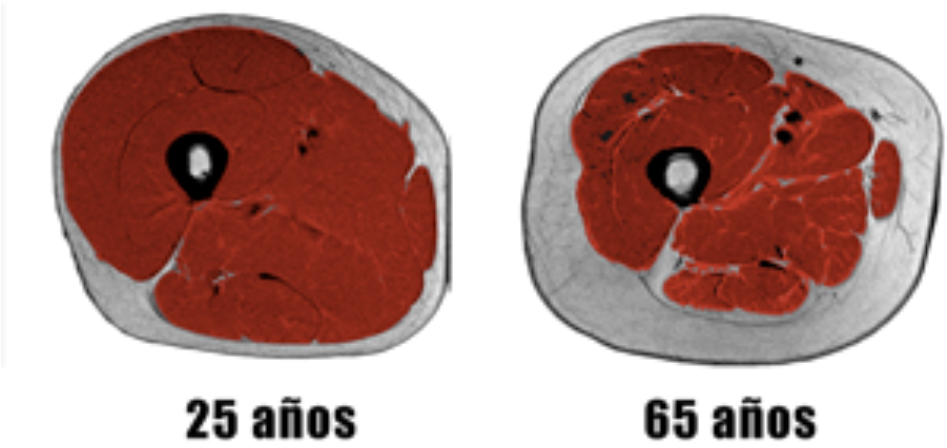


Figura 1. Variación fisiológica de la masa muscular con la edad

I.1.3 Prevalencia de la sarcopenia

La tasa de sarcopenia está aumentando de forma global, lo que probablemente es el resultado del incremento de la población de edad avanzada. De hecho, según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 50 millones de personas sufren sarcopenia en todo el mundo [5, 15] La gran variabilidad en la prevalencia de sarcopenia observada en la población anciana en los diferentes estudios realizados se debe a diferentes factores, pero depende fundamentalmente de las características de la población estudiada (edad, género, etnia, comorbilidades, lugar de residencia) así como de la metodología empleada para su diagnóstico o los criterios de sarcopenia y los puntos de corte utilizados [2, 16-20].

Se han realizado diversos estudios analizando la prevalencia de sarcopenia en diferentes poblaciones de ancianos (de la comunidad, institucionalizados, hospitalizados…). Sin embargo, en muchos de estos estudios sólo se valoró la baja masa muscular como criterio de sarcopenia, sin tener en cuenta la funcionalidad, como el estudio de Masanés realizado en ancianos sanos de la comunidad en Barcelona, en los que la prevalencia de una masa baja muscular fue del 10% en varones y del 35,5% en mujeres [21].

Tras el establecimiento un consenso en 2010 por el grupo europeo de trabajo de sarcopenia en edad avanzada (EWGSOP), que está basado en la alteración de no solo la masa muscular sino también de la funcionalidad del músculo, se han realizado algunos estudios a nivel europeo siguiendo sus recomendaciones, encontrando una prevalencia muy elevada de sarcopenia sobre todo en ancianos que se encuentran en unidades de rehabilitación y convalecencia (hasta del 77,6%) [22], seguido de ancianos en residencias geriátricas (32,8%) [23].

Además, la prevalencia aumenta cuando hay patologías concomitantes, de forma que se han realizado estudios en pacientes con fractura de cadera en los que se observa una prevalencia del 75% (en un estudio realizado en Australia) [24], y en otro realizado en nuestro país del 43% en varones y del 64% en mujeres [25].

1.1.4 Fisiopatología de la sarcopenia

En el desarrollo de la sarcopenia intervienen múltiples factores que modulan su evolución, entre los que destacan los siguientes [5, 14].

- Base genética predisponente: la influencia genética es uno de los factores que más contribuyen en la variabilidad interindividual de la masa muscular y de la función muscular, por lo que es lógico pensar que debe contribuir al desarrollo de la sarcopenia. En los últimos años se han descrito alteraciones genéticas que condicionan modificaciones en el metabolismo proteico y en la función muscular, como alteraciones en los genes del factor de crecimiento/diferenciación (miostatina), en el gen de la enzima conversora de angiotensina y en los genes relacionados con la vitamina D [10].

- Influencia del desarrollo: la sarcopenia también se ha asociado con el bajo peso al nacer en ambos sexos y de forma independiente con el peso y la altura alcanzados en la edad adulta [26].

- Factores hormonales: el proceso de envejecimiento está asociado a una disminución de los niveles de determinadas hormonas, algunas de las cuales están relacionadas con el metabolismo muscular, como la insulina, la hormona del crecimiento, el cortisol y las hormonas sexuales esteroideas (testosterona y estrógenos), si bien su papel en el desarrollo de la sarcopenia no está bien establecido [27, 28].

- Factores bioquímicos: tanto el proceso de envejecimiento como ciertas enfermedades de elevada prevalencia en la población anciana se asocian con un incremento crónico y gradual de la producción de citocinas proinflamatorias, condicionando un estado inflamatorio subclínico que tiene influencia sobre el balance muscular global y que favorece el desarrollo de sarcopenia [29, 30].

- Actividad física: se ha comprobado que la práctica de ejercicio físico tiene un importante papel protector frente al desarrollo de sarcopenia, si bien los ejercicios deben realizarse de forma programada y combinando los de tipo aeróbico con los de resistencia [10, 16, 31].

- El estado nutricional: diversos factores tanto extrínsecos como intrínsecos pueden conllevar una disminución de la ingesta en los ancianos que suele traducirse en importantes niveles de desnutrición, sobre todo proteica, produciéndose un catabolismo negativo y una consecuente pérdida de masa muscular [9, 32]. La anorexia en el anciano puede potenciarse por aspectos como las alteraciones dentales, o bien por alteraciones del estado anímico como la depresión.

- Influencia de la comorbilidad y la polifarmacia: ambos conceptos están íntimamente relacionados con el envejecimiento y pueden actuar como potenciadores de la sarcopenia [33].

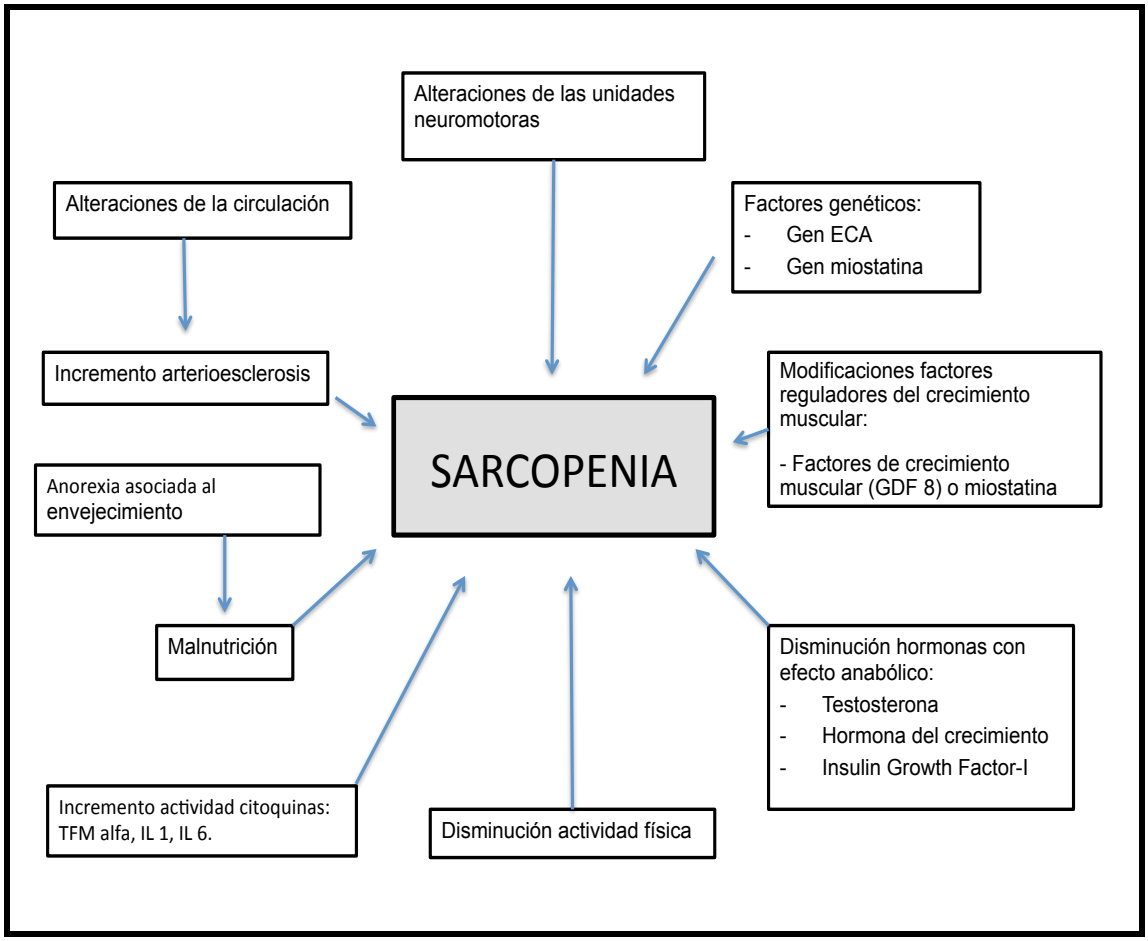


Figura 2. Factores implicados en el desarrollo de sarcopenia

I.1.5 Categorías de sarcopenia según la etiología

Según el Consenso Europeo [5], en función de la etiología de la sarcopenia ésta puede clasificarse en sarcopenia primaria, que es aquélla relacionada con la edad sin ninguna otra causa evidente salvo el envejecimiento; y secundaria, que sería la relacionada con una o más posibles causas, como la ausencia de actividad física (consecuencia del reposo en cama, del sedentarismo...), la relacionada con enfermedades (inflamatorias, endocrinas, neoplasias…) o aquella relacionada con la nutrición, consecuencia de una ingesta dietética insuficiente de energía y/o proteínas, como ocurre en casos de malabsorción o trastornos digestivos.

I.1.6 Estadios conceptuales de sarcopenia

La estadificación de la sarcopenia, como reflejo de su gravedad, es un concepto que puede ayudar a orientar su tratamiento clínico. El EWGSOP propone una estadificación de la sarcopenia en:

- Presarcopenia: se caracteriza por una masa muscular baja sin efectos sobre la fuerza muscular ni el rendimiento físico.

- Sarcopenia: masa muscular baja, junto con masa muscular baja o un rendimiento físico deficiente.

- Sarcopenia grave: cuando se cumplen los tres criterios de la definición (masa muscular baja, menor fuerza muscular y menor rendimiento físico)

Basándose en esta clasificación se pueden diseñar estudios de investigación centrados en algún estadio concreto o en los cambios de estadio a lo largo del tiempo.

I.1.7 Técnicas de evaluación de los parámetros que definen sarcopenia

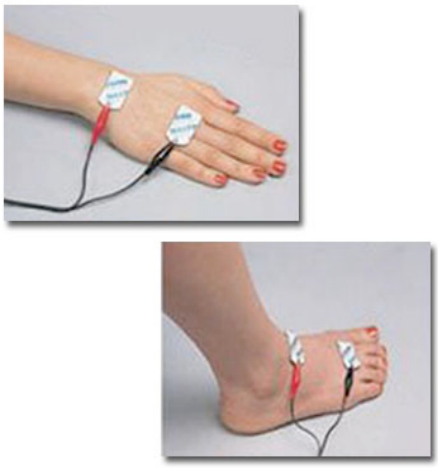
Según el EWGSOP, las variables mensurables que definen la presencia de sarcopenia, que son la masa muscular, la fuerza muscular y el rendimiento físico, pueden ser evaluadas mediante las siguientes técnicas [5].

I.1.7.1 Evaluación de la masa muscular:

- Análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA): se trata de un buen método para determinar el agua corporal total y la masa libre de grasa en personas sin alteraciones de líquidos corporales y electrolitos, basándose en la estrecha relación que existe entre las propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición corporal de los

diferentes tejidos y el contenido de agua corporal total. Es una técnica sencilla, fácil de usar, barata, fácilmente reproducible, realizada con un equipo portátil, y que es adecuada tanto en pacientes ambulatorios como encamados, existiendo valores de referencia validados para ambos sexos [34, 35]. El fundamento físico de esta prueba está basado en que la impedancia corporal (Z) está en función de 2 componentes o vectores: resistencia (R) y reactancia (Xc), vectores que estarían de acuerdo a la ecuación $Z^2=R^2+Xc^2$. La R representa la resistencia de los tejidos al paso de una corriente eléctrica y Xc es la oposición adicional debida a la capacitancia de esos tejidos y las membranas celulares, y estos valores dependen de la frecuencia de la corriente eléctrica [36]. El método más utilizado es el tetrapolar, que incluye dos electrodos adheridos al cuerpo (a través de los cuales se hace pasar una corriente alterna) y dos electrodos detectores situados en línea; ello permite medir tanto la resistencia como la reactancia de la corriente a su paso por los tejidos localizados entre los electrodos. Ésta ha sido la técnica elegida para la valoración de la masa muscular en el presente estudio, si bien hay que tener en cuenta que la validez de este método es cuestionable en sujetos cuyo estado de hidratación puede estar alterado, como personas de edad extrema y en determinadas patologías, y que su empleo está contraindicado en portadores de marcapasos.

Figura 3. Bioimpedanciómetro tipo tetrapolar



- Técnicas de imagen corporal:

- Se pueden utilizar tres técnicas de imagen para calcular la masa muscular o la masa magra: la tomografía computarizada (TAC), la resonancia magnética nuclear (RMN) y la absorciometría radiológica de doble energía (DEXA). El TAC y la RMN son técnicas de gran precisión que pueden separar visualmente la grasa de otros tejidos blandos del organismo, por lo que son métodos de referencia en el contexto de la investigación. Sin embargo, debido a su elevado coste, al acceso limitado a sus equipos y la preocupación sobre el límite de exposición a la radiación en el caso del TAC, no se emplean en la práctica clínica habitual. Respecto a la DEXA, ésta permite diferenciar los tejidos magro, adiposo y mineral óseo exponiendo al paciente a una cantidad mínima de radiación, pero el equipo no es portátil, lo que dificulta su uso en estudios epidemiológicos a gran escala [37].

- Cantidad total o parcial de potasio por tejido blando sin grasa: es el método clásico de estimación del músculo esquelético, pero no es de uso habitual [38].

- Medidas antropométricas: la circunferencia de la pantorrilla se correlaciona positivamente con la masa muscular, y niveles <31 cm se han asociado a discapacidad. El problema es que existen relativamente pocos estudios que hayan validado las medidas antropométricas en personas obesas y de edad avanzada, y además puede haber errores de estimación a los que contribuyen los cambios en el tejido adiposo y la pérdida de elasticidad cutánea por la edad [39], motivos por los que el grupo de trabajo sobre sarcopenia por el momento desestiman su uso como criterio diagnóstico de la misma.

I.1.7.2 Evaluación de la fuerza muscular:

- Fuerza de prensión manual isométrica: es una medida sencilla y fiable de la masa muscular y guarda una estrecha relación con la fuerza muscular de las extremidades inferiores y el área muscular transversal de la pantorrilla. Si es baja es un marcador clínico de una movilidad escasa y un mejor factor predictivo de resultados clínicos que una baja masa muscular [8]. Por eso en el presente estudio éste ha sido el método seleccionado para evaluar la fuerza muscular.

- Flexoextensión de la rodilla: la potencia extensora de las piernas puede medirse con un equipo de potencia comercializado pero la necesidad de un equipo especial y de formación limita su aplicación en la práctica clínica, limitándose su empleo a estudios de investigación [40].

- Flujo espiratorio máximo (PEF): mide la fuerza de los músculos respiratorios, pero no puede recomendarse como medición aislada ya que la investigación sobre su uso como medida de la sarcopenia es limitada [41].

I.1.7.3 Evaluación del rendimiento físico:

- Serie corta de rendimiento físico: evalúa el equilibrio, la marcha, la fuerza y la resistencia física. Puede emplearse como medida de referencia para la investigación y la práctica clínica, y de hecho un grupo de trabajo internacional ha recomendado su uso como valoración funcional en ensayos clínicos con personas de edad avanzada frágiles [42].

- Velocidad de la marcha: se ha confirmado la importancia de la velocidad de la marcha como factor predictivo de episodios adversos de salud como caídas, fracturas, institucionalización, fragilidad e incluso mortalidad [43]. También se ha comprobado que la marcha habitual cronometrada tiene valor predictivo de la aparición de discapacidad [44]. Puede usarse tanto en la práctica clínica como en la investigación, y ésta ha sido la prueba que ha decidido utilizarse en el presente estudio.

- Prueba cronometrada de levantarse y andar: mide el tiempo necesario para completar una serie de tareas importantes desde el punto de vista funcional, sirviendo como evaluación del equilibrio dinámico.

- Test de capacidad de subir escaleras: puede resultar útil en ciertos contextos de investigación [45].

I.1.8. Algoritmo diagnóstico de la sarcopenia

Dada la importancia de la identificación precoz de pacientes con sarcopenia, el EWGSOP ha elaborado un algoritmo basándose en la medición de la velocidad de la marcha para comenzar el cribado en la práctica clínica, utilizando el límite de 0,8 m/s para identificar el riesgo de sarcopenia [5, 46]. (Figura 4).

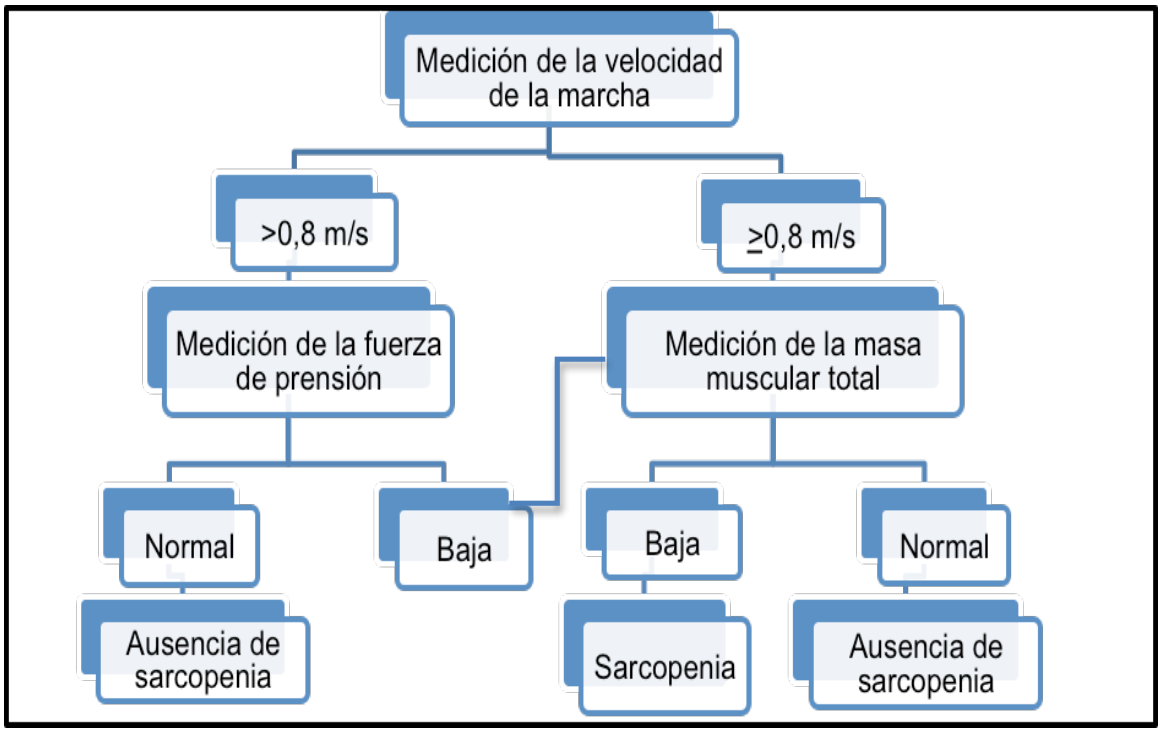


Figura 4. Algoritmo propuesto por el EWGSOP para detectar casos de sarcopenia en las personas de edad avanzada.

I.1.9 Consecuencias clínicas de la sarcopenia

La sarcopenia suele conllevar una mayor dificultad para realizar las actividades básicas de la vida diaria y un incremento de la dependencia, de la discapacidad física, del riesgo de caídas y de fracturas y de la morbimortalidad, con una consecuente mayor tasa de rehospitalización, empeoramiento de la calidad de la vida e incremento de los costes sanitarios [12, 23].

Los ancianos con sarcopenia y debilidad en las extremidades inferiores tienen dificultad para realizar tareas como levantarse de una silla o subir escaleras y poseen una menor velocidad de la marcha [47].

Además la debilidad muscular ejerce una influencia directa en la incidencia de la fractura de cadera por el incremento del riesgo de caídas (incluso tres veces mayor) y el consiguiente aumento del riesgo de fracturas [48].

También está demostrada la relación entre sarcopenia y la menor masa muscular, la dependencia, la discapacidad, la institucionalización y la mortalidad, independientemente de otros factores de riesgo. La sarcopenia puede contribuir además al incremento del riesgo de enfermedades crónicas tales como la osteoporosis o la diabetes, al contribuir al descenso en la tolerancia a la glucosa que con frecuencia ocurre durante el envejecimiento (ya que el músculo es el principal órgano de captación de glucosa tras una sobrecarga oral). Por otro lado, la pérdida de masa muscular puede afectar de manera importante a la regulación de la temperatura corporal en ambientes cálidos y fríos, de forma que en un ambiente caluroso el descenso de la masa muscular se asocia con un mayor incremento de la temperatura, mientras que en un ambiente frío la menor masa muscular se asocia con una afectación de la capacidad de aislamiento periférico de la termorregulación [49].

I.1.10 Tratamiento y prevención de la sarcopenia

Se han ensayado varias estrategias de tratamiento de la sarcopenia [50], como el tratamiento sustitutivo con testosterona/otros andrógenos anabolizantes, estrógenos en mujeres, hormona del crecimiento, tratamiento nutricional y ejercicio físico. De todas las alternativas, se ha objetivado que la mejor manera de prevenir o revertir la sarcopenia es la realización de actividad física de forma programada y más concretamente de ejercicios de fuerza y potenciación muscular [49], ya que se ha visto que es eficaz en el incremento de la masa muscular esquelética [51], asociado o no a suplementación nutricional. Revisiones sobre los programas de fortalecimiento muscular en mayores han demostrado además un incremento en la potencia muscular entre moderado y grande, tanto en los que viven en la comunidad como en los institucionalizados [52].

Se ha demostrado que el entrenamiento físico con ejercicios de resistencia en ancianos induce la secreción de hormonas anabólicas, que incrementan la masa muscular, y además reduce la expresión de los genes que codifican las proteínas proteolíticas y aumenta la producción de enzimas antioxidantes. Estos ejercicios mejoran la masa muscular, la fuerza y la resistencia, además de otros aspectos como el equilibrio, la capacidad aeróbica, la flexibilidad y las limitaciones funcionales, tales como la velocidad de la marcha, la capacidad de levantarse de una silla o de subir escaleras, por contribuyendo a mantener la independencia funcional [53, 54]. Este entrenamiento debe dirigirse a los grupos musculares que son importantes en las actividades cotidianas, y las repeticiones deben realizarse de forma controlada en todo el rango de movimiento, durante un período de al menos 12 semanas. La intensidad debe ser progresiva, incrementándose a medida que la fuerza aumenta. El ejercicio de fuerza de alta intensidad es el que ha demostrado mejorar y/o conservar la fuerza y el tamaño muscular. Su eficacia y seguridad ha sido documentada en adultos mayores frágiles; por el contrario, el ejercicio de fuerza de baja intensidad apenas produce resultados [55].

Por otro lado, el estado nutricional es fundamental en el mantenimiento de la fuerza muscular. Los adultos de edad avanzada tienen una tasa de catabolismo proteico mayor, de modo que sus necesidades proteicas son superiores al resto de la población. Además, la edad altera la función digestiva y la biodisponibilidad de algunas proteínas. El requerimiento es proporcional al peso y a la composición corporal pero no a la ingesta de energía, ya que ésta se reduce con el envejecimiento. Por lo tanto debe asegurarse un aporte de proteínas suficiente. La suplementación proteica resulta otra opción de tratamiento en la pérdida de masa muscular, pero ésta debe ser consumida como complemento de la dieta habitual y no como sustituta de la proteína natural de los alimentos. Se ha demostrado que un equilibrio de aminoácidos esenciales estimula el anabolismo proteico muscular en las personas mayores [56].

Actualmente existen pocos estudios sobre el efecto de la intervención nutricional sobre la sarcopenia y la mayoría de los estudios que se han realizado hasta la fecha estaban basados en la modificación del contenido proteico de la dieta [57]. La biodisponibilidad proteica es importante para el mantenimiento de la masa muscular, y hay estudios que han demostrado que existe un efecto sinérgico de la suplementación proteica y el ejercicio físico. En algunos casos, la ingesta proteica deficiente, muy frecuente en ancianos, probablemente sea una barrera que haya impedido obtener resultados más favorables con la actividad física, si bien hay que ser cuidadosos dado que la suplementación nutricional en el anciano puede tener efectos negativos sobre la ingesta de la dieta convencional. Sí que se ha establecido una relación entre concentraciones bajas de vitamina D y niveles elevados de parathormona (PTH) como factores de riesgo para desarrollar sarcopenia en ancianos de ambos sexos [58]. El déficit de vitamina D es muy frecuente en ancianos y puede estar relacionado con la pérdida de masa y fuerza muscular y podría tener un papel en la prevención de caídas, si bien hasta ahora mayoría de los estudios se han focalizado hacia la pérdida de masa ósea.

Figura 5. Ejercicios de potenciación muscular con bandas elásticas y pesas

I.2 DESNUTRICIÓN EN EL ANCIANO

I.2.1 Concepto de desnutrición

Clásicamente la desnutrición se ha definido como una condición de disbalance de energía, proteínas y otros nutrientes, que causa efectos negativos mensurables en la composición corporal, la función física y los resultados clínicos. Se considera un proceso desencadenado por un desequilibrio entre la ingestión y los requerimientos de energía, las proteínas u otros nutrientes, y que produce una serie de cambios funcionales y metabólicos que pueden ser cuantificables. También se ha definido como "un estado resultante de la falta de nutrientes que conlleva alteración de la composición corporal, disminución de la función física y mental y a un empeoramiento de los resultados clínicos de la enfermedad [59, 60].

I.2.2. Cambios en el estado nutricional asociados al envejecimiento

La desnutrición en las personas de edad avanzada es más frecuente que en otros grupos de edad en los países desarrollados [61]. El deterioro fisiológico asociado a la edad, junto con los cambios psicosociales asociados al envejecimiento y la mayor prevalencia de determinadas enfermedades, pueden tener un efecto negativo en diversos aspectos entre los que se encuentra el estado nutricional, siendo este grupo de edad más vulnerable a presentar desnutrición proteico-calórica.

En general se considera que la desnutrición puede ser resultado de la inanición, de un estado de enfermedad o de la edad avanzada (mayor de 80 años), de forma aislada o combinada [62].

Muchos ancianos están desnutridos o tienen un elevado riesgo de desnutrición debido a múltiples factores. La disminución del apetito y de la ingesta alimentaria, las alteraciones en la dentición, el incremento de la frecuencia y severidad de las patologías agudas y crónicas, la polimedicación,

su situación socioeconómica y el deterioro cognitivo, todo el conjunto juega un importante papel en el desarrollo de desnutrición en el paciente anciano. [63-65].

Además la propia edad avanzada es un factor de riesgo independiente de desnutrición y se ha asociado con un menor peso corporal, un menor índice de masa corporal y unos niveles más bajos de albúmina [66].
El mantenimiento de un buen estado nutricional resulta imprescindible para una para mantener un adecuado estado de salud y responder adecuadamente a las enfermedades, contribuyendo a mejorar el estado funcional y mental del anciano y, en consecuencia, su calidad de vida.

I.2.3. Prevalencia de desnutrición

La desnutrición en personas mayores, cuya prevalencia sigue creciendo a nivel mundial [67], no es exclusiva de los países subdesarrollados, sino que también se encuentra en los países más desarrollados aunque en muchas ocasiones no esté diagnosticada y, consecuentemente, no tratada. La prevalencia de desnutrición en la población anciana varía dependiendo de los estudios, debido a que no existen criterios estándares para su diagnóstico. Se calcula que se sitúa entre un 3 y un 7% en el caso de la población no institucionalizada, y en torno al 30-60% en aquellos que sí que lo están, siendo la mayoría de los estudios realizados en mayores de 80 años [68]. Esta cifra aumenta hasta un 70% en pacientes hospitalizados.

Utilzando la herramienta de valoración nutricional MNA, que es una de las herramientas utilizadas en nuestro estudio, la prevalencia de desnutrición está en torno al 2% y un 4,3% en ancianos no institucionalizados, y de un 51% [69, 70] en los pacientes institucionalizados.
En el estudio de Kulnik realizado en ancianos institucionalizados en Viena se encontró una prevalencia de desnutrición del 37,8% y de riesgo de desnutrición de 48,3% [71].

I.2.4. Factores que pueden afectar al estado nutricional

Entre las causas más frecuentes que favorecen un deficiente estado nutricional en las personas ancianas destacan las siguientes:

- Causas fisiológicas: cambios en la composición corporal con la edad (incremento de la masa grasa y descenso de masa muscular, ósea, y del agua corporal total), disminución del gasto energético (descenso del metabolismo basal y de la actividad física) y del apetito, deterioro de los sentidos (gusto, vista, olfato), alteraciones digestivas, pérdida de piezas dentarias, capacidad de masticación y deglución alteradas, estreñimiento, descenso de las secreciones gástricas y salivales, incremento del sobrecrecimieto bacteriano. Una edad superior a 80 años es uno de los factores de riesgo más importantes.
- Causas patológicas: la pluripatología (enfermedades como demencia, diabetes, insuficiencia cardíaca, patología orofaríngea o neurológica), que pueden modificar la dieta habitual, polimediación, síndromes geriátricos, discapacidades.
- Causas psico-sociales: la falta de recursos, el aislamiento, la depresión, institucionalización, hospitalización, el alcoholismo, los estados de dependencia en actividades relacionadas con la alimentación (incapacidad para comprar, preparar o servirse comidas) [72].

Respecto a la institucionalización, no se conoce muy bien cómo influye esta situación en los mayores porcentajes de desnutrición. Hay autores que hablan de una dieta monótona y poco atractiva en estas instituciones, así como de una falta de personal para cuidar y ayudar en el momento de la comida.

También el nivel de dependencia y el estado de salud de estos ancianos puede contribuir a esta mayor prevalencia, así como la falta de apetito, lo que conduce a una falta de interés del anciano por la comida [73].

En algunos estudios se ha encontrado un mayor riesgo de desnutrición en mujeres, lo cual parece deberse al hecho de que el riesgo de desnutrición está incrementado en edades superiores a los 80 años y las mujeres suelen tener una mayor esperanza de vida [64].

Actualmente la tendencia es tratar de clasificar el tipo de desnutrición según la etiología [60], relacionada o no con la enfermedad, y ésta a su vez inflamatoria o no. La desnutrición relacionada con la enfermedad (DRE) puede activarse por una respuesta inflamatoria específica de la enfermedad, aunque también puede asociarse a otros mecanismos etiológicos no inflamatorios. La DRE con inflamación es una condición catabólica caracterizada por una respuesta inflamatoria, incluyendo anorexia y rotura tisular, debido a una enfermedad subyacente [74, 75]. El papel de la inflamación en el desarrollo de desnutrición está enfatizado en la siguiente definición: "la desnutrición es un estado crónico o subagudo en el que la combinación de un balance energético negativo y la actividad inflamatoria de diversos grados da lugar a cambios en la composición corporal, empeoramiento de la función y resultados adversos" [76]. La edad avanzada per se puede contribuir al estado de inflamación [77]. Además, la inactividad y el encamamiento aceleran el catabolismo muscular durante la DRE con inflamación.

I.2.5. Valoración nutricional

La valoración del estado nutricional tiene como finalidad determinar esta situación en un paciente con el fin de apreciar las posibles desviaciones de la normalidad, tanto en el exceso de nutrición como por la desnutrición en cualquiera de sus formas. Esta última es particularmente importante dada la evidencia de la mayor morbimortalidad asociada a pacientes desnutridos [69].

En general, las recomendaciones para llevar a cabo una adecuada valoración del estado nutricional indican que ésta debe ser fácilmente aplicable en diferentes contextos, debe estar basada en la evidencia científica y aplicarse

lo más precozmente posible para poder detectar a los individuos con desnutrición o con riesgo de presentarla.

Una temprana identificación de los residentes en riesgo nutricional, seguido por una adecuada intervención nutricional, ayudaría a la recuperación y mantenimiento de su fuerza muscular, y por tanto a su independencia, mejorando su calidad de vida e incluso incrementando su supervivencia, además de disminuir el número de hospitalizaciones y el gasto sanitario.

I.2.5.1 Test de valoración nutricional

I.2.5.1.1 Mini Nutritional Assessment

El cuestionario estructurado denominado Mini Nutritional Assessment (MNA) es el instrumento más utilizado para la valoración del estado nutricional en el anciano y el que recomienda la Sociedad Española de Nutrición Enteral y Parenteral (ESPEN) [78].

Se trata de una herramienta validada, de sencillo y rápido uso tanto en pacientes institucionalizados como en los que no lo están, así como en pacientes hospitalizados [79]. Sirve como un instrumento de asesoramiento validado que puede utilizarse para identificar a personas mayores con riesgo de desnutrición, pero que no establece diferencias entre los pacientes con un estado nutricional normal y aquellos que padecen malnutrición por exceso, es decir, sobrepeso u obesidad. Se compone de 18 preguntas, cada una de las cuales ofrece varias respuestas posibles, con una valoración numérica determinada asociada a cada una de ellas, de forma que la suma total de los puntos correspondientes a cada respuesta permite la valoración global del estado nutricional del anciano.
Si la suma de las respuestas de la primera parte (test de cribaje) es igual o inferior a 10 es necesario completar el test de evaluación.

La puntuación máxima es 30, que se corresponde con una situación nutricional óptima; un valor comprendido entre 23,5 y 17 sugiere una situación de riesgo de desnutrición, y una puntuación inferior a 17 es indicativo de estado nutricional deficiente. Incluye como parámetro antropométrico la circunferencia de la pantorrilla, que ha demostrado una buena correlación con la masa muscular en diversos estudios [39, 80, 81].

I.2.5.1.2 Test de cribado nutricional

Existe una versión corta del MNA (MNA-Short Form), en las que las primeras 7 cuestiones son idénticas a la versión larga, con una excelente validez para llevar a cabo en la población anciana como método de cribado de desnutrición [82, 83].

Hay otras herramientas que también sirven de screening o cribado nutricional, permitiendo detectar situaciones de riesgo de desnutrición. Algunas de ellas son las siguientes:

- Malnutrition Universal Screening Tool (MUST): se trata de un método de cribado desarrollado inicialmente para personas no institucionalizadas. Incluye una valoración del índice de masa corporal (IMC), cambios en el peso y detección de enfermedades que supongan restricción calórica mayor a 5 días. Se establecen tres categorías de riesgo (bajo, medio y alto), que conllevan recomedaciones según el contexto [84].

- Valoración Global Subjetiva (VSG): consiste en una evaluación nutricional a partir de una historia clínica y un examen físico, que lo que hace es valorar la situación actual y más que el riesgo. Además, depende en exceso de la valoración del profesional que la utiliza.

- Nutritional Risk Screening (NRS 2002): en un primer apartado se valora el IMC, pérdida ponderal reciente y cambios en la ingesta, mientras que en el segundo apartado se establece una graduación según la severidad de la enfermedad. Si la puntuación es $\geq$ 3 se debe iniciar un plan nutricional. La ESPEN recomienda su uso en hospitales, sobre todo en aquellos que no puedan utilizar el MNA.

I.2.5.2 Parámetros de laboratorio

La albúmina es el parámetro bioquímico más utilizado como marcador nutricional y es un buen indicador de pronóstico evolutivo. Se trata de una proteína de síntesis hepática, por lo que puede verse alterada por algunas enfermedades hepáticas que comprometan su síntesis, como la cirrosis. Su vida media es larga (en torno a 20-22 días), por lo que no es útil en cambios agudos (en esos casos es mejor la prealbúmina por su menor vida media, de 2,5 días). Sus concentraciones normales se sitúan entre los 3,6 y los 4,5 g/dl. Se considera que entre 2,8 y 3,5 g/dl la desnutrición es leve; entre 2,1 y 2,7 g/dl la desnutrición es moderada, y por debajo de 2,1 g/dl se trata de una desnutrición grave [85].

El colesterol sérico total también puede ser un indicador de desnutrición, hasta el punto de que cifras bajas están relacionadas con un incremento de la mortalidad. Cifras entre 140 y 179 mg/dl son indicativas de desnutrición leve; entre 100 y 139 mg/dl lo son de desnutrición moderada, y por debajo de 100 mg/dl, de desnutrición severa. A la hora de interpretar estos resultados debe tenerse en cuenta la posible existencia de antecedentes de dislipemia o de tratamiento con hipolipemiantes [86].

El número de linfocitos, indicador del compromiso de la función inmune, disminuye en estados de desnutrición, por lo que es otro posible indicador de la misma.

Cifras de linfocitos entre 1200-200 células/mm^3 indican una desnutrición leve; entre 800 y 1200 desnutrición moderada; y severa cuando las cifras son < 800 células /mm^3. El principal inconveniente de su uso como marcador del estado nutricional es su alteración en situaciones como las infecciones, los estados de inmunosupresión o la administración de corticoides [87].

El test de valoración nutricional CONUT (CONtrolling Nutritional Status) está basado en los niveles de estos tres parámetros (albúmina, colesterol y linfocitos). Cada nivel de su concentración en plasma da una puntuación, con un máximo de 12. Según la puntuación total se distinguen tres grupos: estado nutricional normal (0-1 puntos), ligera desnutrición (2-4 puntos), moderada desnutrición (5-8 puntos), y desnutrición severa (> 8 puntos) [88].

I.2.5.3. Antropometría

La antropometría es una herramienta no invasiva y ampliamente utilizada para medir el tamaño y las proporciones corporales. La variación de estos parámetros indica cambios en el estado nutricional [89]. Se trata de parámetros fáciles de medir y el material básico para su medición es sencillo: balanza, tallímetro y cinta métrica.

Los cambios en la composición corporal asociados a la edad, incluidas las etapas más avanzadas, son distintos en varones y en mujeres, lo que se refleja directamente los parámetros antropométricos [90, 91].

Estas mediciones informan de una manera muy sensible de diferentes componentes de la estructura corporal entre los que resaltan el componente muscular y graso. Constituyen un método de fácil y rápida realización, no invasivo, fiable y económico, características que han hecho de estos parámetros una prueba de gran valor orientativo en la práctica clínica ya que el organismo, en momentos de necesidad o carencia, utiliza las reservas energéticas provenientes de lípidos y proteínas, con la concomitante variación asociada de los parámetros antropométricos.

De esta manera se ha comprobado que determinados pliegues cutáneos, como el tricipital, son indicativos del estado de las reservas de grasa del organismo, mientras que perímetros corporales como el del brazo y sobre todo el de la pantorrilla pueden servir de orientación de los niveles de masa muscular, siendo éstas las medidas antropométricas directas más empleadas para detectar situaciones de desnutrición, junto con el peso y la talla.

Respecto a la medición de la talla, se utilza para calcular el peso ideal y el IMC. La talla puede ser difícil de obtener en las personas de edad avanzada, especialmente en aquellas con cifosis pronunciada o en las que permanecen encamadas. En esos casos puede aplicarse la fórmula de Chumlea para la el cálculo de la talla a partir de una medición obtenida de la altura talón-rodilla en centímetros, aunque esta fórmula en ocasiones infraestima los valores reales.

En cuanto al peso, a pesar de que sólo da una idea global del organismo, es el mejor parámetro para evaluar el estado nutricional del individuo y la medida de valoración más empleada. Para su cálculo se requiere una balanza adecuadamente calibrada. Algunos conceptos básicos relacionados con el peso son los siguientes:

- Peso actual: es el que se determina en el momento de la valoración. Al obtener el peso del paciente hay que tener en cuenta la posible presencia de edemas o ascitis, que pueden desvirtuar el valor de este parámetro.
- Peso habitual: es el peso que el individuo presenta en situación de estabilidad.
- Cambios en el peso: la pérdida de peso involuntaria es más significativa que el peso en sí mismo, sobre todo si los cambios son recientes. En general, se acepta que una pérdida del 10% del peso habitual o mayor en 6 meses, o bien del 5% en un mes, es indicativo de un cambio nutricional significativo.

Respecto al IMC, se trata de un índice ampliamente utilizado y que permite catalogar nutricionalmente a la población. Éste expresa la relación entre el peso y la altura de los individuos y tiene un valor pronóstico. Un IMC igual o inferior a 16 se acompaña de un incremento de la morbilidad. En la población general los valores normales se sitúan entre 18,5-24,9 kg/m^2, entre 17-18,5 kg/m^2 se define como desnutrición leve, entre 16-16,9 kg/m^2 moderada y < 16 kg/m^2 la desnutrición es severa. En los ancianos los valores del IMC son diferentes a los utilizados en la población adulta y el rango de normalidad nutricional se corresponde con un IMC entre 22 y 26,9 kg/m^2. Hay estudios en los que valores de IMC inferiores a 22 kg/m^2 se asocian con una mayor tasa de mortalidad al año y un peor estado funcional en personas mayores [92].

Si la altura y el peso no se pueden calcular, el IMC puede estimarse usando la circunferencia del brazo (CB) medida en el punto medio entre acromion y olecranon. Si la CB es < 23,5 cm, probablemente corresponda a un IMC<20 kg/m^2, mientras que si la CB es > 32 cm, el IMC es probablemente > 30 kg/m^2.

En cuanto a la circunferencia de la pantorrilla (CP), se ha visto que en personas > 65 años está relacionada con el riesgo de desarrollar desnutrición, observándose diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos con una circunferencia de la pantorrilla menor de 31 cm y aquéllos en la que es mayor o igual de 31 cm, en ambos sexos, en variables como el peso, la talla y el IMC, la puntuación en el MNA y la prevalencia de desnutrición.

Además, la CP refleja en parte las reservas de masa muscular, y en los casos en que sea $\geq$ 31 cm se ha asociado con una mayor fuerza muscular, mejor rendimiento físico, con un índice de fragilidad más bajo y con un mejor estado funcional en los ancianos [93].

Respecto al perímetro abdominal, es un indicador de la cantidad de grasa intraabdominal, parámetro que aumenta con el envejecimiento, y se emplea más por su valor predictor de incremento de riesgo cardiovascular y de desarrollo de síndrome metabólico [94].

Un reciente consenso europeo define obesidad abdominal como aquélla con una circunferencia de la cintura ≥ 94 cm en hombres y ≥ 80 en mujeres [95], mientras que en las guías americanas las referencias son ≥ 102 cm en hombres y ≥ 88 cm en mujeres [96].

Si bien los pliegues cutáneos se utilizan para determinar el tejido adiposo subcutáneo, hay que tener en cuenta que la composición corporal de los ancianos varía y ese tejido es más laxo, por lo que puede ser una medida menos fiable y precisa que en el resto de la población.

En uno de los estudios realizados [97] se trató de determinar los parámetros antropométricos de referencia para el estudio del estado nutricional de una población de más de 80 años de edad institucionalizados en una residencia geriátrica pública, constatando la presencia de diferencias significativas en los parámetros musculares, que eran mayores en los varones que en las mujeres, mientras que los parámetros grasos eran más elevados en éstas últimas.

Los cambios en la composición corporal, la presencia de edemas, las posibles deformidades anatómicas o en encamamiento de los ancianos, entre otros factores, pueden dificultar la toma de algunas medidas. A esto se añade que hasta ahora los estudios antropométricos realizados en población de edad muy avanzada y los valores de referencia para interpretar los resultados son escasos.

I.2.5.3.1 Circunferencia del cuello como parámetro antropométrico de desnutrición

Respecto al empleo de otros parámetros antropométricos en la valoración de la composición corporal y del estado nutricional, un parámetro escasamente estudiado hasta ahora sobre todo en relación con un estado nutricional deficiente es la circunferencia del cuello (CC).

Hasta ahora se habían llevado a cabo estudios en los que se había podido establecer una relación entre una CC incrementada y el síndrome de apnea obstructiva del sueño [98], el síndrome metabólico [99], la insulinorresistencia [100], el tejido adiposo visceral [101] y otros factores de riesgo cardiovascular [101-104].

Además se han publicado varios estudios en los que se ha relacionado a la CC con la presencia de obesidad [105-107]. Sin embargo solo se ha encontrado un estudio, publicado recientemente, en el que se haya evaluado la CC como parámetro relacionado con un estado de desnutrición. En este estudio, realizado en ancianos japoneses, se encontró que existía relación entre una circunferencia del cuello reducida y una puntuación indicativa de desnutrición según el MNA [108].

Este estudio también se apoya con la fuerte correlación encontrada entre la CC y el área de sección transversal de los músculos del cuello en estudios de imagen realizados con resonancia magnética [109], por lo que su reducción podría ser un buen indicador de desnutrición o de baja masa muscular.

La circunferencia del cuello es un parámetro fácilmente mensurable en la práctica clínica diaria y presenta algunas ventajas como son el que no requiere desvestir al paciente ni movilizarlo, por lo que la exploración se llevaría a cabo en menos tiempo y conservando la privacidad del paciente, y además los músculos de la pantorrilla se atrofian antes que los del cuello.

Por ello podría tener un interesante valor orientativo sobre la composición corporal y en especial en la valoración de un posible estado de desnutrición, pero por el momento no hay estudios en los que se establezcan puntos de corte que sean indicativos de un estado nutricional deficiente ni que comparen a la CC con otros perímetros antropométricos establecidos como marcadores de desnutrición tales como el perímetro braquial o la circunferencia de la pantorrilla.

I.2.6. Diagnóstico de desnutrición

Hasta ahora no existe un consenso claro sobre los criterios de desnutrición, por lo que se suelen utilizar diferentes marcadores nutricionales, si bien no existe ninguno que sea "ideal" [110] Las medidas clásicas empleadas por los clínicos para evaluar la desnutrición o el riesgo de que ésta se produzca incluyen la ingesta dietética, cambios en el peso corporal y valores de laboratorio, si bien un aspecto crítico que a menudo no se valora en el screening nutricional es la pérdida de masa magra o de masa muscular [111].

En 2012, la ASPEN (American Society for Parenteral and Enteral Nutrition) [112] propuso que se debían cumplir al menos dos de los siguientes criterios para el diagnóstico de desnutrición: baja ingesta energética, pérdida de peso no intencionada, pérdida de masa muscular, pérdida de grasa subcutánea, evidencia de retención de líquidos (localizados o generalizados), y función física disminuida (fuerza de prensión de la mano o test de rendimiento físico).

Más recientemente, en el año 2015 la ESPEN propuso unos nuevos criterios diagnósticos de desnutrición [113]. Según este nuevo consenso, el diagnóstico de desnutrición puede considerarse un proceso basado en dos pasos. Antes del diagnóstico, es imprescindible cumplir criterios de riesgo de desnutrición por cualquier herramienta validada de cribado nutricional (la forma corta del MNA, el NRS 2002, el MUST…). Aquéllos identificados como de riesgo pasan a ser evaluados en un segundo paso, que incluye dos opciones: la primera opción requiere un IMC menor de 18,5 kg/m^2 (basado en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud [114]. La segunda opción incluye una pérdida de peso no intencionada (>10% independientemente del peso o >5% en los últimos 3 meses), siempre combinada con o bien un IMC bajo (< 20 kg/m^2 en sujetos menores de 70 años, o <22 kg/m^2 si $\geq$ 70 años), o bien una baja masa libre de grasa (< 15 kg/m^2 en mujeres o < 17 kg/m^2 en hombres).

I.2.7. Consecuencias clínicas de la desnutrición

La desnutrición se asocia con múltiples alteraciones como son la pérdida de función muscular, cognitiva y de masa ósea, la disfunción inmunológica con aumento del número de infecciones intercurrentes, la posible interferencia con la acción de los antibióticos, anemia, una mala cicatrización de las heridas y un retraso en la recuperación tras intervenciones quirúrgicas. Todo ello contribuye a la que la enfermedad se prolongue y el pronóstico se agrave. En definitiva, se asocia a un peor pronóstico evolutivo y provoca un incremento de la morbimortalidad de los pacientes que la padecen [115]. Estos efectos son especialmente dramáticos en las personas mayores institucionalizadas, que tienden a ser las más frágiles dentro de la población anciana [116]. Con una adecuada intervención nutricional estas situaciones pueden revertirse.

I.2.8. Estado nutricional y discapacidad funcional

Para valorar el grado de dependencia funcional, el índice de Barthel es considerado como la escala más adecuada para valorar las actividades básicas de la vida diaria (ABVD), obteniéndose una estimación cuantitativa del grado de dependencia de la persona evaluada. A medida que aumenta la edad también se incremento el riesgo de perder la autonomía y de independencia para realizar estas actividades cotidianas. La capacidad funcional es un parámetro de salud, por lo que su mantenimiento y su mejora es tan importante como el tratamiento de una enfermedad. La pérdida de capacidad funcional se asocia con una mayor probabilidad de institucionalización, utilización de servicios sanitarios y de mortalidad [117].

Entre las principales causas que alteran la capacidad funcional de los ancianos se encuentran las enfermedades crónicas, las patologías mentales, la desnutrición, e incluso el propio ingreso de una persona válida en una institución. Hay estudios que demuestran que los sujetos con riesgo de desnutrición o con desnutrición estabecida tienen un deterioro de las ABVD, lo que da lugar a una mayor dependencia funcional [118].

La desnutrición, asociada o no a patologías crónicas, puede ser el factor desencadenante del deterioro de la función física y mental del anciano [119].

Las ABVD hacen referencia a los niveles de función más elementales, actividades como comer, desplazarse, vestirse o ir al aseo. En el índice de Barthel, los valores que se le asignan a cada actividad dependen del tiempo empleado en su realización y de la necesidad de ayuda para llevarlo a cabo. El rango global varía entre 0 (completamiente dependiente) y 100 puntos (completamete independiente). Este test no solo aporta una valoración global de la funcionalidad sino que además muestra las deficiencias específicas de cada una de las actividades, facilitando la valoración de la evolución del paciente.

I.2.9. Tratamiento y prevención de la desnutrición

Una detección temprana de este tipo de situaciones, seguida de una intervención nutricional adecuada, reduciría estas complicaciones, el tiempo de hospitalización de los pacientes intervenidos y el coste sanitario [120]. Por ello la valoración nutricional debe constituir una primera línea de actuación para identificar aquellas personas que están en niveles elevados de riesgo, sobre todo en el grupo de personas ancianas frágiles. Dicha valoración nutricional, en una primera etapa, debe ser generalizada y simple, para permitir detectar de forma rápida aquellos individuos que se desvían de los valores generales.

Numerosos autores han demostrado que la complementación de la dieta con suplementos nutricionales orales mejora el estado nutricional de ancianos institucionalizados que están desnutridos o en riesgo de desnutrición. Los efectos clínicos y el coste-efectividad de los suplementos orales están bien establecidos [121]. Entre los efectos beneficiosos descritos de la nutricional se encuentran el incremento del peso corporal y del IMC, el aumento de la concentración de albúmina y de otros marcadores proteicos, la elevación de la puntuación del MNA, así como también se ha observado mejoría en el índice de riesgo nutricional geriátrico [116, 118-124].

I.3 “Síndrome de sarcopenia-desnutrición”

Tanto la desnutrición como la sarcopenia son condiciones presentadas con frecuencia por la población anciana y ambas tienen resultados negativos para el paciente y para el sistema sanitario, incluyendo un incremento de la morbimortalidad, de la discapacidad, de la tasa de infecciones y del número de caídas, así como un descenso de la calidad de vida y de la funcionalidad [125, 126], sin olvidarse del aumento de los costes sanitarios y de las tasas de rehospitalización [48].

Apenas hay datos publicados que demuestren la concurrencia de ambas entidades en ancianos y su evaluación de forma conjunta en los pacientes es rara; sin embargo, las investigaciones muestran que la reducción en la fuerza de prensión de la mano es común tanto en individuos que tienen sarcopenia como en aquéllos que están desnutridos [4, 11, 127], y cuando se presentan de forma paralela se manifiestan clínicamente a través de la combinación del descenso de la masa muscular, del peso corporal, de la fuerza y/o de la función física. La presentación clínica de ambas entidades de forma concomitante ha llevado a la propuesta del denominado “síndrome de desnutrición-sarcopenia” [112], que debería el objetivo de futuros cribajes y evaluaciones en poblaciones de riesgo elevado dadas todas las consecuencias clínicas derivadas [128].

Desnutrición	Sarcopenia
- Disminución de la ingesta	- Disminución de la masa muscular
- Disminución del apetito	- Disminución de la fuerza y/o funcionalidad
- Disminución del peso corporal	

Tabla 2: Síndrome de desnutrición-sarcopenia [*112*].

I.4 Perspectivas de futuro

Se necesitan más estudios que profundicen en la etiología y la fisiopatología de la sarcopenia así como ensayos clínicos para tratar de mejorar las estrategias terapéuticas que permitan reducir la prevalencia de sarcopenia y conseguir mayores tasas de envejecimiento saludable.

También se precisan más estudios sobre definición y criterios diagnósticos de sarcopenia para unificar criterios que sirvan de guía en las intervenciones, así como más investigaciones sobre los puntos de corte exactos que definan una masa muscular deficiente en diversas poblaciones en función del sexo, edad, etnia, zona geográfica y ámbito hospitalario, institucional o comunitario.

También podría investigarse más acerca de la sarcopenia y desnutrición como síndrome clínico que aparece de forma concomitante en los individuos de edad avanzada, para implantar planes de actuación para poder detectar ambas entidades de la forma más sencilla posible.

La antropometría, dada la fácil aplicabilidad y el bajo coste del método, podría ser el instrumento fundamental a utilizar para realizar un rápido cribado de ambas situaciones, si bien se precisarían más estudios para validar parámetros en poblaciones muy ancianas y dependientes.

En este contexto, la circunferencia del cuello podría ser un nuevo parámetro antropométrico para la valoración del estado nutricional, tanto en hombres como en mujeres, parámetro sobre el cual apenas existen datos en la bibliografía revisada en el contexto de la valoración un estado nutricional deficiente. Para su empleo sería necesario validar su utilidad, comparándolo con otros parámetros antropométricos clásicos como son la circunferencia del brazo y la circunferencia de la pantorrilla, y establecer puntos de corte específicos en función del sexo, la edad y la población específica estudiada.

II. HIPÓTESIS

En las últimas décadas se está produciendo un envejecimiento rápido y progresivo de la población de los países occidentales, de forma paralela a la institucionalización de los ancianos en residencias geriátricas, sobre todo de aquellos ancianos con un alto grado de dependencia funcional.

La desnutrición y la sarcopenia son dos entidades cuya prevalencia se incrementa con la edad y en ancianos frágiles, pero su evaluación de forma conjunta y en dicha población de mayor riesgo no es habitual a pesar de todas las consecuencias clínicas negativas de ambas y su frecuente aparición concomitante.

Se plantean las siguientes hipótesis:

- La prevalencia de ancianos desnutridos y sarcopénicos en las residencias geriátricas públicas de nuestro entorno podría ser elevada, si bien su evaluación conjunta no se realiza de forma habitual.

- Los ancianos que tienen sarcopenia pueden presentar un riesgo más elevado de desnutrición que aquellos con funcionalidad conservada.

- Los test de valoración nutricional empleados habitualmente incluyen parámetros como el peso y la talla, medidas difíciles de obtener en muchos de los ancianos institucionalizados que viven en residencias públicas, ya que éstos suelen tener un elevado grado de dependencia funcional, están encamados, o presentan una cifosis importante que invalida su utilidad.

- La medición de parámetros antropométricos como la circunferencia del brazo o la pantorrilla es una práctica sencilla, fácilmente aplicable y de bajo coste, aunque con algunas limitaciones. En este contexto planteamos que la circunferencia del cuello podría ser un nuevo parámetro antropométrico a considerar como marcador de desnutrición, dada su correlación con la masa muscular del cuello y con el MNA descrita en algún estudio previamente.

III. OBJETIVOS

III.1. OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos generales de este trabajo fueron:

1. Realizar un análisis descriptivo de las características basales de una población de ancianos institucionalizados en residencias geriátricas.

2. Analizar la prevalencia de sarcopenia en dicha población según los criterios establecidos en el Consenso Europeo de 2010.

3. Analizar la prevalencia de desnutrición en ancianos de residencias geriátricas públicas mediante diferentes test de valoración nutricional.

4. Evaluar el grado de depedencia funcional en dicha población.

5. Propuesta de la circunferencia del cuello como nuevo parámetro antropométrico para detectar desnutrición en la población de ancianos institucionalizados.

III.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

1. Realizar una revision sistemática de los trabajos publicados sobre prevalencia de sarcopenia en personas mayores de 50 años en los que se utilizara el análisis de bioimpedancia eléctrica como método de valoración de la composición corporal.

2. Evaluar el impacto del estado nutricional en el diagnóstico de sarcopenia en la población estudiada.

3. Identificar posibles factores predictivos de sarcopenia en dicha población.

4. Evaluar la influencia del grado de dependencia funcional según el índice de Barthel en el estado nutricional de estos ancianos.

5. Comprobar si el parámetro antropométrico circunferencia del cuello está correlacionado con otros parámetros clásicamente utilizados en la valoración de un estado nutricional deficiente, como la circunferencia del brazo o la pantorrilla, así como con test de valoración nutricional validados como el MNA.

6. Encontrar puntos de corte de la circunferencia del cuello que permitan detectar la existencia de desnutrición en esta población.

IV. MATERIAL Y MÉTODO

IV.1. MATERIAL

IV. 1.1 Población estudiada y diseño del estudio

Para el estudio sobre la influencia del estado nutricional en el diagnóstico de sarcopenia, se diseñó un estudio observacional transversal multicéntrico. Se valoró la posible inclusión de los 426 individuos que estaban residiendo en 5 residencias geriátricas públicas de la ciudad de Zaragoza: Elías Martínez, Casa Amparo, Reyes de Aragón, Romareda y Las Fuentes. La recogida de datos fue llevada a cabo durante un período de 12 meses (de enero a diciembre de 2015).

Los criterios de inclusión en este estudio fueron: edad de 60 años o superior, haber vivido durante al menos 6 meses en la residencia geriátrica, tener una mínima integridad física y motora en al menos una mano para realizar la prueba de fuerza muscular basada en la prensión de la mano, tener la capacidad de realizar el test de la marcha sin ayuda de otras personas (se permitió el uso de muletas, bastones o dispositivos similares) y firmar un consentimiento informado por escrito (por los participantes o sus representantes legalmente autorizados). Por otro lado, los criterios de exclusión fueron tener una infección aguda en el momento de la valoración, estado terminal, neoplasias activas, hospitalización en los tres meses anteriores o falta de consentimiento informado firmado.

Además se recogieron datos sobre las características demográficas de los sujetos, incluyendo género, fecha de nacimiento, duración de la estancia en la residencia y estado de salud.

Para el estudio sobre discapacidad funcional, se llevó a cabo un estudio también multicéntrico observacional transversal con 383 individuos, en 3 residencias geriátricas (Elías Martínez, Casa Amparo y Romareda).

Para este estudio no se precisaba tener funcionalidad conservada, por lo que se incluyeron también pacientes encamados. Los criterios de inclusión comprendieron participantes con edad mayor de 60 años, viviendo en residencias geriátricas durante al menos 6 meses y que firmaran el consentimiento informado sobre la participación en el estudio (ellos o sus representantes legales). Los criterios de exclusión fueron edad por debajo de 60, infección aguda, neoplasia maligna, hospitalización en los 3 meses previos o la falta de consentimiento informado.

Se recogieron las características demográficas incluyendo género, fecha de nacimiento, tiempo de estancia en la residencia y tipo de dieta.
Se llevó a cabo una valoración nutricional completa, incluyendo parámetros antropométricos, análisis de bioimpedancia eléctrica, marcadores biológicos, herramientas de valoración nutricional y la capacidad para realizar actividades básicas de la vida diaria.

Para el estudio sobre la circunferencia del cuello, se llevó a cabo un estudio multicéntrico observacional transversal recogiendo datos de 352 ancianos institucionalizados en las 5 residencias geriátricas. Los criterios de inclusion fueron edad $\geq$ 60 años y haber vivido en la residencia durante al menos 6 meses. Los criterios de exclusion fueron tener una infección activa, un estado terminal, una neoplasia maligna activa, haber estado hospitalizado en los 3 meses previos o no haber firmado el consentimiento informado.

IV.2. MÉTODOS

IV. 2.1 Revision sistemática bibliográfica sobre prevalencia de sarcopenia

IV. 2.1.1 Estrategia de búsqueda

Inicialmente, para poder realizar la revision sistemática sobre la prevalencia de sarcopenia, la búsqueda se llevó a cabo en 3 bases de datos online, PubMed, Tripdatabase y Cochrane Plus, en mayo de 2015, inicialmente sin restricción en el año de publicación.

Los límites de búsqueda establecidos fueron: investigación en humanos, estudios publicados en ingles, español y francés, edad de 50 años o por encima, con las palabras clave en cualquier campo. Los términos de búsqueda predefinidos fueron: “sarcopenia” OR “muscle mass” AND "aging" OR "older people " OR" elderly " AND" prevalence" AND "bioelectrical impedance" OR "bioimpedance analysis".

Esta revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones para la realización de revisiones sistemáticas y metaanálisis de la Declaración PRISMA [129].

IV. 2.1.2 Criterios de elegibilidad

Finalmente se incluyeron solamente los estudios publicados entre enero de 2000 y mayo de 2015, que incluían participantes de más de 50 años de edad, en poblaciones bien definidas (como la comunidad, residencias geriátricas, unidades de rehabilitación y convalescencia, y hospitales). La eliminación de duplicados refinó la búsqueda. Con los resultados de la búsqueda obtenidos, se llevaron a cabo búsquedas manuales en base a las citas de referencias bibliográficas de los artículos encontrados.

A continuación, otro de los autores y yo revisamos de forma independiente todos los títulos y resúmenes de los resultados obtenidos. Los criterios de inclusión de los estudios que se seleccionaron fueron: estudios con participantes por encima de 50 años, que vivían en casa, o bien que estuvieran institucionalizados u hospitalizados, en los que se hubiera utilizado bioimpedancia eléctrica para estimar la masa muscular de los participantes.

Los criterios de exclusión fueron: comorbilidades serias como cáncer, obesidad, infarto cerebral o de corazón, enfermedades hepáticas, renales, cardíacas o respiratorias reseñables, estudios en animales o aquéllos focalizados en genética, bioquímica, biomarcadores, o endocrinología.

También se excluyeron informes, editoriales y artículos de revisión. Se realizó una lectura completa de los artículos elegibles y se incluyeron todos aquellos que cumplieron los criterios establecidos.

IV. 2.1.3 Extracción de los datos y evalución de la calidad

Los estudios seleccionados se examinaron manualmente para evaluar la conveniencia de su inclusión. También se revisó la bibliografía de todos los ensayos y artículos de revisión para buscar estudios adicionales de interés.
Se crearon dos tablas recopilando los datos presentados en los estudios seleccionados. Se incluyeron las siguientes variables: autor, año y referencia del estudio, país en el que se recopilaron los datos, tipo de población (personas mayores de la comunidad, ancianos hospitalizados, en residencias geriátricas y en unidades de convalecencia y rehabilitación), tamaño muestral, edad media de la población (años), marca registrada del aparato de bioimpedancia, ecuación utilizada para calcular la masa muscular, criterios utilizados para establecer el diagnóstico de sarcopenia, puntos de corte de masa muscular baja y prevalencia de sarcopenia (en porcentaje) para ambos sexos y para la población total.

Para evaluar la calidad de los artículos, se adoptó la metodología propuesta por Downs y Black [130], cuyo propósito es guiar a los auditores en la identificación de las características metodológicas de los estudios observacionales más relevantes. La puntuación propuesta está compuesta por 27 preguntas que evalúan la claridad de la escritura, la validez externa e interna, los factores de confusión y el poder del estudio.

Esta herramienta fue adaptada según lo descrito por Montero y Victora [131], dado que estos criterios fueron originalmente diseñados para la evaluación de ensayos clínicos, siendo excluidas cuatro preguntas se aplican sólo a este tipo de estudio. Por lo tanto, la puntuación máxima posible para cada artículo fue 24.

IV. 2.2. Evaluación del estado nutricional

IV.2.2.1 Test de valoración nutricional

Para la valoración del estado nutricional en la población de edad avanzada existen diversas herramientas. Las empleadas en nuestro estudio han sido el Mini Nutritional Assessment (MNA), los nuevos criterios del consenso de la ESPEN, y el CONUT.

El MNA (Anexo I) incluye 18 items en cuatro secciones: evaluación antropométrica (cuatro cuestiones en referencia al peso, talla y circunferencias corporales), valoración global (seis cuestiones relativas al estilo de vida, medicación y movilidad), valoración dietética (seis cuestiones referentes al número de comidas, ingesta de líquidos y alimentos y autonomía para alimentarse) y valoración subjetiva (dos cuestiones en lo referente a autopercepciones de salud y nutrición. La puntuación obtenida (máximo 30) clasifica en tres categorías: una puntuación mayor o igual de 24 es indicativo de un estado nutricional normal, puntuaciones entre 17-23,5 puntos indican riesgo de desnutrición, y una puntuación <17 puntos determina un estado de desnutrición [132, 133].

También se utilizaron los criterios de la ESPEN. Su diagnóstico se considera un proceso que comprende dos pasos: antes del diagnóstico, es mandatario cumplir criterios de estar de riesgo de desnutrición por cualquier herramienta de screening de riesgo nutricional. En nuestro caso utilizamos la versión corta de MNA. En aquéllos en los que se identifica riesgo de desnutrición se procede en el diagnóstico que incluye dos opciones: la primera opción requiere un IMC <18,5 kg/m^2, siguiendo la recomendación de la Organización Mundial de la Salud [114]. La segunda opción comprende la pérdida no intencionada de peso (>10% independientemente del tiempo o > 5% en los últimos 3 meses), siempre combinado con un bajo IMC (<20 kg/m^2 si <70 años o <22 kg/m^2 si ≥70 años), o un índice de masa libre de grasa bajo (FFMI <15 kg/m^2 en mujeres y <17 kg/m^2 en hombres) [113].

Finalmente, el CONUT (Anexo II) está basado en 3 parámetros bioquímicos: albúmina, colesterol y linfocitos. Cada nivel de su concentración en plasma da una puntuación, con un máximo total de 12 puntos. Según dicha puntuación clasificamos a los participantes en cuatro grupos: estado nutricional normal (0-1 puntos), ligera desnutrición (2-4 puntos), desnutrición moderada (5-8 puntos) y desnutrición severa (>8 puntos) [81].

IV.2.2.2. Medición de parámetros antropométricos

Se llevó a cabo la medición de los siguientes parámetros antropométricos según procedimientos y técnicas estandarizados [134-136]:

- Peso (kg): mide de forma simplificada el total de los componenetes corporales. Se determinó con la persona descalza y ropa ligera, con una báscula calibrada de suelo (SECA 880, USA).

- Talla (cm): se determinó mediante un tallímetro fijado al suelo (SECA 220, USA), con la persona descalza, de espaldas al tallímetr y en posición erguida, manteniendo la cabeza en el plano de Fráncfort horizontal: el meato auditivo y el borde inferior de la órbita en un plano horizontal [137].

- El índice de masa corporal (IMC) o índice de Quetelet: es el valor más utilizado en clínica y epidemiología para determinar el estado nutricional de una persona. Se correlaciona positivamente con determinados indicadores de salud y longevidad [138], y se calcula a partir del peso y la talla, mediante la fórmula: IMC (kg/m^2)= peso (kg)/talla^2(m). En 1994, Lipschitz propuso unos puntos de corte de IMC específicos para población anciana, siendo considerado como bajo peso un IMC por debajo de 22 kg/m^2 y sobrepeso aquellos por encima de 27 kg/m^2 [139]. En aquellos pacientes en los que no fue possible determinar la estatura, como en aquellos que tenían cifosis, se utilizó la ecuación de Chumlea para estimar la talla [140].

- Circunferencia del brazo (cm): medida en la parte superior del brazo no dominante, relajado, perpendicular al punto medio entre acromion y olecranon, mediante el empleo de una cinta métrica inelástica (Lufkin W606PM), con precisión milimétrica. Es un marcador del estado nutricional, sobretodo en casos de desnutrición.

- Circunferencia de la pantorrilla (cm): medida en el punto más ancho de ésta, mediante una cinta métrica inelástica, con el paciente sentado y la pierna al descubierto, según el procedimiento recomendado por Lohman [141], apuntando la media de dos mediciones en la pierna del lado no dominante (generalmente el izquierdo). Se trata de una medida antropométrica directa que guarda relación con la masa libre de grasa [142]. Valores por debajo de 31 cm se han relacionado con un estado de desnutrición [66, 133] y también se ha propuesto como un posible marcador de sarcopenia [143].

- Pliegue cutáneo tricipital (mm): es un marcador indirecto de los depósitos de grasa corporal. Se midió con un plicómetro (Holtain Tanner/Whitehouse skinfold caliper 610 ND, United Kindom), colocado vertical y paralelo al eje longitudinal del brazo relajado y descubierto, sobre la porción media del tríceps, en el punto medio entre acromion y radio, con precisión de 0,1 mm.

Figura 6. Medicición del pliegue cutáneo tricipital con un plicómetro

- Circunferencia del cuello (cm): medida inmediatamente por debajo de la laringe (cartílago tiroideo), con la cinta perpendicular al eje longitudinal del cuello [144].

- Circunferencia abdominal (cm): con una cinta métrica inelástica, se midió a nivel aproximadamente del ombligo, con la cinta situada en el punto medio entre el último arco costal y la cresta ilíaca, con los brazos relajados a los lados.

- La circunferencia muscular del brazo (CMB): calculada mediante el pliegue cutáneo tricipital (PCT) y la circunferencia braquial (CB), proporciona una estimación de la reserva de proteínas en la musculatura. Para calcularla se ha utilizado la siguiente fórmula: CMB (cm) = CB (cm) – (π x PCT (cm)) [88].

IV.2.2.3. Determinación de parámetros analíticos

Existen una serie de parámetros analíticos que pueden resultar de utilidad en la valoración nutricional. En este estudio los datos recogidos han sido los siguientes:

- Albúmina sérica: es el parámetro bioquímico más empleado como marcador nutricional y es un importante predictor de estancia hospitalaria y mortalidad, si bien uno de sus inconvenientes es que no valora adecuadamente cambios agudos debido a su larga vida media (20 días). Además sus valores pueden alterarse por factores como el grado de hidratación o enfermedades hepáticas que alteren su síntesis. Concentraciones de la misma por debajo de 3,5 mg/dl son sugestivas de desnutrición proteica [145].

- Colesterol total: utilizado como parámetro de evaluación del aspecto calórico de la desnutrición. Se considera que es indicativo de desnutrición cuando esta por debajo de 180 mg/dl, siendo ésta grave cuando los valores son <100 mg/dl [146].

- Linfocitos: son un indicador de la pérdida de las defensas inmunitarias causadas por un estado de desnutrición [147]. Niveles <800 células/mm^3 indican desnutrición severa.

IV.2.3. Evaluación de la capacidad funcional

La capacidad para realizar actividades básicas de la vida diaria fue evaluada mediante el índice de Barthel (Anexo III). Éste clasifica a los individuos según diferentes niveles de dependencia funcional. Consiste en diferentes ítems, todos ellos actividades de la vida diaria como la capacidad de vestirse, asearse, comer, etc., con la finalidad de determinar el grado de dependencia de los sujetos. Según la puntuación total final, se clasifican 5 grupos: dependencia total (< 20 puntos), dependencia severa (20-45), dependencia moderada (45-60), dependencia leve (>65) e independencia (100) [148, 149].

IV.2.4. Evaluación de la sarcopenia

La sarcopenia fue definida según el consenso del Grupo Europeo de Trabajo de Sarcopenia en Edad Avanzada (EWGSOP). Esta definición require la presencia de tanto de una masa muscular baja como de una funcion muscular baja (fuerza muscular o rendimiento físico) [5].

El estadiaje de la sarcopenia, que refleja la severidad de la condición, es un concepto que puede guiar su manejo clínico. El estadio de “pre-sarcopenia” se caracteriza por una baja masa muscular de forma exclusiva, sin ningún impacto en la funcionalidad; el estadio de “sarcopenia” se caracteriza por una baja masa muscular junto con baja fuerza o bajo rendimiento; y “sarcopenia severa”, cuando se cumplen los tres criterios diagnósticos.

En este estudio, la masa muscular fue evaluada mediante bioimpedancia eléctrica, la fuerza muscular fue medida mediante un dinamómetro de prensión manual, y el rendimiento físico fue evaluado por el test de la marcha de 5 metros.

IV.2.4.1. Primer criterio: masa muscular.

Existen varias técnicas para calcular la masa muscular, tal y como se ha comentado previamente, pero en este estudio se ha seleccionado la técnica de análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA) (Akern BIA 101 SMT device, Florence, Italy, con una frecuencia de 50 kHz a 800 μA), al tratarse de una técnica fácil de usar, no invasiva y de bajo coste que puede realizarse con un equipo portátil y sin que el paciente tenga que desplazarse fuera de la residencia [150].

En este estudio se ha empleado un aparato de bioimpedancia eléctrica de tipo tetrapolar, para cuya realización se precisa de la colocación de 4 electrodos, dos en la mano-muñeca y dos en el pie-tobillo. La prueba se realizó estando el paciente en reposo, en ayunas y retirando los elementos metálicos. Este equipo nos ha proporcionado los valores de resistencia y reactancia, los cuales han sido introducidos en un programa informático, el Akern Bioresearch, que nos ha permitido obtener valores como la masa magra, la masa grasa, el agua corporal y el ángulo de fase (en grados). Este último es un parámetro de la bioimpedancia establecido para el diagnóstico de desnutrición y para el pronóstico clínico, ambos asociados con cambios en la membrana celular y las alteraciones en el balance de líquidos, que expresa cambios en la cantidad y calidad de la masa de los tejidos blandos, es decir, de permeabilidad de la membrana celular e hidratación [151].

Para calcular la masa muscular, a partir de los datos obtenidos mediante la bioimpedancia, se ha empleado la fórmula de Janssen [34]:
Masa muscular esquelética (kg)= $((Ht^2/R \times 0{,}401)+(\text{género} \times 3{,}825)+ \text{edad} \times -0{,}071))+5{,}102$; donde: Ht es la talla en centímetros; R es la resistencia

(ohmios) obtenida con la bioimpedancia; género: hombres=1, mujeres=0; y edad en años. Esta ecuación proporciona estimaciones válidas de la masa muscular esquelética (MME) en adultos sanos que varían en función de la edad y la adiposidad. A partir estos datos de masa muscular se ha calculado el índice de masa muscular (IMM), que se define como la cantidad de masa muscular que tiene una persona, corregido por la superficie corporal:
IMM= peso total de la masa muscular/talla^2: kg/m^2 [152].

Los puntos de corte del índice de masa muscular seleccionados como referencia por debajo de los cuales se cumpliría el criterio de masa muscular baja en el diagnóstico de sarcopenia han sido los que se obtuvieron en una cohorte de ancianos de Barcelona que vivían en la comunidad [153], que fueron de 8.31 kg/m^2 en varones y 6.68 kg/m^2 en mujeres, que eran similares a los observados en Francia y Taiwan, pero diferentes a los de Estados Unidos.

IV.2.4.2 Segundo criterio: fuerza muscular

La fuerza muscular se ha evaluado a través de una técnica denominada dinamometría isométrica de la mano, prueba sencilla y validada que mide la fuerza de prensión de la mano. Consiste en medir la fuerza o tensión ejercida contra una resistencia mayor sin producir su desplazamiento. Para ello se utilizó un dinamómetro de tipo mecánico (Jamar Hydraulic Handgrip Dynamometer, model 5030J1, United States), diseñado para medir un solo grupo muscular, con el registro de la fuerza en kilogramos.

Figura 7. Medición de la fuerza muscular mediante dinamómetro

Las condiciones de realización de dicha prueba fueron:

- Ajuste previo del agarre del dinamómetro en función del tamaño de la mano, de forma que la empuñadura de la mano formara un ángulo de 90º con el dinamómetro.
- Se realizaron tres mediciones con el máximo esfuerzo isométrico en cada lado, según el protocolo de Roberts [154].

El EWGSOP considera como valores normales una fuerza de prensión manual igual o mayor a 30 kg en hombres e igual o mayor a 20 kg en mujeres, siendo los valores por debajo de estos puntos de corte los que se han tomado como referencia en este estudio para el criterio de fuerza muscular baja en el diagnóstico de sarcopenia [5].

IV.2.4.3. Tercer criterio: rendimiento físico

Para evaluar el rendimiento físico se ha realizado el test de la velocidad de la marcha (metros/segundo), midiendo el tiempo que tardaban los ancianos en recorrer 5 metros, y calculando la velocidad en base a los datos recogidos. Se utilizó un cronómetro (Model 810012, TPM, United States) para ver el tiempo requerido en recorrer 5 metros. Valores iguales o inferiores a 0,8 metros/segundo son los valores de referencia empleados por el EWGSOP como criterio de bajo rendimiento físico en el diagnóstico de sarcopenia y también han sido los valores de referencia en este estudio [5].

IV.2.5. Análisis estadístico de los datos

Respecto al análisis estadístico del estudio en el que se analizaron las prevalencias de sarcopenia y desnutrición, el tamaño de la muestra se calculó de acuerdo con los resultados anteriormente publicados en la literatura sobre desnutrición y prevalencia de sarcopenia, con una potenca estadística (1-β): 0,9.

Los datos se analizaron con el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales versión 20.0 (SPSS Inc., Chicago IL, EE.UU.). Los resultados se expresaron como media±desviación estándar (DE) y como porcentajes de individuos. El test Chi-cuadrado se utilizó para detectar diferencias entre las variables categóricas, y la distribución normal de las variables continuas se probó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las diferencias en las variables continuas entre los sexos se analizaron mediante la prueba T-student o ANOVA si la distribución era normal. De lo contrario, se utilizaron las pruebas Mann-Whitney-U y Kruskal-Wallis. Para todas las pruebas, los valores de p por debajo de 0,05 se consideraron estadísticamente significativos. Los factores predictivos de sarcopenia se determinaron mediante regresión logística con el estado sarcopénico como medida de resultado. Inicialmente, el análisis univariable se utilizó para identificar predictores de sarcopenia, y los factores que fueron significativos en el nivel 0,10 se incluyeron en un modelo multivariable para determinar el mejor predictor del estado sarcopénico.

Para el estudio sobre discapacidad funcional y estado nutricional, los datos también se analizaron mediante la version 20.0 de SPSS. Los resultaron se expresaron como media± desviación estándar (DE) y como porcentajes de individuos. El test de Chi-cuadrado se utilizó para detectar diferencias entre las variables categóricas, y la distribución normal de las variables continuas se probó mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov. Las diferencias en variables continuas entre subgrupos se analizaron mediante la prueba T-student o el análisis de la varianza si se distribuyeron normalmente. De lo contrario, se utilizaron los test de U-Mann-Whitney y de Kruskal–Wallis. El valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson se utilizó para determinar la correlación existente entre el IMC y algunos parámetros antropométricos. El coeficiente kappa de Cohen, que es una medida estadística del acuerdo intre-anotador para las variables cualitativas, se calculó para determiner el grado de concordancia diagnostica entre diferentes herramientas de valoración nutricional (puntuación del MNA, del CONUT y criterios del consenso ESPEN).

Cuando la concordancia entre las variables analizadas es completa, k=1; si no hay un acuerdo completo, k<1. Para todos los test utilizados, valores de p<0,05 se consideraron estadísticamente significativos.

En el estudio realizado para valorar la circunferencia del cuello como un posible parámetro antropométrico indicador de desnutrición, para comparar las variables categóricas o continuas se utilizaron los test Chi-cuadrado o T-Student, respectivamente. La fuerza de asociación entre variables continuas fue probada mediante el coeficiente de correlación de Pearson. El análisis de regresión lineal se realizó utilizando la puntuación del MNA y las medidas antropométricas como variables dependiente e independientes, respectivamente. Cada regresión, que contenía una variable antropométrica única, se ajustó por edad y sexo y se analizó por separado. Para cada ecuación, 352 casos fueron re-muestreados (con reemplazo), y se realizó una regresión de mínimos cuadrados ordinarios. Este método se repitió 100 veces para cada ecuación y se obtuvieron coeficientes de determinación (R^2) ajustados. Para tratar de determinar puntos de corte específicos de referencia de la circunferencia del cuello se construyeron curvas COR (acrónimo de Característica Operativa del Receptor) específicas para cada sexo. Las curvas COR son gráficas en las cuales se representa la sensibilidad en función de los falsos positivos (1-especificidad) de la prueba diagnóstica, donde cada punto de la curva representa un par sensibilidad/1-especificidad, correspondiente a un nivel de decisión determinado. Una prueba diagnóstica con gran capacidad de discriminación debería tener una sensibilidad y especificidad lo más próximas posible al 100%, que visualmente en la gráfica sería que estuviera más próxima al borde superior izquierdo y con un mayor área bajo la curva (AUC). Es este área bajo la curva el que determina el índice de precisión global de la prueba diagnóstica y sus valores estan comprendidos entre 0,5 (azar) y 1 (perfecta discriminación). Para determinar el punto de corte de una escala continua se escoge el punto con el mayor índice de Youden, el cual se calcula a partir de la siguiente fórmula: sensibilidad+especificidad-1.

Este índice nos indica el punto en el que la sensibilidad y la especificidad son más altas conjuntamente, de forma que cuanto más cercano sea al 1 el valor del índice de Youden, mejor es la prueba diagnóstica que se está evaluando. Los datos se analizaron utilizando la version 3.1.3 (http://www.r-project.org) y los paquetes estadísticos apropiados. El nivel de significación se estableció también en 0,05.

IV.2.6 Aspectos éticos

Para la participación en este estudio se requirió la autorización firmada de los directores de las residencias geriátricas en las que se recogieron los datos y se realizaron las valoraciones de los ancianos.

A todos los participantes o a sus representantes legales se les entregó una hoja con información sobre el estudio (anexo IV) que también se explicó verbalmente, junto con un formulario de consentimiento informado (anexo V) que tuvieron que firmar para la inclusión en el estudio, reflejo de su participación libre y voluntaria del mismo.

El Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (CEICA) aprobó la realización de este estudio (CI.PI15/0237) (Anexo VI).

V. RESULTADOS

En este apartado se incluyen los hallazgos de este trabajo en forma de manuscritos independientes con los artículos que yan han sido enviados a revistas científicas para su publicación, tres de los cuales ya han sido publicados o aceptados para publicación. En ellos se responde a los objetivos planteados.

Manuscrito 1:

"SYSTEMATIC REVIEW: PREVALENCE OF SARCOPENIA IN AGEING PEOPLE USING BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYSIS TO ASSESS MUSCLE MASS"

Artículo publicado en la revista European Geriatric Medicine

Referencia bibliográfica:

Lardies-Sanchez Beatriz, Sanz-Paris Alejandro, Boj-Carceller Diana, Cruz-Jentoft Alfonso J. Systematic Review: Prevalence of Sarcopenia in Ageing People Using Bioelectrical Impedance Analysis to Assess Muscle Mass. Eur Geriatr Med. 2016; 7: 256-261.

Factor de impacto: 1,326

Resumen:

Objetivo: examinar la literatura científica publicada en lo referente a la prevalencia de sarcopenia en ancianos, con diferentes criterios diagnósticos, utilizando el análisis de bioimpedancia eléctrica para evaluar la masa muscular.

Material y métodos: se llevó a cabo una revision sistemática siguiendo la declaración PRISMA. La búsqueda se realizó a través de tres bases de datos online, durante mayo de 2015, utilizando términos de búsqueda predefinidos. Se seleccionaron estudios de prevalencia de sarcopenia realizados en poblaciones bien definidas de adultos por con edad mayor o igual a 50 años, en los que se empleaba el análisis mediante bioimpedancia eléctrica para estimar la composición corporal.

Resultados: 54 artículos fueron elegibles para realizar una lectura completa, y tras una segunda tanda de exclusiones, 12 estudios cumplieron todos los criterios de inclusión. Ocho de ellos habían sido llevados a cabo en ancianos de la comunidad,

Conclusiones: la sarcopenia es altamente prevalente en individuos ancianos, sobretodo en las unidades de rehabilitación. Todos los estudios de prevalencia llevados a cabo antes del actual consenso de sarcopenia son estudios para establecer puntos de corte de una baja masa muscular, pero no reflejan la verdadera prevalencia de sarcopenia ya que en ellos no se valoró la funcionalidad muscular.

Abstract

Objective: to examine the published scientific literature regarding the prevalence of sarcopenia in ageing people, with different diagnostic criteria, using bioelectrical impedance analysis (BIA) to assess the muscle mass.

Methods and material: a systematic review was carried out following the PRISMA Statement. Three online databases were searched during May 2015 using pre-defined search terms. Prevalence studies of sarcopenia in well-defined populations of adults ≥50 years, using BIA to measure body composition, were selected.

Results: fifty-four articles were eligible for a full reading, and after a second round of exclusions a total of twelve studies met all the inclusion criteria. Eight were carried out in community-dwelling elderly people, two in nursing home residents, one in a convalescence and rehabilitation unit and one in hospitalized population. Five studies of sarcopenia´ s prevalence according to EWGSOP criteria were found, and in four of them the prevalence was higher in men. Prevalence of sarcopenia was higher in convalescence and rehabilitation units (77,6%), followed by elderly people living in nursing homes (32,8%).

Conclusions: sarcopenia is highly prevalent in older individuals, especially in rehabilitation units. All the studies of prevalence carried out before the current sarcopenia consensus are studies to establish cutoff points of low muscle mass but they don´t reflect sarcopenia´ s prevalence because they don´t take into account muscle function.

Keywords: sarcopenia, prevalence, bioelectrical impedance analysis, older people.

Introduction

The term sarcopenia is derived from the Greek words 'sarx' (flesh) and ' penia' (loss). Dr. Rosenberg first introduced it in 1989 to describe the age-related decrease of muscle mass. However, the current definition of sarcopenia includes a loss of muscle strength and functional quality in addition to the loss of muscle mass[1-6]

The study of sarcopenia is very important due to its contribution to adverse outcomes in the elderly, such as poor quality of life, physical disability and risk of death[7-10]

The rate of sarcopenia continues to rise globally, which is probably as a result of the rise in aging population all over the world, and in fact the conservative estimates based on the World Health Organization population counts suggest that more than 50 million people suffer from sarcopenia worldwide[11].

Reports have shown that a wide variation occurs in the prevalence of sarcopenia. This is dependent on the characteristics of the studied population (age, gender, comorbidity, race and differences in body composition across ethnic groups), but also depends on the methodology used to assess muscle mass and the definition of sarcopenia[12-16].

Over the last 20 years, several definitions and diagnostic criteria have been proposed to define sarcopenia[3, 10, 11] and until recently, there has been no widely accepted definition of sarcopenia and it was based mainly only on the criteria of low muscle mass[10, 17-23].

However, in 2010, the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) provided a working definition for this condition[11]. They proposed that sarcopenia is diagnosed using the criteria of low muscle mass and low muscle function (either low strength and/or low physical performance).
Apart from EWGSOP, several groups have published operational criteria to define sarcopenia[24], including: International Working Group (IWG) [25], Foundation for the National Institutes of Health (FNIH) [26], European Society for Clinical Nutrition and Metabolism Special Interest Group on cachexia-anorexia in chronic wasting diseases (ESPEN) [27], Society of Sarcopenia, Cachexia, and Wasting Disorders (SCWD) [28].

Although, the suggested techniques for the assessment of body composition in research are body-imaging techniques, computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) as the gold standards, the EWGSOP indicated that bioelectrical impedance analysis (BIA) is “a good, portable alternative” method. BIA is based on the measurement of tissue conductivity for the study of human body composition and has some advantages: it is a simple, portable, noninvasive, inexpensive method; it is easy to use, readily reproducible and appropriate for both ambulatory and bedridden patients, having found to have high concurrent validity in the estimation of muscle mass[29-33]. A possible limitation associated is that the hydration problems sometimes observed in older persons may result in an underestimation of the body fat and an overestimation of fat-free mass[9, 23, 34, 35].

The aim of this systematic review was to examine the published scientific literature regarding the prevalence of sarcopenia in ageing people, with different diagnostic criteria, using BIA to assess the muscle mass.

Materials and methods

Search strategy

The search was carried out in three online databases, PubMed, Tripdatabase and Cochrane Plus in May 2015, initially with no restriction on year of publication.

The search limits established were: research on humans, in English, Spanish and French, and age group over 50 years, within the keywords in any field.

The pre-defined search terms were: “sarcopenia” or “muscle mass” and “aging” or “older people” or “elderly” and “prevalence” and “bioelectrical impedance” or “bioimpedance analysis”.

This systematic review was carried out following the recommendations for reporting systematic reviews and meta-analyses of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (The PRISMA Statement) [36].

Elegibility criteria

Only studies published between January 2000-May 2015, that enrolled participants aged 50 years and older, within well-defined populations (such us those in community-dwelling, nursing homes, convalescence and rehabilitation units, hospitals) were included. Eliminating duplicate documents refined the search. Within the search results obtained, manual searches were then carried out on the bibliographic references cited within the articles.

Subsequently, two authors screened all titles and abstracts of the remaining results independently, following the eligibility criteria. The inclusion criteria were: studies with participants older than 50 years; living at home, institutionalized or hospitalized, in which BIA was used to assess the participants’ muscle mass; and exclusion criteria were: serious co-morbidities

as cancer, obesity, stroke, or heart, renal, hepatic, cardiac or respiratory diseases, animal studies or those with a focus on genetics, biochemistry, biomarkers, or endocrinology. Moreover, reports, editorials and review articles were also excluded. The eligible articles were read in full and those that met all criteria were included.

Data extraction and quality evaluation

The retrieved studies were manually screened to assess their appropriateness for its inclusion. The bibliographies of all identified trials and review articles were reviewed to look for additional study of interest.

Two tables compiling the data presented in the selected studies were created. They included the following variables: author, year and study reference, country in which data were collected, type of population (community-dwelling older people, hospitalized older people, older people in nursing home and older people in convalescence and rehabilitation unit), sample size, population mean age (in years), BIA trademark, equation used to calculate muscle mass, criteria used to establish the diagnosis of sarcopenia, cut-off points of low muscle mass, and prevalence of sarcopenia (in percentage) for both genders and for the total population.

To assess the quality of the articles, we adopted the methodology proposed by Downs and Black[37], whose purpose is to guide auditors in identifying the methodological features of most relevant observational studies. The proposed score is composed of 27 questions that assess clarity of writing, external and internal validity, confounders and power of the study. This tool was adapted as described by Montero and Victora[38] because those criteria were originally designed for the evaluation of clinical trials being excluded four questions apply only to this type of study. Thus, the maximum possible score for each item was 24.

Results

With the search strategy, 2194 articles were identified, 2046 in PubMed and 148 in Tripdatabase. After reading all the titles and abstracts, 2140 were excluded, of which 1606 were off-topic, 124 were duplicates and 410 were exclude due to the type of study (clinical trials, review, meta-analysis).

Figure 1 shows a flow diagram for identification, screening, eligibility and inclusion of articles in this systematic review.

Fifty-four articles were eligible for a full reading, and after a second round of exclusions, the final sample size was of twelve articles (Tables 1 and 2). Critical appraisal of the studies included in our analysis revealed that they were of high quality. The main score of methodological quality was 18,3.

With regards to the characteristics of the articles, all the studies were performed on elderly populations living in several countries: seven of the studies were conducted in Europe, three were carried out in Asian populations and two in America. Ethnic origin of the patients was Caucasian, except for the studies carried out in Asia.

With regard to the type of population, eight were performed on community-dwelling elderly people, two of them were carried out on people living in a nursing home, and another one was conducted on a convalescence and rehabilitation unit. The last one was carried out on hospitalized people.

We have only find studies of prevalence of sarcopenia with BIA with EWGSOP criteria (we have found two studies with IWG criteria[39, 40] and one with FNIH criteria[41] but in all cases with Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA), not with BIA).

With regard to the definition of sarcopenia, the eight studies of table 1 only took into account the low muscle mass, comparing it with a young reference population and with different cut-off points, but not the muscle function.

In contrast, in table 2 are included five studies using the EWGSOP criteria, taking into account the low muscle mass but also the low muscle strength or low physical performance. In EWGSOP consensus[11], low muscle

mass is classified as the skeletal muscle index less than 8,87 and 6,42 kg/m2 in men and women, respectively.

In the studies in which the only sarcopenia´ s criterion was the muscle mass, the higher prevalence of sarcopenia was in the study of Bahat et al [21], with 85,4% of prevalence. However, it was the only study in nursing home residents and only men were included. The rest of the studies were in community-dwelling older people, with a range of prevalence from 6% [17] to 59,8%[23], being the prevalence higher in the studies with Asian population [20, 23].

On the other hand, in the studies based on the current definition of sarcopenia, the highest prevalence was found in the study of older people in convalescence and rehabilitation unit [43] with a total prevalence of 77,6%, in patients with a mean age of 78 years. In this study, more than half of patients had severe dependence status, and the prevalence was higher in men (79,2%). It was followed by the study of Landi et al [9], carried out in a nursing home, with a total prevalence of 32,8%, and also with a higher prevalence in men (68%). In contrast, the lowest prevalence was in the studies in community-dwelling older people (Volpato et al [35], 7,5%, and Legrand et al [42], 12,5%).
Moreover, of the five studies with EWGSOP criteria, four had a prevalence higher in men[9, 42-44].

Discussion

The prevalence of sarcopenia in the included studies varied widely mainly due to factors such the setting, the age, the sex, the ethnicity and the sarcopenia criteria used.

According to the current definitions of sarcopenia, based on low muscle mass but also in its low function[11, 25-28] the studies in healthy elderly without functional disability [17, 19-23] don´t really reflect the prevalence of sarcopenia. They are descriptive studies of healthy older people that serve to determine cut-off points of low muscle mass and therefore the risk of falling into sarcopenia at the onset of an acute illness for instance.

In this sense, it is important to take into account the dates of publication of the studies in relation to the publication of the European consensus in 2010 to consider the real prevalence of sarcopenia. It is noteworthy that we found two studies [22,23] published after the publication of the European consensus in which it wasn´t still considerate the functional capacity.

It´s also remarkable that some studies[42,43] followed the European Consensus criteria, but to calculate the muscle mass used the equation of the BIA device instead of Janssen equation[34]. That formula is not usually revealed by the manufacturer due to the patent of the BIA device, therefore results may be not comparable.

On the other hand, anthropometric differences between Asian and Caucasian populations are evident, so specific cut-off points are required in this population. In this context, in 2014 was published the Consensus Report of the Asian Working Group for Sarcopenia[45], which suggested that the cutoff values in Asian populations may differ from those Caucasians because of ethnicities, body size, lifestyles and cultural backgrounds. In fact, they proposed specific cutoff values of 7.0 kg/m^2 in men and 5,7 kg/m^2 in women, defined by appendicular skeletal muscle mass/height^2, by using BIA, in Asian population.
In both studies of muscle mass in healthy community-dwelling Asian population[20, 23], the amount of normal muscle mass is much lower than the Caucasian population muscle mass and therefore the prevalence of sarcopenia is remarkably higher. That is the reason why Asian studies published before the Asian Consensus[45] used cut-off points for the sarcopenia diagnosis that may overestimate its prevalence.

In relation to the type of elderly population with a higher sarcopenia´ s prevalence, using the European consensus criteria (Table 2) the prevalence was higher in elderly people in a convalescence and rehabilitation unit[43], followed by nursing home residents[9], and finally hospitalized [44] and community-dwelling older people[35, 42]

In the study of Rubio-Maicas et al [43], 77.6% of the participants staying in a convalescence and rehabilitation unit had sarcopenia, and the 91,2% of these patients had severe sarcopenia. It was higher comparing with the other studies [9,35,42,44], probably because more than half of the patients had severe dependence.

This results of higher prevalence of sarcopenia in older people in convalescence and rehabilitation unit are along the same lines as the results of the study of Kaiser et al [46] with regards to the prevalence of malnutrition in a population of elderly people using the Mini Nutritional Assessment (MNA). In this study, the prevalence of malnutrition was 22.8%, with considerable differences among the settings: rehabilitation, 50.5%; hospital, 38.7%; nursing home, 13.8%, and 5.8% in the community. Therefore we find a parallelism between the prevalence of malnutrition and sarcopenia in these types of populations, although in hospitalized elderly people sarcopenia isn´t so prevalent as malnutrition.

Apart from malnutrition, another predictor factor of loss of skeletal muscle mass or function in these patients is immobilization or inadequate mobilization[47]. Kortebein et al[48] demonstrated that after 10 days of bed rest in healthy older individuals, they lost 3% of fat-free mass and 15% of muscle strength due to the immobilization.

In the study of Smoliner et al [44], in hospitalized patients, the prevalence of sarcopenia was 25,3%. In this study most geriatric patient were mobile and trained to regain independence via physical therapy and occupational therapy during their hospital stay. So the negative effect of bed rest and immobilization may have been counteracted by the use of these therapeutic measures. This might be the reason why this hospitalized population has a lower prevalence rate than the study with nursing home residents [9] and with people in a convalescence and rehabilitation unit [43].

With regard to the differences between genders, till date it is not clear if aging men have a potentially higher risk of sarcopenia than aging women, due to a steeper decline of muscle mass and strength, as some studies have tried to show. Kim et al [49] proposed that in men, a reduced functional status is more

closely related to reduced muscle mass, whereas in women, functional status seems to be more influenced by osteoarthritis, osteoporosis or depression. In the studies of our review that only assessed muscle mass (Table 1), half of them found a higher prevalence of low muscle mass in men[17, 20, 23], but in the other half the prevalence was higher in women [10, 19, 22].

However, of the five studies with EWGSOP criteria (Table 2), four of them had a prevalence higher in men[9, 42-44]. Only in the study of Volpato et al [35], in community-dwelling people, prevalence was higher in women and this difference increased with age. European consensus criteria have different cut-off points for men and women, so this may help to detect better the presence of sarcopenia in men.

Limitations

In the studies included, apart from the different origins of the population, there are differences in the inclusion criteria, based above all on the range of age of the participants included, and the specific exclusion criteria. For instance, in the studies of Tichet et al [19] and Chien et al [20], people with pathologies or people undergoing treatment with certain drugs were excluded and in the studies of Landi et al [9] and Rubio Maicas et al [43], people with terminal illnesses were excluded.

Conclusion

In summary, despite the differences among the studies reviewed, sarcopenia is highly prevalent in older people, but the groups most at risk of sarcopenia are people in the convalescence and rehabilitation units, followed by elderly people living in nursing homes. In this context, BIA is an accessible instrument easy to use in clinical practice and has enough validity to be able to detect people with low muscle mass among healthy, hospitalized people and elderly people in recovery.

On the other hand, all the studies of prevalence carried out before the current sarcopenia consensus are studies to establish cutoff points of low muscle mass

but they don´t reflect sarcopenia ´s prevalence because they don´t take into account muscle function.

References:

1. Rosenberg IH. Summary comments: epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older people. Am J Clin Nutr. 1989; 50: 1231-1233.
2. Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. J Nutr. 1997; 127: 990S-91S. Janssen I, Ross R. Linking age-related changes in skeletal muscle mass and composition with metabolism and disease. J Nutr Health Aging. 2005; 9: 408-19.
3. Delmonico MJ, Harris TB, Lee JS, Visser M, Nevitt M, Kritchevsky SB et al. Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. J Am Geriatr Soc. 2007; 55: 769-74.
4. Goodpaster BH, Carlson CL, Visser M, Kelley DE, Scherzinguer A, Harris TB et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC study. J Appl Physiol. 2001; 90: 2157-65.
5. Rolland Y, Czerwinski S, Van Kan GA, Morley JE, Cesari M, Onder G et al. Sarcopenia: Its Assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. J Nutr Health Aging. 2008; 12: 433-50.
6. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwart EM et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2006; 61: 1059-64.
7. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. American Journal of Epidemiology. 1998; 147 (8): 755- 763.
8. Janssen I, Baumgartner RN, Ross R, Rosenberg IH, Roubenoff R. Skeletal muscle mass cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. The American Journal of Epidemiology. 2004; 159 (4): 413-421.

9. Landi F, Liperoti R, Fusco D, Mastropaolo S, Quattrociocchi D, Proia A et al. Sarcopenia and mortality among older mursing home residents. Journal of the American Medical Directors Association. 2012: 13 (2): 121-126.
10. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. J Am Geriatr Soc. 2002; 50: 889-896.
11. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Age Ageing. 2010; 39 (4): 412-23.
12. Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny AM. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2002; 57: 772-7.
13. Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. Ann N Y Acad Sci. 2000: 904: 437-448). Bauer JM, Kaiser MJ, Sieber CC. Sarcopenia in nursing home residents. J Am Med Dir Assoc. 2008; 9: 545-551.
14. Baumgartner RN, Pierson RN, Harris T, Heymsfield SB. Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. J Appl Physiol. 1997; 83: 229-239.
15. Pagotto V, Aparecida Silveira E. Methods, Diagnostic Criteria, Cutoff Points, and Prevalence of Sarcopenia among Older People. Scientific World Journal. 2014:231312.
16. Melton LJ, Khosla S, Crowson CS, O´Connor MK, O´Fallon WM, Riggs BL. Epidemiology of sarcopenia. J Am Geriatr Soc. 2000; 48: 625-630.
17. Castillo EM, Goodman-Gruen D, Kritz-Silverstein D, Morton DJ, Wingard DL, Barret-Connor E. Sarcopenia in elderly men and women: The Rancho Bernardo Study. Am J Prev Med. 2003; 25(3): 226-231.
18. Pichard C, Kyle UG, Bracco D, Slosman DO, Morabia A, Schutz Y. Reference values of fat-free and fat masses by bioelectrical impedance analysis in 3393 healthy subjects. Nutrition 2000; 16: 245-54.

19. Tichet J, Vol S, Coxe D, Salle A, Berrut G, Ritz P. Prevalence of sarcopenia in the French senior population. J Nutr Health Aging. 2008; 12: 202–6.
20. Chien M, Huang T, Wu Y. Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people inTaiwan. J Am Geriatr Soc. 2008; 56: 1710–5.
21. Bahat G, Saka B, Tufan F, Akin S, Sivrikaya S, Yucel N et al. Prevalence of sarcopenia and its association with functional and nutritional status among male residents in a nursing home in Turkey. The Aging Male. 2010; 13 (3): 211-214.
22. Masanés F, Culla A, Navarro-González, Navarro-López M, Sacanella E, Torres B et al. Prevalence of sarcopenia in healthy community-dwelling elderly in an urban area of Barcelona (Spain). J Nutr Health Aging. 2012; 16(2): 184-7.
23. Norshafarina SK, Noor Ibrahim MS, Suzana S, Hashan AM, Zahara M, Zaitun Y. Sarcopenia and Its Impact in Health: Do They Have Significant Associations? 2013; 42 (9): 1345-1355.
24. Dam T-T, Peters KW, Fragala M, Cawthon PM, Harris TB, Mc Lean R et al. An Evidence-Based Comparison of Operational Criteria for the Presence of Sarcopenia. J Gerontol A Biol Sci Med. 2014; 69 (5): 584-590.
25. Fielding R, Vellas B, Evans W, Bhasin S, Morley J, Newman A et al. Sarcopenia: An Undiagnosed Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, etiology, and Consequences. International Working Group on Sarcopenia. J Am Med Dir Assoc. 2011; 12 (4): 249-256.
26. 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 Gerontology A Biol Sci Med. 2014; 69 (5): 547-558.

27. Muscaritoli M, Anker SD, Argilés J, Aversa Z, Bauer JM, Biolo G et al. Consensus Definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia_ joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) "cachexia-anorexia in chronic wasting diseases" and "nutrition in geriatrics". Clin Nutr. 2010; 39: 412-423.
28. Morley JE, Abbatecola AM, Argiles JM, Baracos V, Bauer J, Bhasin S et al. Society on Sarcopenia, Cachexia and Wasting Disorders Trialist Workshop. Sarcopenia with limited mobility: an international consensus. J Am Med Dir Assoc. 2011; 12 (6): 403-409.
29. Alvero-Cruz JR, Correas Gómez L, Ronconi M, Fernández Vázquez R, Porta i Manzañido J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. Rev Andal Med Deporte. 2011; 4 (4): 167-174.
30. Roubenoff R, Baumgartner RN, Harris TB, Dallal GE, Hannan MT, Economos CD et al. Application of bioelectrical impedance analysis to elderly populations. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 1997; 52: M129-36.
31. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. Nutrition. 2001; 17: 248-53.
32. Norman K, Pirlich M, Sorensen J, Christensen P, Kemps M, Schütz T et al. Bioimpedance vector analysis as a measure of muscle function. Clin Nutr. 2009; 28: 78-82.
33. Mijnarends DM, Meijers JMM, Halfens RJG, ter Borg S, Liking YC, Verlaan S et al. Validity and readability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community-dwelling older people: a systematic review. J Am Med Dir Assoc. 2013; 14: 170-178.
34. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. J Appl Physiol. 2000; 89: 465-471.

35. Volpato S, Bianchi L, Cherubini A, Landi F, Maggio M, Savino E et al. Prevalence and Clinical Correlates of Sarcopenia in Community-Dwelling Older People: Application of the EWGSOP Definition and Diagnostic Algorithm. J Gerontol a BIol Sci Med Sci. 2013: 1-9.
36. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. Annals of Internal Medicine. 2009; 151 (4): 264-269.
37. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomized and non-randomised studies of health care interventions. Journal of Epidemiology and Community Health. 1998; 52 (6): 377-384.
38. Monteiro POA, Victora CG. Rapid growth in infancy and childhood and obesity in later life-a systematic review. Obesity Reviews. 2005; 6 (2): 143-154.
39. Patil R, Uusi-Rasi K, Pasanen M, Kannus P, Karinkanta S, Sievänen H. Sarcopenia and osteopenia among 70-80-year-old home-dwelling Finnish women: prevalence and association with functional performance. Osteoporos Int. 2013; 24: 787-796.
40. Lee W-J, Liu L-K, Peng L-N, Lin M-H, Chen L-K, ILAS Research Group. Comparisons of Sarcopenia Defined by IWGS and EWGSOP Criteria Among Older People: Results From the I-Lan Longitudinal Aging study. JAMDA 2013; 528.e1-528.e7.
41. McLean R-R, Shardell MD, Alley DE, Cawthon PM, Fragala MS, Harris TB et al. Criteria for Clinically Relevant Weakness and Low Lean Mass and Their Longitudinal Association With Incident Mobility Impairment and Mortality: The Foundation for the National Institutes of Health (FNIH). J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2014 May; 69(5): 576–583.
42. Legrand D, Vaes B, Matheï C, Swine C, Degryse J-M. The prevalence of sarcopenia in very old individuals according to the European consensus definition: insights from the BELFRAIL study. Age and Ageing. 2013; 42: 727-734.

43. Rubio-Maicas C, Duarte-Alfonso E, Beseler-Soto MR, Moreno-Muñoz I, P. Moral-Moral P, Merino-Torres JF. Prevalence of sarcopenia in a media and long stay unit. Rev Clin Esp. 2014; 214(6): 303-308.
44. Smoliner C, Sieber CC, Wirth R. Prevalence of sarcopenia in geriatric hospitalized patients. J Am Med Dir Assoc. 2014; 15 (4): 267-72.
45. Chen L-K, Liu L-K, Woo J, Assantachai P, Auyeung T-W, Bahyah K S. Sarcopenia in Asia: Consensus Report of the Asian Working Group for Sarcopenia. J Am Med Dir Assoc. 2014; 15(2): 95-101.
46. Kaiser MJ, Bauer JM, Rämsch C, Biomath D, Uter W, Guigoz Y et al. Frequency of Malnutrition in Older Adults: A Multinational Perspective Using the Mini Nutritional Assessment. J Am Geriatr Soc. 2010; 58:1734–1738.
47. Wall BT, Dirks ML, van Loon LJ. Skeletal muscle atrophy during short-term disuse: implications for age-related sarcopenia. Ageing Res Rev. 2013; 12 (4): 898-906.
48. Kortebein P, Symons TB, Ferrando A, Paddon-Jones D, Ronsen O, Protas E et al. Functional impact of 10 days of bed rest in healthy older adults. J Gerontology A Biol sci Med Sci. 2008; 63; 1076-1081.
49. Kim TN, Yang SJ, Yoo HJ, Lim KI, Kang HJ, Song W et al. Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in Korean adults: the Korean sarcopenic obesity study. Int J Obes. 2009; 33: 885-92.

Table 1. Prevalence of sarcopenia using only muscle mass criterion to define sarcopenia

Author/year/ reference	Country	Setting	N (M/F)	Mean age (years)	BIA trademark	Equation	Sarcopenia´s criterion: muscle mass	Cut-off points	Prevalence (%)
Janssen et al, 2002[10]	United States	C	T: 4504 M: 2224 F: 2278	M: 70±7 F: 71±7	Model 1990B; Valhalla Scientific Inc., San Diego CA	Janssen*	Class 1: SMI -1 to -2 SD of young adult values Class 2: SMI < -2SD of young adult values	Class 1: -M:37-31% -F:28-22% Class 2: -M: <31% -F: <22%	Class 1: -M: 44% -F: 60,3% Class 2: -M: 7,5% -F: 12,2%
Castillo, 2003[17]	United States	C	T: 1700 M: 694 F: 1006	M: 73 F: 73,4	Model 1990B; Valhalla Scientific Inc., San Diego CA	BIA Model 1990B equation**	FFM ≥2 SDs below the gender-specific mean of a young adult reference population (Pichard[18])	M:47,9 kg F:34,7 kg	T: 6% M: 6,2% F: 5,9%
Tichet, 2008[19]	France	C	T: 218 M: 112 F: 106	T: 64,4±3,7 F: 64,7 (±3,6) M: 64,1 (±3,8)	Impedimed, Brisbane, Australia	Janssen*	SMI or MMI >2SDs below the gender-specific mean of a young adult reference population	SMI: M:<34,4% F:<26,6% MMI: M: 8,6 kg/m^2 F:6,2 kg/m^2	SMI: -M: 12,5% -F: 23,6% MMI: - M: 3,6% - F: 2,8%
Chien, 2008[20]	Taiwan	C	T: 302 M: 157 F: 145	M: 76,6(±10,2) F: 74,4 (±6,4)	Maltron Bioscan 920, Rayleigh, UK	Janssen*	SMI ≥2SDs below the gender-specific mean of a young adult reference population	M: <8,87 kg/m^2 F: <6,42 kg/m^2	T: 20% M: 23.6% F:18.6%
Bahat, 2010[21]	Turkey	N	M:157	73,1 (±6,7)	BC 532 model	BC 532 model equation**	FFM: > 2 SD below the mean value of	<29,6 kg/body surface	M: 85,4%

							the control group	area	
Masanés, 2012[22]	Spain	C	T: 200 M:110 F:90	M: 73,9 (±3,2) F: 74,9 (±3,2)	RJL Systems BIA 101 device	Janssen*	SMI > 2SDs below the gender-specific mean of a young adult reference population	M:<8,25 kg/m^2 F: <6,68 Kg/m^2	M: 10% F: 33%
Norshafarina, 2013[23]	Malaysia	C	T: 388 M: 155 F: 233	T:66,4±5,7 M:66,6±5,5 F:66,7±6,2	Maltron Bio-Scan 916 (Maltron International Ltd, UK)	Maltron Bio-Scan equation**	SMI > 2SD below the gender-specific mean of a young adult reference	M:<10,75 kg/m^2 F:<6,75 kg/m^2	T: 59,8% M: 89% F: 40,3%

Table 2. Prevalence of sarcopenia using muscle mass and muscle function to define sarcopenia

Author/year/ reference	**Country**	**C/M/H/N**	**N (M/F)**	**Mean age (years)**	**BIA trademark**	**Equation**	**Sarcopenia criteria: muscle mass+function**	**Cutoff points**	**Prevalence**
Landi, 2012[9]	Italy	N	T: 122 M: 91 F: 31	T: 84,1 (± 4,8)	Quantum/S Bioelectrical Body Composition Analyzer (Akern Srl, Florence, Italy)	Janssen*	EWGSOP criteria*	M:<8,87 kg/m^2 F: <6,42 kg/m^2	T: 32,8% M: 68% F: 21%
Volpato, 2013 [35]	Italy	C	T: 730 M:345 F:385	T: 77,1(± 5,5)	Quantum/S Bioelectrical Body Composition	Janssen*	EWGSOP criteria	M:<8,87 kg/m^2 F:<6,42 kg/m^2	T: 7,5% 70-74 years: -M: 1,2% -F: 2,6% > 80years: - M: 17,4% - F: 31,6%
Legrand, 2013 [42]	Belgium	C	T: 288 M:	T: 84,8 (±3,6)	BODYSTAT 15MDD device,	BODYSTAT 15MDD device,	EWGSOP criteria	M:8,87 kg/m^2 F: 6,42	T: 12,5% M: 12,6% F: 12,4%

			103 F: 185		Bodystat LTD	Bodystat LTD equation**		kg/m^2	
Rubio-Maicas, 2014[43]	Spain	R	T: 166 M: 80 F: 86	T: 78,1	Maltron BioScan 916 Ltd, UK	Maltron BioScan 916 equation**	EWGSOP criteria	M: <8,51 kg/m^2 F: <5,75 kg/m^2	T: 77,6% M: 79,2% F: 73,7%
Smoliner, 2014[44]	Germany	H	T: 198 M: 59 F: 139	T: 82,8 (±5,9)	Data Input GmbH, Darmstadt, Germany	Janssen*	EWGSOP criteria	M: <8,87 kg/m^2 F: <6,42 kg/m^2	T: 25,3% M: 33,9% F: 21,6%

C: community-dwelling elderly people

H: older people in acute hospital-care setting

N: older people in nursing home

R: older people in convalescence and rehabilitation unit

T: total

M: men

F: female

SDs: standard deviations

SMI (in %)[19]: skeletal muscle mass index: muscle mass calculated using BIA equation of Janssen[34] /weight x 100

MMI (kg/m^2) [19]: muscle mass index: muscle mass calculated using BIA equation of Janssen[34]/height^2

EWGSOP criteria: low muscle mass and low muscle function (strength or performance)

*Equation of Janssen et al[34]: skeletal muscle mass (kg)= ((height^2/BIA resistance x 0,401) + (gender x 3,825) + (age x -0,071)) + 5,102; where height is measured in centimetres; BIA resistance is measured in ohms; for gender, men=1 and women=0; age measured in years.

**The specific equation of the different BIA model are not explained in the studies

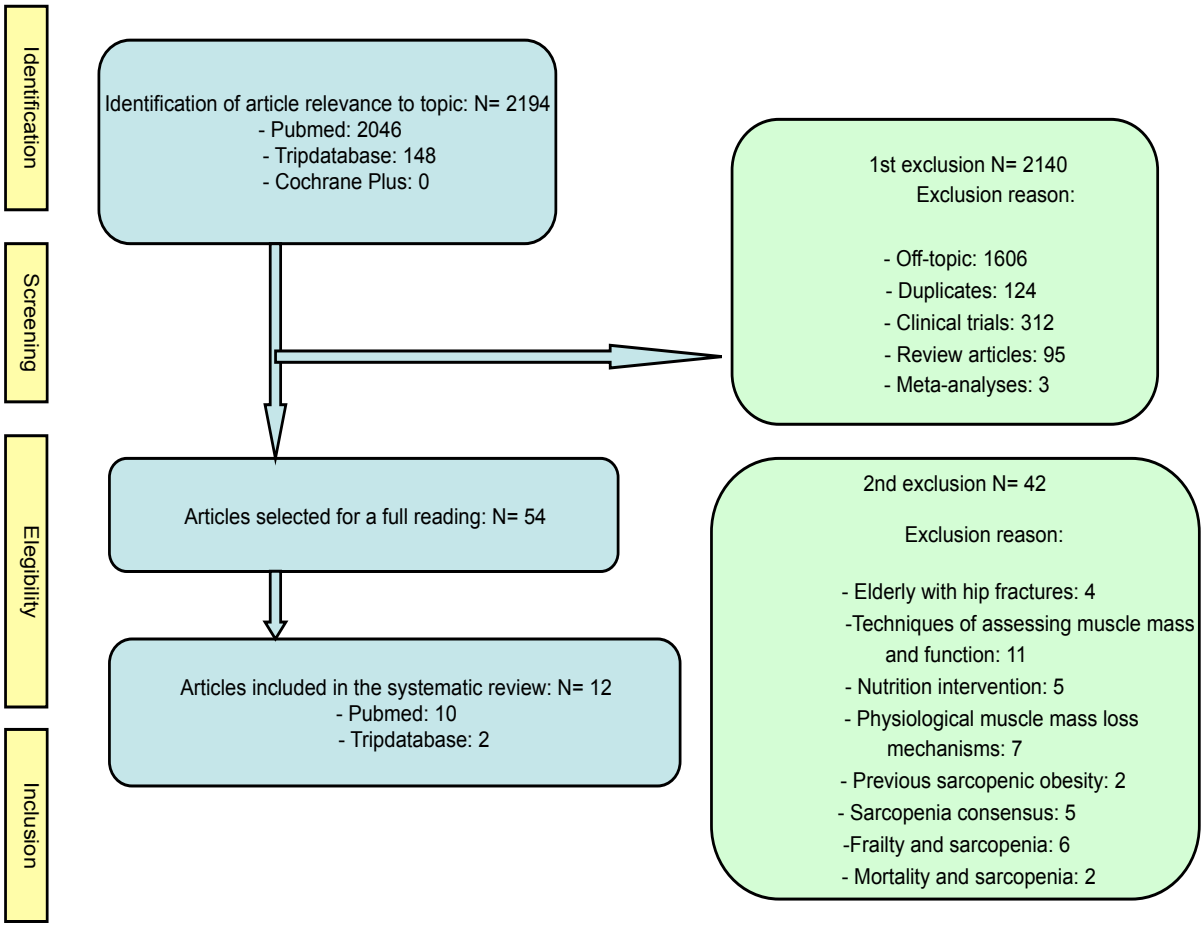


Figure 1. Flow diagram for identification, screening, elegibility, and inclusion of articles in this systematic review

Manuscrito 2:

"INFLUENCE OF NUTRITIONAL STATUS IN THE DIAGNOSIS OF SARCOPENIA AMONG NURSING HOME RESIDENTS"

Artículo aceptado para publicación en la revista Nutrition (disponible online desde el 7 de abril de 2017).

Referencia bibliográfica

Lardiés-Sánchez B, Sanz-París A, Pérez-Nogueras J, Serrano-Oliver A, Torres-Anoro ME, Cruz-Jentoft AJ. "Influence of Nutritional Status in the Diagnosis of Sarcopenia among Nursing Home Residents". Nutrition; 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2017.03.002

Factor de impacto: 2,839

Resumen:

Objetivos: la desnutrición y la sarcopenia coexisten de forma frecuente en personas ancianas. El principal objetivo del estudio fue evaluar el impacto del estado nutricional en el diagnóstico de sarcopenia de pacientes institucionalizados en residencias geriátricas.

Métodos: se llevó a cabo un estudio transversal con datos recogidos de 339 ancianos institucionalizados en 5 residencias geriátricas. La sarcopenia se definió según la definición del consenso del Grupo Europeo de Trabajo de Sarcopenia en Edad Avanzada (EWGSOP). La composición corporal fue evaluada mediante análisis de bioimpedancia eléctrica, la fuerza muscular se evaluó utilizando un dinamómetro, y la funcionalidad física mediante el test de la marcha de 5 metros. El estado nutricional de los residentes fue evaluado mediante el cuestionario Mini Nutritional Assessment (MNA).

Resultados:

339 (un 77,8%) de las 436 personas institucionalizadas en dichas residencias fueron incluidas finalmente en el estudio. La edad media fue de 84,9 años, y el 64,3% eran mujeres. El 38,1% de esta población tenía sarcopenia, siendo la prevalencia mayor en mujeres (39.4%). Según el MNA, el 32.4% de los pacientes presentaban riesgo de desnutrición, y el 42,5% estaban desnutridos. Cuando se analiza de forma conjunta la presencia de desnutrición y de riesgo de desnutrición, no existían diferencias entre individuos con o sin sarcopenia. Sin embargo, la presencia de desnutrición fue estadísticamente más elevada en individuos con sarcopenia en comparación con aquellos no sarcopénicos. La prevalencia de desnutrición fue más elevada en aquellos sujetos con una baja fuerza muscular (62,8%), y en los participantes con sarcopenia severa. No hubo diferencias significativas en la circunferencia de la pantorrilla entre sarcopénicos y no sarcopénicos. En el análisis de regresión logística multivariante, un índice de masa corporal < 22 kg/m2 y una edad > 80 años fueron predictivos de sarcopenia tras el ajuste.

Abstract

Objectives: Malnutrition and sarcopenia frequently coexist in older patients. The main objective of this study was to assess the impact of nutritional status in the diagnosis of sarcopenia in nursing home residents.

Methods: a cross-sectional study was performed with data collected from 339 elderly living in five nursing homes. Sarcopenia was defined according to the consensus definition of the EWGSOP. Body mass composition was assessed using bioimpedance analysis, handgrip strength using a dynamometer, and physical performance by 5-meter gait speed test. The nutritional status of residents was assessed with Mini Nutritional Assessment (MNA).

Results: 339 (77.8%) out of 436 subjects were included. Mean age was 84.9 years and 64.3% were females. 38.1% of the population had sarcopenia, with a higher prevalence in females (39.4%). According to MNA, 32.4% of participants were at risk of malnutrition and 42.5% were malnourished. When analyzed together the presence of malnutrition plus malnutrition-risk, there was no difference between individuals with or without sarcopenia. However the presence of malnutrition was statistically higher in individuals with sarcopenia compared to the non-sarcopenic ones. The prevalence of malnutrition was highest in subjects with low hand grip strength (62.8%), and in participants with severe sarcopenia. There were no significant differences in calf circumference between sarcopenic and non-sarcopenic participants. In the multivariate logistic regression analysis, BMI< 22 kg/m^2 and age > 80 years remained predictive of sarcopenia status after adjustment.

Conclusion: prevalence of sarcopenia and malnutrition were significant in this population, especially in women. Around two thirds of sarcopenic subjects were malnourished. A low BMI may be a better predictor of sarcopenia in this population than a low calf circumference (< 31cm).

Keywords: sarcopenia, malnutrition, prevalence, nursing home, elderly

Introduction

Sarcopenia is a syndrome characterized by progressive and generalized loss of skeletal mass and strength with a risk of adverse outcomes such as physical disability, poor quality of life and death[1-4]. It is a multifactorial process where nutrition, hormonal factors, lifestyle and diseases exert an important role[5]. Apart from that, age-related loss of muscle mass is characterised by a 3-8% decline per decade after the age of 30 years, with a further decline in adults 60 years of age and older[6]. Epidemiological data suggest that the prevalence of sarcopenia varies widely, depending on the population studied, gender, age, settings and the diagnostic criteria used[4]. The prevalence of sarcopenia in nursing homes according to the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) criteria[7] is between 17% and 40.2% [5, 8-12].

Malnutrition is one of the key pathophysiological causes of sarcopenia and it may be amenable to intervention. The prevalence of malnutrition also depends on multiple factors, including the definition used. A new definition of malnutrition has recently been proposed by ESPEN[13]. The best validated and most widely used test to measure nutritional status of older people is the Mini Nutritional Assessment (MNA). The MNA has been used in several studies of aged residents living in different settings included institutionalised elderly[14]. Guigoz found a 5-71% prevalence of malnutrition among 6821 elderly persons after a review of 32 studies using MNA, and reported that malnutrition risk was higher in those living in nursing homes than in community-dwelling elderly[15].

Usually, older people admitted to nursing homes are screened or assessed for either malnutrition or sarcopenia, but rarely for both conditions concurrently, although many patients clinically present both of them. Vanderwoude et al., proposed the term "malnutrition-sarcopenia syndrome", which embodies the inherent association of both entities, highlighting their combined impact on clinical outcomes, with the aim of identifying patients and providing appropriately targeted interventions[1]. In fact, a diagnostic category of malnutrition-related sarcopenia has been already proposed[7].

However, research applying this definition to identify individuals in risk are still lacking in the literature.

Sarcopenia and malnutrition are both commonly occurring conditions in older adults. Both entities result in numerous and substantial negative outcomes to the patients and the health care system, including decreased quality of life and functionality, and increased health care costs, hospitalization rates, morbidity and mortality[1]. Their clinical impact and the high direct and indirect costs prompt the need for health care systems to focus on these syndromes[2, 3].

Therefore, the main objective of this study was to assess the influence of nutritional status in the diagnosis and prevalence of sarcopenia according to the EWGSOP diagnostic criteria in nursing home residents.

Methods

Study design and recruitment

All individuals (426) living in five public nursing homes in Zaragoza in a 12-month period (January to December 2015) were assessed for inclusion in this study. Inclusion criteria were: age 60 years old or older, permanently living in the nursing home (minimum for six months), with physical and motor integrity in at least one hand to perform a grip strength test, having the ability to perform a walking test without help from other individuals (the use of crutches, canes, or similar devices was allowed) and signing a written informed consent (by participants or their legally authorised proxies). Exclusion criteria were acute infection, end of life status, active malignancy, hospitalisation in the previous three months or lack of signed informed consent.

Data on the subjects´ demographic characteristics including gender, birth date, length of stay in the nursing home and health status were gathered.

Anthropometric measures

A trained person precisely carried out all of the anthropometric parameters to ensure reliability, according to standardised and recommended procedures and techniques[16-18]. Weight was measured in light clothing, with a floor calibrated

scale (SECA 880, USA). Patient´s height was measured using a fixed-wall stadiometer (SECA 220, USA) and body circumferences were measured with a Lufkin W606PM anthropometric tape measure (United Kindom), to the nearest 0.1 cm. Mid arm circumference (MAC) was measured at the midpoint of the relaxed, non-dominant arm between the tip of the acromion and the olecranon process. Triceps skinfold (TSF) was measured using a Holtain Tanner/Whitehouse skinfold caliper 610 ND (United Kindom), at the level of the mid-point between the acromion and the radius on the mid-line of the posterior surface of the arm; the mean of three measurements was noted to the nearest 0.1 mm. Waist circumference (WC) was measured to the nearest 1 mm at the mid level of the lower rib margin and the iliac crest, during mid-expiration. The measurement of calf circumference (CC) was taken at the point of the greatest horizontal circumference, as recommended by Lohman[19]. CC values were recorded as the average of the measurements from two trials in the leg of non-dominant side. A CC <31 cm is usually related to malnutrition in older people [14-15] and has been proposed as a marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia[4]. Body mass index (BMI) was calculated according to body weight (kg) divided by height (m) squared. In 1994, Lipschitz proposed a different BMI cutoff for elderly people, being underweight individuals with BMI less than 22 kg/m^2 and overweight individuals with BMI more than 27 kg/m^2 [20]. It was not possible to properly determine the real height in all subjects because 11.2% of them had marked kyphosis. In those cases, Chumlea´s equation to estimate height [21] was utilised.

Arm muscle circumference (AMC) was calculated with this formula: AMC (cm)= mid arm circumference (cm) - [π x triceps skinfold (cm)] [22].

Definition of sarcopenia

Sarcopenia was defined according to the European consensus definition of the EWGSOP. This requires the presence of both low muscle mass and low muscle function (muscle strength or physical performance)[7]. Sarcopenia staging, which reflects the severity of the condition, is a concept that can help to guide clinical management of the condition.

The EWGSOP suggests a conceptual staging such as 'pre-sarcopenia', 'sarcopenia' and 'severe sarcopenia'. The 'pre-sarcopenia' stage is characterised by low muscle mass without any impact on muscle strength or physical performance; the 'sarcopenia' stage is characterised by low muscle mass plus low muscle strength or low physical performance; and 'severe sarcopenia' is the stage identified when all three criteria of the definition are met (low muscle mass, low muscle strength and low physical performance). In this study, muscle mass was assessed by bioelectrical impedance analysis (BIA), muscle strength was measured by handgrip strength with a dynamometer, and physical performance was assessed by measuring gait speed over five-metres.

Estimation of Muscle Mass

*M*uscle mass was measured by bioelectrical impedance analysis (BIA) (Akern BIA 101 SMT device, Florence, Italy). Body resistance obtained with BIA was converted to skeletal muscle mass (SMM) using the validated equation by Janssen et al. [23]:

SMM (kg) = (height (cm)^2 /BIA resistance (ohms) x 0.401) + (gender x 3.825) +(age (years) x – 0.071)) + 5.102;

where height is measured in centimetres; bioelectrical impedance analysis resistance is measured in ohms; for gender, male=1 and women=0; and age is measured in years. The skeletal muscle mass index (SMI) was calculated by dividing SMM by height squared (kg/m^2).

The following cut-off points were used: SMI based on 2 SD below the mean of young adults low muscle mass (SMI< 8.87 kg/m^2 in men and < 6.42 kg/m^2 in women)[7].

Measurement of Muscle Strength

Muscle strength was assessed by handgrip strength, which was measured by a Jamar Hydraulic Handgrip Dynamometer, model 5030J1 (United States). The participants squeezed the dynamometer using maximum isometric effort.

The measurement was taken three times in each side, following the Roberts protocol [24]. Low muscle strength was defined as handgrip strength less than 30 kg in men and 20 kg in females [7].

Measurement of Physical Performance

For all participants, physical performance was assessed by the 5-metre gait speed walking test. In this test, participants were asked to walk 5 metres at a comfortable pace. A stopwatch (Model 810012, TPM, United States) was used to record the time required to reach the 5-metre point (marked on the course). A cut-off point less than 0.8 m/s identified participants with low physical performance [7].

Assessment of nutritional status

Nutritional status was assessed using the long version of the Mini Nutritional Assessment (MNA) tool. This includes 18 questions regarding weight change, dietary change, gastrointestinal symptoms, mobility, physical assessment and disease and its relationship with nutritional requirements, with a maximum score of 30 points. Patients who score $\geq$ 24 points are considered well nourished, those that score 17-23.5 points are classified as at risk of malnutrition and those who score <17 points are considered malnourished. The MNA was administered as recommended by Guigoz et al. [25].

Statistical analysis

Sample size was calculated according to previous results published in the literature about malnutrition and sarcopenia prevalence, with a power analysis (1-ß): 0.9. Data were analysed with the Statistical Package for Social Science version 20.0 (SPSS Inc., Chicago IL, USA). The results are expressed as mean (Standard Deviation, SD) and as percentages of individuals. The Chi-square test was used to detect differences between categorical variables, and the normal distribution of continuous variables was tested by the Kolmogorov-Smirnov test. Differences in continuous variables between sexes were analysed by the student T-test or ANOVA if normally distributed. Otherwise, the Mann-

Whitney-U and Kruskal-Wallis tests were used. For all tests, P values below 0.05 were considered statistically significant. Risk factors were determined using logistic regression with sarcopenic status as the outcome. Initially, univariable analysis was used to identify predictors of sarcopenia, and those factors that were significant at the 0.10 level were included in a multivariable model to determinate the best predictor of sarcopenic status.

Ethical aspects

For this study, authorisation was required from the five nursing homes, through their respective directors and senior administrators, and participation in the study was voluntary, indicated by signing an Informed Consent. The Ethics Committee for Clinical Research of Aragon (Spain) approved the study protocol (CI. PI15/0237)

Results

For the present cross-sectional study, a total of 339 subjects (77.8%) out of 436 older people of both sexes living in five public nursing homes in Zaragoza (Spain) met the inclusion criteria and participated in the study. Of these, 64.3% (n=218) were female and 35.6% (n=121) were male. The reasons for the placement in nursing home were the inability to live alone, the lack of assistance or a worsening health condition. A degree of cognitive impairment was documented in 53.4% of the population studied.

The characteristics of the participants are described in Table 1. The mean age of subjects was 84.9 years (+/-7.6), ranging from 60 to 102 years. On average, participants had lived in nursing homes for 44.9 months. Regarding anthropometric parameters, differences were found between males and females. Arm muscle circumference, waist circumference and calf circumference were higher in males, while women had higher triceps skinfold.

There were no significant differences in mid upper-arm circumference between both sexes. The mean BMI was 26.6 kg/m^2. Participants had a mean SMI [22] of 7.3 kg/m^2 (SD 1.8) ranging from 4.27 to 14.16 kg/m^2, a mean of

hand grip strength of 14.8 kg (SD 8.3) ranging from 7 to 36 kg, and a gait speed of 0.49 m/s (SD 0.2) ranging from 0.16 m/s to 1.12 m/s.

Data are expressed as mean (SD) for continuous and n (%) for categorical variables within the indicated population. Chi-square tests for categorical variables, Student´s t-test or Mann-Whitney U-test for continuous data were used to compare groups. Kg: kilograms; m: metres; cm: centimetres; mm: millimetres. p: p-value for the difference between females and males. MNA: Mini Nutritional Assessment.

Assessment of sarcopenia

The prevalence of sarcopenia in this population was 38.1% (CI 34.7-41.6) (n=129). This prevalence was 39.4% (CI 37.3-42.1) in females and 35.5% (33.2- 36.9) in males (p=0.02). We measured muscle mass, gait speed and handgrip strength in the participants; the results are shown in Figure 1.

Concerning the prevalence of the different diagnostic criteria of sarcopenia, 58.1% of the population studied had low muscle mass, 84.1% had low gait speed and 88.5% had low hand grip strength. The gait speed was low in 98.2% of females and 58.7% of males. With regard to the stage of sarcopenia, 20.1% (n=68) of elderly individuals only had the criterion of low muscle mass (pre-sarcopenia). The prevalence of sarcopenia according to low gait speed plus low muscle mass was 25.7% (n=87), while that according to low muscle mass plus handgrip strength was 28.3% (n=96). Severe sarcopenia was found in 15.9% (n=54) of the individuals (all three criteria).

Assessment of Nutritional Status

The results of the assessment of nutritional status according to MNA are expressed in Table 2, while Table 3 shows the nutritional status depending on the presence of sarcopenia. Overall, 77.6% of sarcopenic subjects were malnourished or at risk, versus 73.7% of non-sarcopenic participants (p 0.02). There were no statistically significant differences in the nutritional status between participants with low muscle mass and low gait speed (58.4%) and participants with low muscle mass and low handgrip strength (59.9%) (p 0.631).

In participants with severe sarcopenia, the prevalence of malnutrition was 60.8%.

In respect to nutritional status according to the three different parameters included in the definition of sarcopenia, the prevalence of malnutrition was highest in subjects with low handgrip strength (62.8%, p<0.012), while in older people with low gait speed it was 54.7%. In the elderly with low muscle mass, the prevalence of sarcopenia was 58.1%.

In this study, some participants (61.6%, n=209) were not able to answer all of the questions of the MNA test. In these cases, the questions were answered with the help of their caregivers.

Comparison between sarcopenic and non-sarcopenic older people

Compared to non-sarcopenic individuals (Table 4), sarcopenic participants reported more time living in the nursing home (49.9 vs 42.7 months). A total of 56.6% of this population had a calf circumference (CC) <31 cm (44.8% of males and 62.7% of females, p<0.001). There were no significant differences in CC between sarcopenic and non-sarcopenic participants. In sarcopenic malnourished subjects (n=42), 65.9% had a CC below 31 cm, while in malnourished non-sarcopenic individuals (n=83), the prevalence was 64.7% (p>0.689). In participants with a good nutritional status with sarcopenia (n=42), 45.2% had a CC <31 cm, while in non-sarcopenic well-nourished people (n=62), 43.8% had a low CC (p>0.742). Mid-upper arm circumference, arm muscle circumference and triceps skinfold were higher in non-sarcopenic participants. There were no significant differences in waist circumference in sarcopenic and non-sarcopenic subjects.

Risk factors associated with sarcopenia

Table 5 demonstrates the results of the logistic regression analysis to identify possible risk factors of sarcopenia. After adjusting for potential confounders (age $\geq$ 80 and gender), an increased risk of sarcopenia was found in body mass index < 22 kg/m^2 (OR 5.68, 95% CI 2.83-12.62). MNA > 17 points

was found to be inversely associated with sarcopenia in the unadjusted analysis (OR 0.64, 95% CI 0.51-0.81) but not in the adjusted analysis.

Discussion

Our findings show a high prevalence of sarcopenia according to the EWGSOP criteria (38.1%), with a higher prevalence of sarcopenia in females than in males (39.4% and 35.5%, respectively). To compare the results of this study, we found several studies employing the EWGSOP criteria in nursing home residents using BIA to assess muscle mass. The prevalence of sarcopenia in all of the studies reviewed is between 32.8% and 40.2%. In a recent study carried out in our country (the ELLI study) [11], the total prevalence of sarcopenia was 36.6%, being higher in females (46.3%) than in males (15.1%) (n=276, mean age: 87.2 years), and in BELFRAID study [26], in people aged ≥80 years (n=288), 8% of females and 4.5% of males were sarcopenic.

However, in other studies, the prevalence of sarcopenia was higher in males. For instance, in the study of Tasar et al.[10], the total prevalence of sarcopenia was 33.6%, higher in males (55.2%) than in females (18.5%) (n=211, mean age=77.3±7). In the study of Landi et al.[5], in Italy, a similar total prevalence of sarcopenia was found (32.8%), with sarcopenia reported in 67.7% of males and 20.8% of females (n= 122, mean age 84.1±4.1 years). Senior et al.[11] found a total prevalence of 40.2%, with males being more likely to be sarcopenic (48%) than females (37%) (n=102, mean age 84.5±8.2 years).

These differences in sarcopenia prevalence in nursing home residents could be explained by a number of reasons, such as the demographic characteristics of the population, the different cut-off points to define low muscle mass, the functional status of the residents or other epidemiological factors. In the study of Bahat et al.[27] and in the study of Norshafarina et al.[28] the prevalence of sarcopenia in males was 85.4% and 89%, respectively. This higher prevalence in comparison to our study could be explained because they only took into account a low muscle mass and not muscle function to diagnose sarcopenia as proposes the EWGSOP consensus.

Moreover, in these studies a high percentage of participants (>80%) had low gait speed and/or low grip strength, with normal muscle mass, which means that there is no clear relationship between low muscle mass and functional disability. In other previous studies, no strong correlation was found between muscle mass and muscle function [29, 30].

On the other hand, according to the EWGSOP consensus definition, sarcopenia can be diagnosed when both low muscle mass and low muscle function (strength or performance) are present. However, in the algorithm proposed by the EWGSOP consensus authors [7], muscle mass is not measured in people with normal gait speed and hand grip strength, so some people with pre-sarcopenia (with only low muscle mass) cannot be detected. Moreover, hand grip strength in people with low gait speed and low muscle mass is not measured, so severe sarcopenia is not detected in some elderly individuals. For these reasons, we decided to assess body composition and carry out all functional tests in the entire population selected.

A possible drawback could be that gait speed and handgrip measurements can be limited by functional impairment, which is frequent in nursing home residents. Moreover, due to morbidity and functional and cognitive impairment, it is sometimes difficult to obtain clinically useful results. In our study, only 15.9% of participants (n=54) were able to perform the 5-metre walking test in less than 0.8 m/s.

In a recent systematic review [31], five European studies were found using EWGSOP criteria to define sarcopenia in ageing people using BIA in different settings, with a prevalence of sarcopenia between 7.5% and 77.6%. The highest prevalence was found in people staying in convalescence and rehabilitation units, while community-dwelling older people had the lowest prevalence. In different studies, residents in nursing homes had a higher prevalence of sarcopenia compared to community-dwelling adults (prevalence of 1-29%) [4].

Regarding the anthropometric parameters analysed, BMI and triceps skinfold were higher in women, while weight, arm muscle circumference, waist circumference and calf circumference were higher in men. This different body composition according to anthropometry in elderly males and females has been also found in previous studies [32, 33].

On the other hand, the prevalence of malnutrition according to MNA in this study was high (42.5%), with a prevalence of 45.4% in females and 37.2% in males. Compared with previous studies in nursing home residents using MNA, a quite similar prevalence of malnutrition was observed in the study of Camina Martin et al. [34] with a prevalence of 41% (n= 83, mean age=81.2), while in the study of De Luis, the prevalence of malnutrition was 22.5%, but the risk of malnutrition was 49.6% (n=493, mean age=83.3) [35]. The prevalence of malnutrition with MNA in nursing home residents living in other Mediterranean countries like Italy was 22.5% in the study of Santomauro et al. [36] (n=463, mean age: 83.8, 58.3% with risk of malnutrition) and 36% in the study of Donini[37] (n=100, mean age 80.2, 46% with risk of malnutrition).

With regard to the prevalence of malnutrition using MNA in institutionalised older people, 59.2% of sarcopenic participants in our study were malnourished and 18.4% had risk of malnutrition. In the study of Senior et al. [11], 14.9% of participants with sarcopenia were malnourished and 48.5% were at risk of malnutrition. There are not more published studies in elderly subjects living in nursing homes assessing both nutritional status with MNA and sarcopenia according EWGSOP criteria simultaneously, in order to compare our results.

Apart from that, we found that the prevalence of malnutrition was higher in subjects with low handgrip strength (62.8%) and in participants with severe sarcopenia (60.8%), and have not found any studies assessing the nutritional status in the different criteria of sarcopenia to compare with our results.

The prevalence of both sarcopenia and malnutrition depend on the criteria used and the cut-off points chosen for each parameter.

For instance, mean handgrip strength in this nursing home population was 14.8 kg (in males 20.5 kg and in females 11.2 kg), which are below the widely used cut-off points suggested by the EWGSOP for diagnosing sarcopenia. In a study carried out in healthy community-dwelling elderly of our country [38], the investigators found that muscular strength was impaired in all elderly subjects, with a mean of 17.7 kg in males and 11.9 kg in females (despite being healthy and not institutionalized). Therefore, we think that the use of cut-off values from other geographical areas could alter the real impact of the values and sometimes lead to an overestimate of the prevalence of sarcopenia. Other cut-off points have been suggested that may reduce the estimated prevalence [39]. Similarly, mean gait speed in this study population was 0.49 m/s, which was again higher in males (0.68 m/s) than in females (0.46 m/s). Such values are also below the criterion established by the EWGSOP sarcopenia consensus to define sarcopenia (0.8m/s).

When analyzed together the presence of malnutrition and malnutrition-risk, there was no difference between individuals with or without sarcopenia. However the presence of malnutrition was statistically higher in individuals with sarcopenia compared to the non-sarcopenic ones. This result could contribute for the need of a different risk assessment or intervention in this population.

The prediction of sarcopenia with simple, widely used parameters may help nursing home physicians to focus on high-risk residents. Aging is associated with significant changes in body composition, with a substantial reduction in fat-free mass and muscle mass and an increase in visceral fat, especially in women [40] In our study, as expected, sarcopenia was highly prevalent among the population aged 80 years or older and was more prevalent in women. Apart from that, BMI < 22 kg/m^2 was a predictive factor of sarcopenia. BMI has previously been identified as an independent risk factor associated with sarcopenia in hospitalised [41] and institutionalised [5, 11, 12] older people, so a low BMI could be a good predictor of sarcopenia in these populations. However, we have to take into account the existence of sarcopenic obesity [42], which can underestimate the presence of sarcopenia in the population.

A low BMI seems to be a good predictive risk factor of sarcopenia in the population that we have carried out our study, but not always sarcopenic people have a low BMI. There are obese subjects with a BMI > 30 kg/m^2 being sarcopenic because they have a great amount of fat but very low muscle mass.

Studies have shown that fat mass increases and muscle mass decreases with age [43]. Given this age-related changes in body composition even in the absence of changes in body weight and BMI, obesity and sarcopenia may coexist in same person.

On the other hand, a high prevalence of CC below 31 has been found in this population, without significant differences in CC between sarcopenic and non-sarcopenic participants with or without malnutrition. A CC <31 cm is usually related to malnutrition in older people [44, 45] and has been proposed as a marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia. In the study of Rolland et al. [46], a CC <31 cm was associated with disability and self-reported physical function but not sarcopenia (defined using DEXA). However, in the study of Kawakami et al. in a Japanese population [47], CC was positively correlated with appendicular skeletal muscle mass and skeletal muscle index and was suggested as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia; however, they suggested cut-off values of CC for predicting low muscle mass of <34 cm in men and <33 cm in women (higher than 31 and different between the genders).

The same occurred in the recent study of Barbosa-Silva et al. [48], in which CC of ≤34 cm in males and ≤33 cm in females were defined as indicative of low appendicular skeletal muscle mass index (ASMI). This suggests that the cut-off point of CC that is normally used for malnutrition (<31 cm), needs to be re-evaluated for sarcopenia.

Strengths and limitations of the study

Our study has several strengths: it is a multicentre study of older nursing home residents, it uses a standardised methodology to measure and define sarcopenia, and until now there have been few studies in our country assessing sarcopenia according to EWGSOP criteria and nutritional status in these populations.

The main limitation of this study is related to the inclusion and exclusion criteria. These findings are limited to those who can ambulate and excluded people because of health-related conditions. It is likely that our analyses might have underestimated the prevalence of sarcopenia because it is common to find residents who cannot ambulate in public nursing homes. Also, the cross-sectional and observational design of the study did not allow us to clarify temporal or cause-effect relationships between sarcopenia and its associated factors. On the other hand, the use of BIA for muscle mass assessment presents a drawback that is mainly due to hydration problems observed in some older persons. However, despite this limitation, we have chosen this method because it is easy to use, non-invasive, readily reproducible, relatively inexpensive and it can be performed in almost any subject because it is portable (subjects don´t have to move from the nursing home). Moreover, it has been widely applied in geriatric populations [34, 49-51] and EWGSOP consensus [7] has accepted BIA as a good portable alternative to other techniques such as dual-energy X-ray absorptiometry (which is not portable) in the assessment of body composition in clinical practice [52, 53]. Apart from that, in subjects with marked kyphosis, we had to use predictive equations to estimate height, which could have an inherent error.

In conclusion, we have found a high prevalence of malnutrition in older people living in nursing homes, with physical and motor integrity in at least one hand to perform grip strength test and a walking test without help from other individuals. This prevalence is highest in sarcopenic subjects, especially in those with severe sarcopenia.

Malnutrition and sarcopenia result in numerous negative outcomes, including decreased quality of life and increased morbidity, mortality and health care costs; therefore, our findings emphasised the need to establish strategies to examine the entirety of the elderly´s nutritional and functional status, especially in those living in nursing homes. Although a low BMI seems to be an independent factor associated with sarcopenia, sarcopenic obesity is also possible.

Further research is needed to develop a practical and reliable tool to screen both sarcopenia and malnutrition, as this could help us to provide evidence of the efficacy of nutritional and physical interventions.

BIBLIOGRAPHY:

1. Vanderwoude MFJ, Alish CJ, Sauer AC, Hegazi RA. Malnutrition-sarcopenia Syndrome: Is This the future of nutrition screening and assessment for older adults? J Aging Res 2012; 2012:1-8. http://dx.doi.org/10.1155/2012/651570.
2. Serra Rexach, JA. Clinical consequences of sarcopenia. Nutr Hosp 2006; 21(3): 46-50.
3. Fielding R, Vellas B, Evans W, Bhasin S, Morley J, Newman A et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, aetiology, and consequences. International Working Group on Sarcopenia. J Am Med Dir Assoc 2011;12(4):249-256. doi: 10.1016/j.jamda.2011.01.003.
4. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Scheneider SM, Zuniga C, Arai H, Boirie Y et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International sarcopenia initiative (EWGSOP and IWGS). Age Ageing 2014; 43:748-759. doi: 10.1093/ageing/afu115.
5. Landi F, Liperoti R, Fusco D, Mastropaolo S, Quattrociocchi D, Proia A, et al. Prevalence and risk factors of sarcopenia among nursing homes older residents. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2012;67(1):48-55. doi: 10.1093/gerona/glr035.
6. Nair KS. Muscle protein turnover: methodological issues and the effect of aging. J Gerontol 1995; 50: 107-112.
7. Cruz-Jentoft A J, Baeyens J M, Bauer J M, Boirie Y, Cederholm T, Landi F et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Age Aging 2010; 39:412-423. doi: 10.1093/ageing/afq034.

8. Aras S, Yalcin A, Varli M, Cengiz Karaarslan O, Atmis V, Atli T. Sarcopenia prevalence and sarcopenia related clinical conditions in elderly nursing home residents. Eur Geriatr Med 2013;4(1):20-1. doi : 10.1016/j.eurger.2013.07.065.
9. Abdel Rahman TT, Farid HM, Elkholy NM, Mortagy AK. Erratum to "Prevalence of sarcopenia among nursing home older residents in Cayro, Egypt" (Advances in aging research 3 (2014) 118-123). Adv Aging Res 2014;03:326-8. http://dx.doi.org/10.4236/aar.2014.34042.
10. Tasar PT, Sahin S, Karaman E, Ulusoy MG, Duman S, Berdeli A, et al. Prevalence and risk factors of sarcopenia in elderly nursing home residents. Eur Geriatr Med 2015; 6:214-9. http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.eurger.2015.03.002.
11. Senior HE, Henwood TR, Beller EM, Mitchell GK, Keogh JW. Prevalence and risk factors of sarcopenia among adults living in nursing homes. Maturitas 2015; 82(4): 418-23. doi: 10.1016/j.maturitas.2015.08.006.
12. Salvà A, Serra-Rexach JA, Artaza I, Formiga F, Rojano i Luque X, Cuesta F et al. Prevalence of sarcopenia in Spanish nursing homes: Comparison of the results of the ELLI study with other populations. Rev Esp Geriatr Gerontol 2016; Apr 8 (Epub ahead of print). doi: 10.1016/j.regg.2016.02.004.
13. Cederholm T, Bosaeus I, Barazzoni R, Bauer J, Van Gossum A, Klek S et al. Diagnostic criteria for malnutrition - An ESPEN Consensus Statement. Clin Nutr 2015;34(3):335-40. doi: 10.1016/j.clnu.2015.03.001.
14. Guigoz Y, Lauque S, Vellas BJ. Identifying the elderly at risk for malnutrition: the Mini Nutritional Assessment. Clin Geriatr Med 2002;18: 737-757.
15. Guigoz Y. The Mini Nutritional Assessment (MNA) review of the literature: What does it tell us? J Nutr Health Aging 2006; 10:466-487.
16. Alastrué A, Sitges Sena A, Jaurrieta E, Sitges Creus A. Anthropometric parameters for a Spanish population. Med Clin 1982; 78 (10): 407-415.

17. Frisancho AR, Flegel PN. Relative merits of old and new indices of body mass with reference to skinfold thickness. Am J Clin Nutr 1982; 36: 697-699.
18. Stoudt HW. The anthropometry of the elderly. Hum Factors 1981; 23: 29-37.
19. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardisation reference manual, 1st ed. USA: Human Kinetics Books; 1988.
20. Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. Prim Care 1994; 21: 55-67.
21. Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. J Am Geriatr Soc 1985; 33(2): 116-20.
22. Jiménez Sanz M, Fernández Viadero C, Verduga Vélez R, Crespo Santiago D. Anthropometric values in a very old institutionalised population. Nutr Hosp 2002; 17(5): 244-250.
23. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. J Appl Physiol 2000; 89: 465-471.
24. Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. Age Ageing 2011; 40: 423-429. doi: 10.1093/ageing/afr051.
25. 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 1994; 2:15-59.
26. Legrand D, Vaes B, MatheÏ C, Swine C, Degryse J-M. The prevalence of sarcopenia in very old individuals according to the European consensus definition: insights from the BELFRAID study. Age Aging 2013; 42:727-734. doi: 10.1093/ageing/aft128.

27. Bahat G, Saka B, Tufan F, Akin S, Sivrikaya S, Yucel N et al. Prevalence of sarcopenia and its association with functional and nutritional status among male residents in a nursing home in Turkey. The Aging Male. 2010; 13 (3): 211-214.
28. Norshafarina SK, Noor Ibrahim MS, Suzana S, Hashan AM, Zahara M, Zaitun Y. Sarcopenia and Its Impact in Health: Do They Have Significant Associations? 2013; 42 (9): 1345-1355.
29. Cuesta F, Formiga F, López-Soto A, Masanes F, Ruiz D, Artaza I, et al. Prevalence of sarcopenia in patients attending outpatients geriatric clinics: the ELLI study. Age Aging 2015; 44:807-809. doi: 10.1093/ageing/afv088.
30. Manini TM, Clark BC. Dynapenia and aging: an update. J Gerontology A Biol Sci Med Sci 2012; 67A: 28-40. doi: 10.1093/gerona/glr010.
31. Lardiés Sánchez B, Sanz-París A, Boj-Carceller D, Cruz-Jentoft AJ. Systematic review: Prevalence of sarcopenia in ageing people using bioelectrical impedance analysis to assess muscle mass. Eur Geriatr Med 2016; 7: 256-261. http://dx.doi.org/10.1016/j.eurger.2016.01.014.
32. De Almeida MF, Marucci Mde F, Gobbo LA, Ferreira LS, Dourado DA, Duarte YA, et al. Anthropometric changes in the Brazilian cohort of older adults: SAE Survey (Health, well being and aging). J Obes 2013; 2013: 695496. doi: 10.1155/2013/695496.
33. Coqueiro RS, Rodrigues Barbosa A, Ferreti Borgatto AF. Anthropometric measurements in the elderly of Havana, Cuba: Age and sex differences. Nutrition 2009; 25: 33-9. doi: 10.1016/j.nut.2008.07.007.
34. Camina Martín M A, Barrera Ortega S, Domínguez Rodríguez L, Couceiro Muiño C, de Mateo Silleras B, Redondo del Río MP. Presence of malnutrition and risk of malnutrition in institutionalised elderly with dementia according to the type and deterioration stage. Nutr Hosp 2012; 27 (2): 434-40. doi: 10.1590/S0212-16112012000200013.

35. De Luis DA, López Mongil R, González Sagrado M, López Trigo J A, Mora P F, Castrodeza Sanz J et al. Nutritional status in a multicentre study among institutionalised patients in Spain. Eur Rev Med Pharmacol Sci 2011; 15(3): 259-65.
36. Santomauro F, Olimpi N, Baggiani L, Comodo N, Mantero S, Bonaccorsi G. Bioelectrical impedance vector analysis and Mini Nutritional Assessment in elderly nursing home residents. J Nutr Health Aging 2011; 15 (3): 163-7.
37. Donini LM, Neri B, De Chiara S, Poggiogalle E, Muscaritoli M. Nutritional Care in a Nursing Home in Italy. Plos One 2013; 8 (2): e55804. doi: 10.1371/journal.pone.0055804.
38. Masanés F, Culla A, Navarro-González, Navarro-López M, Sacanella E, Torres B et al. Prevalence of sarcopenia in healthy community-dwelling elderly in an urban area of Barcelona (Spain). J Nutr Health Aging 2012; 16(2): 184-7.
39. 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(5):547–558. doi: 10.1093/gerona/glu010.
40. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Topinková E, Michel JP. Understanding sarcopenia as a geriatric syndrome. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2010; 13: 1-7. doi: 10.1097/MCO.0b013e328333c1c1.
41. Smoliner C, Sieber CC, Wirth R. Prevalence of sarcopenia in geriatric hospitalised patients. J Am Med Dir Assoc 2014; 15 (4): 267-72. doi: 10.1016/j.jamda.2013.11.027.
42. Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity-definition, etiology and consequences. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2008; 11(6): 693-700.
43. St-Onge MP. Relationship between body composition changes and changes in physical function and metabolic risk factors in aging. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2005 Sep;8(5):523-8.

44. Cuervo M, Ansorena D, García A, González Martínez MA, Astiasarán I, Martínez JA. Assessment of calf circumference as an indicator of the risk for hyponutrition in the elderly. Nutr Hosp 2009; 24(1): 63-7.
45. Bonnefoy M, Jauffret M, Kostka T, Jusot JF. Usefulness of calf circumference measurement in assessing the nutritional state of hospitalized elderly people. Gerontology 2002; 48(3): 162-9.
46. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cournot M, Nourhashémi F, Reynish W, Rivière D, et al. Sarcopenia, calf circumference, and physical function of elderly women: a cross-sectional study. J Am Geriatr Soc 2003; 51(8): 1120-4.
47. Kawakami R, Murakami H, Sanada K, Tanaka N, Sawada SS, Tabata I, et al. Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. Geriatr Gerontol Int 2015; 15(8): 969-76. doi: 10.1111/ggi.12377.
48. Barbosa-Silva TG, Bielemann RM, Gonzalez MC, Menezes AMB. Prevalence of sarcopenia among community-dwelling elderly of a medium-sized South American city: results of the COMO VAI? Study. J Cachexia Sarcopenia Muscle 2016; 7: 136-143. doi: 10.1002/jcsm.12049.
49. Kyle UG, Genton L, Slosman DO, Pichard C. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. Nutrition 2001;17(7-8):534-41.
50. Roubenoff R, Baumgartner RN, Harris TB, Dallal GE, Hannan MT, Economos CD, et al. Application of bioelectrical impedance analysis to elderly populations. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 1997;52(3):M129-36.
51. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. Nutrition 2001;17(3):248-53.

52. Velázquez Alba MC, Irigoyen Camacho ME, Delgadillo Velázquez J, Lazarevich I. The relationship between sarcopenia, undernutrition, physical mobility and basic activities of daily living in a group of elderly women of Mexico City. Nutr Hosp 2013; 28(2): 514-21. doi: 10.3305/nh.2013.28.2.6180.
53. Beaudart C, Reginster JY, Slomian J, Buckinx F, Dardenne N, Quabron A, et al. Estimation of sarcopenia prevalence using various assessment tools. Exp Gerontol 2015; 61: 31-7. doi: 10.1016/j.exger.2014.11.014.

Table 1: Characteristics of study participants

Variables	**Total (n=339)**	**Females (n=218)**	**Males (n=121)**	**p-value**
Age (years)	84.9 (7.6)	86.1 (7.2)	82.4 (7.8)	0.0001
Weight (kg)	59.8 (13.6)	56.7(13.2)	65.8 (12.3)	0.0001
Body mass index (kg/m^2)	26.6 (5.5)	27.2 (5.4)	25.6 (4)	0.03
Time living in the nursing home (months)	44.9 (14.1)	46.2 (15.3)	42.7 (13.6)	0.241
Mid upper-arm circumference (cm)	25.6 (4.8)	25.8 (5.5)	25.4 (3.4)	0.570
Arm muscle circumference (cm)	20.6 (3.7)	19.8 (3.9)	21.7 (3.1)	0.002
Triceps skinfold (mm)	15.8 (7.7)	17.6 (8.1)	12.4 (5.4)	0.0001
Waist circumference (cm)	98.2 (13.1)	95.8 (13.2)	102.7 (11.8)	0.0001
Calf circumference (cm)	30.1 (4.7)	29.4 (4.8)	31.3 (4.2)	0.001
Handgrip strength (kg)	14.8 (8.3)	11.2 (5.2)	20.5 (7.7)	0.0001
Gait speed (m/s)	0.49 (0.2)	0.46 (0.2)	0.68 (0.1)	0.0001
Muscle Mass Index (kg/m^2)	7.3 (1.8)	6.4 (1.5)	8.8 (1.4)	0.001
MNA				
- Risk of malnutrition	110 (32.4%)	73 (33.5%)	37 (30.6%)	0.001
- Malnutrition	144 (42.5%)	99 (45.4%)	45 (37.2%)	

Table 2: Assessment of nutritional status according to MNA results

	Total (n=339)	**Females (n=218)**	**Males (n=121)**	**p value**
Normal nutritional status	85 (25.1%)	46 (21.1%)	39 (32.2%)	0.001
Risk of malnutrition	110 (32.4%)	73 (33.5%)	37 (30.6%)	0.001
Malnutrition	144 (42.5%)	99 (45.4%)	45 (37.2%)	0.001

Data are expressed as n (%) for categorical variables within the indicated population. p: p-value for the difference between females and males.

Table 3. Nutritional status and sarcopenia

	Sarcopenic (n=129)	**Non-sarcopenic (n=210)**	**p value**
Normal nutritional status	49 (22.4%)	36 (26.2%)	0.0001
Risk of malnutrition	19 (18.4%)	91 (38.6%)	0.0001
Malnutrition	61 (59.2%)	83 (35.2%)	0.0001

Data are expressed as n (%) for categorical variables within the indicated population. p: p-value for the difference between sarcopenic and non-sarcopenic participants.

Table 4. Characteristics of older adults according to sarcopenia status

Variables	**Sarcopenia (n= 103)**	**No sarcopenia (n= 236)**	**p-value**
Age (years)	86.9 (7.3)	84.1 (7.5)	0.001
Gender - Female - Male	 68 35	 150 86	0.0001
Weight (kg)	56.8 (12.5)	61.1 (14)	0.001
Body Mass Index (kg/m^2)	24.4 (3.9)	27.6 (2.3)	0.001
Time living in the nursing home (months)	49.9 (8.2)	42.7(7.6)	0.001
Mid upper-arm circumference (cm)	24.2 (4.3)	26.3 (4.3)	0.01
Arm muscle circumference (cm)	19.6 (3.6)	21.1(4.3)	0.03
Triceps skinfold (mm)	14.5 (3.2)	16.4 (4.1)	0.001
Waist circumference (cm)	97.2 (143)	98.7 (13.2)	0.423
Calf circumference (cm)	29.8 (3.9)	30.3 (4.7)	0.561
Gait speed (m/s)	0.45 (0.2)	0.73 (0.1)	0.001
MNA - Risk of malnutrition - Malnutrition	 19 (18.4%) 61 (59.2%)	 91 (38.5%) 73 (30.9%)	0.001

Data are expressed as mean (SD) for continuous and n (%) for categorical variables within the indicated population. Chi-square tests for categorical variables, Student´s t-test or Mann-Whitney U-test for continuous data were used to compare groups. Kg: kilograms; m: metres; cm: centimetres; mm: millimetres. p: p-value for the difference between sarcopenia and no sarcopenia. MNA: Mini Nutritional Assessment.

Table 5. Logistic regression analysis of risk factors of sarcopenia.

Variables	**Unadjusted OR (95% CI)**	**Unadjusted p**	**Adjusted OR (95% CI)**	**Adjusted p**
Body mass index <22 kg/m^2	7.2 (2.29-15.84)	0.028	5.68 (2.83-12.62)	0.019
MNA >17 points	0.64 (0.51-0.81)	0.04	0.58 (0.46-0.77)	0.62
Age ≥80 years[a]			15.21 (12.93-19.26)	0.0001
Gender (female)[b]			6.18 (3.94-8.32)	0.0001

Unadjusted and adjusted analysis for potential confounding factors (OR; 95%-confidence intervals). Variables adjusted by age and sex.

[a] ≥80 years vs < 80 years

[b] Females vs males

MNA: Mini Nutritional Assessment

Manuscrito 3:

" DISABILITY AND ITS INFLUENCE IN NUTRITIONAL ASSESSMENT TOOLS IN ELDERLY PEOPLE LIVING IN NURSING HOMES"

Artículo aceptado para publicación en la revista Nutrición Hospitalaria

Referencia:

Lardiés-Sánchez B, Sanz-París A, Pérez-Nogueras J, Serrano-Oliver A, Torres-Anoro ME, Ballesteros Pomar MD. Disability and its influence in nutritional Assessment tools in elderly people living in nursing homes. Nutr Hosp. 2017.

Factor de impacto: 1,497.

Resumen:

Introducción: un estado nutricional deficiente está asociado con un incremento de la morbilidad y la mortalidad, especialmente en personas ancianas.

Objetivo: el objetivo de este estudio fue evaluar el estado nutricional en ancianos institucionalizados en residencias geriátricas mediante diferentes test nutricionales, y determinar qué parámetros utilizados en la valoración nutricional pueden ser realizados en esta población, en la que existe una elevada prevalencia de residentes totalmente dependientes.

Métodos: se llevó a cabo un estudio transversal en 383 ancianos. Las herramientas de valoración nutricional empleadas fueron el Mini Nutritional Assessment (MNA), el nuevo consenso de definición de malnutrición, y el CONUT. Además, la capacidad de realizar las actividades básicas de la vida diaria fue evaluado con el índice de Barthel.

Resultados: según el índice de Barthel, hasta un 78,9% de los residentes tenía una dependencia total, y en solo el 20,9% se pudo determinar el peso y la talla. La prevalencia de malnutrición con MNA, el consenso de ESPEN y CONUT fue 21,3%, 17,2% y 20,7%, respectivamente. La concordancia (kappa) entre el MNA y el ESPEN fue moderada (κ=0,483), pero con CONUT fue baja.

Conclusiones: las residencias geriátricas públicas tienen un elevado porcentaje de residentes totalmente dependientes, lo que condicional una prevalencia más elevada de malnutrición y de riesgo de malnutrición. El grado elevado de dependencia funcional dificulta la obtención de algunos parámetros antropométricos como el peso y la talla, que son esenciales para llevar a cabo la mayoría la valoración nutricional en la mayoría de los test de valoración nutricional.

Palabras clave: ancianos, residencias geriátricas, valoración nutricional, discapacidad

Abstract

Introduction: Poor nutritional status is associated with increased morbidity and mortality, especially in older people.

Objective: The aim of this study was to assess nutritional status in elderly nursing home residents with different nutritional test, and to determine which parameters used for nutritional assessment can be carried out in this population with a high prevalence of totally dependent residents.

Methods: A cross-sectional study was performed in 383 elderly. The nutritional assessment tools used were the Mini Nutritional Assessment (MNA), the new ESPEN consensus definition of malnutrition, and the tool for "CONtrolling NUTritional Status" (CONUT). Moreover, the ability to perform basic activities of daily living was assessed with Barthel Index (BI).

Results: According to BI, till 78,9% had a total dependence and only 20,9% could be weighed and sized. The prevalence of malnutrition with MNA, ESPEN and CONUT was 21.3%, 17.6% and 20.7%, respectively. The agreement between MNA vs ESPEN criteria was moderate (κ=0,483), but with CONUT was low.

Conclusions: Public nursing homes have a high percentage of totally dependent residents, which conditions a higher prevalence of malnutrition and risk of malnutrition. This high degree of functional dependence makes difficult to obtain some anthropometric parameters such as weight and height, which are essential to carry out the nutritional assessment with most nutritional test.

Keywords: elderly; nursing homes; nutritional assessment; disability.

Introduction

The increase in age of the elderly population in developed countries has resulted in a higher number of older people who need help and social support. In this context, nursing home residents regularly show low functionality. It is well known that a high risk of malnutrition is associated with worsening functionality and quality of life. This impaired functional ability may be the cause or the consequence of the nutritional status of institutionalised elderly[1]. Early identification of nursing home residents at nutritional risk, followed by adequate nutritional intervention, is expected to contribute to maintenance of independency and quality of life.

The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) has recommended three different screening tools for nutritional assessment in different settings[2], of which the Mini Nutritional Assessment (MNA) test seems to be suited for nursing homes residents[3]. In fact, this is the most widely used test in studies of prevalence of malnutrition in nursing homes (see Table 1), being able to detect risk of malnutrition at an early stage. Guigoz found 5% to 71% of malnutrition among 6,821 elderly persons after a review of 32 studies using MNA and reported that malnutrition risk was high in nursing homes[4].

In countries like Spain, due to the Mediterranean lifestyle, relatives usually attend older people until the degree of disability is so severe that professional care is required. In addition to that, the nursing homes in which we have carried out the present study are from public grants, in which only patients with more severe functional impairment are admitted; private nursing homes are reserved for those elderly people with less dependence and greater purchasing power[5].

On the other hand, weight and height are basic anthropometric parameters included in the majority of nutritional assessment test, such as the MNA[6], Malnutrition Universal Screening Tool (MUST), Nutritional Risk Screening 2002 (NRS), Short Nutritional Assessment Questionnaire, Nutritional Form For the Elderly, and Malnutrition Advisory Group.

However, in elderly with total or severe disability, weight and height can be difficult to measure because they are unable to stand, so it's necessary to use specific formulas to calculate their weight and height, even though those formulas are not validated in all populations.

The aim of this study was to assess the nutritional status in elderly nursing home residents with different nutritional tests and to determine which parameters used for nutritional assessment can be carried out in this population with a high prevalence of totally dependent residents.

Methods

Subject recruitment

A cross-sectional study with 383 individuals of both sexes was carried out in three public nursing homes in May 2015 in the urban area of Zaragoza (Spain).

The inclusion criteria comprised people older than 60 years old living in a nursing home at least for six months and who had signed a written informed consent about participating in the study (by participants or their legally authorised representatives). Exclusion criteria were age under 60 years (n = 2), acute infection (n = 9), terminal illness (n = 6), active malignancy (n = 4), hospitalisation in the previous three months (n = 5), or lack of signed informed consent (n = 3). Demographic characteristics included gender, birth date, length of stay in the nursing home and type of diet.

A complete nutritional assessment was undertaken, including anthropometric measurements, bioelectrical impedance analysis, biological markers, nutritional screening tools and the ability to perform basic activities of daily living.

Anthropometric measures

Weight was measured in light clothes, with a floor scale. Standing height, waist circumference standing and in prone position and calf circumference were measured with a plastic tape measure. Mid-arm circumference was measured at the midpoint of the relaxed, non-dominant arm between the tip of the acromion and the olecranon process. Triceps skinfold was measured using skinfold callipers (Holtain ®) at half way between the olecranon process of the ulna and the acromion process of the scapula. The body mass index (BMI) was calculated as weight (kg)/height^2 (m). Arm muscle circumference (AMC) was calculated with this formula: AMC (cm) = mid arm circumference (cm) – 31,416 × triceps skinfold (mm) [29].

Body composition

Bioelectrical resistance (ohms) was obtained using a Bio-Resistance Body Composition Analyzer (Akern® BIA Device 101, Florence, Italy) with an operating frequency of 50 kHz at 800 μA. The subjects were in supine position with their arms abducted away from the trunk and the legs slightly separated for five minutes. Four electrodes were attached to the right hand and ankle. According to the strong relationship between measured resistance, fat-free mass (FFM), and total body water, prediction equations were developed to estimate percentage of body fat and FFM, which could be directly displayed after BIA measurement. The FFM index (FFMI) was calculated as FFM divided by body height squared (kg/m^2) [30,31].

Nutritional status

For the assessment of nutritional status in this elderly population, we were using three nutritional tools: MNA, the new ESPEN consensus definition of malnutrition, and “CONtrolling NUTritional Status” (CONUT).

The MNA test includes 18 items in four sections: anthropometric assessment (four questions concerning weight, height and body circumferences), global evaluation (six questions concerning life-style, medication and mobility), dietetic assessment (six questions concerning number

of meals, food and fluid intakes and autonomy of feeding) and subjective assessment (two questions concerning self-perceptions of health and nutrition). The score obtained (maximum, 30) classifies the elderly in three categories: malnourished (<17), at risk of malnutrition (17–23.5), and well nourished (>24).

On the other hand, ESPEN has recently proposed a new consensus definition of malnutrition, for which diagnosis is considered a two-step process. Before diagnosis, it is mandatory to fulfil criteria for being "at risk" of malnutrition by any validated risk screening tool. We used MNA-Short Form[32]. Those who are identified as being at risk proceed in the diagnostic process that includes two options: the first option requires a BMI <18.5 kg/m^2, following the recommendation by the World Health Organization[33]. The second option encompasses unintentional weight loss (>10% independent of time or >5% in the last three months), always combined with either a low BMI <20 kg/m^2 if <70 years old or <22 kg/m^2 if ≥70 years old, or a low FFMI <15 kg/m^2 for women and <17 kg/m^2 for men[34].

Finally, the CONUT is based on three biochemical parameters: albumin, cholesterol and lymphocytes. Every level of its concentration in plasma gives a score with the total up to 12. According to the total score, three groups are distinguished: normal nutritional status (0–1 points), light undernutrition (2–4 points), moderate undernutrition (5–8 points) and severe undernutrition (>8 points) [35].

Functional ability

The ability to perform basic activities of daily living was assessed with the Barthel Index. It classifies individuals according to different levels of functional dependence. It consists of different items, all daily life activities such as the ability to dress, wash, eat, etc., in order to determine the dependence of the subject.

According to the final total score, there are five groups: total dependence (<20 points), severe dependence (20–45), moderate dependency (45–60), mild dependence (>65) and independence (100) [36].

Statistical analysis

Data were analysed with the Statistical Package for Social Science (SPSS), version 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL).

The results are expressed as mean ± standard deviation (SD) and as percentages of individuals. Chi-square test was used to detect differences between categorical variables, and the normal distribution of continuous variables was tested by Kolmogorov-Smirnov test. Differences in continuous variables between subgroups were analysed by T-student test or analysis of variance if normally distributed. Otherwise, Mann-Whitney-U and Kruskal-Wallis tests were used. The value of Pearson's linear correlation coefficient (r) was used to determine the relationship between BMI and some anthropometric parameters. Cohen's kappa (κ) statistic was calculated to determine diagnostic agreement between the assessment tools (MNA, CONUT and ESPEN criteria). κ is a statistical measure of inter-annotator agreement for qualitative variables. In case of complete agreement between the variables, then κ = 1. If there is no complete agreement, then κ ≤1. For all tests, *p* values below 0.05 were considered statistically significant.

Ethical aspects

For this study, the authorisation of the three nursing homes was previously required through their respective directors and senior administrators, and elderly participation in the study was voluntary, by previous signature of an informed consent. The Ethics Committee for Clinical Research of Aragon (Spain) approved the study protocol (CI. PI15/0237).

Results

A total of 383 subjects (93%) out of the 412 total older people living in the three public nursing homes met inclusion criteria and participated in the study. The distribution of elderly people in each nursing home (NH) was NH1: 149 (38.9%), NH2: 132 residents (34.5%) and NH3: 102 residents (26.6%).

Subjects had a mean age of 84.9 (SD 7.6) years old, being 70.2% (n = 269) females and 29.8% (n = 114) males. They had been living in institutions for 44.7 months. A total of 20.4% of the participants had diabetes mellitus, and dementia was documented in 57.4% of the population studied.

Differences between genders

The mean age among the female participants was 86.1 (SD 7.2) years old, higher than males, which was 82.4 (p <0.01). There were statistically significant differences between genders in the variables age, BMI and triceps skinfold (higher in women), while weight, height, AMC, waist circumference and calf circumference were higher in men.

Mean BMI was 26.8 kg/m^2 (overweight according to the classification of the World Health Organization. Only 6.25% had BMI <18.5 kg/m^2. Due to the high degree of dependence of most residents, all the anthropometric parameters could not be obtained in the whole of the population studied. Only 20.9% (n = 80) of the elderly could be weighed and sized because the rest of residents were unable to stand (see Table 2).

A good correlation was observed according to Pearson's correlation coefficient between BMI and waist circumference in prone position (r = 0.814, p <0.0001), and between BMI and calf circumference (r = 0.702, p <0.0001), while between BMI and arm circumference the correlation was moderate (r = 0.687, p <0.0001).

Functional ability

The Barthel Index classified subjects as follows: 78.9% totally dependent, no one severely dependent, 6.3% moderately dependent, 2.6% with mild dependence and only 12.4% were completely independent subjects (Table 3). There were not significant differences between sexes (p >0.05).

In Table 3, we see that the percentage of residents with total dependence is quite similar in the three nursing homes, but in the third we have 20% of independent elderly. In this third nursing home, there is a lower rate of

malnutrition with the three nutritional assessment tools (MNA, CONUT and ESPEN) (p <0.05). Moreover, MNA and ESPEN criteria could be carried out in a higher percentage of participants of this nursing home.

Nutritional assessment

Regarding nutritional status according to MNA (n = 136), 21.3% of the elderly who could be interviewed were malnourished (MNA <17 points), and 55.9% were at risk of malnutrition. The prevalence of malnutrition and risk of malnutrition were significantly more prevalent in women (23.9% and 59.7%, respectively) than in men (15.9% and 47.7%, respectively) (p <0.05).

The CONUT was carried out in 145 of the total of subjects (37.9%). A total of 67.6% (n = 98) had a normal nutritional status, 11.7% (n = 17) had mild malnutrition and 20.7% (n =30) had moderate malnutrition. There were no cases of severe malnutrition. There were no statistically significant differences between females and males (p = 0.9).

In the nutritional assessment according to the new ESPEN definition of malnutrition (n = 80), of the 72.5% of people with risk of malnutrition identified with MNA-Short Form, 17.5% were malnourished. Of this population, only 6.25% had a BMI <18.5 as a criterion of malnutrition, and the unintentional weight loss was the criterion more frequent (Table 4).

The agreement between MNA and ESPEN criteria was moderate (κ = 0.483, confidence interval 95%: 0.205–0.657, p = 0.003). Only 60 of the 145 participants that had blood tests also had other nutritional assessment tools (MNA and ESPEN). The agreement between CONUT vs MNA criteria and CONUT vs ESPEN criteria was low (κ = 0.19, confidence interval 95%: 0.026–0.38, p = 0.046; and κ: 0.23, confidence interval 95%: 0.096–0.42, p = 0.037, respectively).

In Figure 1, there is a summary of the applicability of the different nutritional assessment tools in this population.

Nutritional treatment

In relation to the type of diet, 38.9% (n = 149) of the participants took an oral diet with normal texture, 56.9% (n = 218) took blended food and only 4.2% (n = 16) took oral nutritional supplementation.

In two of the nursing homes (NH1 and NH2), more residents took blended food, whereas in NH3, with a higher percentage of independent people, 68.6% took a normal diet and more people took oral supplementation (9.8%).

NH1: normal texture 32.2% (n = 48), blended food 65.7% (n = 98), oral supplementation: 2.1% (n = 3).

NH2: normal texture 23.5% (n = 31), blended food 74.2% (n = 98), oral supplementation 2.3% (n = 3).

NH3: normal texture 68.6% (n = 70), blended food 21.6% (n = 22), oral supplementation 9.8% (n = 10).

Table 5 expresses the percentages of people with malnutrition and with total dependency according to the type of diet they were taking.

Discussion

In this cross-sectional study, most of the participants were females (70.2%) and they were older than the males, which is similar to most studies carried out in elderly nursing home residents[13-26]. Weight was higher in males but BMI was higher in females, in part due to their lower height (which could be influenced by the higher age and the higher prevalence of osteoporosis in females). In both obese and non-obese subjects, regional differences exist with regard to adipose tissue distribution in both genders. Abdominal circumference (which is a marker of visceral fat) was higher in males, whereas triceps skinfold (reflecting the peripheral body fat) was higher in females.

According to the Barthel Index, 78.9% of participants were totally dependent. Due to this high degree of dependence, a high percentage of people had difficulty standing. Height and weight, which are important anthropometric parameters in assessing nutritional status, only could be obtained in 20.9% of the participants. There are some equations to estimate

these parameters (for instance, Chumlea's equations), but they usually underestimate the real values.

This low percentage of people in which height and weight can be obtained implies the need of looking for other options, such as the measurement of waist circumference in prone position or the calf circumference, which show a good correlation with BMI values and are easily obtainable, in the nutritional assessment of this population. The relationship between waist circumference, fat mass and BMI has been previously described[37].

Moreover, most participants could not be surveyed with the MNA test due to their baseline cognitive impairment. A possible alternative to detect risk of malnutrition could be to use blood tests in order to calculate CONUT, or other different anthropometric parameters that could be measured instead of BMI. In our study, only a low percentage of participants (37.8%) had a recent blood test. This is probably due to the tendency to avoid "invasive measures" such as obtaining a blood sample in people with a high degree of dependence, although in fact this could be a simple alternative to assess nutritional status in people unable to stand.

The study of nutritional status in this sample of nursing home residents confirmed that malnutrition remains a common problem among elderly people living in nursing homes. The prevalence of malnutrition and risk of malnutrition is different depending on the nutritional assessment tool used to diagnose malnutrition (MNA, CONUT or ESPEN criteria), being lower with ESPEN criteria (17.5%). According to MNA, 55.9% of the elderly people were in risk of malnutrition and 21.3% was malnourished. With CONUT, 20.7% had moderate-severe malnutrition.

This high prevalence of risk of malnutrition and malnutrition established is probably in relation to the high degree of total dependence of this population; in fact, the prevalence of malnutrition was higher in the nursing home with a higher percentage of totally dependent residents.

A close relationship between malnutrition and functional dependence has been obtained in different studies[38, 39]. Our results show that functional impairment was significantly more prevalent in residents with malnutrition.

The MNA test is a simple, low cost, non-invasive and well-validated instrument that can be used at bedside, regarded as the gold standard for nutritional assessment for elderly living in long-term care facilities. This prevalence of malnutrition varies greatly among different studies using the MNA test (2.8%–41% in the Spanish population) [7-28], which may be due to the different degree of dependence of elderly residents, but most studies don't take it into account and don't assess the ability to perform basic activities of daily living of the institutionalised elderly.

According to the new ESPEN definition of malnutrition, in this study 17.5% of the elderly people were malnourished. In the study of Rojer et al[40], which was the first to provide insight into the applicability of the new ESPEN consensus definition of malnutrition, the higher prevalence of malnutrition was in acute-ill patients (15%), being lower in geriatric outpatients and healthy old individuals, but they didn't study nursing home residents. With regard to the different diagnostic criteria of this consensus, only 6.25% had BMI <18.5 kg/m^2; in fact, most men and women were overweight according to the BMI. Usually, the geriatric population has a high BMI but a low FFMI. BMI can be misleading in persons with high BMI who are losing weight or in persons that had low BMI values at a younger age. This may suggest that BMI is not one of the best parameters to diagnose malnutrition alone, and that it is advisable to assess FFMI in addition to BMI to diagnose a proportionally high loss of FFM to define malnutrition. Unintentional weight loss, which reflects the dynamic part of becoming malnourished, was the most frequent criterion.

Although the CONUT test is usually carried out in the hospitalised population, it could be an alternative screening nutritional assessment tool in people unable to stand and living in nursing homes. In our study, only 44.1% of people with MNA and 75% with ESPEN had a blood test to calculate CONUT, and agreement was low; further studies would be needed in nursing home

residents. Agreement between MNA and ESPEN is very acceptable in routine clinical examination, but both have the disadvantages we have discussed previously. With CONUT, it is important to take into account that some diseases can affect the biochemical parameters used.

In the study of Diekmann et al[3], a comparative analysis of MNA, NRS and MUST among nursing home residents was carried out. The highest agreement of screening results was detected between MUST vs NRS (κ = 0.40), and the agreement between MNA vs MUST and MNA vs NRS was low (κ = 0.16 and 0.13, respectively). We have not found a comparison of MNA, CONUT and ESPEN new criteria in nursing home residents to which to compare our results.

On the other hand, the prevalence of malnutrition was clearly higher in people with a blended diet compared with people with a normal diet, probably because these people usually have problems such as dysphagia, dental problems, anorexia or cognitive impairment, and the blended food administered could not have enough nutrients to maintain an adequate nutritional status.

Conclusion

Nursing homes have a high percentage of totally dependent residents, which creates a higher prevalence of malnutrition and risk of malnutrition assessed with MNA, CONUT and the new ESPEN criteria of malnutrition. In this study, we have found that this high degree of functional dependence makes it difficult to obtain some anthropometric parameters such as weight and height, which are essential to carry out the nutritional assessment with most nutritional tests. The relationship between nutritional risk and functional impairment highlights the need to sensitise nursing personnel to nutritional problems, especially in functionally impaired residents, to initiate early intervention and avoid further nutritional and functional deterioration. Further studies would be needed in nursing home residents to evaluate if CONUT and other anthropometric parameters such as waist circumference in prone position could be used instead of BMI to assess nutritional status in this population.

References

1. Kondrup J, Johansen N, Plum LM, Bak l, Larsen lH, Martinsen A, Andersen JR, Baernthsen H, Bunch E, Lauesen N. Incidence of nutritional risk and causes of inadequate nutritional care in hospitals. Clin Nutr. 2002; 21(6): 461-468.
2. Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M; Educational and Clinical Practice Committee. European Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN). ESPEN guidelines for nutrition screening 2002. Clin Nutr. 2003; 22(4): 415-421.
3. Diekmann R, Winning K, Uter W, Kaiser MJ, Sieber CC, Volkert D, Bauer JM. Screening for malnutrition among nursing home residents – a comparative analysis of the mini nutritional assessment, the nutritional risk screening, and the malnutrition universal screening tool. J Nutr Health Aging. 2013; 17(4): 326- 31. doi: 10.1007/s12603-012-0396-2.
4. Guigoz Y. The Mini Nutritional Assessment (MNA) review of the literature: What does it tell us? J Nutr Health Aging. 2006; 10(6): 466-85.
5. Zualini G, Romagnoni F, Volpato S, Soattin L, Leoci V, Bollini MC, Buttarello M, Lotto D, Fellin R. Nutritional parameters, body composition, and progression of disability in older disabled residents living in nursing homes. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2001; 56(4): M212-6.
6. Guigoz Y, Vellas B, Garry PJ. Assessing the nutritional status of the elderly: The Mini Nutritional Asssessment as part of the geriatric evaluation. Nutr Rev. 1996; 54: S59-65.
7. Ruiz-López MD, Artacho R, Oliva P, Moreno-Torres R, Bolaños J, de Teresa C, López MC. Nutritional risk in institutionalized older women determined by the Mini Nutritional Assessment test: what are the main factors? Nutrition. 2003; 19(9): 767-71.
8. Rodríguez N, Hernández R, Herrera H, Barbosa J, Hernández-Valera Y. Nutritional status of institutionalized Venezuelan elderly. Invest Clin. 2005; 46(3): 219-28.

9. Suominem M, Muurinen S, Routasalo P, Soini H, Suur-Uski I, Peiponen A, Finne-Soveri H, Pitkala KH. Malnutrition and associated factors among aged residents in all nursing homes in Helsinki. Eur J Clin Nutr. 2005; 59(4): 578-83.

10. Wojszel ZB. Determinants of nutritional status of older people in long-term care settings on the example of the nursing home in Bialystok. Adv Med Sci. 2006; 51: 168-73.

11. González Hernández A, Cuyá Lantigua M, González Escudero H, Sánchez Gutiérrez R, Cortina Martínez R, Barreto Penié J, Santana Porbén S, Rojas Pérez A. Nutritional status of Cuban elders in three different geriatric scenarios: community, geriatrics service, nursery home. Arch Latinoam Nutr. 2007; 57(3): 266- 72.

12. Kulnik D, Elmadfa I. Assessment of the nutritional situation of elderly nursing home residents in Vienna. Ann Nutr Metab. 2008; 52(1): 51-3.

13. Santomauro F, Olimpi N, Baggiani L, Comodo N, Mantero S, Bonaccorsi G. Bioelectrical Impedance Vector Analysis and Mini Nutritional Assessment in elderly nursing home residents. J Nutr Health Aging. 2011; 15(3): 163-7.

14. Vikstedt T, Suominen MH, Joki A, Muurinen S, Soini H, Pitkälä KH. Nutritional status, energy protein, and micronutrient intake of older service house residents. J Am Med Dir Assoc. 2011; 12(4): 302-7.

15. Volkert D, Pauly L, Stehle P, Sieber CC. Prevalence of malnutrition in orally and tube-fed elderly nursing home residents in Germany and its relation to health complaints and dietary intake. Gastroenterol Res Pract. 2011; 2011: 247315. doi: 10.1155/2011/247315.

16. De Luis DA, López Mongil R, González Sagrado M, López Trigo JA, Mora PF, Castrodeza Sanz J; Group Novomet. Nutritional status in a multicenter study among institutionalized patients in Spain. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2011; 15(3): 259-65.

17. Camina Martín MA, Barrera Ortega S, Domínguez Rodríguez L, Couceiro Muiño C, de Mateo Silleras B, Redondo del Río MP. Presence of malnutrition and risk of malnutrition in institutionalized elderly with dementia according to the type and deterioration stage. Nutr Hosp. 2012; 27 (2): 434-40. doi: 10.1590/S0212-16112012000200013.

18. Serrano-Urrea R, García-Meseguer MJ. Malnutrition in an elderly population without cognitive impairment living in nursing homes in Spain: study of prevalence using the Mini Nutritional Assessment test. Gerontology. 2013; 59: 490-8. DOI: 10.1159/000351763.

19. Rambouskova J, Slaviková M, Krsková A, Procházka B, Andel M, Dlouhy P. Nutritional status assessment of institutionalized elderly in Prague, Czech Republic. Ann Nutr Metab. 2013; 62: 201-6. DOI: 10.1159/000346038**.**

20. Verbrugghe M, Beeckman D, Van Hecke A, Vanderwee K, Van Herck K, Clays E, Bocquaert I, Derycke H, Geurden B, Verhaeghe S. Malnutrition an associated factors in nursing home residents: a cross-sectional, multi-centre study. Clin Nutr. 2013; 32: 438-43. DOI: 10.1016/j.clnu.2012.09.008**.**

21. Donini LM, Neri B, De Chiara S, Poggiogalle E, Muscaritoli M. Nutritional care in a nursing home in Italy. Plos One. 2013; 8(2): e55804. DOI: 10.1371/journal.pone.0055804**.**

22. Serrano-Urrea R, García-Meseguer MJ. Relationships between nutritional screening and functional impairment in institutionalized Spanish older people. Maturitas. 2014; 78 (4): 323-8. DOI: 10.1016/j.maturitas.2014.05.021.

23. Nazemi L, Skoog I, Karlsson I, Hosseini S, Mohammadi MR, Hosseini M, Hosseinzade MJ, Mesbah-Namin SA, Bikpour M. Malnutrition, prevalence and relation to some risk factors among elderly residents of nursing homes in Tehran, Iran. Iran J Public Health. 2015; 44(2): 218-27.

24. Amorim Sena Pereira ML, de Almeida Moreira P, Cunha de Oliveira C, Carneiro Roriz AK, Teresópolis Reis Amaral M, Lima Mello A, Barbosa Ramos L. Nutritional status of institutionalized elderly Brazilians: a study

with the Mini Nutritional Assessment. Nutr Hosp. 2015; 31(3): 1198-204. DOI: 10.3305/nh.2015.31.3.8070.

25. Díaz Muñoz GA, Cárdenas Zuluaga DM, Mesa Jiménez A. Consistency of mini nutritional assessment to identify sarcopenia in older adults in nursing homes in Bogota, Colombia. Nutr Hosp. 2015; 32(1): 270-74. DOI: 10.3305/nh.2015.32.1.8816.

26. Borgström Bolmsjö B, Jakobsson U, Mölstad S, Östgren CJ, Midlöw P. The nutritional situation in Swedish nursing homes - a longitudinal study. Arch Gerontol Geriatr. 2015; 60(1): 128-33. DOI: 10.1016/j.archger.2014.10.021.

27. Ongan D, Rakicioglu N. Nutritional status and dietary intake of institutionalized elderly in Turkey: a cross-sectional, multi-center, country representative study. Arch Gerontol Geriatr. 2015; 61(2): 271-6. http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2015.05.004.

28. Sahin S, Tasar PT, Simsek H, Cicek Z, Eskiizmirli H, Aykar FS, Sahin F, Akcicek F (2015) Prevalence of anemia and malnutrition and their association in elderly nursing home residents. Aging Clin Exp Res. 2016; 28(5): 857-62. DOI: 10.1007/s40520-015-0490-5.

29. Jiménez Sanz M, Fernández Viadero C, Verduga Vélez R, Crespo Santiago D. Anthropometric values in a very elderly institutionalized population. Nutr Hosp. 2002; 17(5): 244-50.

30. Roubenoff R, Baumgartner RN, Harris TB, Dallal GE, Hannan MT, Economos CD, Stauber PM, Wilson PW, Kiel DP. Application of bioelectrical impedance analysis to elderly populations. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 1997; 52(3): M129-36.

31. Norman K, Pirlich M, Sorensen J, Christensen P, Kemps M, Schütz T, Lochs H, Kondrup J. Bioimpedance vector analysis as a measure of muscle function. Clin Nutr. 2009; 28(1): 78-82. DOI: 10.1016/j.clnu.2008.11.001.

32. Ranhoff AH, Gjoen AU. Mowé M. Screening for malnutrition in elderly acute medical patients: the usefulness of MNA-SF. J Nutr Health Aging. 2005; 9(4): 221-5.

33. World Health Organization (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. World Health Organ Tech Rep Ser. 1995; 854: 1-452.

34. Cederholm T, Bosaeus I, Barazzoni R, Bauer J, Van Gossum A, Klek S, Muscaritoli M, Nyulasi I, Ockenga J, Schneider SM, de van der Schueren MA, Singer P. Diagnostic criteria for malnutrition - An ESPEN Consensus Statement. Clin Nutr. 2015; 34(3): 335-40. DOI: 10.1016/j.clnu.2015.03.001.

35. Ignacio de Ulíbarri J, González-Madroño A, de Villar GP, González P, González B, Mancha A, Rodríguez F, Fernández G. CONUT: a tool for controlling nutritional status. First validation in a hospital population. Nutr Hosp. 2005; 20(1): 38-45.

36. Cid-Ruzafa J, Damián-Moreno J. Disability evaluation: Barthel´s index. Rev Esp Salud Pública. 1997; 71(2): 127-37**.**

37. Gierach M, Gierach J, Ewertowska M, Arndt A, Junik R. Correlation between Body Mass Index and Waist Circumference in patients with metabolic syndrome. ISRN Endocrinol. 2014; 2014: 514589. DOI: 10.1155/2014/514589.

38. Ruiz-López MD, Artacho R, Oliva P, Moreno-Torres R, Bolaños J, de Teresa C, López MC. Nutritional risk in institutionalized older women determined by the Mini Nutritional Assessment test: what are the main factors. Nutrition. 2003; 19(9): 767-71.

39. Oliveira MRM, Fogaça KC, Leandro-Merchi VA. Nutritional status and functional capacity of hospitalized elderly. Nutr J. 2009; 17(8): 54. DOI: 10.1186/1475-2891-8-54.

40. Rojer AG, Kruizenga HM, Trappenburg MC, Reijnierse EM, Sipilä S, Narici MV, Hogrel JY, Butler-Browne G, McPhee JS, Pääsuke M, Meskers CG, Maier AB, de van der Schueren MA. The prevalence of malnutrition according to the new ESPEN definition in four diverse populations. Clin Nutr. 2016; 35(3):758-62. DOI: 10.1016/j.clnu.2015.06.005.

Table 1. Nutritional Status according to MNA in nursing homes residents

Author	Year	Country	N	Mean age	% females	% malnutrition	% risk of malnutrition	Degree of dependence (%)
Ruiz-López[7]	2003	Spain	89	85(6)	100%	7.9%	61.8%	Not referred
Rodríguez[8]	2005	Venezuela	126	77.2(9)	55.6%	5.6%	46%	Not referred
Suominem[9]	2005	Finland	2114	82 (8.5)	80.7%	29%	60%	Yes (not especified)
Wojszel[10]	2006	Poland	100	79.1(7,7)	71%	12%	61%	Yes (44%)
González-Hernández[11]	2007	Cuba	106	Not defined	21.7%	50%	45.3%	Not referred
Kulnik[12]	2008	Austria	245	86(7)	Not defined	37,4%	48.3%	Yes (64,1%)
Santomauro[13]	2011	Italy	463	83,8(8)	77%	22.5%	58-3%	Yes (not especified)
Vikstedt[14]	2011	Finland	375	83	82%	21%	65%	Yes (86%)
Volkert[15]	2011	Germany	350	84.8(8)	80.8%	26.7%	52.9%	Yes (58,2%)
De Luis[16]	2011	Spain	493	83.3 (8.5)	65.3%	22.5%	49.6%	Not referred
Camina Martín[17]	2012	Spain	83	81.2 (8.9)	65.1%	41%	56.6%	Not referred
Serrano-Urrea[18]	2013	Spain	895	82.3(7.1)	58.4%	2.8%	37.3%	Not referred
Diekmann[3]	2013	Germany	200	85.5(7.8)	73.5%	15.4%	57.4%	Not referred
Rabousková[19]	2013	Czech Republic	815	83.8(7.1)	80,9%	10.2%	39.4%	Not referred
Verbrugghe[20]	2013	Belgium	1188	84.3 (7.7)	75.9%	19.4%	38.7%	Not referred
Donini[21]	2013	Italy	100	80.2 (10)	71%	36%	46%	Yes (77%)
Serrano Urrea[22]	2014	Spain	895	82.3(7.1)	58.4%	2.8%	37.3%	Yes (57.1%)
Nazemi[23]	2015	Iran	263	75.9(8.5)	54.8%	10.3%	68.82%	Not referred
Sena Pereira[24]	2015	Brazil	359	74.3 (8.7)	72.7%	66.3% malnourished and at risk		Yes (91.3%)
Díaz Muñoz[25]	2015	Colombia	108	80.4(7.7)	62%	2.8%	33.3%	Not referred
Borgström Bolmsjö[26]	2015	Sweden	318	85	69.8%	17.7%	40.3%	Not referred
Ongan[27]	2015	Turkey	554	76.1 (7.3)	35.4%	6.7%	49.1%	Not referred
Sahin[28]	2015	Turkey	257	78.5(7.8)	61.9%	8.2%	35.8%	Not referred

Table 2. Anthropometric and demographic characteristics of this population

	Total	Males	Females	p	N
Age (years)	84.9 (7.6)	82.4 (7.8)	86.1 (7.2)	0.0001	383
Weight (kg)	62.1 (12.6)	67,8(12.1)	59.7(13.2)	0.0001	80
Height (m)	154.1(7.5)	162.6 (6.5)	148.3 (4,9)	<0.001	80
BMI (kg/m^2)	26.8 (4.6)	25.8 (3.4)	27.3 (5.2)	0.031	80
Time living in the nursing home (months)	44.7 (15.2)	42.5(14.6)	46.1(15.7)	0.241	383
Mid arm circumference (cm)	25.2 (3.8)	25.5 (3.4)	25.1 (4)	0.381	383
Arm muscle circumference (cm)	21.3 (3.5)	22.6 (3,3)	20.1 (3.6)	0.011	383
Triceps skinfold (mm)	15.8 (3.1)	12.1 (4.1)	16.3 (6.3)	0.0001	383
Waist circumference standing (cm)	95.1 (13.6)	98 (11.3)	93.5 (14.5)	0.001	80
Waist circumference in prone position (cm)	91.7 (4.6)	94.3 (12,5)	91.1 (16.5)	0.041	383
Calf circumference (cm)	30.1(4.7)	31.3(4.2)	29.2 (4.4)	0.001	383

The results are expressed as mean (Standard Deviation, SD). Kg: kilograms; m: metres; cm: centimetres, mm: millimetres.

Table 3. The ability to perform basic activities of daily living assessed with the Barthel Index, the applicability of each nutritional assessment tool in the three nursing homes and the distribution into result categories.

BARTHEL	**Nursing home 1**	**Nursing home 2**	**Nursing home 3**
- Total dependence	80.5%	80%	75.5%
- Severe dependence	0%	0%	0%
- Moderate dependence	5.8%	8.1%	4.1%
- Mild dependence	5.2%	1.5%	0%
- Independence	8.5%	10.4%	20.4%
% residents without weight and height	82.6%	78.8%	72.6%
% malnutrition according to MNA	17.2%	16.7%	9.5%
% of participants that filled out MNA test	38.2%	27.3%	41.2%
% moderate-severe malnutrition according to CONUT	21.4%	17.9%	11.1%
% of participants with CONUT	47%	29.5%	35.2%
% malnutrition according to ESPEN	20.7%	19.4%	11.9%
% of participants with ESPEN criteria	38.2%	27.3%	41.2%

Table 4. Prevalence rates of malnutrition according to the new ESPEN consensus definition and to its individual diagnostic criteria (n= 80)

Screened at risk of malnutrition according to MNA-SF test	72.5%
Malnourished according to ESPEN definition (%)	17.5%
BMI<18,5 kg/m2.	6.25%
- Unintentional weight loss (WL) >10% indefinite of time or 5% over the last 3 months	18.75%
- BMI<20 kg/m2 if <70 years of age, or < 22 kg/m2 if > 70 years of age	11.25%
- FFMI<15 and 17 kg/m2 in females and males, respectively	15%
- Unintentional WL + low BMI according to ESPEN definition	7.5%
- Unintentional WL + low FFMI according to ESPEN definition	5%

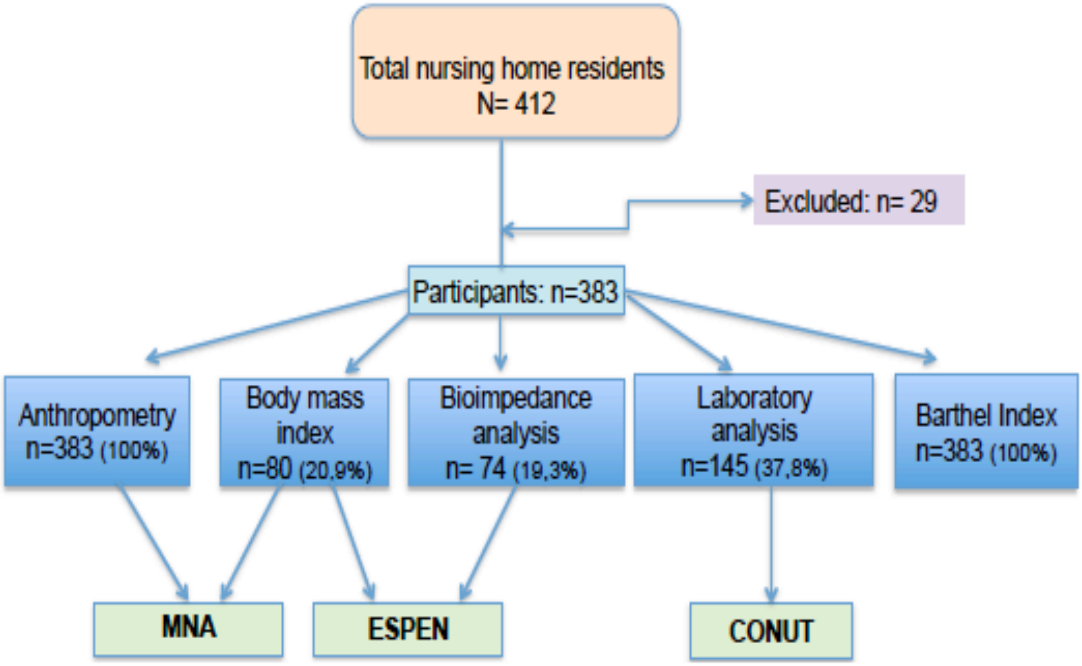
Data are presented as %. MNA: Mini Nutritional Assessment. BMI: body mass index. FFMI: fat free mass index. WL: weight loss.

Table 5. Malnutrition and functional ability according to the type of diet

Diet	**Malnutrition MNA**	**Malnutrition CONUT**	**Malnutrition ESPEN**	**Totally dependent (BI)**
Normal (38.9%)	15.1%	12.5%	13.2%	64.4%
Blended (56.9%)	25.9%	26.8%	20.8%	91.7%
Supplementation (4.2%)	3.4%	3.3%	4.2%	62.5%

Figure 1: Applicability of the different nutritional assessment tools in this population.

Of the total 412 residents, 383 were included in the study. In the figure the total number and the percentage of residents who could be assessed with the different nutritional assessment test are expressed.



Manuscrito 4:

"NECK CIRCUMFERENCE IS ASSOCIATED WITH NUTRITIONAL STATUS IN ELDERLY NURSING HOME RESIDENTS"

Artículo enviado a revista científica. Pendiente de aceptación.

Referencia:

Lardiés-Sánchez B, Arbones-Mainar JM, Pérez-Nogueras J, Serrano-Oliver A, Torres-Anoro E, Sanz-París A. Neck circumference is associated with nutritional status in elderly nursing home residents.

Resumen

Objetivos: Ia antropometría es un método fácilmente obtenible y no invasivo para evaluar el estado nutricional en ancianos institucionalizados, que a menudo están encamados. El objetivo del estudio fue investigar la relación entre la circunferencia del cuello (CC) y el estado nutricional en ancianos institucionalizados en residencias geriátricas, así como encontrar puntos de corte de la circunferencia del cuello que permitieran identificar individuos en riesgo de desnutrición.

Diseño del estudio: se desarrolló un estudio transversal con datos recogidos de 352 ancianos institucionalizados en cinco residencias geriátricas públicas.

Principales resultados: se utilizó el Mini Nutritional Assessment (MNA) así como diferentes medidas antropométricas para determinar el estado nutricional. Se construyeron curvas COR (Característica Operativa del Receptor) para cada variable antropométrica, con la finalidad de determinar su sensibilidad y especificidad para la predicción del riesgo de desnutrición según el MNA.

Results: la edad media fue de 83 años, y el 59% eran mujeres. El 48,3% de las mujeres y el 45,5% de los hombres estaban en riesgo de desnutrición según el MNA. Todas las medidas antropométricas estuvieron altamente intercorrelacionadas tanto en hombres como en mujeres, indicando un alto grado de colinealidad. Se realizó un análisis estadístico de regresión lineal para evaluar la fuerza de la asociación entre el estado nutricional de los individuos y los parámetros antropométricos. La circunferencia de la pantorrilla y la circunferencia del cuello presentaron el mejor valor predictivo con la mayor sensibilidad para el diagnóstico de riesgo de desnutrición en hombres y mujeres ancianas institucionalizadas. Los mejores puntos de corte de la CC para identificar individuos en riesgo de desnutrición fueron 35,2 cm en mujeres y 37,8 cm en hombres.

Conclusiones: la CC se asocia con otros parámetros antropométricos clásicos y con el estado de desnutrición en ancianos que viven en residencias. Hemos establecido puntos de corte en ambos sexos para identificar desnutrición, si bien serían necesarios más estudios para confirmar su validez.

Palabras clave: circunferencia del cuello, ancianos, residencias geriátricas, desnutrición.

Abstract

Objectives: anthropometry is an easily obtainable and noninvasive method to evaluate the nutritional status in institutionalized elderly people, who are often bedridden. The aim was to investigate the relationship between neck circumference (NC) and nutritional status in elderly nursing home residents, and to find cutoff points for NC size to identify individuals at risk of malnutrition.

Study design: a cross-sectional study was developed with data collected from 352 elderly people living in five public nursing homes.

Main outcome measures: different anthropometric measures and Mini Nutritional Assessment (MNA) were used to determine nutritional status. Receiver operating characteristic (ROC) curves were built for each anthropometric variable to determine their sensitivity and specificity for the prediction of being at risk of malnutrition according to MNA.

Results: the mean age (59% females) was 83 years. 48.3 % of women and 45.5% of men were at risk of malnutrition according to MNA. All anthropometric measurements were highly intercorrelated in both men and women, indicating a high degree of collinearity. Bootstrapped linear regression was used assess the strength of the association between individuals' nutritional status and anthropometric parameters. Calf circumference and NC presented the best predictive value with the highest sensitivity for the diagnosis of risk of malnutrition in both institutionalized elderly men and women. The best cutoffs of NC to identify individuals at risk of malnutrition were 35.2 cm for females and 37.8 cm for males.

Conclusions: NC is associated with other classical anthropometric parameters and with malnutrition status in elderly people living in nursing homes. We have established cutoff points in both genders to identify malnutrition, although more studies are needed to confirm its validity and its reliability.

Keywords: neck circumference, elderly, nursing home, malnutrition.

Introduction

Ageing is one of the factors influencing the increase in the prevalence of malnutrition, due to elderly people are a vulnerable group because of their biological, social and psychological characteristics. Screening and early diagnosis of malnutrition and frailty in elderly people contribute to prevent the onset of disability and other complications[1]. Currently, the tendency is to further nutritional assessment through the use of non-invasive techniques to study body composition[2]. In this context, anthropometric measurements represent an important component of nutritional assessment in the elderly[3].
Particularly, estimation of muscle mass is becoming an important tool for determining the nutritional status, even outperforming laboratory parameters [4].

Neck circumference (NC) is an anthropometric marker that has been associated with obesity and several cardiovascular risk factors such as insulin resistance[5], metabolic syndrome[6,7], visceral adipose tissue and abdominal fat[8], aterosclerosis[9], dyslipidemia, type 2 diabetes, coronary heart disease and mortality due to acute ischemic stroke[10], but its usefulness in the assessment of malnutrition status hasn´t been well established. Researchers have shown the use of NC as a simple screening method to identify obesity and overweight in several studies [11-14], but we have only found a study published recently establishing a relationship between neck circumference and undernutrition [15].
As neck circumference (NC) is strongly correlated with the cross-sectional area of the neck muscles[16], reduced NC may be an indicator of malnutrition or sarcopenia. However, the association between NC and malnutrition remains little explored.

In the present study we aimed to investigate the relationship between NC and other anthropometric parameters commonly utilized to assess nutritional status in elderly people living in nursing homes and to establish cutoff points of NC to identify elderly individuals at risk of malnutrition according to the mini nutritional assessment (MNA) test, in order to validate the usefulness of NC in the screening of nutritional status.

Methods

Study design and recruitment

A multicentric cross-sectional study to examine the nutritional status of 352 institutionalized geriatric individuals was performed in five public nursing homes in Zaragoza (Spain). The inclusion criteria were age≥65 years and to reside in the nursing home for at least six months. Exclusion criteria were acute infection, terminal state, active malignancy, or hospitalization during the previous three months. All participants (or their legal representatives) provided signed informed consent, and the Ethics Committee for Clinical Research of Aragon (Spain) approved the study.

Anthropometric measures

Body mass index (BMI) was calculated according to body weight (kg) divided by height (m) squared. Chumlea equations to estimate height[17] and weight[18] were utilized in individuals not able to stand. Calf circumference (CC) was determined at the widest part of the calf. Mid arm circumference (MAC) was measured at the midpoint of the relaxed, non-dominant arm between the tip of the acromion and the olecranon process. Triceps skinfold thickness (TST) was measured using skinfold calipers, at the level of the mid-point between the acromion and the radius, on the mid-line of the posterior surface of the arm. Arm muscle circumference (AMC) was calculated as MAC- (π x TST). NC was measured immediately below the larynx (thyroid cartilage) and perpendicular to the longitudinal axis of the neck[19].

Assessment of nutritional status

The Mini Nutritional Assessment (MNA), specifically designed and recommended for older people[20], was administered as previously recommended[21]. Scores ≥ 24 points were considered as indicative of a correct nourishment, 17-23.5 as risk of malnutrition, and scores <17 as malnutrition.

Statistical analysis

Chi-square tests or Student's t-test were used to compare categorical or continuous variables, respectively. The strength of the association among continuous variables was tested by the Pearson's correlation coefficient. Linear regression bootstrapping was performed using the MNA score and the anthropometric measures as dependent and independent variables, respectively. Each regression, containing a single anthropometric variable was adjusted by age and sex and analyzed separately. For each equation, 352 cases were resampled (with replacement), and an ordinary least squares regression was performed. This method was repeated 100 times for each equation and the adjusted coefficients of determination (R^2) were obtained. Sex-specific receiver operating characteristic (ROC) curves were built for each anthropometric variable to determine their sensitivity and specificity for the prediction of being at risk of malnutrition according to the MNA score. The areas under the ROC curves (AUC) were computed with the trapezoidal rule. To determine optimal cutoff points, the Youden index (sensitivity + specificity-1) was considered as the best compromise between sensitivity and specificity. Data were analyzed using R version 3.1.3 (http://www.r-project.org) and the appropriate packages. Level of significance was set at 0.05.

Results

Anthropometry and nutritional status

A total of 352 elderly people (59% women), participated in this multicentric cross-sectional study. The ages of the subjects ranged between 65 and 100 years, and women were older than men. No sex differences were observed in the time living in the nursing home. Among the analyzed anthropometric parameters, only TST was larger in females compared to males. MAC, CC, NC, and AMC were larger in men.

The average MNA score was 20.2, significantly higher in males compared to females. Only one quarter of the subjects was well nourished,

almost half of the participants were at risk of malnutrition, and one quarter were malnourished. More women than men were found to be malnourished.

Association of MNA with anthropometric parameters

Supplemental figure 1 shows the pairwise Pearson correlation coefficients between the anthropometric measures and the MNA score. In women, all anthropometric measurements were highly intercorrelated, indicating a high degree of collinearity. Similar phenomenon was observed in men, although TST was less correlated to the other anthropometric parameters. MNA score was significantly and directly correlated with MAC, NC, CC, and AMC in both men and women. The highest correlations with MNA were CC (r=0.72 and 0.64, both $p<0.01$ for women and men, respectively) and NC (r=0.69 and 0.67, both $p<0.01$ for women and men, respectively).

Next, we set out to further examine the relationship between anthropometric variables and nutritional status while avoiding multicollinearity, as might occur in multivariate models. To that end, different regression models were built in which each anthropometric variable separately performed as predictor of the MNA nutritional score. The bootstrap resampling procedure was used to obtain the confidence intervals for the coefficient of determination (R^2) in each model and thus test the specific effects of the measured variables on the MNA score.

All regression models, except that containing TST as independent variable, fitted the data quite well, as indicated by median R^2 across the bootstrap replicates>0.35 (Figure 1). Results from the bootstrap resampling procedure confirmed that CC and NC were able to explain a much larger fraction of the variance of MNA compared to MAC, NAC, and TST, the latter having the lowest explicative power.

Anthropometric cutoff points to identify risk of malnutrition according to MNA

ROC analysis was used to compare the diagnostic performance of the anthropometric measurements for detecting individuals at risk of malnutrition. Figure 2 shows that NC and CC had better predictive power (highest AUC) compared to MAC, NAC and TST in both men and women. We then calculated the optimal cutoff points to identify individuals at risk of malnutrition. The superior AUC of NC translated into cutoff points with the highest value of the Youden Index (the maximum sum of sensitivity and specificity). For males, the 37.8 cm cutoff of NC had 80% of sensitivity and 84% of specificity to detect risk of malnutrition. Likewise, a NC<35.2 cm had the best predictive value to detect elderly women at risk of being malnourished (sensitivity of 79.8% and specificity of 84.6%).

Discussion

Malnutrition is a highly prevalent condition among institutionalized elderly people. This work confirmed that i) almost half of the studied nursing home residents were at risk of malnutrition, ii) anthropometric parameters commonly used in the assessment of nutritional status s are highly correlated, and iii) out of the studied 5 anthropometric measurements, CC and NC presented the best predictive value with the highest sensitivity for the diagnosis of risk of malnutrition in both institutionalized elderly men and women.

Anthropometry is an inexpensive and noninvasive method for assessing nutritional status[22]. The association between MNA and classical anthropometric parameters in the elderly has been previously described[23].

In our analysis, MAC, AMC, CC, NC and BMI were all significantly and positively correlated among them and with the MNA score. To assess the relative strength of these associations, we and others have used regression models. Multicollinearity is defined as the existence of more than one linear relationship among regressors, as would occur had we used multiple regression models[24]. To avoid the lack of precision of the estimators when regressors are collinear we used separated regression models for each anthropometric

measurement. Additionally, by employing bootstrapping we were able to generate confidence intervals for the coefficients of determination (R^2) of each regression model and thus compare the strength of each anthropometric parameter in predicting the MNA score. In our study, CC and NC explained the highest percentage of the MNA variance, over MAC and AMC. TST did not improve the variance explained by the null model, composed only of age and sex.

The rise in the prevalence of malnutrition among elderly individuals underscores the importance of the assessment of body composition as predictor of nutritional status and clinical outcomes [4,25]. However, devices to segment body mass, such as bioelectrical impedance analysis or DXA machines, are not usually available for daily clinical practice. In this context, direct anthropometric measurements represent a clinically relevant tool, easily obtainable, with an important role in the management of the elderly individuals. Thus, previous reports have shown that MAC reflected subcutaneous adiposity, especially in females, and CC was correlated with muscle mass and fat-free mass[26–30]. However, in bedridden individuals calf muscle becomes atrophied more rapidly that neck muscle mass, so CC may hence fail to reflect their nutritional status[31]. Previous studies have also described an association between MNA and CC[23]. In agreement with our findings, NC has been associated with obesity and its metabolic complications [32–34], and a recent study described a relationship between malnutrition and NC in elderly Japanese patients with dysphagia. Our study translates those findings into European elderly individuals living in nursing homes and, to the best of our knowledge, is the first to rank NC against other anthropometric measurements for the detection of individuals at risk of malnutrition.

NC presents some advantages compared to other anthropometric measurements as it does not require undressing or any mobilization for its measure. This may translate into saved time in anthropometric explorations and increased patient's privacy. This work demonstrates that NC correlates with

classical anthropometric parameters in elderly institutionalized individuals and it may be a useful tool for screening malnutrition in this population with high sensitivity. Additionally, we provided NC cutoff points in both men and women to identify individuals at risk of malnutrition. As malnutrition might be preventable by early screening, characterizing individual's nutritional status may help elderly individuals reduce malnutrition's dire consequences. Yet, further validation of these cutoff points in larger studies is warranted.

References

1. Artaza-Artabe I, Sáez-López P, Sánchez-Hernández N, Fernández-Gutierrez N, Malafarina V.The relationship between nutrition and frailty: Effects of protein intake, nutritional supplementation, vitamin D and exercise on muscle metabolism in the elderly. A systematic review. Maturitas. 2016; 93:89-99. doi: 10.1016/j.maturitas.2016.04.009.
2. Camina-Martín MA, de Mateo-Silleras B, Malafarina V, Lopez-Mongil R, Niño-Martín V, López-Trigo JA, Redondo-del-Río MP. Nutritional status assessment in geriatrics: Consensus declaration by the Spanish Society of Geriatrics and Gerontology Nutrition Work Group. Maturitas. 2015; 81(3):414-9. doi: 10.1016/j.maturitas.2015.04.018.
3. Perissinotto E, Pisent C, Sergi G, Grigoletto F, Enzi G. Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. Br J Nutr 2002;87:177. doi:10.1079/BJN2001487.
4. Cederholm T, Bosaeus I, Barazzoni R, Bauer J, Van Gossum A, Klek S, et al. Diagnostic criteria for malnutrition - An ESPEN Consensus Statement. Clin Nutr 2015;34:335–40. doi:10.1016/j.clnu.2015.03.001.
5. Stabe C, Vasques AC, Lima MM, Tambascia MA, Pareja JC, Yamanaka A, Geloneze B. Neck circumference as a simple tool for identifying the metabolic syndrome and insulin resistance: results from the Brazilian Metabolic Syndrome Study. Clin Endocrinol (Oxf). 2013;78:874-81.

6. Cizza G, de Jonge L, Piaggi P, Mattingly M, Zhao X, Lucassen E, et al. Neck circumference is a predictor of metabolic syndrome and obstructive sleep apnea in short sleeping obese men and women. Metab Syndr Relat Disord. 2014;12:231-41.

7. Kumar NV, Ismail MH, Mahesha P, Girish M, Tripathy M. Neck circumference and cardio-metabolic syndrome. J Clin Diagn Res. 2014;8:MC23-5.

8. Li H-X, Zhang F, Zhao F, Xin Z, Guo S-Q, Wang S-M et al. Neck circumference as a measure of neck fat and abdominal visceral fat in Chinese adults. BMC Public Health. 2014;14:311.

9. Aoi S, Miyake T, Iida T, Ikeda H, Ishizaki F, Chikamura C, et al. Association of changes in neck circumference with cardiometabolic risk in postmenopausal healthy women. Journal of Atherosclerosis and Thrombosis. 23(6):728-736.

10. Ben-Noun L, Laor A. Relationship of neck circumference to cardiovascular risk factors. Obes Res. 2003;11:226-31.

11. Hatipoglu N, Mazicioglu MM, Kurtoglu S, Kendirci M. Neck circumference: an additional tool of screening overweight and obesity in childhood. Eur J Pediatr. 2010;169(6):733-739.

12. Ben-Noun L, Sohar E, Laor A. Neck circumference as a simple screening measure for identifying overweight and obese patients. Obes Res. 2001;9 (8):470-477.

13. Taheri M, Kajbaf Z, Taheri MR, Aminzadeh M. Neck circumference as a useful marker for screening overweight and obesity in children and adolescents. Oman Med J. 2106;31(3):170-75.

14. Yan Q, Sun D, Li X, Zheng Q, Li L, Gu C, Feng B. Neck circumference is a valuable tool for identifying metabolic syndrome and obesity in Chinese elder subjects: a community-based study. Diabetes Metab Res Rev. 2014;30:69-76.

15. Wakabayashi H, Matsushima M. Neck circumference is not associated with dysphagia but with undernutrition in elderly individuals requiring long-term care. J Nutr Health Aging. 2016; 20(3):355-360.

16. Dawson RM, Latif Z, Haacke EM, Cavanaugh JM. Magnetic resonance imaging-based relationships between neck muscle cross-sectional area and neck circumference for adults and children. Eur Spine J 2013;22:446–52. doi:10.1007/s00586-012-2482-x.

17. Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. J Am Geriatr Soc 1985;33:116–20.

18. Chumlea WC, Guo S, Roche AF, Steinbaugh ML. Prediction of body weight for the nonambulatory elderly from anthropometry. J Am Diet Assoc 1988;88:564–8.

19. LaBerge RC, Vaccani JP, Gow RM, Gaboury I, Hoey L, Katz SL. Inter- and intra-rater reliability of neck circumference measurements in children. Pediatr Pulmonol 2009;44:64–9.

20. Turnbull PJ, Sinclair AJ. Evaluation of nutritional status and its relationship with functional status in older citizens with diabetes mellitus using the mini nutritional assessment (MNA) tool--a preliminary investigation. J Nutr Heal Aging 2002;6:185–9.

21. Guigoz Y, Vellas B, Garry PJ, Vellas BJ, Albarede JL. Mini Nutritional Assessment: a practical assessment tool for grading the nutritional state of elderly patients. Mini Nutr Assess MNA Nutr Elderly 1997:15–60.

22. World Health Organization. Physical status: The use of and interpretation of anthropometry, Report of a WHO Expert Committee. Geneva: World Health Organization; 1995.

23. Leandro-Merhi VA, De Aquino JLB, De Camargo JGT. Agreement between body mass index, calf circumference, arm circumference, habitual energy intake and the MNA in hospitalized elderly. J Nutr Health Aging 2012;16:128–32.

24. Belsley DA, Kuh E, Welsch RE. Regression diagnostics: Identifying influential data and sources of collinearity. vol. 571. John Wiley & Sons; 2005.

25. Sanz-París A, Gómez-Candela C, Martín-Palmero Á, García-Almeida JM, Burgos-Pelaez R, Matía-Martin P, et al. Application of the new ESPEN definition of malnutrition in geriatric diabetic patients during hospitalization: a multicentric study. Clin Nutr 2016;35:1564–7. doi:10.1016/j.clnu.2016.02.018.

26. Rolland Y, Lauwers‐Cances V, Cournot M, Nourhashémi F, Reynish W, Rivière D, et al. Sarcopenia, Calf Circumference, and Physical Function of Elderly Women: A Cross-Sectional Study. J Am Geriatr Soc 2003;51:1120–4.

27. Papandreou D, Noor ZT, Rashed M, Al Jaberi H. Association of Neck Circumference with Obesity in Female College Students. Open Access Maced J Med Sci 2015;3:578.

28. Bonnefoy M, Jauffret M, Kostka T, Jusot JF. Usefulness of calf circumference measurement in assessing the nutritional state of hospitalized elderly people. Gerontology 2002;48:162–9.

29. Campbell TM, Vallis LA. Predicting fat-free mass index and sarcopenia in assisted-living older adults. Age (Omaha) 2014;36:1–13.

30. Kawakami R, Murakami H, Sanada K, Tanaka N, Sawada SS, Tabata I, et al. Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. Geriatr Gerontol Int 2015;15:969–76.

31. Nuhlicek DN, Spurr GB, Barboriak JJ, Rooney CB, El Ghatit AZ, Bongard RD. Body composition of patients with spinal cord injury. Eur J Clin Nutr 1988;42:765–73.

32. Ben Noun LL, Laor A. Relationship of neck circumference to cardiovascular risk factors. Obes Res 2003;11:226–31.

33. Yang G, Yuan S, Fu H, Wan G, Zhu L, Bu X, et al. Neck circumference positively related with central obesity, overweight, and metabolic syndrome in Chinese subjects with type 2 diabetes: Beijing Community Diabetes Study 4. Diabetes Care 2010;33:2465–7.

34. Stabe C, Vasques ACJ, Lima MMO, Tambascia MA, Pareja JC, Yamanaka A, et al. Neck circumference as a simple tool for identifying the metabolic syndrome and insulin resistance: results from the Brazilian Metabolic Syndrome Study. Clin Endocrinol (Oxf) 2013;78:874–81.

Table 1. Characteristics of study participants

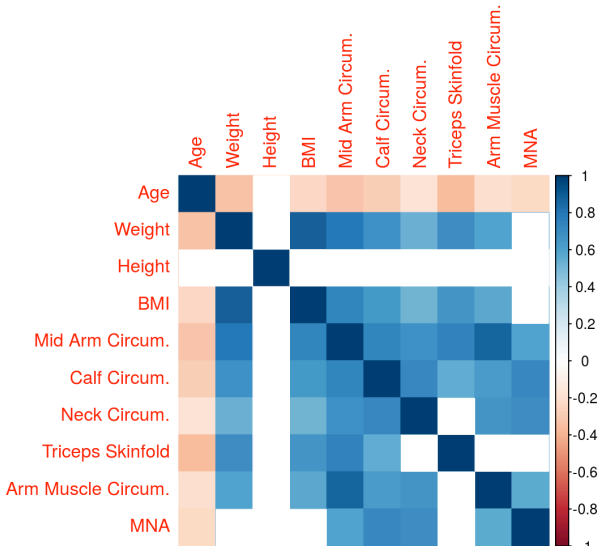
Variables	ALL N=352	WOMEN N=207	MEN N=145	p
Age (years)	83.0 (7.65)	84.3 (7.73)	81.1 (7.15)	<0.001
Weight (Kg)	63.1 (14.4)	58.7 (14.0)	69.3 (12.6)	<0.001
BMI (kg/m^2)	26.5 (5.25)	26.5 (5.81)	26.5 (4.34)	0.901
Length of stay in nursing home (months)	44.8 (13.9)	46.1 (14.7)	42.6 (13.4)	0.232
MAC	24.7 (3.66)	24.5 (4.03)	25.1 (3.03)	0.071
CC	31.0 (3.00)	30.4 (3.14)	31.8 (2.60)	<0.001
NC	35.3 (2.58)	34.1 (2.02)	36.9 (2.43)	<0.001
TST	16.3 (7.00)	19.8 (6.53)	11.4 (4.12)	<0.001
AMC	19.6 (3.16)	18.3 (2.85)	21.6 (2.50)	<0.001
MNA score	20.2 (4.40)	19.4 (4.23)	21.3 (4.40)	<0.001
MNA category:				0.001
Well nourished	89 (25.3%)	39 (18.8%)	50 (34.5%)	
At risk	166 (47.2%)	100 (48.3%)	66 (45.5%)	
Malnourished	97 (27.6%)	68 (32.9%)	29 (20.0%)	

Data are presented as mean (SD). p: p-values for the differences between men and women. BMI: body mass index; MAC: mid arm circumference; CC: calf circumference; NC: neck circumference; TST: triceps skinfold thickness; AMC: arm muscle circumference. MNA: Mini Nutritional Assessment

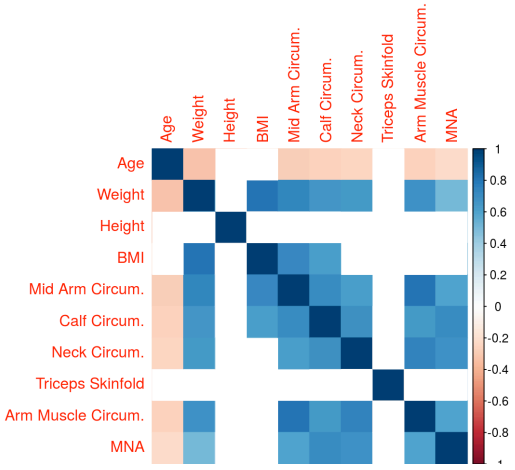
Supplemental Figure 1. Correlograms showing pairwise correlations in institutionalized elderly subjects between anthropometric measurements and the nutritional status score measured by the Mini Nutritional Assessment (**MNA**). All subjects (A), women (B) and men (C).

Colors denote the Pearson correlation coefficient from −1 (red), through 0 (no correlation) to 1 (blue). Blank squares indicate lack of significant correlation (p>0.05).

A)



B)



C)

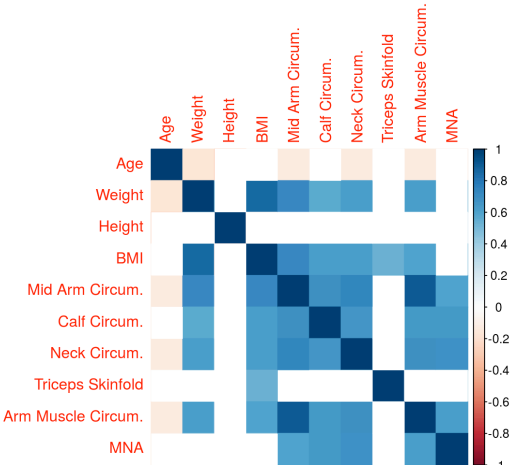
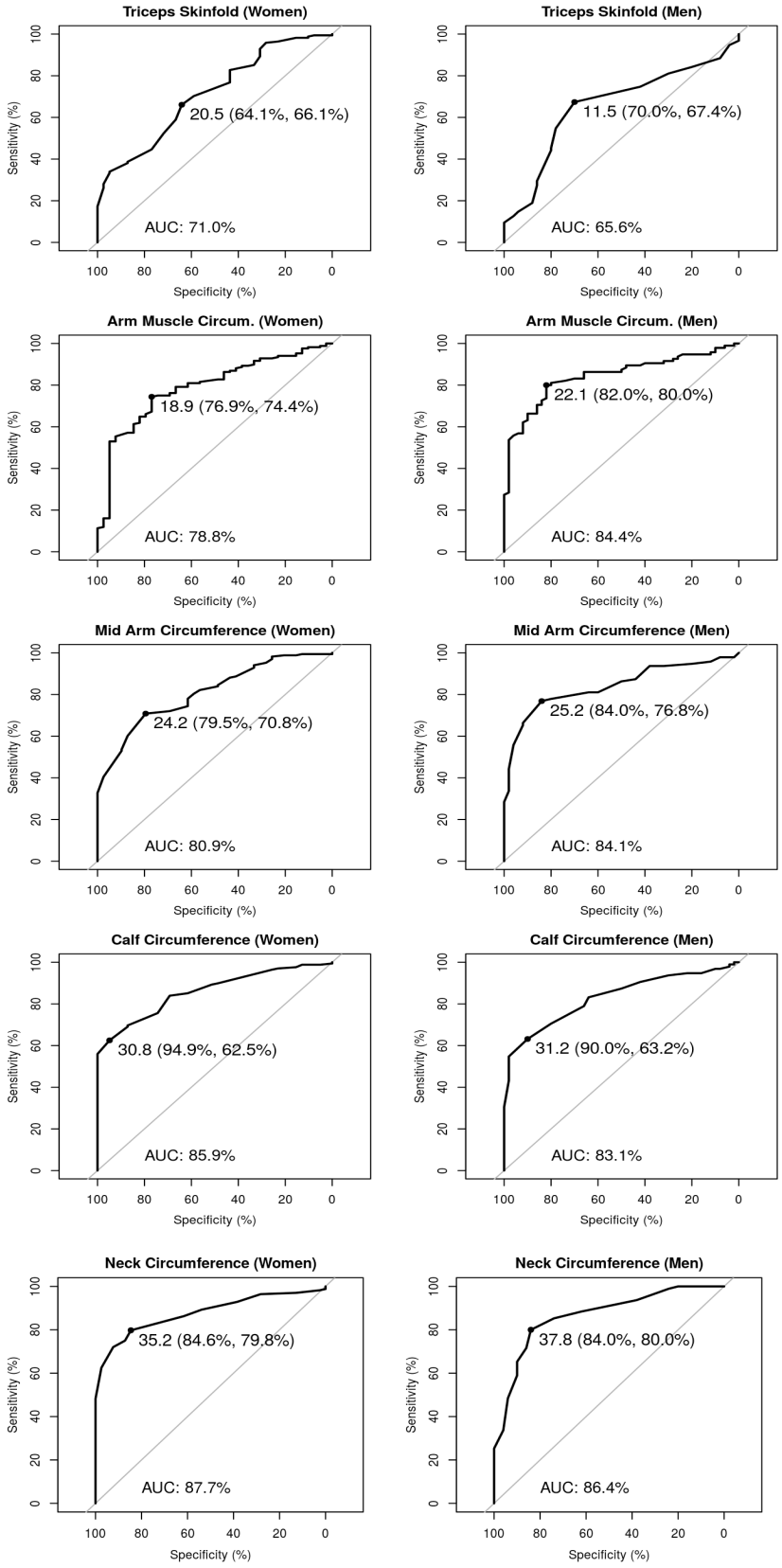


Figure 2. Receiver operating characteristics (ROC) curves indicating the area under the curve (AUC) and the optimal cutoff points, according to the Youden Index for the detection of being at risk of malnutrition, as well as its specificity and sensitivity



VI. DISCUSIÓN

MANUSCRITO 1:

"Systematic review: prevalence of sarcopenia in ageing people using bioelectrical impedance analysis to assess muscle mass"

DISCUSIÓN

La prevalencia de sarcopenia en los estudios incluidos varió ampliamente debido principalmente a factores tales como el entorno, la edad, el sexo, la etnia y los criterios de sarcopenia utilizados.

De acuerdo con las definiciones actuales de sarcopenia, basadas en una baja masa muscular pero también en una funcionalidad muscular disminuida[11, 25-28], los estudios de sarcopenia realizados en ancianos sanos sin discapacidad funcional[17,19-23] no reflejan realmente la prevalencia de la sarcopenia. Se tratan más bien de estudios descriptivos de personas mayores sanas que sirven para determinar puntos de corte de baja masa muscular y por lo tanto el riesgo de caer en sarcopenia al inicio de una enfermedad aguda, por ejemplo.

En este sentido, es importante tener en cuenta las fechas de publicación de los estudios en relación con la publicación del consenso europeo en 2010 para considerar la prevalencia real de sarcopenia. Cabe destacar que se encontraron dos estudios[22,23] publicados tras el consenso europeo pero en los que aún no se consideraba la capacidad funcional del músculo.

También es destacable que algunos estudios[42, 43] siguieron los criterios del consenso europeo, pero para calcular la masa muscular utilizaron la ecuación del aparato de bioimpedancia eléctrica en lugar de la ecuación de Janssen[34]. Esta fórmula no suele revelarse por el fabricante debido a la patente del dispositivo de bioimpedancia, por lo tanto los resultados pueden no ser comparables.

Por otro lado, las diferencias antropométricas entre las poblaciones asiáticas y caucásicas son evidentes, por lo que se requieren puntos de corte específicos en esta población.

En este contexto, en 2014 se publicó el Informe de Consenso del Grupo de Trabajo Asiático sobre Sarcopenia[45], que sugiere que los puntos de corte en las poblaciones asiáticas pueden diferir de los caucásicos debido a las diferencias por la etnia, el tamaño corporal, el estilo de vida y los antecedentes culturales. De hecho, para la población asiática se propusieron valores de corte específicos obtenidos mediante bioimpedancia eléctrica, de 7,0 kg/m^2 en hombres y 5,7 kg/m^2 en mujeres, definidos por la masa del músculo esquelético apendicular/altura^2. En ambos estudios de masa muscular en poblaciones asiáticas sanas de la comunidad[20, 23], la cantidad de masa muscular normal es mucho menor que la masa muscular de la población caucásica y por lo tanto la prevalencia de sarcopenia es notablemente mayor. Esta es la razón por la cual los estudios asiáticos publicados antes del consenso asiático[45] usaron puntos de corte para el diagnóstico de sarcopenia que pueden sobreestimar su prevalencia.

En relación al tipo de población de edad avanzada con mayor prevalencia de sarcopenia, utilizando el criterio de consenso europeo (Tabla 2), la prevalencia fue mayor en ancianos en una unidad de convalecencia y rehabilitación[43], seguidos por los institucionalizados en residencies geriátricas[9] y finalmente hospitalizados[44] y ancianos de la comunidad[35, 42]. En el estudio de Rubio-Maicas et al[43], el 77,6% de los participantes que se encontraban en una unidad de convalecencia y rehabilitación tenían sarcopenia, y el 91,2% de estos pacientes tenían sarcopenia severa. Fue mayor en comparación con los otros estudios [9,35, 42, 44], probablemente debido a que más de la mitad de los pacientes tenían un grado severo de dependencia.

Estos resultados de mayor prevalencia de sarcopenia en personas mayores en una unidad de rehabilitación y convalecencia están en la misma línea que los resultados del estudio de Kaiser y cols.[46], con respecto a la prevalencia de desnutrición en una población de ancianos usando el MNA. En este estudio, la prevalencia de desnutrición fue del 22,8%, con diferencias considerables entre los diferentes lugares: en unidades de rehabilitación, un 50,5%; en el hospital, un 38,7%; en una residencia de ancianos, el 13,8%, y el 5,8% en ancianos de la comunidad.

Por lo tanto, encontramos un paralelismo entre la prevalencia de desnutrición y sarcopenia en estos tipos de población, aunque en las personas ancianas hospitalizadas la sarcopenia no es tan frecuente como la desnutrición.

Además de la desnutrición, otro factor predictor de pérdida de masa o de función del músculo esquelético en estos pacientes es la inmovilización o la movilización inadecuada[47]. Kortebein et al[48] demostraron que después de 10 días de reposo en cama, las personas mayores sanas perdían un 3% de masa magra y un 15% de fuerza muscular debido a la inmovilización.

En el estudio de Smoliner[44], realizado en pacientes hospitalizados, la prevalencia de sarcopenia fue del 25,3%. En este estudio la mayoría de los pacientes geriátricos tenían una adecuada movilidad y estaban entrenados para recuperar la independencia a través de la terapia física y ocupacional durante su estancia en el hospital. Por lo tanto, el efecto negativo del reposo en cama y la inmovilización podría haber sido contrarrestado por el uso de estas medidas terapéuticas. Ésta podría ser la razón por la que la población hospitalizada tiene una tasa de prevalencia más baja de sarcopenia que la del estudio con ancianos en residencias[9] y la del estudio de personas de la unidad de convalecencia y rehabilitación[43].

Con respecto a las diferencias entre géneros, hasta la fecha no está claro si los hombres ancianos tienen un riesgo potencialmente más elevado de sarcopenia que las mujeres, debido a una disminución más pronunciada de la masa muscular y la fuerza, como han intentado demostrar algunos estudios. En el estudio de Kim[49] se propuso que en los varones, un estado funcional reducido está más estrechamente relacionado con la reducción de la masa muscular, mientras que en las mujeres el estado funcional parece estar más influenciado por la osteoartritis, la osteoporosis o la depresión. En los estudios de nuestra revisión que sólo evaluaron la masa muscular (Tabla 1), la mitad de ellos encontró una mayor prevalencia de baja masa muscular en los hombres[17, 20, 23], pero en la otra mitad la prevalencia fue mayor en las mujeres [10, 19, 22].

Sin embargo, de los cinco estudios realizados basándose en los criterios del EWGSOP (Tabla 2), cuatro de ellos tenían una prevalencia mayor en los varones[9, 42-44].

Sólo en el estudio de Volpato[35], realizado en ancianos de la comunidad, la prevalencia fue mayor en las mujeres y esta diferencia aumentó con la edad. Los criterios de consenso europeo tienen diferentes puntos de corte para hombres y mujeres, por lo que esto puede ayudar a detectar mejor la presencia de sarcopenia en los hombres.

Limitaciones

En los estudios incluidos, además del diferente origen de la población, existen diferencias en los criterios de inclusión, basados sobre todo en el rango de edad de los participantes incluidos y en los criterios de exclusión específicos. Por ejemplo, en los estudios de Tichet[19] y Chien[20] se excluyeron las personas con patologías o aquéllas que recibían tratamiento con ciertos fármacos, y en los estudios de Landi[9] y Rubio Maicas[43], las personas con enfermedades terminales fueron excluidas.

MANUSCRITO 2:

"Influence of Nutritional Status in the Diagnosis of Sarcopenia among Nursing Home Residents"

DISCUSIÓN

Nuestros hallazgos muestran una alta prevalencia de sarcopenia según los criterios EWGSOP (38,1%), con mayor prevalencia de sarcopenia en mujeres que en varones (39,4% y 35,5%, respectivamente). Para comparar los resultados de este estudio, encontramos varios estudios que emplean los criterios EWGSOP en residencias de ancianos usando BIA para evaluar la masa muscular. La prevalencia de sarcopenia en todos los estudios revisados se sitúa entre el 32,8% y el 40,2%. En un estudio reciente realizado en nuestro país (estudio ELLI)[11], la prevalencia total de sarcopenia fue de 36,6%, siendo mayor en mujeres (46,3%) que en varones (15,1%) (n = 276, edad media: 87,2 años), y en el estudio BELFRAID[26], en personas mayores de 80 años (n = 288), el 8% de las mujeres y el 4,5% de los varones eran sarcopénicos.

Sin embargo, en otros estudios, la prevalencia de sarcopenia fue mayor en varones. Por ejemplo, en el estudio de Tasar[10], la prevalencia total de sarcopenia fue 33,6%, mayor en varones (55,2%) que en mujeres (18,5%) (n = 211, edad media = 77,3 + 7). En el estudio de Landi[5], llevado a cabo en Italia, se encontró una prevalencia total similar de sarcopenia (32,8%), presentando sarcopenia el 67,7% de los varones y el 20,8% de las mujeres (n = 122, edad media 84,1 ± 4,1 años). En el estudio de Senior[11] se encontró una prevalencia total del 40,2%, siendo los varones más sarcopénicos (48%) que las mujeres (37%) (n = 102, edad media 84,5 ± 8,2 años). Estas diferencias en la prevalencia de sarcopenia en los ancianos institucionalizados en residencias podrían explicarse por varias razones, como las características demográficas de la población, los diferentes puntos de corte para definir la baja masa muscular, el estado funcional de los residentes u otros factores epidemiológicos. En el estudio de Bahat[27] y en el estudio de Norshafarina[28], la prevalencia de sarcopenia en varones fue de 85,4% y 89%, respectivamente.

Esta mayor prevalencia en comparación con nuestro estudio podría explicarse porque únicamente se tuvo en cuenta la baja masa muscular y no la función muscular para diagnosticar sarcopenia como propone el consenso EWGSOP.

Además, en estos estudios había un alto porcentaje de participantes (> 80%) que tenían baja velocidad de marcha y/o baja fuerza, con masa muscular normal, lo que significa que no existe una clara relación entre una masa muscular baja y la existencia de discapacidad funcional. De hecho, en estudios previos no se encontró una fuerte correlación entre la masa muscular y la función muscular [29, 30].

Por otro lado, según la definición del consenso EWGSOP, la sarcopenia puede ser diagnosticada cuando están presentes una baja masa muscular junto con una función muscular baja (fuerza o rendimiento físico). Sin embargo, en el algoritmo propuesto por los autores de consenso del EWGSOP[7], la masa muscular no se mide en personas con velocidad de la marcha y fuerza de la mano normales, por lo que no se pueden detectar personas con pre-sarcopenia (solo con baja masa muscular). Además, en personas con baja velocidad de marcha y baja masa muscular no se mide la fuerza de la mano, por lo que en esos casos no se puede detectar la sarcopenia severa. Por estas razones en nuestro estudio decidimos evaluar la composición corporal y realizar todas las pruebas funcionales en toda la población seleccionada.

Un posible inconveniente podría ser que la velocidad de la marcha y la fuerza de la mano pueden estar limitadas por el deterioro funcional, que es frecuente en los ancianos de residencias. Además, debido a la morbilidad y al deterioro funcional y cognitivo, a veces es difícil obtener resultados clínicamente útiles. En nuestro estudio, sólo el 15,9% de los participantes (n = 54) fueron capaces de realizar la prueba de 5 metros en menos de 0,8 m/s.

En una revisión sistemática reciente[31], se encontraron cinco estudios europeos usando los criterios de EWGSOP para definir la sarcopenia en personas ancianas usando BIA en diferentes contextos, con una prevalencia de sarcopenia entre 7,5% y 77,6%.

La mayor prevalencia se encontró en las personas que permanecían en las unidades de convalecencia y rehabilitación, mientras que las personas ancianas de la comunidad tenían la prevalencia más baja. En diferentes estudios, los que vivían en residencias tuvieron una mayor prevalencia de sarcopenia en comparación con los adultos que vivían en la comunidad (prevalencia de 1-29%)[4].

Con respecto a los parámetros antropométricos analizados, el índice de masa corporal y el pliegue tricipital fueron mayores en las mujeres, mientras que el peso, la circunferencia muscular del brazo, la circunferencia de la cintura y la circunferencia de la pantorrilla fueron mayores en los hombres. Esta diferente composición corporal de los varones y la mujeres según los parámetros antropométricos también se ha encontrado en estudios previos[32, 33].

Por otro lado, la prevalencia de desnutrición según el MNA en este estudio fue elevada (42,5%), con una prevalencia de 45,4% en mujeres y 37,2% en varones. En comparación con estudios previos realizados en residencias de ancianos utilizando también la herramienta de valoración nutricional MNA, se observó una prevalencia bastante similar de desnutrición en el estudio de Camina Martin[34], con una prevalencia de 41% (n = 83, edad media = 81,2), mientras que en el estudio de De Luis[35], la prevalencia de desnutrición fue del 22,5%, pero el riesgo de desnutrición fue del 49,6% (n = 493, edad media = 83,3). En otros países mediterráneos como Italia, esta prevalencia de desnutrición fue del 22,5%, en el estudio de Santomauro[36] (n = 463, edad media: 83,8, 58,3% con riesgo de desnutrición) y de 36% en el estudio de Donini[37] (n = 100, edad media 80,2, 46% con riesgo de desnutrición).

Con respecto a la prevalencia de malnutrición y sarcopenia en ancianos institucionalizados, el 59,2% de los participantes sarcopénicos en nuestro estudio estaban desnutridos y el 18,4% tenían riesgo de desnutrición. En el estudio de Senior[11], el 14,9% de los participantes con sarcopenia estaban desnutridos y el 48,5% estaban en riesgo de desnutrición.

No hay más estudios publicados con los que poder comparer nuestros resultados en los que se analice de forma simultánea el estado nutricional evaluado mediante MNA y la presencia de sarcopenia según los criterios de EWGSOP, en sujetos ancianos viviendo en residencias geriátricas.

Aparte de eso, encontramos que la prevalencia de desnutrición fue mayor en sujetos con baja fuerza de la mano (62,8%) y en participantes con sarcopenia severa (60,8%). No se encontraron estudios que evaluaran el estado nutricional en los diferentes criterios de sarcopenia con los que poder comparar nuestros resultados.

La prevalencia de sarcopenia y desnutrición depende de los criterios utilizados y de los puntos de corte elegidos para cada parámetro. Por ejemplo, la fuerza de la mano en esta población fue de 14,8 kg (20,5 kg en varones y 11,2 kg en mujeres), los cuales están por debajo de los puntos de corte sugeridos por el EWGSOP para diagnosticar sarcopenia. En un estudio llevado a cabo en ancianos sanos de la comunidad en nuestro país[38], los investigadores encontraron que la fuerza muscular estaba disminuida en todos los sujetos de edad avanzada, con una media de 17,7 kg en varones y 11,9 kg en mujeres (a pesar de ser sanos y no estar institucionalizados). Por lo tanto, pensamos que el empleo de puntos de corte basados en estudios realizados en poblaciones de otras áreas geográficas podría conducir en ocasiones a una sobreestimación de la prevalencia de la sarcopenia. Se han sugerido otros puntos de corte que podrían reducir la prevalencia estimada[39]. De manera similar, la velocidad media de la marcha en nuestra población fue 0.49 m/s, que fue nuevamente mayor en varones (0.68 m/s) que en mujeres (0.46 m/s). Dichos valores también están por debajo del criterio establecido por el consenso sarcopenia del EWGSOP de velocidad de la marcha baja (0,8 m/s).

Cuando se analizaron conjuntamente la presencia de desnutrición y de riesgo de desnutrición, no hubo diferencias entre individuos con o sin sarcopenia. Sin embargo, la presencia de desnutrición fue estadísticamente mayor en individuos con sarcopenia en comparación con los no sarcopénicos. Este resultado podría contribuir a la necesidad de una evaluación del riesgo o de un tipo de intervención diferentes en esta población.

La predicción de la sarcopenia con parámetros simples y ampliamente utilizados podría ayudar a los médicos a concentrarse en los residentes con un riesgo más elevado. El envejecimiento se asocia con cambios significativos en la composición corporal, con una reducción sustancial de la masa magra y la masa muscular y un aumento de la grasa visceral, especialmente en las mujeres[40]. En nuestro estudio, como se esperaba, la sarcopenia fue muy prevalente entre la población con una edad mayor o igual a 80 años, y fue también más frecuente en mujeres. Aparte de eso, un IMC <22 kg/m^2 fue un factor predictivo de sarcopenia. El IMC ha sido previamente identificado como un factor de riesgo independiente asociado con sarcopenia en las personas mayores hospitalizadas[41] e institucionalizadas[5, 11, 12], por lo que un bajo IMC podría ser un buen predictor de la sarcopenia en estas poblaciones. Sin embargo, hay que tener en cuenta la existencia de denominada "obesidad sarcopénica"[42], que puede subestimar la presencia de sarcopenia en la población. Un bajo IMC parece ser un buen factor predictivo de riesgo de sarcopenia en la población en la que hemos llevado a cabo nuestro estudio, pero no siempre las personas sarcopénicas tienen un bajo IMC. Hay sujetos obesos, con IMC>30 kg/m^2, que son sarcopénicos porque tienen una gran cantidad de grasa pero muy baja masa muscular. Los estudios han demostrado que con la edad la masa grasa aumenta y la masa muscular disminuye[43]. Teniendo en cuenta estos cambios relacionados con la edad en la composición corporal, incluso en ausencia de cambios en el peso corporal y el IMC, se reafirma que obesidad y sarcopenia pueden coexistir en la misma persona.

Por otra parte, en esta población se ha encontrado una alta prevalencia de circunferencia de la pantorrilla (CP) por debajo de 31, sin diferencias significativas en la CP entre participantes sarcopénicos y no sarcopénicos con o sin desnutrición. Una CP <31 cm suele estar relacionada con la desnutrición en las personas ancianas [44, 45] y se ha propuesto como marcador de masa muscular para el diagnóstico de la sarcopenia. En el estudio de Rolland[46], una CP <31 cm se asoció con discapacidad funcional pero no con sarcopenia (definida utilizando DEXA). Sin embargo, en el estudio de Kawakami[47] en una población japonesa, la CP se correlacionó positivamente con la masa muscular apendicular y el índice de masa muscular, y se sugirió como un marcador para

sustituir la medida de la masa muscular para el diagnóstico de sarcopenia. Sin embargo, sugirieron puntos de corte de la CP para predecir una baja masa muscular <34 cm en hombres y <33 cm en mujeres (mayor de 31 y diferente entre ambos sexos). Lo mismo ocurrió en el reciente estudio de Barbosa-Silva[48], en la que la CP<34 cm en varones y <33 cm en mujeres se definieron como indicativos de un bajo índice de masa muscular esquelética apendicular. Esto sugiere que el punto de corte de la CP que se utiliza normalmente para la desnutrición (<31 cm), debe ser reevaluado para la sarcopenia.

Fortalezas y limitaciones del estudio

Nuestro estudio tiene varias fortalezas: se trata de un estudio multicéntrico de ancianos que viven en varias residencias, emplea una metodología estándar para definir sarcopenia, y hasta ahora existen pocos estudios realizados en nuestro país que evalúen la sarcopenia según los criterios del EWGSOP y el estado nutricional en este tipo de poblaciones.

La principal limitación de este estudio está relacionada con los criterios de inclusión y exclusión. Estos hallazgos están limitados a participantes que podían deambular y excluyeron a ancianos debido a condiciones relacionadas con su salud. Por ello, es probable que nuestros análisis hayan subestimado la prevalencia de sarcopenia, dado que en las residencias geriátricas públicas es común encontrar ancianos que no pueden caminar. Además, el diseño transversal y observacional del estudio no permitió aclarar las relaciones temporales o causa-efecto entre la sarcopenia y sus factores asociados. Por otra parte, el uso de BIA para la evaluación de la masa muscular presenta un inconveniente que se debe principalmente a problemas de hidratación observados en algunas personas mayores. Sin embargo, a pesar de esta limitación, hemos elegido este método porque es fácil de usar, no es invasivo, es fácilmente reproducible, relativamente barato y se puede realizar en casi cualquier sujeto porque es portátil (los ancianos no tienen que moverse de la residencia). Por otra parte, se ha aplicado en las poblaciones geriátricas de forma extensa[34, 49-51], y el consenso del EWGSOP[7] ha aceptado la bioimpedancia eléctrica como una buena alternativa portátil a otras técnicas como la energía dual de absorciometría de rayos X (que no es portátil) en la

evaluación de la composición corporal en la práctica clínica[52, 53]. Aparte de eso, en sujetos con cifosis marcada, tuvimos que usar ecuaciones predictivas para estimar la altura, lo que podría tener un error inherente.

MANUSCRITO 3:

"Disability and its influence in nutritional assessment tools in elderly people living in nursing homes"

DISCUSIÓN

En este estudio transversal, la mayoría de los participantes eran mujeres (70,2%) y tenían una mayor edad que los varones, de forma similar a lo encontrado en la mayoría de los estudios realizados en residencias geriátricas[13-26]. El peso fue mayor en los hombres, pero el IMC fue mayor en las mujeres, en parte debido a su menor altura (que podría estar influenciada por la mayor edad y la mayor prevalencia de osteoporosis en las mujeres). Tanto en obesos como en sujetos no obesos, existen diferencias con respecto a la distribución de tejido adiposo en ambos sexos. La circunferencia abdominal (que es un marcador de grasa visceral) fue mayor en los varones, mientras que el pliegue tricipital (que refleja la grasa corporal periférica) fue mayor en las mujeres.

Según el índice de Barthel, el 78,9% de los participantes eran totalmente dependientes. Debido a este alto grado de dependencia, un elevado porcentaje de personas tenía dificultad para mantenerse de pie. La talla y el peso, que son parámetros antropométricos importantes en la evaluación del estado nutricional, sólo pudieron obtenerse en el 20,9% de los participantes. Existen algunas ecuaciones para estimar estos parámetros (por ejemplo, las ecuaciones de Chumlea), pero normalmente subestiman los valores reales.

Este bajo porcentaje de personas en las que se puede obtener la altura y el peso implica la necesidad de buscar otras opciones para poder realizar una adecuada valoración nutricional en esta población, como la medida de la circunferencia de la cintura en decúbito prono o la circunferencia de la pantorrilla, que muestran una buena correlación con los valores del IMC y que son fácilmente obtenibles. La relación entre la circunferencia de la cintura, la masa grasa y el IMC se ha descrito previamente[37].

Además, la mayoría de los participantes no pudieron ser encuestados con el MNA debido a su deterioro cognitivo de base. Una posible alternativa para detectar el riesgo de desnutrición podría ser el uso de análisis de sangre para calcular el CONUT u otros parámetros antropométricos diferentes que pudieran medirse en lugar del IMC. En nuestro estudio, sólo un bajo porcentaje de participantes (37,8%) tenía un análisis de sangre reciente. Esto se debe probablemente a la tendencia a evitar "medidas invasivas" como la obtención de una muestra de sangre en personas con un alto grado de dependencia, aunque de hecho podría ser una alternativa sencilla para evaluar el estado nutricional de las personas incapaces de ponerse en pie.

El estudio del estado nutricional en esta muestra de ancianos confirmó que la desnutrición sigue siendo un problema común entre las personas mayores que viven en residencias. La prevalencia de desnutrición y riesgo de desnutrición es diferente dependiendo de la herramienta de valoración nutricional utilizada para diagnosticar la desnutrición (MNA, CONUT o ESPEN), siendo menor con criterios ESPEN (17,5%). Según el MNA, el 55,9% de las personas mayores estaban en riesgo de desnutrición y el 21,3% estaban desnutridas. Con el CONUT, el 20,7% presentaba desnutrición moderada-grave. Esta alta prevalencia de riesgo de desnutrición y de desnutrición establecida probablemente se relaciona con el alto grado de dependencia total de esta población; de hecho, la prevalencia de desnutrición fue mayor en la residencia con un mayor porcentaje de residentes totalmente dependientes.
En diferentes estudios se ha observado una relación estrecha entre desnutrición y dependencia funcional[38, 39]. Nuestros resultados muestran que el deterioro funcional fue significativamente más frecuente en los residentes con desnutrición.

El MNA es un instrumento simple, de bajo coste, no invasivo y validado que se puede utilizar para realizar la valoración nutricional en la cabecera de la cama del paciente. Es considerado como el “gold estándar” de la evaluación nutricional de los ancianos que viven en centros asistidos.

Esta prevalencia de desnutrición varía mucho entre los diferentes estudios que utilizan el MNA (2,8%-41% en la población española) [7-28], lo que podría deberse al diferente grado de dependencia de los residentes de edad avanzada, si bien esto es algo que no tienen en cuenta ni evalúan la mayoría de los estudios.

De acuerdo con la nueva definición de desnutrición de ESPEN, en este estudio el 17,5% de las personas ancianas estaban desnutridas. En el estudio de Rojer[40], que fue el primero en evaluar la aplicabilidad de la nueva definición de malnutrición de la ESPEN, la prevalencia de desnutrición fue mayor en pacientes con patologías agudas (15%), y menor en pacientes geriátricos de las consultas y en los sanos de la comunidad, si bien no se estudió la prevalencia de desnutrición en ancianos de residencias geriátricas. Con respecto a los diferentes criterios diagnósticos de este consenso, sólo el 6,25% tenía un índice de masa corporal (IMC)<18,5 kg/m^2; de hecho, la mayoría de los hombres y mujeres tenían sobrepeso según el IMC. Por lo general, la población geriátrica tiene un IMC elevado pero un índice de masa libre de grasa bajo. De hecho, el IMC puede ser engañoso en personas que lo tienen elevado pero que están perdiendo peso o en aquellas personas que tenían bajos valores de IMC en edades más jóvenes. Esto puede sugerir que el IMC no es uno de los mejores parámetros para diagnosticar desnutrición utilizado de forma aislada en ancianos, y que es aconsejable evaluar el índice de masa libre de grasa además del IMC para diagnosticar desnutrición. La pérdida de peso involuntaria, que refleja la parte dinámica de la desnutrición, fue el criterio ESPEN que se cumplía con más frecuencia. Aunque el CONUT suele llevarse a cabo en la población hospitalizada, podría ser una herramienta alternativa para utilizar en la evaluación nutricional en personas incapaces de mantenerse en pie y que viven en residencias. En nuestro estudio, sólo el 44,1% de las personas a las que se les había realizado el MNA y el 75% de las evaluadas con los criterios de la ESPEN tenían un análisis de sangre con los datos suficientes para poder calcular el CONUT, y el grado de concordancia fue bajo, si bien se necesitarían más estudios en ancianos institucionalizados en residencias.

La concordancia entre MNA y ESPEN es muy aceptable en la clínica habitual, pero ambos tienen las desventajas que hemos discutido anteriormente. Con CONUT es importante tener en cuenta que algunas enfermedades pueden afectar los parámetros bioquímicos que se utilizan en su valoración.

En el estudio de Diekmann[3] se realizó un análisis comparativo de MNA, NRS (Nutritional Risk Screening) y MUST (Malnutrition Universal Screening Tool) entre ancianos de residencias geriátrcias. El mayor grado de concordancia entre los resultados fue entre MUST y NRS (κ = 0,40), mientras que el acuerdo entre MNA vs MUST y MNA vs NRS fue bajo (κ = 0,16 y 0,13, respectivamente). No hemos encontrado una comparación de MNA, CONUT y los nuevos criterios ESPEN en ancianos institucionalizados para poder comparar nuestros resultados.

Por otro lado, la prevalencia de desnutrición fue claramente mayor en personas con una dieta triturada en comparación con las personas que tomaban una dieta normal, probablemente porque estas personas suelen tener problemas dentales, disfagia, anorexia o deterioro cognitivo, y el alimento triturado administrado podría no tener los nutrientes suficientes para mantener un estado nutricional adecuado, o bien no tomarse en las cantidades adecuadas y suficientes.

MANUSCRITO 4:

"Neck circumference is associated with nutritional status in elderly nursing home residents"

DISCUSIÓN

La desnutrición es una condición altamente prevalente entre las personas mayores institucionalizadas. Este trabajo confirmó que i) casi la mitad de los residentes estudiados estaban en riesgo de desnutrición, ii) los parámetros antropométricos comúnmente utilizados en la evaluación del estado nutricional están altamente correlacionados, y iii) de las 5 medidas antropométricas estudiadas, la circunferencia de la pantorrilla y la del cuello presentaron los mejores valores predictivos con la mayor sensibilidad para el diagnóstico de riesgo de desnutrición tanto en hombres como en mujeres mayores institucionalizados.

La antropometría es un método barato y no invasivo para evaluar el estado nutricional[22]. La asociación entre el MNA y los parámetros antropométricos clásicos en los ancianos se ha descrito previamente[23]. En nuestro análisis, la circunferencia del brazo (CB), la circunferencia muscular del brazo (CMB), la circunferencia de la pantorrilla (CP) y del cuello (CC) así como el índice de masa corporal (IMC), estuvieron todos correlacionados de manera positiva y significativa entre ellos y con la puntuación de MNA. Para evaluar la fuerza relativa de estas asociaciones se han utilizado modelos de regresión. La multicolinealidad se define como la existencia de más de una relación lineal entre los regresores, como ocurriría si hubiéramos utilizado modelos de regresión múltiple[24.] Para evitar la falta de precisión de los estimadores cuando los regresores son colineales utilizamos modelos de regresión separados para cada medida antropométrica. Además, mediante el uso de bootstrapping generamos intervalos de confianza para los coeficientes de determinación (R^2) de cada modelo de regresión y, por tanto, así comparar la fuerza de cada parámetro antropométrico en la predicción de la puntuación MNA.

En nuestro estudio, la circunferencia de la pantorrilla y del cuello explicaron el mayor porcentaje de la varianza de MNA. El pliegue cutáneo tricipital no mejoró la varianza explicada por el modelo nulo, compuesto sólo de edad y sexo.

El incremento de la prevalencia de la desnutrición entre los ancianos subraya la importancia de la evaluación de la composición corporal como predictor del estado nutricional y de los resultados clínicos[4, 25.] Sin embargo, los dispositivos para segmentar la masa corporal, como el análisis de impedancia bioeléctrica o la densitometría, no suelen estar disponibles en la práctica clínica diaria. En este contexto, las mediciones antropométricas directas representan una herramienta clínicamente relevante, fácilmente obtenible, con un importante papel en el manejo de los ancianos. Asimismo, estudios previos han demostrado que la CB refleja la adiposidad subcutánea, especialmente en las mujeres, y la CP se ha correlacionado con la masa muscular y la masa libre de grasa[26 - 30]. Sin embargo, en las personas encamadas, el músculo de la pantorrilla se atrofia más rápidamente que la masa muscular del cuello, por lo tanto puede no reflejar su estado nutricional[21.]

Estudios previos también han descrito una asociación entre MNA y la CP[13]. De acuerdo con nuestros hallazgos, la CC se ha asociado con la obesidad y sus complicaciones metabólicas[32–34], y un estudio reciente describió una relación entre la desnutrición y la CC en los ancianos japoneses con disfagia. Nuestro estudio traduce estos hallazgos en ancianos europeos que viven en residencias geriátricas y, según nuestro conocimiento, es el primero en clasificar la circunferencia del cuello frente a otras mediciones antropométricas para la detección de individuos en riesgo de desnutrición.

La CC presenta algunas ventajas en comparación con otras medidas antropométricas ya que no requiere desvestirse ni la movilización del anciano para su medición. Esto puede traducirse en un ahorro de tiempo en la realización de las exploraciones antropométricas y en una mayor privacidad del paciente.

Este trabajo demuestra que la CC se correlaciona con los parámetros antropométricos clásicos en individuos ancianos institucionalizados y puede ser una herramienta útil para la detección de la desnutrición en esta población con una elevada sensibilidad. Además, proporcionamos puntos de corte de la CC tanto en hombres como en mujeres para poder identificar individuos en riesgo de desnutrición. Como la desnutrición puede prevenirse mediante la detección temprana, la caracterización del estado nutricional del individuo puede ayudar a los ancianos a reducir las graves consecuencias de la desnutrición.

Sin embargo, se justifica una mayor validación de estos puntos de corte mediante la realización de estudios más amplios.

VII. CONCLUSIONES

A partir del trabajo y los resultados de esta Tesis Doctoral se han obtenido las siguientes conclusiones, ordenadas de acuerdo con los objetivos específicos de la misma.

1. **En relación a la prevalencia de sarcopenia en trabajos publicados hasta ahora en los que la estimación de la masa muscular se hubiera llevado a cabo mediante BIA:**

- De los 12 estudios sobre prevalencia de sarcopenia utilizando BIA, 7 de ellos sólo habían tenido en cuenta el criterio de baja masa muscular y no la función muscular.

- Existía una gran variabilidad en la prevalencia, en dependencia de las características de la población, de los criterios diagnósticos para definir sarcopenia, o de si se trataba de ancianos institucionalizados, en hospitales, en unidades de rehabilitación o si residían en domicilios.

- La mayor prevalencia fue encontrada en ancianos en unidades de rehabilitación y convalecencia, y la menor en ancianos de la comunidad.

- Los asiáticos también tenían una prevalencia mayor (si se utilizaban los mismos puntos de corte que en los caucásicos).

2. **Respecto a la prevalencia de sarcopenia, de desnutrición, y el impacto nutricional en el diagnóstico de sarcopenia en ancianos institucionalizados:**

- En aquellos ancianos con suficiente capacidad funcional como para realizar las pruebas de fuerza muscular y rendimiento físico, la prevalencia de sarcopenia fue elevada (38,1%).

- La prevalencia de sarcopenia fue más elevada en mujeres, en ancianos con sarcopenia severa y en aquellos con una fuerza muscular baja.

- Los pacientes con diagnóstico de sarcopenia presentaron una prevalencia de desnutrición más elevada que aquellos no sarcopénicos.

3. En cuanto a los posibles factores predictivos de sarcopenia:

- En el análisis multivariante se encontró que un IMC< 22kg/m^2 y una edad mayor de 80 años fueron factores predictivos de sarcopenia.

4. Respecto a la influencia del estado del grado de dependencia funcional según el índice de Barthel en el estado nutricional de los ancianos:

- En las residencias de financiación pública en las que se llevó a cabo el estudio más de 2/3 de los ancianos tenían un grado de dependencia total.

- Los ancianos totalmente dependientes tenían una prevalencia de desnutrición significativamente más elevada que los no dependientes.

- La prevalencia de desnutrición fue más elevada en ancianos con dieta triturada que con dieta normal.

- En la mayoría de estos ancianos, medidas antropométricas como el peso y la talla fueron muy difíciles de determinar, si bien son dos de los parámetros cuya presencia es más frecuente en la mayoría de test de valoración nutricional. Su estimación mediante fórmulas suele subestimar los valores reales.

- Este bajo porcentaje de ancianos a los que se les puede pesar y tallar implica la necesidad de buscar otros parámetros para su valoración nutricional.

- El índice de masa corporal puede infraestimar el porecntaje de ancianos desnutridos (sólo el 6,25% tenían un IMC<18,5 kg/m^2).

- La mayoría de estudios sobre desnutrición en ancianos no tienen en cuenta su grado de discapacidad o dependencia.

- El grado de concordancia entre el diagnóstico de desnutrición por CONUT y por MNA y de CONUT con ESPEN fue bajo, pero entre MNA y ESPEN fue moderado.

5. **En relación a la circunferencia del cuello como posible nuevo parámetro antropométrico en la valoración del estado de desnutrición:**

- En nuestro estudio se encontró que la circunferencia del cuello se correlacionaba muy bien con otros parámetros antropométricos clásicamente utilizados.

- La circunferencia del cuello y la de la pantorrilla fueron las que presentaron una mejor correlación con los resultados del MNA.

- La circunferencia del cuello puede ser un parámetro especialmente útil en la valoración del estado nutricional de los pacientes encamados.

6. **Respecto a la determinación de puntos de corte específicos de la circunferencia del cuello como parámetro para detectar desnutrición:**

- Se determinaron puntos de corte específicos de la CC para hombres (37,8 cm) y para mujeres (35,2 cm) como los más sensibles y específicos en la detección de desnutrición, en base a aquellos pacientes diagnosticados como desnutridos según la puntuación obtenida en el MNA.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Este apartado hace referencia exclusivamente a la bibliografía de la introducción y material y métodos. El resto de apartados tienen sus referencias bibliográficas, de forma independiente, dentro de los manuscritos que conforman este trabajo,

1. Barrio E, Abellán A. Indicadores demográficos. Las personas mayores en España. Datos Estadísticos Estatales y por Comunidades Autónomas. Informe 2012. 1ª edición. Madrid: Instituto de Mayores y ServiciosSociales(IMSERSO).2014.En:http://envejecimiento.csic.es/documentos/documentos/imserso-infoppmm2012-10-2014.pdf.
2. Díaz R, Herranz R, Marigal A, Fernández M. Servicios Sociales para personas mayores en España. Informe 2008. Tomo I. Madrid: Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO). 2009. En http://www.imsersomayores.csic.es/estadisticas/informemayores/informe2008/capítulo-7.html.
3. Zualini G, Romagnoni F, Volpato S, Soatin L, Leoci V, Bolini MC, et al. Nutritional parameters, body composition, and progression of disability in older disabled residents living in nursing homes. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2001; 56(4): M212-6.
4. Robles Ray MJ, Miralles Basseda R, Llorach Gaspar I, Cervera Alemany AM. Definición y objetivos de la especialidad de geriatría. Tipología de ancianos y población diana. En: Tratado de geriatría para residentes. Sociedad Española de Geriatría y Gerontología (SEGG); 2006; pp: 28-29.
5. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. Age and Ageing. 2010; 39: 412-423.
6. Goodpaster BH, Carlson CL, Visser M, Kelley DE, Scherzinger A, Harris TB et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC study. J Appl Physiol. 2001; 90: 2157-65.
7. Newman AB, Lee JS, Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Tylavsky FA et al. Weight change and the conservation of lean mass in old age: The Health, Aging and Body Composition Study. Am J Clin Nutr. 2005; 82(4): 872-878.
8. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Lorio A et al. Age-related changes in skeletal muscles and their effect on morbility: An operational diagnosis of sarcopenia. J Appl Physiol. 2003; 95: 1851-60.

9. Morley JE. Sarcopenia: Diagnosis and treatment. J Nutr Health Aging. 2008; 12: 452-456.
10. Rolland Y, Czerwinski S, Van Kan GA, Morley JE, Cesari M, Onder G et al. Sarcopenia: Its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. J Nutr Health Aging. 2008; 12: 433-50.
11. Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. J Nutr. 1997; 127:990S-1S.
12. Landi F, Liperoti D, Fusco, Mastropaolo S, Quattrociocchi D, Proia A et al. Prevalence and risk factors of sarcopenia among nursing home older residents. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2012; 67(1): 48-55.
13. Klein CS, Marsh GD, Petrella RJ, Rice C. Muscle fiber number in the biceps brachii muscle of young and old men. Muscle Nerve. 2003; 28: 62-8.
14. Masanés Torán F, Navarro López M, Sacanella Meseguer E, López Soto A. ¿Qué es la sarcopenia?. Semin Fund Esp Reumatol. 2010; 11(1): 14-23.
15. Melton LJ, Khosla S, Crowson CS, O´Connor MK, O´Fallon WM, Riggs BL. Epidemiology of sarcopenia. J Am Geriatr Soc. 2000; 48: 625-30.
16. Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny AM. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2002; 57: 772-7.
17. Baumgartner RN, Pierson RN, Harris T, Heimsfield SB. Apendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. J Appl Physiol. 1997; 83: 229-39.
18. Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. Ann N Y Acad Sci. 2000; 904: 437-48.
19. Bauer JM, Kaiser MJ, Sieber CC. Sarcopenia in nursing home residents. J Am Med Dir Assoc. 2008; 9: 545-51.
20. Pagotto V, Aparecida Silveira E. Methods, diagnostic criteria, cutoff points, and prevalence of sarcopenia among older people. Sci World J. 2014; 231312.

21. Masanés F, Culla A, Navarro-González M, Navarro-López M, Sacanella E, López- Soto A. Prevalencia de sarcopenia en ancianos sanos de la comunidad. Rev Clin Esp. 2008; 208: S65.
22. Rubio-Maicas C, Duarte-Alfonso E, Beseler-Soto MR, Moreno-Muñoz I, Moral-Moral PP, Merino-Torres JF. Prevalence of sarcopenia in a media and long stay unit. Rev Clin Esp. 2014; 214 (6): 303-8.
23. Landi F, Liperoti R, Fusco D, Mastropaolo S, Quattrociocchi D, Proia A, et al. Sarcopenia and mortality among older nursing home residents. J Am Med Dir Assoc. 2012; 13(2): 121-6.
24. Lloyd BD, Williamson DA, Singh NA, Hansen R, Diamond T, Finnegan T et al. Recurrent and injurios falls in the year following hip fracture: A prospective study of incidence and risk factors from the Sarcopenia and Hip Fracture study. J Gerontol A Sci Med Sci. 2009; 64: 599–609.
25. Masanés F, Navarro-López M, Navarro-González M, Culla A, Sacanella E, López- Soto A. Prevalence of sarcopenia in elderly people with hip fracture. J Nutr Heath Aging. 2009; 13: S425.
26. Sayer A, Syddall H, Martin H, Patel H, Baylis D, Cooper C. The developmental origins of sarcopenia. J Nutr Health Aging. 2008; 12: 427-32.
27. Giannoulis MG, Sonksen PH, Umpleby M, Breen L, Pentecost Cl, Whyte M et al. The effects of growth hormone and/or testosterone in healthy elderly men: A randomized controlled trial. J Clin Endocrinol Metab. 2006; 91: 477-84.
28. Van der Beld AW, De Jong FH, Grobbee DE, Pols HA, Lamberts SW. Measures of bioavailable serum testosterone and estradiol and their relationships with muscle strength, bone density, and body composition in elderly men. J Clin Endocrinol Metab. 2000; 85: 3276-82.
29. Roubenoff R, Parise H, Payette HA, Abad L, D´Agostino R, Jaques P et al. Cytokines, insulin-like growth factor 1, sarcopenia, and mortality in very old community-dwelling men and woman: The Framinghan study. Am J Med. 2003; 115: 429-35.
30. Roth SM, Metter EJ, Ling S, Ferruci L. Inflammatory factors in age-related muscle wasting. Curr Opin Rhematol. 2006; 18: 625-30.

31. Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, Mayer J, Sreekumaran NK. Sarcopenia. J Lab Clin Med. 2001; 137: 231-43.
32. Vanitallie TB. Frailty in the elderly: Contributions of sarcopenia and visceral protein deplection. Metabolism. 2003; 52: 22-6.
33. Robinson M, Hamilton KL, Miller B. The interactions of some commonly consumed drugs with mitochondrial adaptations to exercise. J Appl Physiol. 2009; 107: 8-16.
34. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. J Appl Physiol. 2000; 89: 465-471.
35. Roubenoff R, Baumgartner RN, Harris TB, Dallal GE, Hannan MT, Economos CD et al. Application of bioelectrical impedance analysis to elderly populations. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 1997; 52(3): 129-36.
36. Alvero-Cruz JR, Correas Gómez L, Ronconi M, Fernández Vázquez R, Porta i Manzañido J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. Rev Andal Med Deporte. 2011; 4 (4): 167-174.
37. Chien MY, Huang TY, Wu YT. Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan. J Am Geriatr Soc. 2008; 56: 1710-5.
38. Wielopolski L, Ramirez LM, Gallagher, Heymsfield SB, Wang ZM. Measuring partial body potassium in the arm versus total body potassium. J Appl Physiol. 2006; 101: 945-9.
39. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cournot M, Nourhashémi F, Reynish W, Rivière D et al. Sarcopenia, calf circumference, and physical function of elderly women: a cross-sectional study. J Am Geriatr Soc. 2003; 51: 1120-4.
40. Bassey EJ, Short AH. A new method for measuring power output in a single leg extension: feasibility, reliability and validity. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1990; 60: 385-90.
41. Kim J, Davenport P, Sapienza C. Effect of expiratory muscle strength training on elderly cough function. Arch Gerontol Geriatr. 2009; 48: 361-6

42. Bhasin S, Cress E, Espeland MA, Ebans WJ, Ferruci L, Fried LP et al. Functional outcomes for clinical trials in frail older persons: time to be moving. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2008; 63: 160-4.
43. Cesari M, Kritchevsky SB, Newman AB, Simonsick EM, Harris TB, Penninx BW et al. Added value of physical performance measures in predicting adverse health-related events: results from the health, aging and body composition study. J Am Geriatr Soc. 2009; 57: 251-9.
44. Guralnik JM, Ferruci L, Pieper CF, Leveille SG, Markides KS, Ostir GV et al. Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2000; 55: 221-31.
45. Bean JF, Kiely DK, LaRose S, Alian J, Frontera WR. Is stair climb power a clinically relevant measure of leg power impairments in at-risk older adults? Arch Phys Med Rehab. 2007; 88: 604-9.
46. Abellan van Kan G, Rolland Y, Andrieu S, Bauer J, Beauchet O, Bonnefoy M et al. 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. J Nutr Health Aging. 2009; 13(10): 881-9.
47. Planas M. Relaciones entre el músculo y la nutrición clínica. Nutr Hosp. 2006; 21(3):1.
48. Landi F, Liperoti R, Russo A, Giovannini S, Tosato M, Capoluongo E, Bernabei R, Onder G. Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: Results from the ilSIRENTE study. Clin Nutr. 2012; 31: 652-658.
49. Serra Rexach JA. Consecuencias clínicas de la sarcopenia. Nutr Hosp. 2006; 21(3): 46-50.
50. Burgos Peláez R. Enfoque terapéutico global de la sarcopenia. Nutr Hosp. 2006; 21: 51-60.
51. Waters DL, Baumgartner RN, Garry PJ, Vellas B. Advantages of dietary, exercise-related, and therapeutic interventions to prevent and treat sarcopenia in adult patients: an update. Clin Interv Aging. 2010; 5: 259-270.

52. Palop Montoro MV, Párraga Montilla JA, Lozano Aguilera EL, Arteaga Checa M. Intervención en la sarcopenia con entrenamiento de resistencia progresiva y suplementos nutricionales proteicos. Nutr Hosp. 2015; 31(4): 1481-1490.
53. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS: Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2004; 59:48-6.
54. Hagerman FC, Walsh SJ, Staron RS, Hikida RS, Gilders RM, Murray TF, Toma K, Ragg KE. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men.I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2000; 55 (7): B336-46.
55. Mazzeo RS, Tanaka H. Exercise prescription for the elderly: current reccomendations. Sports Med. 2001; 31 (11): 809-18.
56. Volpi E, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Mittendorfer B, Wolfe RR. Essential amino acids are primarily responsable for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. AJCN. 2003; 78(2): 250-8.
57. Dreyer HC, Volpi E. Role of protein and amino acids in the pathophysiology and treatment of sarcopenia. J Am Col Nutr. 2005; 24: 140S-5S.
58. Visser M, Deeg DJ, Lips P. Low vitamin D and high parathyroid hormona levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the Longitudinal aging Study Amsterdam. J Clin Endocrinol Metab. 2003; 88: 5766-72.
59. Sobotka I, editor. Basics in clinical nutrition. 4th ed. Galen: 2012.
60. Cederholm T, Barazzoni R, Austin P, Ballmer P, Biolo G, Bischoff SC, et al. ESPEN guidelines on definitions and terminology of clinical nutrition. Clin Nutr.2017; 36: 49-54.
61. Vérgeles-Blanca JM, Arroyo J, Buitrago F. Valoración de la malnutrición en el anciano. FMC. 1998; 5: 27-36.
62. Pirlich M, Schütz T, Kemps M, Luhman N, Minko N, Lübke HJ, et al. Social risk factors for hospital malnutrition. Nutrition. 2005; 21: 295-300.

63. Mijares A, Taberner R, Martínez Triguero M, Graña Fandos J, López García A, Morales Suárez Varela M. Prevalencia de malnutrición entre ancianos institucionalizados en la Comunidad Valenciana. Med Clin. 2001; 117: 289-294.
64. Ramón JM, Subirá C. Grupo Español de Investigación en Gerodontología. Prevalencia de malnutrición en la población en la población anciana española. Med Clin. 2001; 117: 766-770.
65. Jürschik Jiménez P, Torres Puig-gros J, Solá Martí R, Nuin Órreo C, Botigué Satorra T. Estado nutricional de la población mayor de Cataluña de diferentes niveles asistenciales. Arch Latinoam Nutr. 2009; 59: 38-46.
66. Pirlich M, Schütz, Norman K, Gastell S, Lübke H J, Bischoff SC et al. The German Hospital malnutrition study. Clin Nutr. 2006; 25 (4): 563-572.
67. Visvanathan R. Under-nutrition in older people: a serious and growing global problem. J Postgrad Med. 2003; 49(4): 352-60.
68. Ribera JM. Nutritional problems in nursing homes with special reference to Spain. J Nutr Health Aging. 2002; 6(1): 84-90.
69. Guigoz Y, Lauque S, Vellas BJ. Identifying the elderly at the risk for malnutrition. The mini nutritional Assessment. Clin Geriatr Med. 2002; 18: 737-57.
70. Cuervo M, García A, Ansorena D. Nutritional Assessment interpretation on 22007 Spanish community-dwelling elders through the MNA. Public Health Nutrition. 2009; 12(1): 82-90.
71. Kulnik D, Elmadfa I. Assessment of the nutritional situation of the elderly nursing home residents in Vienna. Ann Nutr Metab. 2008; 52 (1): 51-3.
72. Mathias P, Herbert L. Nutrition in the elderly. Best Pract Res Clinical Gastroenterology. 2001; 15(6): 869-84.
73. Hernández Mijares A, Royo Taberner R, Martínez Triguero ML, Graña Fandos J, López Morales Suárez-Varela MM. Prevalencia de la malnutrición entre ancianos institucionalizados en la Comunidad Valenciana. Med Clin. 2001; 117(8): 289-94.

74. Jensen GL, Mirtallo J, Compher C, Dhaliwal R, Forbes A, Grijalba RF, et al. Adult starvation and disease related malnutrition: a proposal for etiology –based diagnosis in the clinical practice setting from the International Consensus Guideline Committee. Clin Nutr. 2010; 29:151-3.
75. Jensen GL. Inflammation as the key interface of the medical and nutrition universes: a provocative examination of the future of nutrition and medicine. JPEN J Parenter Nutr. 2006; 30: 453-63.
76. Soeters PB, Reijven PI, van Bokhorst, de van der Schueren MA, Schols J, HAlfens R, et al. A rational approach to nutritional Assessment. Clin Nutr. 2008; 27: 706-16.
77. Franceschi C, Bonafe M, Valensin S, Olivieri F, De Luca M, Ottaviani E, et al. Inflamm-aging. An evolutionary perspective on immunosenescense. Ann N Y Acad Sci. 2000; 908: 244-54.
78. Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M. Educational and Clinical Practice Committee, European Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN). ESPEN guidelines for nutrition screening. Clin Nutr. 2002; 22(4): 415-21.
79. Iazola O, de Luis Román DA, Cabezas G. Mini Nutritional Assessment como método de evaluación nutricional en pacientes hospitalizados. An Med Interna. 2005; 22: 313-6.
80. Barbosa JAP, Rodríguez NG, Hernández YM, Hernández RA, Herrera HA. Muscle mass, muscle strength, and other functionality components in institutionalized older adults from Gran Caracas-Venezuela. Nutr Hosp. 2007; 22(5):578-83.
81. Bonnefoy M, Jauffret M, Kostka T, Jusot JF. Usefulness of calf circumference measurement in assessing the nutritional state of hospitalized elderly people. Gerontology. 2002; 48(3):162-9.
82. Kaiser MJ, Bauer JM, Ramsch C, Uter W, Guigoz Y, Cederholm T, et al. Validation of the Mini Nutritional Assessment short-form (MNA-SF): a practical tool for identification of nutritional status. J Nutr Health Aging. 2009; 13(9): 782-8.
83. De Luis DA, López Mongil R, González Sagrado M, López Trigo JA, Mora PF, Castrodeza Sanz, et al. Evaluation of the mini-nutritional

Assessment short-form (MNA-SF) among institutionalized older patients in Spain. Nutr Hosp. 2011; 26(6): 1350-1354.

84. Stratton RJ, Hackson A, Longmore D, Dixon R, Price S, Stroud M, et al. Malnutrition in hospital outpatients and inpatients: prevalence, concurrent validity and ease of use of the "malnutrition universal screening tool"(MUST) for adults. Br J Nutr. 2004; 92: 799-808.

85. Seiler WO. Clinical pictures of malnutrition in ill elderly patients. Nutrition. 2001; 17(6): 496-8.

86. Barbosa- Silva MCG. Subjective and objective nutritional assessment methods: what do they really assess? Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2008; 11: 223-254.

87. Roebothan BV, Chandra RK. Relationship between nutritional status and inmune function of elderly people. Age Ageing. 1994; 23(1): 49-53.

88. Ignacio de Ulíbarri J, González-Madroño A, de Villar GP, González P, González B, Mancha A, Rodríguez F, Fernández G. CONUT: a tool for controlling nutritional status. First validation in a hospital population. Nutr Hosp. 2005; 20(1): 38-45.

89. Hu FB. Measurements of adiposity and body composition. In: Hu FBm ed, Obesity Epidemiology. New York City: Oxford University Press. 2008; 53-83.

90. Sánchez-García S, García-Pena C, Duque-López MX, Juárez-Cedillo T, Cortés-Núnez AR, Reyes-Beaman S. Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. BMC Public Health. 2007; 7:2.

91. Canaan Rezende FA, Queiroz Ribeiro A, Priore SE, Castro Franceschinni Sdo C. Anthropometric differences related to genders and age in the elderly. Nutr Hosp. 2015; 32(2): 757-64.

92. Landi F, Zuccalà G, Gambassi G, Incalzi RA, Manigrasso L, Pagano F, et al. Body mass index and mortality among older people living in the community. J Am Geriatr Soc. 1999; 47(9): 1072-6.

93. 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: 539-44.

94. Ritchie SA, Connell JM. The link between abdominal obesity, metabolic syndrome and cardiovascular disease. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2007; 17(4): 319-26.

95. Yumuk V, Tsigos C, Fried M, Schindler K, Busetto L, Micic D, et al. Obesity ManagementTask Force of the European association for the Study of Obesity. European Guidelines for Obesity Management in adults, Obes FAacts. 2015; 8: 402-24.

96. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. American Heart Association: National Heart, Lung, and Blood Institute. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. Circulation. 2005; 112 (17): 2735-52.

97. Jiménez Sanz M, Fernández Viadero C, Verduga Vélez R, Crespo Santiago D. Valores antropométricos en una población institucionalizada muy anciana. Nutr Hosp. 2002; 17(5): 244-250.

98. Mirrakhimov AE, Sooronbaev T, Mirrakhimov EM. Prevalence of obstructive sleep apnea in Asian adults: a systematic review of the literatura. BMC Pulm Med. 2013; 13: 10.

99. Cizza G, de Jonge L, Piaggi P, Mattingly M, Zhao X, Lucassen E, et al. Neck circumference is a predictor of metabolic syndrome and obstructive sleep apnea in short-sleeping obese men and women. Metab Syndr Relat Disord. 2014; 12: 231-41.

100. Stabe C, Vasques AC, Lima MM, Tambascia MA, Pareja JC, Yamanaka A, et al. Neck circumference as a simple tool for identifying the metabolic syndrome and insulin resistance: results from the Brazilian Metabolic Syndrome Study. Clin Endocrinol(Oxf). 2013; 78: 874-81.

101. Li H-X, Zhang F, Zhao F, Xin Z, Guo S-Q, Wng S-M et al. Neck circumference as a measure of neck fat and abdominal visceral fat in Chinese adults. BMC Public Health. 2014; 14: 311.

102. Ben-Noun L, Laor A. Relationship of neck circumference to cardiovascular risk factors. Obes Res. 2003; 11: 226-31.

103. Alfie J, Díaz M, Páez O, Cufaro P, Rodriguez P et al. Relación entre la circunferencia del cuello y el diagnóstico de hipertensión arterial

en el Registro Nacional de Hipertensión Arterial (RENATA). Rev Argent Cardiol. 2012; 80: 275-279.

104. Preis SR, Pencina MJ, D´Agostino RB, Meigs JB, Vasan RS, Fox CS. Neck circumference and the development of cardiovascular disease risk factors in the Framingham Heart Study. Diabetes Care. 2013; 36:e3.

105. Hingorjo MR, Qureshi MA, Mehdi A. Neck circumference as a useful marker of obesity: a comparison with body mass index and waist circumference. J Pak Med Assoc. 2012; 62: 36-40.

106. Aswathappa J, Garg S, Kutty K, Shankar V. NEck circumference as an anthropometric measure of obesity in diabetics. N Am J Med Sci. 2013; 5: 28-31.

107. Ben-Noun L, Sohar E, Laor A. Neck circumference as a simple screening measure for identifyng overweight and obese patients. Obes Res. 2001; 9: 470-7.

108. Wakabayashi H, Matsushima M. Neck circumference is not associated with dysphagia but with undernutrition in elderly individuals requiring long-term care. J Nutr Health Aging. 2016; 20(3):355-360.

109. Dawson RM, Latif Z, Haacke EM, Cavanaugh JM. Magnetic resonance imaging-based relationships between neck muscle cross-sectional area and neck circumference for adults and children. Eur Spine J 2013; 22: 446-52.

110. Jensen GL. Global leadership conversation: adressing malnutrition. JPEN J Parenter Enter Nutr. 2016; 40: 455-7.

111. Vanderwoude MFJ, Alish CJ, Sauer AC, Hegazi RA. Malnutrition-sarcopenia Syndrome: Is This the Future of Nutrition Screening and Assessment for Older Adults?. J Aging Res. 2012; 2012: 1-8.

112. White JV, Guenter P, Jensen G, Malone A, Schofield M. Consensus statement: Academy of Nutrition and Dietetics and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition: characteristics recommended for the identificationand documentation of adult malnutrition (undernutrition): JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2012; 36(3): 275-83.

113. Cederholm T, Bosaeus I, Barazzoni R, Bauer J, Van Gossum A, Klek S, Muscaritoli M, Nyulasi I, Ockenga J, Schneider SM, de van der Schueren MA, Singer P. Diagnostic criteria for malnutrition - An ESPEN Consensus Statement. Clin Nutr. 2015; 34(3): 335-40.

114. World Health Organization (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. World Health Organ Tech Rep Ser. 1995; 854: 1-452.

115. Esteban Pérez M, Fernández-Ballart J, Salas-Salvadó J. The nutritional status of the older population as a function of the institutionalization regimen. Nutr Hosp. 2000; 15(3): 105-13.

116. Pérez Llamas F, Moregó A, Tobaruela M, García MD, Santo E, Zamora S. Prevalencia de desnutrición e influencia de la suplementación nutricional oral sobre el estado nutricional en ancianos institucionalizados. Nutr Hosp. 2011; 26(5): 1134-1140.

117. Wollinski FD, Callahan CM, Fitzgerald JF, Johnson RJ. Changes in functional status and the risks of subsequent nursing home placement and death. J Gerontol. 1993; 48 (3): S94-101.

118. Gelder BM, Tijhuis MA, Kalmijn S, Giampaoli S, Nissinen A, Kromhout D. Physical activity in relation to cognitive decline in elderly men: the FINE study. Nerology. 2004; 63(12): 2316-21.

119. Saka B, Kaya O, Ozturk GB, Erten N, Karan MA. Malnutrition in the elderly and its relationship with other geriatric síndromes. Clin Nutr. 2010; 29 (6): 745-8.

120. Bauer JM, Vogl T, Wicklein S, Trögner J, Mühlberg W, Sieber CC. Comparison of the Mini Nutritional Assessment, Subjective Global Assessment, and Nutritional Risk Screening for nutritional screening and assessment in geriatric hospital patients. Z Gerontol Geriat. 2005; 38(5): 322-327.

121. Elia M, Normand C, Norman K, Laviano A. A systematic review os the cost and cost effectiveness of using standard oral nutritional supplements in community and care home settings. Clin Nutr. 2016; 35: 125-37.

122. Ordóñez J, Antonio Veira JA de, Pou Soler C, Navarro Calero J, Rubio Navarro J, Marcos Olivares S, et al. Efecto de un suplemento nutricional oral hiperproteico en pacientes desnutridos ubicados en residencias geriátricas. Nutr Hosp. 2010; 25(4): 549-554.

123. Lauque S, Arnaud-Battandier F, Mansourian R, Guigoz Y, Paintin M, Nourhashemi F, Vellas B. Protein-energy oral supplementation in malnourished nursing-home residents. A controlled trial. Age Aging. 2000; 29(1): 51-56.

124. Smoliner C, Norman K, Scheufele R, Hartig W, Pirlich M, Lochs H. Effects of food fortification on nutritional and functional status in frail elderly nursing home residents at risk of malnutrition. Nutrition. 2008; 24(11-12): 1139-1144.

125. Castillo E M, Goodman-Gruen D, Kritz-Silverstein D, Morton DJ, Wingard DL, Barret-Connor E. Sarcopenia in elderly men and women: The Rancho Bernardo Study. Am J Prev Med. 2003; 25(3): 226-231.

126. Janssen I. Influence of sarcopenia on the development of physical disability: The Cardiovascular Health Study. J Am Geriatr Soc. 2006; 54 (1): 56-62.

127. Norman K, Stobäus N, González MC, Schulzke JD, Pirlich M. Hand grip strength: outcome predictor and marker of nutritional status. Clin Nutr. 2011; 30(2): 135-142.

128. Vivanti A, Ward N, Haines T. Nutritional status and associations with falls, balance, morbility and functionality during hospital admission. J Nutr Health Aging. 2011; 15 (5): 388-391.

129. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. Ann Intern Med. 2009; 151(4): 264-9.

130. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomized and non-randomized studies of health care interventions. J Epidemiol Community Health. 1998; 52(6): 377-84.

131. Monteiro POA, Victora CG. Rapid growth in infancy and childhood, and obesity in later life – a systematic review. Obes Rev. 2005; 6(2): 143-54.

132. Vellas B, Villars H, Abellan G, Soto ME, Rolland Y, Guigoz Y, et al. Overview of the MNA - Its History and Challenges. J Nutr Health Aging. 2006; 10: 456-465.

133. Guigoz Y. The Mini Nutritional Assessment (MNA) review of the literatura-what does it tell us?. J Nutr Health Aging. 2006; 10(6): 466-487.

134. Alastrué A, Sitges Sena A, Jaurrieta E, Sitges Creus A. Anthropometric parameters for a Spanish population. Med Clin. 1982; 78 (10): 407-415.

135. Frisancho AR, Flegel PN. Relative merits of old and new indices of body mass with reference to skinfold thickness. Am J Clin Nutr 1982; 36: 697-699.

136. Stoudt HW. The anthropometry of the elderly. Hum Factors 1981; 23: 29-37.

137. Gil Hernández A. Tratado de Nutrición. Tomo III. Nutrición humana en el estado de salud. Sevilla: Grupo Acción Médica; 2005.

138. Stevens J, Cai J, Pamuk ER, Williamson D F, Thun MJ, Wood JL. The effect of age on the association between body-mass index and mortality. N Engl J Med. 1998; 338: 1-7.

139. Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. Prim Care. 1994; 21: 55-67.

140. Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. J Am Geriatr Soc 1985; 33(2): 116-20.

141. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardisation reference manual, 1st ed. USA: Human Kinetics Books; 1988.

142. Cuervo M, Ansorena D, García A, González Martínez MA, Astiasarán I, Martínez JA. Valoración de la circunferencia de la pantorrilla como indicador de riesgo de desnutrición en personas mayores. Nutr Hosp. 2009; 24(1): 63-67.

143. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Scheneider SM, Zuniga C, Arai H, Boirie Y et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International sarcopenia initiative (EWGSOP and IWGS). Age Ageing. 2014; 43:748-759.

144. LaBerge RC, Vaccani JP, Gow RM, Gaboury I, Hoey L, Katz SL. Inter-and intra-rater reliability of neck circumference measurements in children. Pediatr Pulmonol. 2009; 44:64–9.

145. Reuben DB, Ix JH, Grendale GA. The predictive value of combined Hypoalbuminemia and hypocholesterolemia in high functioning community-dwelling older persons: Mac Arthur Studies of succesful aging. J Am Geriatr Soc. 1999; 47:402-6.

146. López-Martínez J, Sánchez-Castilla M, García-de-Lorenzo A: Hypocholesterolemia in critically ill patients. Intensive Care Med. 2000; 26:259-60.

147. Shronts EP: Basic concepts of immunology and its application to clinical nutrition. Nutr Clin Pract. 1993; 8:177-83.

148. Cid-Ruzafa J, Damián-Moreno J. Disability evaluation: Barthel´s index. Rev Esp Salud Pública. 1997; 71(2): 127-37.

149. Velázquez Alba MC, Irigoyen Camacho ME, Delgadillo Velázquez J, Lazarevich I. The relationship between sarcopenia, undernutrition, physical morbility and basic activities of daily living in a group of elderly women of Mexico City. Nutr Hosp. 2013; 28: 514-521.

150. Norman K, Smoliner C, Valentini L, Lochs H, Pirlich M. Is bioelectrical impedance vector analysis of value in the elderly with malnutrition and impaired functionality?. Nutrition. 2007; 23(7-8): 564-9.

151. Llames L, Baldomero V, Iglesias ML, Rodota LP. Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; estado nutricional y valor pronóstico. Nutr Hosp. 2013; 28: 286-295.

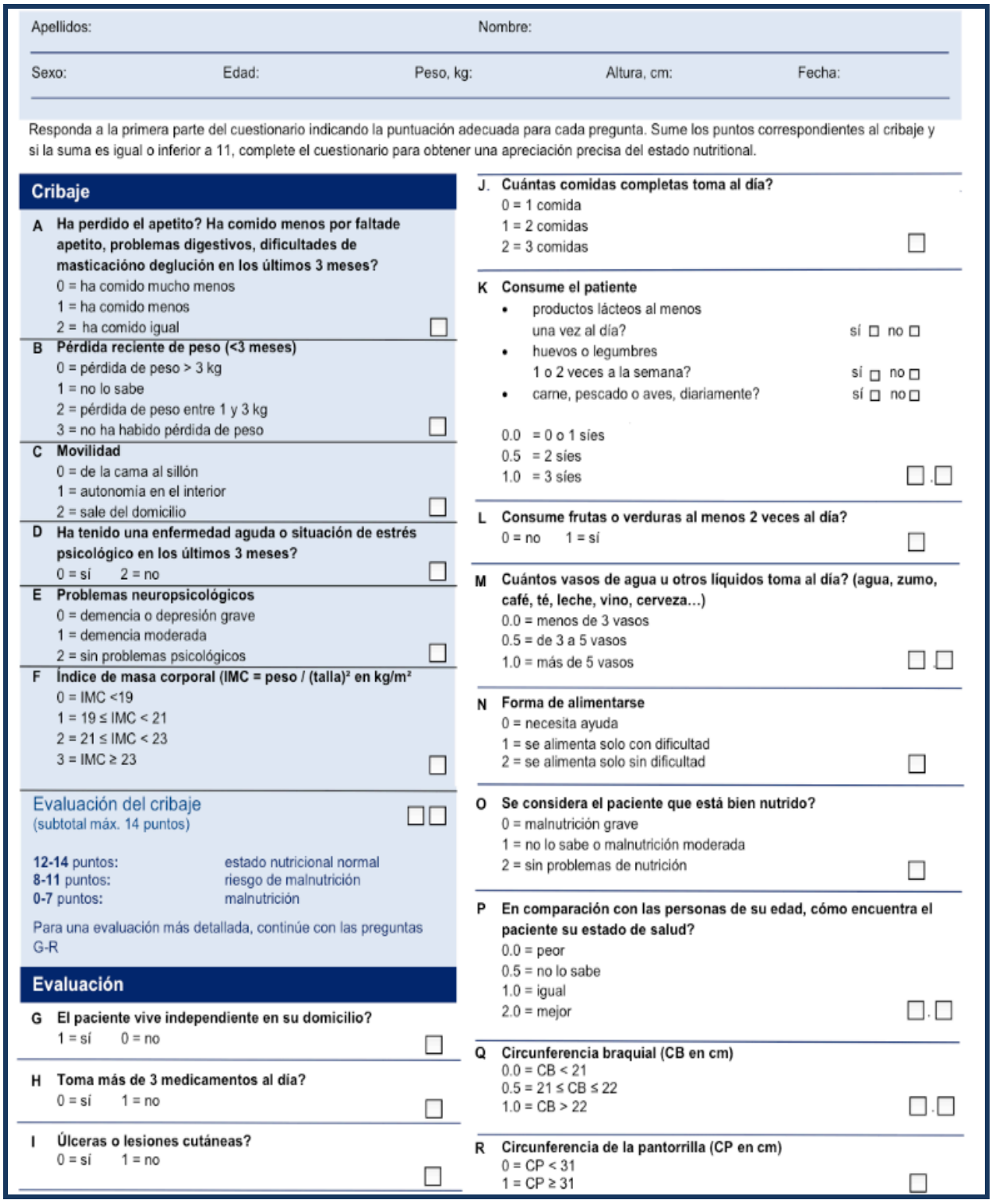
152. Baumgartner R, Koehler K, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. Am J Epidemiol. 1998; 147: 755-63.

153. Masanés F, Culla A, Navarro-González, Navarro-López M, Sacanella E, Torres B et al. Prevalence of sarcopenia in healthy community-dwelling elderly in an urban area of Barcelona (Spain). J Nutr Health Aging. 2012; 16(2): 184-7.

154. Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. Age Ageing 2011; 40: 423-429.

VIII. ANEXOS

ANEXO I: MINI NUTRITIONAL ASSESSMENT (MNA)



Apellidos: Nombre:

Sexo: Edad: Peso, kg: Altura, cm: Fecha:

Responda a la primera parte del cuestionario indicando la puntuación adecuada para cada pregunta. Sume los puntos correspondientes al cribaje y si la suma es igual o inferior a 11, complete el cuestionario para obtener una apreciación precisa del estado nutritional.

Cribaje

A **Ha perdido el apetito? Ha comido menos por faltade apetito, problemas digestivos, dificultades de masticacióno 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 moderada
2 = sin problemas psicológicos

F **Índice de masa corporal (IMC = peso / (talla)² en kg/m²**
0 = IMC <19
1 = 19 ≤ IMC < 21
2 = 21 ≤ IMC < 23
3 = IMC ≥ 23

Evaluación del cribaje
(subtotal máx. 14 puntos)

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

Para una evaluación más detallada, continúe con las preguntas G-R

Evaluación

G **El paciente vive independiente en su domicilio?**
1 = sí 0 = no

H **Toma más de 3 medicamentos al día?**
0 = sí 1 = no

I **Úlceras o lesiones cutáneas?**
0 = sí 1 = no

J. **Cuántas comidas completas toma al día?**
0 = 1 comida
1 = 2 comidas
2 = 3 comidas

K **Consume el patiente**
- productos lácteos al menos una vez al día? sí no
- huevos o legumbres 1 o 2 veces a la semana? sí no
- carne, pescado o aves, diariamente? sí no

0.0 = 0 o 1 síes
0.5 = 2 síes
1.0 = 3 síes

L **Consume frutas o verduras al menos 2 veces al día?**
0 = no 1 = sí

M **Cuántos vasos de agua u otros líquidos toma al día? (agua, zumo, café, té, leche, vino, cerveza...)**
0.0 = menos de 3 vasos
0.5 = de 3 a 5 vasos
1.0 = más de 5 vasos

N **Forma de alimentarse**
0 = necesita ayuda
1 = se alimenta solo con dificultad
2 = se alimenta solo sin dificultad

O **Se considera el paciente que está bien nutrido?**
0 = malnutrición grave
1 = no lo sabe o malnutrición moderada
2 = sin problemas de nutrición

P **En comparación con las personas de su edad, cómo encuentra el paciente su estado de salud?**
0.0 = peor
0.5 = no lo sabe
1.0 = igual
2.0 = mejor

Q **Circunferencia braquial (CB en cm)**
0.0 = CB < 21
0.5 = 21 ≤ CB ≤ 22
1.0 = CB > 22

R **Circunferencia de la pantorrilla (CP en cm)**
0 = CP < 31
1 = CP ≥ 31

Valoración global del test según la puntuación obtenida (máximo: 30 puntos):

- 30-24 puntos: estado nutricional normal
- 23,5-17 puntos: riesgo de desnutrición
- < 17 puntos: desnutrición

ANEXO II: TEST DE VALORACIÓN NUTRICIONAL CONUT

ALERTA DE DESNUTRICIÓN EVALUADA POR CONUT

Parámetros	Niveles de los parámetros			
	Sin Déficit	Con Déficit		
		Leve	Moderado	Grave
Albúmina Sérica	≥3.50	3.00-3.49	2.50-2.99	<2.50
(Puntuación)	(0)	(2)	(4)	(6)
Linfocitos totales	≥1600	1200-1599	800-1199	<800
(Puntuación)	(0)	(1)	(2)	(3)
Colesterol Total	≥180	140-179	100-139	<100
(Puntuación)	(0)	(1)	(2)	(3)
	Interpretación			
Puntuación total	0-4	5-8		9-12
Alerta de Desnutrición	Baja	Moderada		Alta

Ulibarri, 2005

ANEXO III: ÍNDICE DE BARTHEL

Comida:

	10	Independiente. Capaz de comer por sí solo en un tiempo razonable. La comida puede ser cocinada y servida por otra persona	
	5	Necesita ayuda para cortar la carne, extender la mantequilla.. pero es capaz de comer sólo/a	
	0	Dependiente. Necesita ser alimentado por otra persona	
Lavado (baño)			
	5	Independiente. Capaz de lavarse entero, de entrar y salir del baño sin ayuda y de hacerlo sin que una persona supervise	
	0	Dependiente. Necesita algún tipo de ayuda o supervisión	
Vestido			
	10	Independiente. Capaz de ponerse y quitarse la ropa sin ayuda	
	5	Necesita ayuda. Realiza sin ayuda más de la mitad de estas tareas en un tiempo razonable	
	0	Dependiente. Necesita ayuda para las mismas	
Arreglo			
	5	Independiente. Realiza todas las actividades personales sin ayuda alguna, los complementos necesarios pueden ser provistos por alguna persona	
	0	Dependiente. Necesita alguna ayuda	
Deposición			
	10	Continente. No presenta episodios de incontinencia	
	5	Accidente ocasional. Menos de una vez por semana o necesita ayuda para colocar enemas o supositorios.	
	0	Incontinente. Más de un episodio semanal	
Micción			
	10	Continente. No presenta episodios. Capaz de utilizar cualquier dispositivo por si solo/a (botella, sonda, orinal ...).	
	5	Accidente ocasional. Presenta un máximo de un episodio en 24 horas o requiere ayuda para la manipulación de sondas o de otros dispositivos.	
	0	Incontinente. Más de un episodio en 24 horas	
Ir al retrete			
	10	Independiente. Entra y sale solo y no necesita ayuda alguna por parte de otra persona	
	5	Necesita ayuda. Capaz de manejarse con una pequeña ayuda; es capaz de usar el cuarto de baño. Puede limpiarse solo/a.	
	0	Dependiente. Incapaz de acceder a él o de utilizarlo sin ayuda mayor	

Transferencia (traslado cama/sillón)			
	15	Independiente. No requiere ayuda para sentarse o levantarse de una silla ni para entrar o salir de la cama.	
	10	Mínima ayuda. Incluye una supervisión o una pequeña ayuda física.	
	5	Gran ayuda. Precisa ayuda de una persona fuerte o entrenada.	
	0	Dependiente. Necesita una grúa o el alzamiento por dos personas. Es incapaz de permanecer sentado	
Deambulación			
	15	Independiente. Puede andar 50 metros o su equivalente en casa sin ayuda supervisión. Puede utilizar cualquier ayuda mecánica excepto un andador. Si utiliza una prótesis, puede ponérsela y quitársela solo/a.	
	10	Necesita ayuda. Necesita supervisión o una pequeña ayuda física por parte de otra persona o utiliza andador.	
	5	Independiente en silla de ruedas. No requiere ayuda ni supervisión	
	0	Dependiente	
Subir y bajar escaleras			
	10	Independiente. Capaz de subir y bajar un piso sin ayuda ni supervisión de otra persona.	
	5	Necesita ayuda. Necesita ayuda o supervisión.	
	0	Dependiente. Es incapaz de salvar escalones	

La incapacidad funcional se valora como:	* Severa: < 45 puntos. *Grave: 45 - 59 puntos. **ASISTIDO/A**	*Moderada:60-80 puntos. * Ligera: 80 - 100 puntos. **VÁLIDO/A**	**Puntuación Total:**

ANEXO IV: HOJA DE INFORMACIÓN PARA EL PACIENTE

Se le propone su participación en este estudio, cuyo título es: "Medidas antropométricas, circunferencia del cuello y bioimpedancia en la definición de sarcopenia en el paciente geriátrico".

Para que pueda decidir si desea o no participar le entregamos este documento que, junto a las aclaraciones que le hará el investigador, tratará de proporcionarle toda la información esencial para que usted sea debidamente informado y pueda tomar su decisión en libertad, así como que comprenda que toda la información obtenida a raíz de su posible participación en este estudio será aprovechada para beneficio de presentes y futuros enfermos, gracias a que con el estudio será posible obtener conclusiones con las que mejorar el conocimiento sobre el estado de salud de la población.

Lea atentamente esta información y no dude en hacer las preguntas que considere necesarias. Puede comentar este estudio con sus familiares y/o amigos, quienes le podrán acompañar cuando se le explique.

Derechos de los pacientes y bases de participación

Si usted ha tomado la decisión libre y voluntaria de participar en este estudio, deberá firmar una hoja denominada "formulario de consentimiento informado", en la que acepta participar en este estudio. La firma de dicho consentimiento deberá ser previa a su inclusión en el estudio. Si decide participar, se le comunicará toda la información importante que se haya conocido durante el curso de este estudio de investigación que pueda afectar su estado o su voluntad para continuar participando, y puede retirar su consentimiento y suspender su participación en cualquier momento sin perjuicio para usted y sin que el tratamiento médico al que tiene derecho se vea afectado.

Procedimientos del estudio

Este estudio se va a llevar a cabo en pacientes institucionalizados en varias residencias geriátricas de la ciudad de Zaragoza, bajo supervisión médica.

No es necesario que tome ningún medicamento adicional ni precisará acudir a visitas médicas adicionales aparte de las necesarias para el tratamiento habitual de su enfermedad, aunque se le harán pruebas específicas adicionales a las que se le realizan habitualmente. Entre ellas, se realizará una valoración nutricional que consistirá en tomar medidas como el perímetro abdominal, el del brazo y la pantorrilla, el peso y la talla, además de un cuestionario con unas preguntas que tendrá que responder.

También tendrá que realizar unas sencillas pruebas físicas para ver su rendimiento físico y su fuerza que no supondrán ningún perjuicio para su salud, y por último, se hará una bioimpedancia mediante la colocación de unos electrodos. Ninguna de las técnicas a realizar son cruentas.

Además, si usted ha decidido participar en este estudio y ha firmado el formulario de consentimiento informado, se obtendrán algunos datos de su historia clínica, como analíticas sanguíneas previas, en el caso de que estén disponibles.

Por este estudio no se modificará ninguno de los procedimientos que se realizan habitualmente para tratar sus enfermedades. Su médico continuará realizando las valoraciones habituales para controlar y tratar su estado.

Se trata de un estudio transversal, en el que sólo se recogen datos y se realiza una exploración puntual en un momento dado, por lo que no serán necesarias revisiones posteriores.

Riesgos

Su participación en el estudio no implica riesgos adicionales. No requiere que usted tome otra medicación, ni que acuda a otras visitas aparte de las habituales ni se modificará ningún tratamiento en curso ni la atención a su estado.

Beneficios

- Los datos que se obtengan en el estudio ayudarán a conocer y entender mejor la asociación entre su estado nutricional y su estado físico sin afectar al tratamiento en curso que le prescribe su médico.

Confidencialidad de los registros

- Toda la información que se obtenga a los fines de su participación en el estudio se tratará con la más absoluta confidencialidad. Usted otorga su consentimiento expreso para la inclusión de los datos de su historia clínica, así como los resultantes de su participación en el estudio clínico, en un fichero de datos personales informatizado registrado en la Agencia Española de Protección de Datos, en total cumplimiento de las disposiciones previstas en la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal y en el Real Decreto 1.720/2007, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de dicha Ley, del que es responsable el Centro hospitalario colaborador, que tiene obligación de inscribirlo en la Agencia Española de Protección de Datos.

  De acuerdo con esta Ley, usted puede ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición en relación con sus datos de carácter personal, para lo cual deberá dirigirse, a través de su médico del estudio, al titular del fichero que es el centro hospitalario colaborador:

Nombre
Dirección del centro

El acceso a su información personal quedará restringido al médico que realiza el estudio y a sus colaboradores, a las autoridades sanitarias españolas y al Comité Ético de Investigación. Todos ellos estarán sometidos al deber de secreto inherente a su profesión. A los efectos de este estudio, se obtendrán datos disociados con la información médica. En esta información de datos disociados no se le identificará a usted por su nombre, ni por ningún dato que permita su identificación, sino solo mediante un número y un código. Los datos disociados de información médica, que

incluyen los resultados de las pruebas del estudio, serán procesados y analizados para conocer los resultados del estudio.

El investigador no hará pública ninguna información que permitiera la identificación individual de usted como participante en el estudio. Si la información procedente de este estudio se presentara en un trabajo fin de máster o se publicara en una revista médica, no se le identificará por su nombre, fotografía o cualquier otro dato que le identifique personalmente.

Retirada del estudio

- Si accede a formar parte del registro debe saber que en cualquier momento puede decidir no seguir formando parte de él, comunicándoselo a su médico sin tener que manifestar razón alguna para ello y sin que de ello se derive ningún perjuicio ni pérdida de los beneficios sanitarios a los que usted tiene derecho. Su médico también podrá retirarle del estudio si así lo creyera conveniente. Una vez que se haya retirado del estudio y se registre la fecha y motivo de la retirada (si se conoce), no se obtendrá más información. Los datos recogidos durante su participación se conservarán en la historia clínica.

Consideraciones financieras

- Le informamos que su participación en este estudio no le supondrá ningún gasto adicional.

ANEXO V: FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PACIENTE

Título del estudio: "Medidas antropométricas, circunferencia del cuello y bioimpedancia en la definición de sarcopenia en el paciente geriátrico".

Yo, _____(nombre y apellidos del paciente)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.
He hablado con: _____(Nombre del investigador)
He quedado satisfecho/a con la información recibida, la he comprendido, he podido hacer preguntas sobre el estudio y se me han resuelto todas mis dudas.
Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin tener que dar explicaciones
- Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Presto libremente mi conformidad a participar en el estudio y doy mi consentimiento
para el acceso y utilización de mis datos en las condiciones detalladas en la Hoja de Información.

Fecha: _____

Firma del paciente: Firma del investigador:
(o su representante legal)

ANEXO VI: DOCUMENTO DE APROBACIÓN DEL CEICA

GOBIERNO DE ARAGON
Departamento de Sanidad

Informe Dictamen Favorable
Proyecto Investigación Biomédica
C.P. - C.I. PI15/0237
23 de septiembre de 2015

Dña. María González Hinjos, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 23/09/2015, Acta Nº 15/2015 ha evaluado la propuesta del investigador referida al estudio:

Título: SARCOPENIA Y DESNUTRICIÓN EN EL ANCIANO INSTITUCIONALIZADO.

Investigador Principal: Beatriz Lardiés Sánchez. HU Miguel Servet

Versión protocolo: Septiembre/2015
Versión hoja de información a los participantes y consentimiento informado: Septiembre/2015

2º. Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Son adecuados tanto el procedimiento para obtener el consentimiento informado como la compensación prevista para los sujetos por daños que pudieran derivarse de su participación en el estudio.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad de los Investigadores y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

3º. Por lo que este CEIC emite **DICTAMEN FAVORABLE a la realización del proyecto.**

Lo que firmo en Zaragoza, a 23 de septiembre de 2015

Fdo:

Dña. María González Hinjos
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

Tel. 976 71 48 57 Fax. 976 71 55 54 Correo electrónico mgonzalezh.ceic@aragon.es

ANEXO VII: PRIMERA PÁGINA ARTÍCULO PUBLICADO EN REVISTA EUROPEAN GERIATRIC MEDICINE

European Geriatric Medicine 7 (2016) 256–261

Available online at ScienceDirect www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France EM|consulte www.em-consulte.com/en

Research paper

Systematic review: Prevalence of sarcopenia in ageing people using bioelectrical impedance analysis to assess muscle mass

B. Lardiés-Sánchez [a,*], A. Sanz-Paris [a], D. Boj-Carceller [a], A.J. Cruz-Jentoft [b]

[a] Sección de Nutrición y Dietética, Hospital Universitario Miguel Servet, Zaragoza, Spain
[b] Servicio de Geriatría, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, Spain

ARTICLE INFO

Article history:
Received 22 September 2015
Accepted 20 January 2016
Available online 12 April 2016

Keywords:
Sarcopenia
Prevalence
Bioelectrical impedance analysis
Older people

ABSTRACT

Objective: To examine the published scientific literature regarding the prevalence of sarcopenia in ageing people, with different diagnostic criteria, using bioelectrical impedance analysis (BIA) to assess the muscle mass.
Methods and material: A systematic review was carried out following the PRISMA Statement. Three online databases were searched during May 2015 using pre-defined search terms. Prevalence studies of sarcopenia in well-defined populations of adults ≥50 years, using BIA to measure body composition, were selected.
Results: Fifty-four articles were eligible for a full reading, and after a second round of exclusions a total of twelve studies met all the inclusion criteria. Eight were carried out in community-dwelling elderly people, two in nursing home residents, one in a convalescence and rehabilitation unit and one in hospitalized population. Five studies of sarcopenia's prevalence according to EWGSOP criteria were found, and in four of them the prevalence was higher in men. Prevalence of sarcopenia was higher in convalescence and rehabilitation units (77.6%), followed by elderly people living in nursing homes (32.8%).
Conclusions: Sarcopenia is highly prevalent in older individuals, especially in rehabilitation units. All the studies of prevalence carried out before the current sarcopenia consensus are studies to establish cutoff points of low muscle mass but they do not reflect sarcopenia's prevalence because they do not take into account muscle function.
© 2016 Elsevier Masson SAS and European Union Geriatric Medicine Society. All rights reserved.

1. Introduction

The term sarcopenia is derived from the Greek words 'sarx' (flesh) and 'penia' (loss). Dr. Rosenberg first introduced it in 1989 to describe the age-related decrease of muscle mass. However, the current definition of sarcopenia includes a loss of muscle strength and functional quality in addition to the loss of muscle mass [1–7].

The study of sarcopenia is very important due to its contribution to adverse outcomes in the elderly, such as poor quality of life, physical disability and risk of death [8–11].

The rate of sarcopenia continues to rise globally, which is probably as a result of the rise in ageing population all over the world, and in fact the conservative estimates based on the World Health Organization population counts suggest that more than 50 million people suffer from sarcopenia worldwide [12].

Reports have shown that a wide variation occurs in the prevalence of sarcopenia. This is dependent on the characteristics of the studied population (age, gender, comorbidity, race and differences in body composition across ethnic groups), but also depends on the methodology used to assess muscle mass and the definition of sarcopenia [13–18].

Over the last 20 years, several definitions and diagnostic criteria have been proposed to define sarcopenia [4,11,12] and until recently, there has been no widely accepted definition of sarcopenia and it was based mainly only on the criteria of low muscle mass [11,19–25].

However, in 2010, the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) provided a working definition for this condition [12]. They proposed that sarcopenia is diagnosed using the criteria of low muscle mass and low muscle function (either low strength and/or low physical performance).

* Corresponding author. Tel.: +34 651667352.
E-mail address: sanzparisalejandro@gmail.com (B. Lardiés-Sánchez).

http://dx.doi.org/10.1016/j.eurger.2016.01.014
1878-7649/© 2016 Elsevier Masson SAS and European Union Geriatric Medicine Society. All rights reserved.

a

ANEXO VIII: PRIMERA PÁGINA ARTÍCULO PUBLICADO EN REVISTA "NUTRITION"

Nutrition xxx (2017) 1–7

Contents lists available at ScienceDirect

Nutrition

journal homepage: www.nutritionjrnl.com

Original article

Influence of nutritional status in the diagnosis of sarcopenia in nursing home residents

Beatriz Lardiés-Sánchez M.D. [a,*], Alejandro Sanz-París M.D., Ph.D. [a], Javier Pérez-Nogueras M.D. [b], Antonio Serrano-Oliver M.D. [c], María E. Torres-Anoro M.D. [d], Alfonso J. Cruz-Jentoft M.D., Ph.D. [e]

[a] Universitary Hospital Miguel Servet, Zaragoza, Spain
[b] Elias Martinez Nursing Home, Geriatric Unit, Zaragoza, Spain
[c] Casa Amparo Nursing Home, Geriatric Unit, Zaragoza, Spain
[d] Romareda Nursing Home, Geriatric Unit, Zaragoza, Spain
[e] Universitary Hospital Ramón y Cajal, Geriatric Department, Madrid, Spain

ARTICLE INFO

Article history:
Received 25 July 2016
Accepted 6 March 2017

Keywords:
Sarcopenia
Malnutrition
Prevalence
Nursing home
Elderly

ABSTRACT

Objectives: Malnutrition and sarcopenia frequently coexist in elderly patients. The aim of this study was to assess the effect of nutritional status in the diagnosis of sarcopenia in nursing home residents.

Methods: A cross-sectional study was performed with data collected from 339 elderly patients living in five nursing homes. Sarcopenia was defined according to the consensus definition of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Body mass composition was assessed using bioimpedance analysis, handgrip strength using a dynamometer, and physical performance by 5-m gait speed test. The nutritional status of residents was assessed using the Mini Nutritional Assessment (MNA).

Results: Of 436 patients, 339 (77.8%) were included. The mean age of participants was 84.9 y and 64.3% were women. More than one-third (38.1%) of the population had sarcopenia, with a higher prevalence in women (39.4%). According to the MNA, 32.4% of participants were at risk for malnutrition and 42.5% were malnourished. When analyzed together, the presence of malnutrition plus malnutrition risk, there was no difference between individuals with or without sarcopenia. However, the presence of malnutrition was statistically higher in individuals with sarcopenia compared with those without it. The prevalence of malnutrition was highest in individuals with low handgrip strength (62.8%), and in participants with severe sarcopenia. There were no significant differences in calf circumference between sarcopenic and nonsarcopenic participants. In the multivariate logistic regression analysis, body mass index <22 kg/m^2 and age >80 y remained predictive of sarcopenia status after adjustment.

Conclusion: Prevalence of sarcopenia and malnutrition were significant in this population, especially in women. Approximately two-thirds of sarcopenic individuals were malnourished. A low body mass index may be a better predictor of sarcopenia in this population than a small calf circumference (<1 cm).

© 2017 Elsevier Inc. All rights reserved.

Introduction

Sarcopenia is a syndrome characterized by progressive and generalized loss of skeletal mass and strength with a risk for adverse outcomes such as physical disability, poor quality of life, and death [1–4]. It is a multifactorial process where nutrition, hormonal factors, lifestyle, and diseases exert an important role [5]. Apart from that, age-related loss of muscle mass is characterized by a 3% to 8% decline per decade after the age of 30 y, with a further decline in adults ≥60 y of age [6]. Epidemiologic data suggest that the prevalence of sarcopenia varies widely, depending on the population studied, sex, age, settings, and the diagnostic criteria used [4]. The prevalence of sarcopenia in

* Corresponding author. Tel.: +34 97 693 5211; fax: ■■■.
E-mail address: bealardies@gmail.com (B. Lardiés-Sánchez).

http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2017.03.002
0899-9007/© 2017 Elsevier Inc. All rights reserved.

Please cite this article in press as: Lardiés-Sánchez B, et al., Influence of nutritional status in the diagnosis of sarcopenia in nursing home residents, Nutrition (2017), http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2017.03.002