

Trabajo de Fin de Grado

Grado de Nutrición Humana y Dietética

Curso académico 2014/2015



**APLICACIONES DEL ANÁLISIS
DE BIOIMPEDANCIA EN UNA
POBLACIÓN GERIÁTRICA
INSTITUCIONALIZADA**

Presentado por: Laura Moya Gago

Tutorizado por: M^a Paz Redondo del Río

RESUMEN

Introducción: el envejecimiento se asocia con cambios bio-psico-sociales que convierten a los ancianos en un colectivo vulnerable desde el punto de vista nutricional. Prevenir la malnutrición (MN), detectarla y tratarla de forma precoz contribuye a mejorar la calidad de vida de las personas mayores. Una valoración del estado nutricional que incluya el análisis de la composición corporal (CC) es una herramienta básica para este objetivo.

Objetivo: comparar la composición corporal valorada por análisis de bioimpedancia en sus distintas modalidades en función de la catalogación nutricional establecida con el índice de masa corporal en un grupo de ancianos institucionalizados.

Material y métodos: estudio observacional transversal realizado en una muestra de 38 ancianos institucionalizados. La valoración nutricional se realizó siguiendo el protocolo estándar SENPE/SEGG. La composición corporal fue estimada mediante análisis de bioimpedancia convencional (BIA) y vectorial (BIVA). Las diferencias en la CC se analizaron mediante t de Student y ANOVA (y contrastes a posteriori de Bonferroni), o sus correspondientes pruebas no paramétricas. Para comparar el BIVA entre los subgrupos establecidos de acuerdo a la catalogación nutricional se utilizó el estadístico T^2 de Hotelling. La significación estadística se alcanzó con $p < 0,05$.

Resultados: según el IMC la muestra evaluada presentó normalidad nutricional (IMC medio: $26,4 \text{ kg/m}^2$), aunque las mujeres tuvieron un IMC superior al de los varones ($28,9$ vs. $25,5 \text{ kg/m}^2$). Sin embargo, la circunferencia de la cintura detectó obesidad abdominal en el 60,7% de los varones y el 80% de las mujeres. Con BIA convencional se observaron valores algo elevados de masa grasa (Z-score de IMG de 0.56 DE) y ligeramente deplecionados de masa muscular esquelética (Z-score de IMME de -0.43 DE), lo que es compatible con una situación de obesidad sarcopénica leve. Por otra parte, los resultados del BIVA son coherentes con los del BIA: todos los vectores de impedancia individuales de nuestra muestra se situaron a la derecha del eje mayor de las elipses de tolerancia, reflejando por tanto una depleción de la masa celular en toda la muestra de estudio, independientemente de la catalogación obtenida por medio del IMC.

Conclusiones: el análisis de composición corporal mediante bioimpedancia vectorial (BIVA) detecta cambios en los compartimentos corporales no identificados por los indicadores más utilizados en la práctica clínica en ancianos institucionalizados, como el IMC, el perímetro de la cintura y la estimación de CC por BIA convencional.

Palabras clave: envejecimiento, valoración del estado nutricional, composición corporal, bioimpedancia.

4. Resultados.....	Págs.16-23
4.1 <u>Descripción de la muestra</u>	Pág. 16
4.2 <u>Catalogación nutricional de la muestra</u>	Págs. 16-17
4.3. <u>Características bioeléctricas de la muestra</u>	Pág. 17
4.4. <u>Composición corporal de la muestra</u>	Pág. 18
4.5 <u>Composición corporal en función de la catalogación nutricional por IMC</u>	Págs.18 -21
4.6. <u>Composición corporal analizada mediante BIVA</u>	Págs. 22-23
5. Discusión.....	Págs. 24-25
6. Conclusiones.....	Pág. 26
7. Bibliografía.....	Págs. 27-31
8. Anexo.....	Pág. 32

ABREVIATURAS

BIA: Análisis de Impedancia Bioeléctrico

BIVA: Análisis Vectorial de Impedancia Bioeléctrica

CB: Circunferencia del Brazo

CC: Composición Corporal

CCi: Circunferencia de la Cintura

CM: Circunferencia del Muslo

CP: Circunferencia de la Pantorrilla

DC: Densidad corporal

DEXA: Absorciometría con rayos X de doble energía

dM: Distancia de Mahalanobis

ESPEN: European Society of Parenteral and Enteral Nutrition

IMC: índice de masa corporal

INE: Instituto Nacional de Estadística

MG: Masa Grasa

MLG: Masa Libre de Grasa

MME: Masa Muscular Esquelética

MNA: Mini Nutritional Assessment

OMS: Organización Mundial de la Salud

SENPE: Sociedad Española de Nutrición Enteral y Parenteral

VEN: Valoración del Estado Nutricional

VGI: Valoración geriátrica integral

VNI: Valoración nutricional integral

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Causas de MN en ancianos. Modificado de Caballero García et al.....Pág. 3

Tabla 2: Catalogación nutricional en función del valor del IMC.....Pág. 12

Tabla 3: Características antropométricas de la muestra.....Pág. 16

Tabla 4: Catalogación nutricional en función del IMC.....Pág. 17

Tabla 5: Catalogación nutricional en función de la circunferencia de la cintura...Pág. 17

Tabla 6: Características bioeléctricas de la muestra.....Pág. 17

Tabla 7: Composición corporal de la muestra.....Pág. 18

Tabla 8: Composición corporal en función del IMC.....Pág. 19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pirámide de la población española de 2014 a 2064 (Instituto Nacional de Estadística (INE)).....	Pág. 1
Figura 2. Vector de impedancia.....	Pág. 6
Figura 3: Modelo cilíndrico que relaciona la impedancia y la geometría.....	Pág. 7
Figura 4: Colocación de electrodos para BIA convencional de cuerpo entero y localizada en extremidad inferior.....	Pág. 7
Figura 5: Gráfico RX_c de BIVA.....	Pág. 8
Figura 6: Catalogación nutricional en función del IMC de la muestra total.....	Pág. 16
Figura 7: Índice de MG en función de la catalogación nutricional por IMC.....	Pág. 19
Figura 8: Z-score de IMG en función de la catalogación nutricional por IMC.....	Pág. 19
Figura 9: Índice de MLG en función de la catalogación nutricional por IMC.....	Pág. 20
Figura 10: Z-score de IMLG en función de la catalogación nutricional por IMC...	Pág. 20
Figura 11: Índice de MME en función de la catalogación nutricional por IMC.....	Pág. 21
Figura 12: Z-score de IMME en función de la catalogación nutricional por IMC...	Pág. 21
Figura 13: Elipses de confianza de BIVA en función del sexo.....	Pág.22
Figura 14: BIVA Z-graph de los ancianos evaluados en función de la catalogación nutricional en base al IMC.....	Pág.23



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Concepto de envejecimiento y envejecimiento poblacional

En términos generales se entiende por envejecimiento al fenómeno universal, fisiológico y progresivo, caracterizado por una serie de cambios degenerativos, que afectan tanto a la estructura como a la función de órganos y tejidos¹.

En los países desarrollados los avances científicos y tecnológicos y la mejora de las condiciones socioeconómicas e higiénico-sanitarias han producido un considerable aumento de la esperanza de vida², de tal forma que actualmente se asiste a un envejecimiento progresivo de la población. Este hecho se ha producido porque, junto con el aumento de la esperanza de vida, en las últimas décadas ha disminuido la tasa de fecundidad, por lo que la proporción de personas mayores de 65 años ha aumentado más rápidamente que cualquier otro grupo de edad¹.

Según la OMS, entre 2000 y 2050 la proporción de la población mundial con más de 60 años se duplicará, pasando del 11% al 22%. En términos absolutos, en ese periodo, este colectivo aumentará de 605 millones a 2000 millones de personas. Más llamativas son las previsiones de crecimiento de los sujetos mayores de 80 años: la OMS ha estimado que en 2050 habrá en el mundo cerca de 400 millones de personas con 80 años o más, cuatro veces más que en el año 2000³.

Actualmente en Europa el 17% de la población tiene más de 60 años¹. España es uno de los países más longevos de Europa y del mundo. La población mayor de 65 años alcanza ya el 18,2%, y se prevé que siga en aumento. Según los datos de proyección de la población española entre 2014 y 2064, en 2029 el 24,9% de los españoles tendrá más de 65 años, cifra que se estima que aumente hasta el 38,7% en 2064 (Figura 1). Durante este periodo la población centenaria pasará de 13.551 personas a más de 372.000 en el 2064⁴.

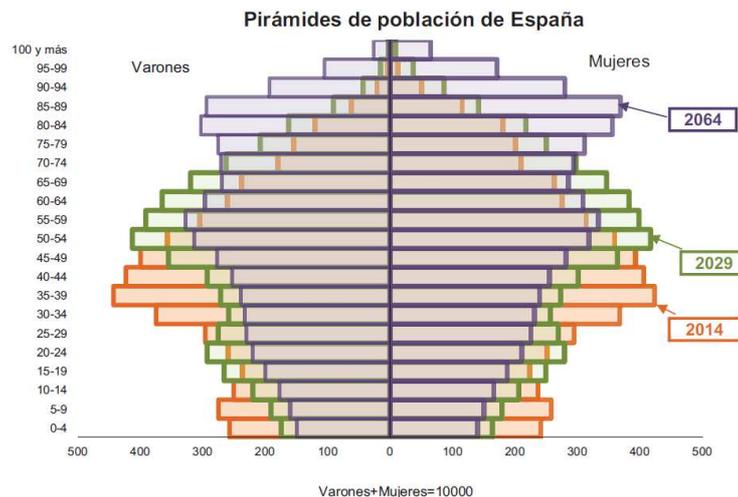


Figura 1: Pirámide de la población española de 2014 a 2064 (Instituto Nacional de Estadística (INE)⁴.



La población mayor de 65 años no conforma un grupo homogéneo; ni todos los ancianos son iguales, ni se envejece al mismo ritmo, dependiendo de las características individuales de cada sujeto. Aunque hay sujetos que alcanzan edades avanzadas con un aceptable estado de salud, es frecuente que a medida que se cumplen años, aumente la prevalencia de enfermedades crónicas, la discapacidad y la dependencia. Es por ello que, en la práctica clínica, se diferencian distintos perfiles de ancianos. Aunque los términos empleados no suelen estar bien definidos y varían dependiendo de la fuente bibliográfica y el país de origen, la definición que ha adquirido mayor nivel de consenso ha tenido en cuenta la presencia de patología y dependencia¹.

Anciano sano: persona de edad avanzada con ausencia de enfermedad objetivable. Su capacidad funcional está bien conservada, es independiente para actividades básicas e instrumentales de la vida diaria y no presenta problemática mental o social derivada de su estado de salud.

Anciano enfermo: anciano sano con una enfermedad aguda. Se comportaría de forma parecida a un paciente enfermo adulto. Suelen ser personas que acuden a consulta o ingresan en los hospitales por un proceso único, no suelen presentar otras enfermedades importantes ni problemas mentales ni sociales.

Anciano frágil: persona con una o varias enfermedades de base que, cuando están compensadas, le permiten mantener su independencia básica, gracias a un equilibrio con su entorno socio-familiar. Aunque tiene aparentemente buena capacidad funcional para las actividades básicas diarias, puede presentar dificultades en las tareas instrumentales más complejas, encontrándose en situación de alto riesgo de dependencia si surge una situación intercurrente que le desequilibre (caída, infección, hospitalización etc.).

Paciente geriátrico: persona de edad avanzada con una o varias enfermedades de base crónicas y evolucionadas en el que ya existe discapacidad de forma evidente. Estos pacientes son dependientes para las actividades básicas de la vida diaria, precisan ayuda de otros y con frecuencia suelen presentar alteración mental y problemática social.

1.2. Los ancianos como grupo de riesgo nutricional

En general, los adultos mayores constituyen un grupo de población muy vulnerable. El envejecimiento se asocia con una disminución progresiva de las funciones fisiológicas que condiciona un mayor deterioro físico y mental, lo que implica un aumento del riesgo de fragilidad y dependencia. En este colectivo, se dan circunstancias fisiológicas, económicas y sociales que, junto a la presencia de enfermedades crónicas, que tienen elevada prevalencia, el consumo de múltiples fármacos y la disminución de la actividad física, deterioran el estado nutricional y el estado de salud global. En consecuencia, se puede afirmar que los ancianos son un colectivo de riesgo nutricional⁵.

En España la prevalencia de desnutrición en ancianos varía en función del nivel asistencial. Se ha observado una prevalencia del 15-20% en sujetos no institucionalizados, pero la cifra puede alcanzar el 60% en los ancianos institucionalizados. Por otra parte, se estima que los problemas de sobrepeso y obesidad afectan a un 25% de las mujeres y a un 18% de los hombres mayores de 65 años.⁶



Existen muchas causas y condiciones que pueden producir situaciones de riesgo nutricional o malnutrición (MN) en los ancianos. En general, estas causas se interrelacionan entre sí, se acumulan y asocian⁷. En la Tabla 1 se recogen los principales factores que pueden repercutir sobre el estado nutricional en los ancianos⁸.

Causas	Cambios
Fisiológicas	<p>Cambios en la composición corporal (CC): Aumento de la masa grasa, disminución de la masa libre de grasa (músculo y hueso) y del agua corporal total.</p> <ul style="list-style-type: none">Menor gasto energético (disminución del metabolismo basal y de la actividad física). <p>Alteración en la regulación hidroelectrolítica: disminución del filtrado glomerular, disminución del flujo plasmático renal.</p> <ul style="list-style-type: none">Menor sensación de sed, tendencia a la deshidratación, necesidad de ajuste de la dosis de fármacos. <p>Alteraciones sensoriales: deterioro de los sentidos del gusto, olfato y vista.</p> <p>Alteraciones digestivas: pérdida de la dentición, alteración de la deglución, disminución del peristaltismo y/o estreñimiento, disminución de la secreción salival, gástrica o pancreática, disminución de la superficie absorbente, disminución en la absorción de disacáridos, aumento del sobrecrecimiento bacteriano.</p>
Psicosociales	<p>Soledad, aburrimiento, depresión, viudez, alcoholismo. Limitación de recursos económicos, ingreso en instituciones, aislamiento, dificultad para el transporte.</p> <ul style="list-style-type: none">Falta de apetito, elección inapropiada de alimentos.
Patológicas	Pluripatología, polifarmacia, discapacidades.

Tabla 1: Causas de malnutrición en ancianos.
Modificado de Caballero García et al.⁹

Las consecuencias son distintas dependiendo de si se trata de MN por exceso (sobrepeso, obesidad) o por defecto (desnutrición). La desnutrición puede asociarse con una mayor incidencia de infecciones, agravamiento de patologías existentes, retraso de la cicatrización de heridas y úlceras por presión, alargamiento de los periodos de hospitalización y más reingresos hospitalarios. Todo ello, además de empeorar la calidad de vida de los ancianos, aumenta los costes socio-sanitarios.^{5,6} Por otra parte, el sobrepeso y la obesidad se asocian con un aumento del riesgo de enfermedades crónicas como diabetes tipo II, hipertensión y enfermedad cardiovascular; también dificultan la movilidad y la capacidad para mantener la autonomía.⁶

Prevenir la MN y detectar y tratar de forma precoz la ya existente, disminuye la comorbilidad y la mortalidad asociada y asegura un mejor estado funcional y mental en este colectivo, lo que contribuye a mejorar la calidad de vida de los ancianos.



1.3. Valoración del estado nutricional en el anciano

Realizar cada cierto tiempo una valoración del estado nutricional es la mejor estrategia para prevenir la MN, ya que este procedimiento permite identificar las situaciones de riesgo nutricional y diagnosticar la MN.¹⁰

En la valoración del estado nutricional (VEN) se pueden distinguir dos fases: una primera fase de cribaje (*screening*), que debe ser generalizada y simple, cuyo objetivo es detectar de forma rápida aquellos individuos que se desvían de la normalidad. Los métodos o herramientas a utilizar han de ser sencillos, rápidos, estandarizados y basados en la evidencia.¹¹ Entre los diversos métodos que existen, la *European Society of Parenteral and Enteral Nutrition* (ESPEN) y la Sociedad Española de Nutrición Enteral y Parenteral (SENPE) recomiendan el *Mini Nutritional Assessment* (MNA) por su facilidad de uso y por los múltiples estudios que respaldan su aplicación^{12,13}.

Si se detecta riesgo nutricional o MN es obligado pasar a la segunda fase y realizar una valoración nutricional completa y exhaustiva, denominada valoración nutricional integral (VNI).^{6, 10,13} Este procedimiento se integra en el contexto de la valoración geriátrica integral (VGI). Esta última realiza una evaluación completa del paciente geriátrico de tipo multidimensional e interdisciplinar, incluyendo aspectos clínicos, nutricionales, funcionales, mentales y sociales. El objetivo es elaborar un plan integral de tratamiento y seguimiento a largo plazo, que permita optimizar los recursos, lograr un mayor grado de independencia y mejorar la calidad de vida.

La VNI incluye la historia clínico-nutricional, la exploración física, el análisis de la ingesta, la valoración antropométrica y bioquímica, y el análisis de la composición corporal (CC). En la práctica clínica los más utilizados son los parámetros antropométricos, fundamentalmente el IMC, el cambio en el peso y las circunferencias del brazo, cintura y pantorrilla¹⁴. Un problema frecuente a la hora de interpretar los datos es la falta de patrones de referencia y puntos de corte ajustados por edad en ancianos, lo que evidentemente dificulta la evaluación nutricional en este colectivo^{15, 16}. Habitualmente la catalogación nutricional se realiza en base al IMC, pero este parámetro es difícil de interpretar en ancianos, debido a lo anteriormente expuesto y a los cambios que se producen en la composición corporal (Tabla 1). Es posible que un anciano presente un peso y un IMC aparentemente normales en presencia, por ejemplo, de edemas, lo que en realidad estaría enmascarando una MN. Es decir, el IMC, aunque ampliamente utilizado, no es una herramienta útil en la catalogación nutricional en este colectivo¹⁵, ya que, con independencia de otras limitaciones, no discrimina cambios en la CC.

Dada la importancia de la detección precoz de la MN en los mayores y la dificultad de hacerlo con los métodos de rutina, resulta evidente que en este colectivo es muy importante el estudio de la CC en el contexto de la valoración nutricional¹⁷. De ello puede depender realizar una correcta valoración y, en consecuencia, prevenir la morbi-mortalidad ante situaciones adversas^{17,18}.



1.4. Valoración de la composición corporal en el anciano

Las técnicas de estudio de CC consideradas de referencia (DXA, densitometría, técnicas isotópicas, K^{40} , técnicas de activación de neutrones etc.), no están exentas de riesgos para el paciente, son caras, requieren personal e instalaciones especializadas y no son transportables, por lo que se utilizan preferentemente en investigación y para validar otras técnicas. En el ámbito asistencial los métodos utilizados en el estudio de la CC han de ser inocuos, no invasivos, rápidos, fáciles de realizar y coste-eficientes. En la práctica se utiliza la valoración antropométrica y el análisis de bioimpedancia¹⁹, métodos que reúnen las características anteriores y que permiten estimar la masa grasa (MG) y la masa libre de grasa (MLG).

Con el método antropométrico para estimar la MG y la MLG en primer lugar se estima la densidad corporal (DC) a partir de las medidas de los pliegues cutáneos (bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco), y después se estima la MG a partir de la DC. Para ello se requiere la aplicación de modelos predictivos edad y sexo específicos. Este método, desarrollado a partir de la densitometría, se basa en que la medida de los pliegues cutáneos en determinados puntos proporciona una medida adecuada del tejido adiposo subcutáneo y supone la existencia de una relación constante entre tejido adiposo subcutáneo y profundo²⁰. Pero estos supuestos no se cumplen en ancianos, ya que entre los cambios progresivos que se producen en los compartimentos corporales, se ha observado una redistribución del tejido adiposo²¹. Además, las medidas antropométricas tienen una elevada variabilidad intra- e interobservador, lo que disminuye la exactitud y precisión de la técnica²², especialmente en este colectivo, donde es frecuente que los sujetos tengan dificultades para mantener la bipedestación, la postura o que presenten rigideces.

El análisis de bioimpedancia mide la respuesta eléctrica del cuerpo humano a la introducción de una corriente eléctrica²³. Este método, como el antropométrico, es inocuo, no invasivo, rápido y coste-eficiente, pero a diferencia del anterior, presenta menor variabilidad intra- e interobservador. Además puede realizarse en sujetos encamados y no requiere colaboración por parte de los pacientes. Por todo ello, en los últimos años esta técnica se está desarrollando mucho y se ha incorporado a la práctica clínica en distintos niveles asistenciales.



1.4.1. El análisis de impedancia bioeléctrica (BIA): historia, fundamento y modalidades

La descripción de las propiedades eléctricas de los tejidos se remonta a finales del siglo XIX, aunque no fue hasta los años 70 del siglo XX cuando Thomasset, desarrolló los primeros estudios de las medidas de impedancia eléctrica. En estos trabajos se usaron dos agujas subcutáneas para medir la impedancia; posteriormente Hoffer y Nyboer las sustituyeron por cuatro electrodos de superficie. Los primeros equipos se comercializaron en los años 70²⁴.

La técnica se fundamenta en el paso de una corriente eléctrica a través del cuerpo. Cuánto más ricos sean los tejidos en agua y electrolitos, más favorecerán el paso de la corriente. La grasa, el hueso y los pulmones son los tejidos que oponen más resistencia. Por tanto, la oposición al paso de la corriente es inversamente proporcional al contenido en agua corporal y electrolitos¹⁷.

La oposición al paso de la corriente se denomina impedancia (Z), y tiene dos componentes: la resistencia (R), que es la pura oposición de los tejidos al paso de la corriente, y la reactancia (X_c), que es el retardo en el paso de la misma debido al efecto de las membranas celulares (Figura 2). El ángulo de fase, que relaciona la R y la X_c , refleja la densidad e integridad de las membranas celulares.

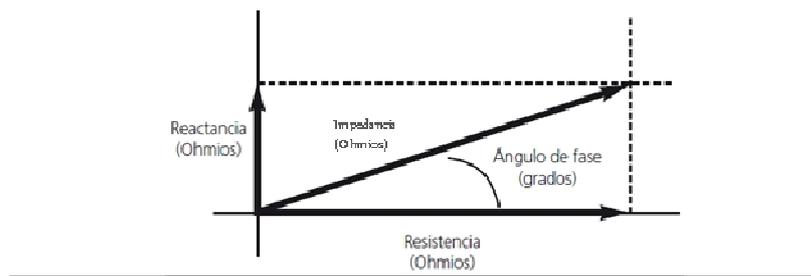


Figura 2. Vector de impedancia²⁴.

BIA convencional

Esta modalidad considera que el cuerpo humano o sus segmentos (tronco y extremidades) son cilindros conductores simétricamente iguales y asume que el volumen del conductor (ley de Ohm) puede ser calculado a partir de su longitud y área transversal (Figura 3).

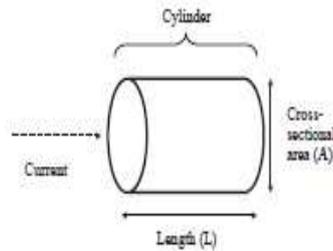


Figura 3: Modelo cilíndrico que relaciona la impedancia y la geometría²⁴

El BIA se puede realizar analizando el cuerpo entero o de forma localizada (Figura 4) y emplear BIA mono o multifrecuencia¹⁵. Lo más extendido es el uso de la monofrecuencia, con una intensidad de 50 kHz. El análisis multifrecuencia utiliza frecuencias entre 5 y 200 kHz. Fuera de este rango las medidas tienen poca reproducibilidad, sobre todo para la reactancia. La ventaja que presenta la multifrecuencia respecto a la monofrecuencia es que la primera permite estimar el agua intracelular y extracelular, lo que no es posible con la monofrecuencia¹⁵.

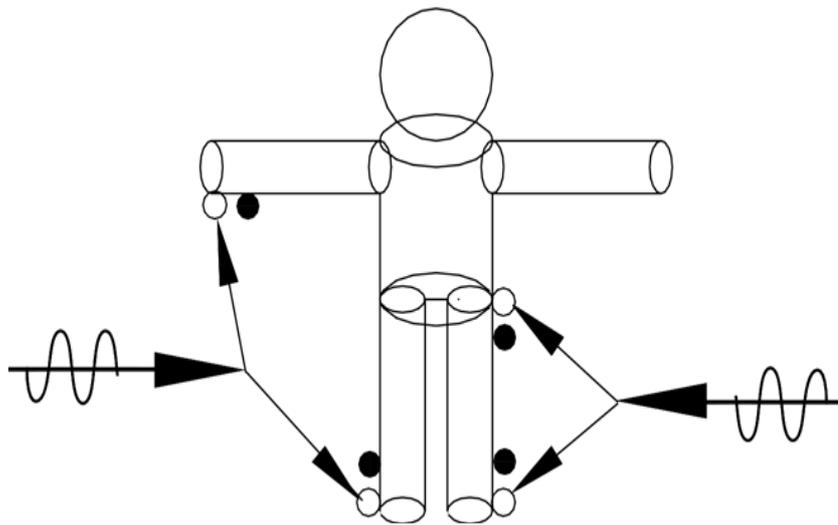


Figura 4: Colocación de electrodos para BIA convencional de cuerpo entero y localizada en extremidad inferior²⁵.



Para obtener resultados con BIA convencional hay que aplicar modelos predictivos que transformen las variables eléctricas en variables de composición corporal. Estas ecuaciones deben ser validadas en poblaciones de características biológicas y clínicas similares para tener resultados precisos y exactos¹⁵.

Sin embargo, este método presenta algunas limitaciones, como su falta de validez en situaciones en las que exista una alteración en el estado de hidratación o en la geometría corporal, en casos de IMC extremos, o en presencia de implantes o prótesis metálicas²⁶.

BIVA

Es aquella modalidad de BIA en la que los valores de la X_c y la R obtenidos son normalizados por la altura del sujeto. Los resultados se representan como un vector bivariante en un eje de coordenadas, de modo que se puede evaluar la hidratación y la masa celular sin necesidad de aplicar modelos predictivos²⁷ (Figura 5). La longitud del vector indica el grado de hidratación (corto: sobrehidratación, y largo: deshidratación), mientras que la dirección del vector indica masa celular activa (un ángulo de fase pequeño indica malnutrición-caquexia-anorexia, mientras que uno grande es característico de sujetos obesos y atléticos).

Con esta modalidad el error del método depende exclusivamente de la variabilidad biológica de los sujetos²⁴, no influyendo en el resultado ni las alteraciones en la hidratación ni en la geometría corporal¹⁵. Sin embargo, dada la novedad del modelo, aún se requieren estándares de referencia con los que comparar a los sujetos valorados²⁷.

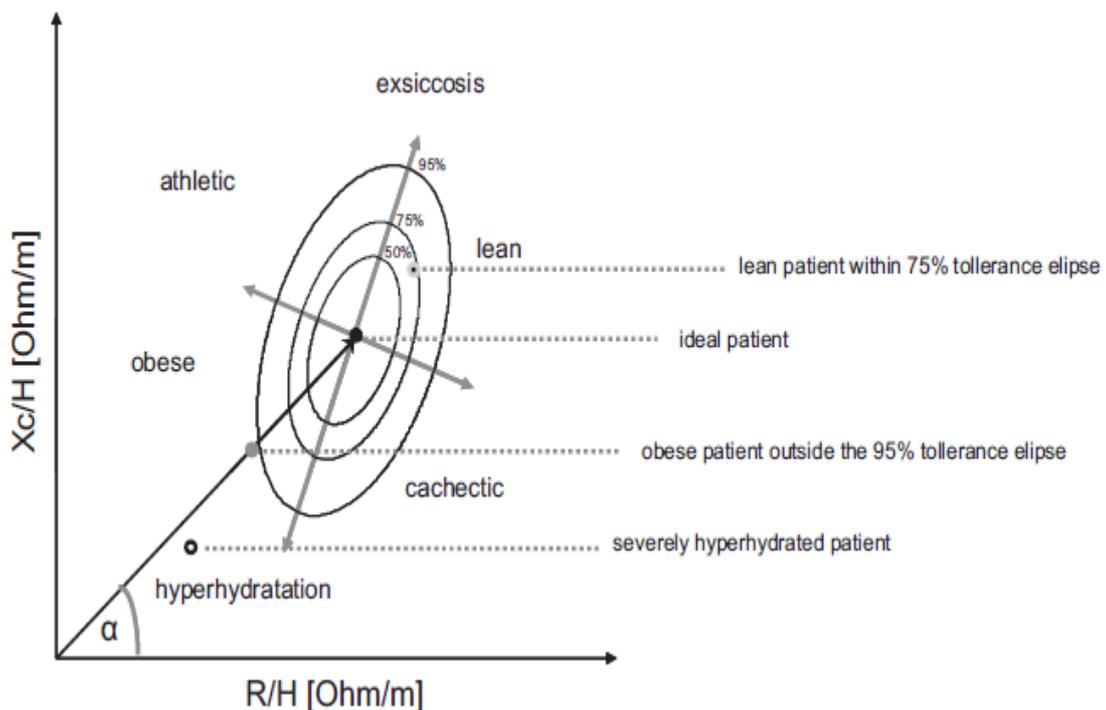


Figura 5: Gráfico RX_c de BIVA²⁸.



2. OBJETIVO

2.1. Objetivo general

Comparar la composición corporal valorada por análisis de bioimpedancia en sus distintas modalidades en función de la catalogación nutricional establecida con el índice de masa corporal en un grupo de ancianos institucionalizados.

2.2. Objetivos específicos

- Analizar la composición corporal estimada por bioimpedancia convencional en un grupo de ancianos institucionalizados en función de la catalogación nutricional establecida con el índice de masa corporal.
- Analizar la composición corporal por análisis vectorial de bioimpedancia en un grupo de ancianos institucionalizados en función de la catalogación nutricional establecida con el índice de masa corporal.
- Comparar la composición corporal evaluada por las dos vertientes del análisis de bioimpedancia.



3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Diseño

Se ha realizado un estudio observacional transversal.

3.2. Sujetos

El estudio se llevó a cabo con una muestra de ancianos institucionalizados del Centro Asistencial San Juan de Dios (Palencia) y de la Residencia Provincial Cardenal Marcelo (Valladolid).

Como criterios de inclusión se admitieron aquellos pacientes que estuviesen dispuestos a participar en el estudio. Se excluyeron los sujetos con prótesis o implantes metálicos, aquellos que estuvieran cursando un proceso agudo, los que hubieran perdido más del 5% de su peso en el último mes, los que presentaran un índice de masa corporal mayor de $33,8 \text{ kg/m}^2$ o menor de 17 kg/m^2 y signos clínicos de deshidratación (signo del pliegue) y/o edemas.

Los participantes fueron debidamente informados sobre el objetivo del estudio y el protocolo de recogida de información. Todos firmaron el consentimiento informado (Anexo 1).

Finalmente se seleccionaron 38 sujetos.

3.3. Metodología

La recogida de información tuvo lugar entre los meses de febrero y marzo del curso académico 2014-2015. Se acudió en diferentes jornadas a cada uno de los centros para tomar todas las medidas. Para evaluar a los ancianos de la Residencia Cardenal Marcelo se aprovechó el período de prácticas de la alumna autora de este TFG.

3.3.1. Recogida de datos generales

Las principales variables descriptivas de la muestra se obtuvieron a partir de las historias clínicas. Se recogieron aquellos datos con influencia sobre el estado general de salud en los pacientes geriátricos, registrando patologías con influencia sobre el estado nutricional.



3.3.2. Antropometría

3.3.2.1. Determinaciones antropométricas

Todas las medidas fueron realizadas por el mismo explorador, siguiendo el protocolo establecido por la SENPE y la SEGG en su documento de consenso sobre la valoración nutricional en el anciano²⁹. Se hicieron dos medidas consecutivas de cada uno de los parámetros, tomando como valor final en cada caso, la media aritmética de los valores obtenidos. Se determinaron las siguientes medidas:

- *Peso corporal (kg)*

Se determinó con una báscula SECA (Hamburgo, Alemania), con una precisión de 100 g. Los sujetos se colocaron de pie, en ropa interior y descalzos, en el centro de la plataforma de la báscula, en posición estándar erecta, con las manos en los laterales del cuerpo, la mirada al frente y de espaldas al registro de medida, de manera que se distribuyese el peso por igual en ambas piernas. La lectura se realizó en el momento en el que el aparato mostraba un valor estable.

- *Talla (cm)*

Se utilizó un tallímetro SECA (Hamburgo, Alemania), con una precisión de 0,1 cm. Los voluntarios se colocaron de pie y descalzos sobre la plataforma del tallímetro, habiendo retirado previamente todos los complementos del pelo, con las piernas juntas y la espalda recta; los talones juntos y los dedos de los pies apuntando ligeramente hacia fuera en un ángulo de 60°. Los talones, glúteos, espalda y región occipital debían contactar con el plano vertical del tallímetro, y la cabeza debía estar colocada según el plano de Frankfort. La plataforma horizontal del tallímetro se deslizó hasta contactar con la cabeza del sujeto, cuando éste realizaba una inspiración profunda, con presión suficiente como para comprimir el cabello.

- *Distancia talón-rodilla (cm)*

Se determinó con el paciente en posición de decúbito supino en una camilla o con el sujeto sentado en una silla, en ambos casos manteniendo la rodilla y el tobillo en ángulo de 90°. A partir de esta medida, se estimó la talla por medio de la ecuación de Chumlea et al³⁰.

$$\text{Varones} = (2,02 \times \text{altura rodilla}) - (0,04 \times \text{Edad}) + 64,19$$

$$\text{Mujeres} = (1,83 \times \text{altura rodilla}) - (0,24 \times \text{Edad}) + 84,88$$

- *Circunferencias o perímetros corporales (cm)*

Para la medición de las circunferencias corporales se empleó una cinta métrica metálica inextensible. Los sujetos se colocaron en posición antropométrica y la cinta métrica se colocó perpendicular al eje longitudinal del segmento a medir.



- Perímetro del brazo relajado

Es el perímetro máximo a nivel medio del brazo, en un punto intermedio entre el acromion y el punto radial con el codo extendido.

- Perímetro de la cintura (abdominal)

Es el perímetro localizado a la altura del ombligo.

- Circunferencia de la pantorrilla (máxima)

Es el perímetro máximo localizado sobre los gemelos, en un plano perpendicular al eje longitudinal de la pierna.

3.3.2.2. Cálculo de índices antropométricos derivados

a) Índice de masa corporal (IMC) (en kg/m²)

Este parámetro se considera de mayor interés epidemiológico como indicador de la adiposidad. Se calculó a partir de la fórmula de Quetelet:

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

La catalogación del IMC se realizó siguiendo la clasificación del consenso SEGG-SENPE²⁹ (Tabla 2).

Catalogación nutricional	IMC
Desnutrición	<18,5 kg/m ²
Peso insuficiente (riesgo de desnutrición)	21,9-18,5 kg/m ²
Normalidad	22-26,9 kg/m ²
Sobrepeso	27-29,9 kg/m ²
Obesidad	≥30 kg/m ²

Tabla 2: Catalogación nutricional en función del valor del IMC.



3.3.3. Análisis de bioimpedancia (BIA)

3.3.3.1. BIA convencional

El BIA de cuerpo entero se realizó con una configuración de electrodos tetrapolar en modo monofrecuencia a 50 kHz, siguiendo el protocolo estándar de Lukaski³¹. El set de electrodos señal (por los que se introduce la corriente) se colocó en la muñeca (en la línea media entre los procesos estiloides) y en el tobillo (en la línea media entre los maléolos) del hemicuerpo derecho. El segundo set de electrodos (detectores, los que recogen el voltaje) se colocó a 5 cm de los electrodos señal en las líneas metacarpofalángica y metatarsofalángica, respectivamente.

Las determinaciones se realizaron en situación de post-ingesta (al menos 2 horas después de comer). Durante la prueba los voluntarios permanecieron tumbados en posición de decúbito supino sobre una camilla de material no conductor, con los brazos ligeramente separados del cuerpo (formando aproximadamente un ángulo de 30°), con las piernas separadas de forma que los tobillos distaban al menos 20 cm y sin contacto entre los muslos. Todos los sujetos estaban vestidos, a excepción de zapatos y calcetines, y fueron despojados de cualquier objeto metálico.

3.3.3.2. Cálculo de la composición corporal por bioimpedancia

A partir de los parámetros bioeléctricos se realizó el análisis de composición corporal aplicando modelos de predicción específicos por edad y sexo.

a) Masa libre de grasa

En este estudio se seleccionó la ecuación de Kyle³²:

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

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

b) Masa grasa

Se calculó, teniendo en cuenta el modelo bicompartimental, mediante la fórmula:

$$MG = P - MLG$$

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



c) *Masa muscular esquelética*

Se calculó mediante la ecuación de Janssen³³:

$$\text{MME} = [(T^2/R \cdot 0,401) + (S \cdot 3.825) + (E \cdot (-0.071))] + 5.102$$

Donde MME: masa muscular esquelética (kg); T: talla (cm); R: resistencia (ohm); S: sexo (1=varón; 0=mujer); E: edad (años).

3.3.3.2.1. Cálculo de índices de composición corporal y z-scores

Una vez estimada la MG y la MLG, se calcularon los índices de masa grasa (IMG) y de masa libre de grasa (IMLG) como se indica a continuación:

$$\text{IMG (kg/m}^2\text{)} = \text{MG (kg)} / \text{Talla}^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{IMLG} = \text{MLG (kg)} / \text{Talla}^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

Las variables calculadas de composición corporal se compararon con los datos de referencia (percentiles de los IMG e IMLG de la población caucásica con edad comprendida entre 18 y 98 años)³⁴ mediante el cálculo de puntuación normalizada Z (*standard deviation score*). La puntuación Z indica la distancia (desviación estándar) de un valor individual con respecto a la media de una población de referencia. Se calcula restando el valor observado en un individuo del valor medio de la población de referencia y dividiendo el resultado por la desviación estándar de dicha población. Se obtiene un valor absoluto que permite su seguimiento objetivo y la comparación a distintas edades y sexos. La mayor ventaja de este sistema radica en que pueden aplicarse procedimientos estadísticos, como la media y la desviación estándar.

3.3.3.3. BIA vectorial (BIVA)

El BIVA fue utilizado para realizar el análisis semi-cuantitativo de la composición corporal. Los componentes del vector impedancia (R y Xc) fueron normalizados por la altura (H) de los sujetos valorados (R/H (ohm/m) y Xc/H (ohm/m), respectivamente) y representados en el gráfico R-Xc (eje de abscisas, R/H; eje de ordenadas, Xc/H).

Los vectores de impedancia individuales fueron confrontados con la distribución de los vectores de la población anciana sana de referencia (elipses de tolerancia al 50%, 75% y 95% sexo-específicas de la población anciana sana)³⁵.

Para comparar a los sujetos en función del IMC se utilizaron las elipses de confianza de cada subgrupo, que fueron calculadas con los vectores medios de impedancia de cada grupo.



3.3.4. Análisis estadístico

Las variables paramétricas se describieron como media (DS), y las variables que no seguían una distribución normal, como mediana (p5-p95, o el intervalo de percentiles más próximo que el tamaño muestral permitiera calcular). La normalidad de las variables se determinó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov o Shapiro-Wilk.

Para evaluar las diferencias en la composición corporal en función de la catalogación del IMC se empleó el ANOVA, y, si éste resultó positivo, contrastes a posteriori de Bonferroni. También se realizaron pruebas de tendencia lineal con el modelo lineal general con contraste polinómico.

Para comparar el BIVA entre los subgrupos establecidos de acuerdo a la catalogación nutricional se calculó la distancia de Mahalanobis (dM) y se utilizó el estadístico T^2 de Hotelling³⁶.

La significación estadística se alcanzó con $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS 19.0 para Windows.



4. RESULTADOS

4.1. Descripción de la muestra

El estudio contó con una muestra de 38 ancianos institucionalizados, de los cuales 28 eran hombres (73,68 %) y 10 eran mujeres (26,31 %). La media de edad fue de 77.5 (6.6) años, siendo la media de la edad de las mujeres superior a la de los varones (80.1 vs 76.5 años), sin significación estadística.

Las características antropométricas de la muestra, se recogen en la Tabla 3. Sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas en función del sexo para la talla y el IMC.

Variables	Todos (n=38)	Hombres (n=28)	Mujeres (n=10)
Peso (kg)	65.2 (10.7)	65.8 (10.1)	63.4 (12.5)
Talla (m)	1.57 (0.1)	1.61 (0.09)*	1.49 (1.45 – 1.51)
IMC (kg/m ²)	26.4 (4.05)	25.5 (3.4)*	28.9 (4.7)
CB (cm)	28.6 (3.7)	28.2 (3.4)	29.8 (4.3)
CCi (cm)	97.3 (10.8)	96.7 (9.7)	99.0 (14.0)
CM (cm)	45.9 (4.1)	45.4 (4.0)	47.4 (4.2)
CP (cm)	33.2 (2.6)	32.9 (2.6)	33.8 (2.6)

IMC, índice de masa corporal; CB, circunferencia del brazo; CCi, circunferencia de la cintura; CM, circunferencia del muslo; CP, circunferencia de la pantorrilla.

Los resultados se muestran como media (DE) o mediana (intervalo intercuartil).

*diferencias estadísticamente significativas con respecto a las mujeres ($p < 0.05$).

Tabla 3: Características antropométricas de la muestra.

4.2. Catalogación nutricional de la muestra

La Figura 6 resume la catalogación de los sujetos analizados en función del IMC. Ninguno de los ancianos estaba malnutrido.

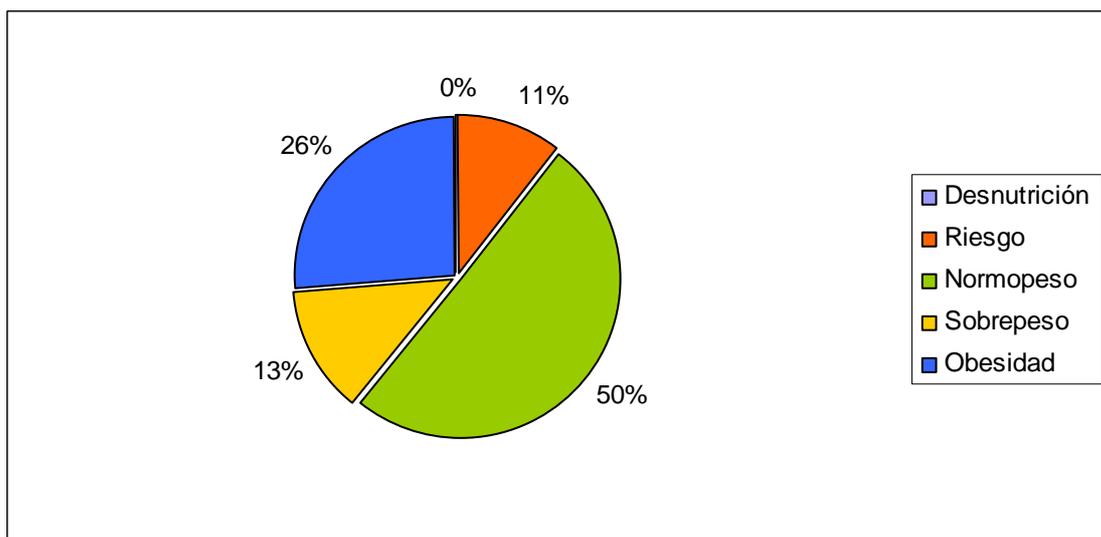


Figura 6: Catalogación nutricional en función del IMC de la muestra total.



La Tabla 4 recoge la catalogación de los sujetos en función del IMC por sexo. Se observa que el 39,5% de los individuos presentaba sobrepeso u obesidad, especialmente a expensas de las mujeres (el 70% de ellas).

Catalogación	Hombres (n=28)	Mujeres (n=10)
Desnutrición	0 (0.0)	0 (0.0)
Riesgo de desnutrición	3 (10.7)	1 (10.0)
Normopeso	17 (60.7)	2 (20.0)
Sobrepeso	3 (10.7)	2 (20.0)
Obesidad	5 (17.9)	5 (50.0)

Los resultados se muestran como frecuencia absoluta y relativa (%).

Tabla 4: Catalogación nutricional en función del IMC.

La Tabla 5 presenta la catalogación de los sujetos en función del perímetro de la cintura, tanto del grupo completo, como por sexo.

Catalogación	Todos (n=38)	Hombres (n=28)	Mujeres (n=10)
Normalidad	13 (34.2)	11 (39.3)	2 (20.0)
Obesidad abdominal	25 (65.8)	17 (60.7)	8 (80.0)

Los resultados se muestran como frecuencia absoluta y relativa (%).

Tabla 5: Catalogación nutricional en función de la circunferencia de la cintura.

4.3. Características bioeléctricas de la muestra

Las variables bioeléctricas de la muestra, recogidas en la Tabla 6, son necesarias para el cálculo de la composición corporal por BIA.

Variables	Todos (n=38)	Hombres (n=28)	Mujeres (n=10)
R (Ohm)	528.3 (58.5)	524.8 (59.9)	538.3 (56.3)
Xc (Ohm)	47.2 (8.3)	47.3 (7.6)	47.1 (10.4)
Z (Ohm)	530.5 (58.8)	526.9 (60.1)	540.4 (56.7)
PhA (grados)	5.1 (0.7)	5.16 (0.7)	5.0 (0.8)
R/H (Ohm/m)	337.5 (45.5)	327.9 (45.9)*	364.3 (33.4)
Xc/H (Ohm/m)	30.2 (5.9)	29.6 (5.4)	31.9 (7.0)

R, resistencia; Xc, reactancia; Z, impedancia; PhA, ángulo de fase; R/H, resistencia/talla; Xc/H, reactancia/talla.

Los resultados se muestran como media (DE).

*diferencias estadísticamente significativas con respecto a las mujeres ($p < 0.05$).

Tabla 6: Características bioeléctricas de la muestra.



4.4. Composición corporal de la muestra

La Tabla 7 recoge las variables de composición corporal estimadas, así como los índices derivados calculados: índices de MLG, MG y MME y puntuaciones normalizadas (Z-score).

Variables	Todos (n=38)	Hombres (n=28)	Mujeres (n=10)
MG (%)	30.6 (7.7)	27.5 (5.1)*	40.8 (36.7 – 44.2)
MLG (%)	69.4 (7.7)	72.5 (5.1)*	59.2 (55.8 – 63.3)
MME (%)	33.3 (6.4)	36.1 (4.2)*	23.9 (22.4 – 27.7)
IMG (kg/m ²)	8.32 (3.3)	6.31 (2.2)*	11.6 (3.7)
IMLG (kg/m ²)	18.1 (1.5)	18.3 (1.5)	17.3 (1.4)
IMME (kg/m ²)	8.6 (1.1)	9.1 (0.8)*	7.3 (0.7)
Z-IMG (SD)	0.56 (1.1)	0.47 (1.1)	0.79 (1.2)
Z-IMLG (SD)	-0.14 (1.1)	-0.45 (1.0)*	0.72 (0.9)
Z-IMME (SD)	-0.43 (0.8)	-0.65 (0.7)*	0.19 (0.7)

MG, masa grasa; MLG, masa libre de grasa; MME, masa muscular esquelética; IMG, índice de masa grasa; IMLG, índice de masa libre de grasa; IMME, índice de masa muscular esquelética; Z-IMG, z-score del IMG; Z-IMLG, z-score del IMLG; Z-IMME, z-score del índice de masa muscular esquelética (grupo de referencia: población anciana).

Los resultados se muestran como media (DE) o *mediana (intervalo intercuartil)*.

*diferencias estadísticamente significativas con respecto a las mujeres ($p < 0.05$).

Tabla 7: Composición corporal de la muestra.

Se han observado diferencias estadísticamente significativas en las Z-IMLG y Z-IMME en función del sexo; siendo ambas superiores en mujeres. La Z-IMG también lo es, aunque no alcanza la significación estadística.

4.5. Composición corporal en función de la catalogación nutricional por IMC

Se encontraron resultados estadísticamente significativos en los IMG, IMLG e IMME, normalizados por Z-score, en función de su catalogación del IMC (Tabla 8). Los sujetos en normopeso presentaron una disminución de la MLG y la MME, con MG dentro de la normalidad. Los ancianos con sobrepeso y obesidad tenían reducida la MME.

Variables	Riesgo de desnutrición (n=4)	Normopeso (n=19)	Sobrepeso (n=5)	Obesidad (n=10)
Z-IMG (SD)	-1.20 (0.5) ^{a,b,c}	0.10 (0.6) ^{b,c}	0.95 (0.2) ^c	1.92 (0.7)
Z-IMLG (SD)	-1.58 (0.5) ^{b,c}	-0.63 (0.8) ^{b,c}	0.32 (0.3)	1.12 (0.5)
Z-IMME (SD)	-0.93 (0.5)	-0.66 (0.8) ^c	-0.26 (0.2)	0.13 (0.7)

Z-IMG, z-score del IMG; Z-IMLG, z-score del IMLG; Z-IMME, z-score del IMME.

Los resultados se muestran como media (DE).

^adiferencias estadísticamente significativas con respecto a los sujetos en normopeso ($p < 0.05$).

^bdiferencias estadísticamente significativas con respecto a los sujetos con sobrepeso ($p < 0.05$).

^cdiferencias estadísticamente significativas con respecto a los sujetos con obesidad ($p < 0.05$).

Tabla 8: Composición corporal en función del IMC.



Las Figuras 7 a 12 muestran los índices de MLG, MG y MME y las puntuaciones normalizadas Z-score de los IMLG, IMG e IMME en función de la catalogación nutricional en base al IMC. Las pruebas de tendencia lineal indicaron significación estadística ($p < 0.001$) para el IMG, el IMLG, la Z-IMG, la Z-IMLG y la Z-IMME.

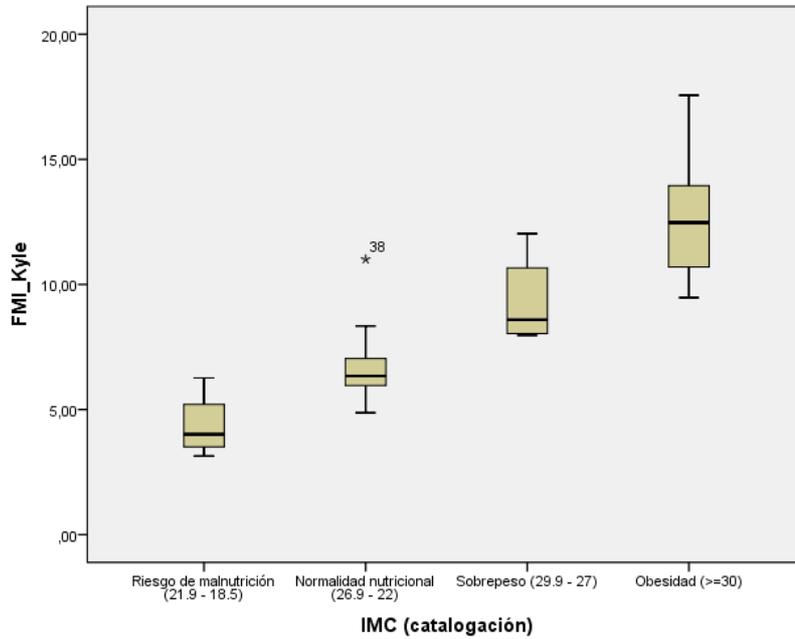


Figura 7: Índice de MG en función de la catalogación nutricional por IMC.

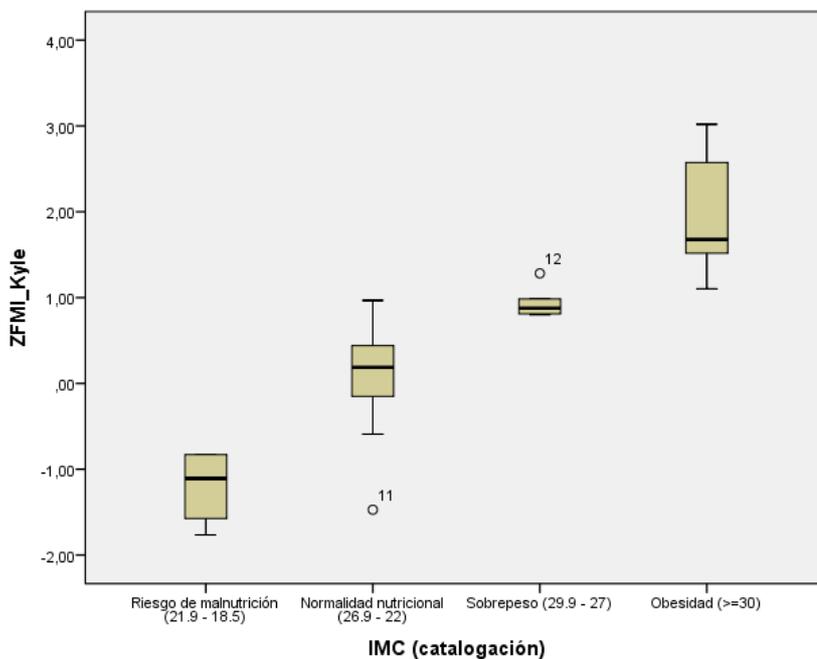


Figura 8: Z-score de IMG en función de la catalogación nutricional por IMC.

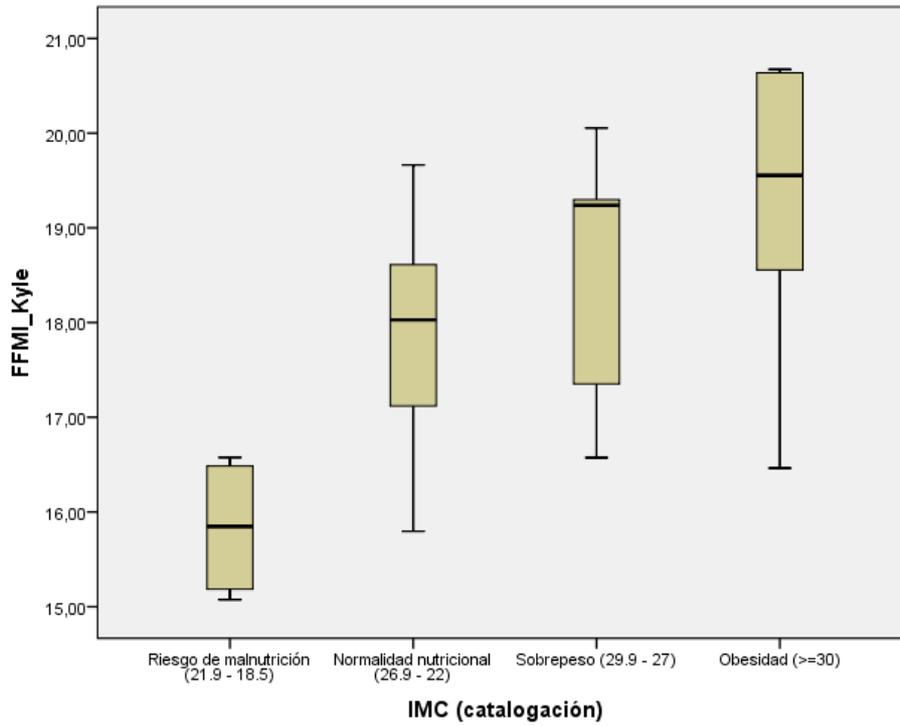


Figura 9: Índice de MLG en función de la catalogación nutricional por IMC.

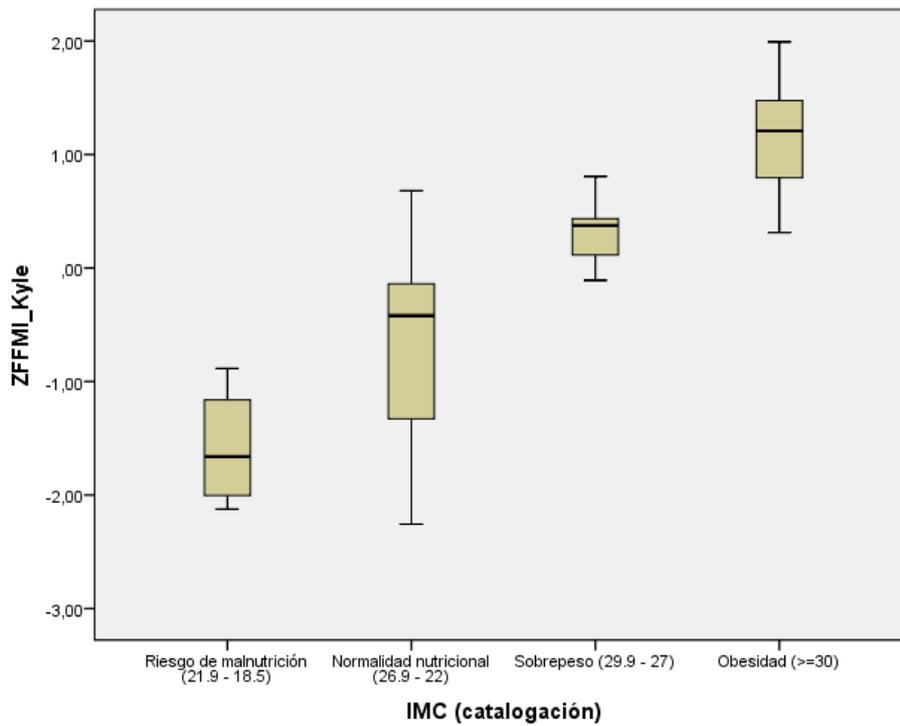


Figura 10: Z-score de IMLG en función de la catalogación nutricional por IMC.

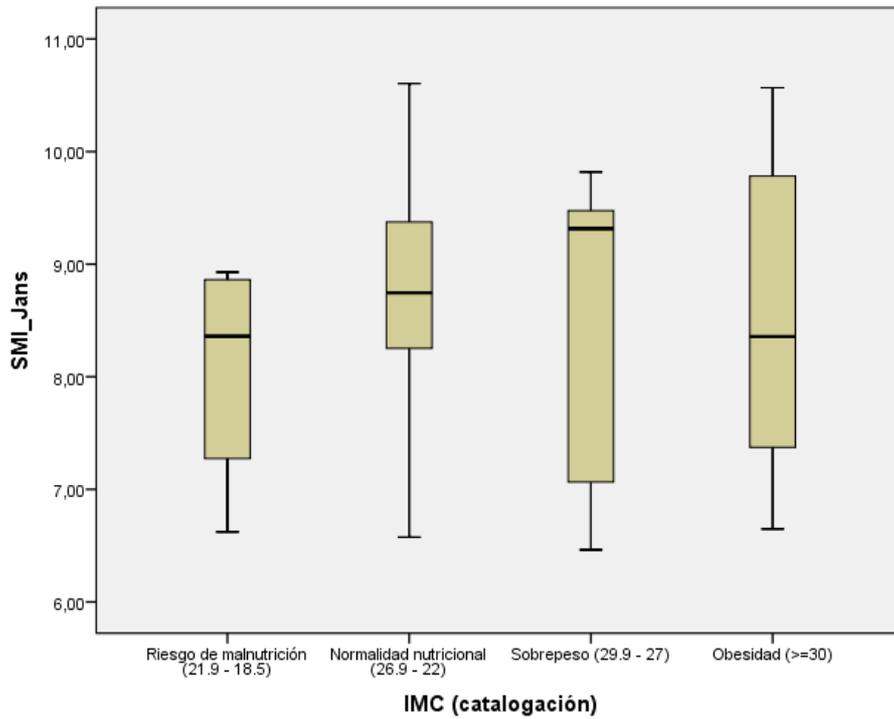


Figura 11: Índice de MME en función de la catalogación nutricional por IMC.

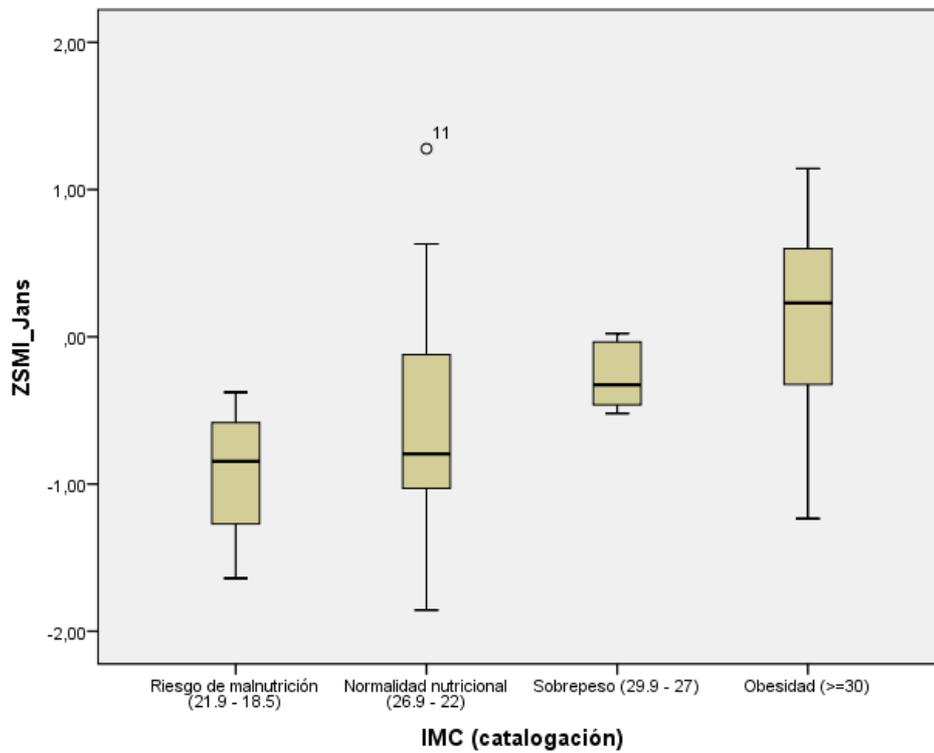
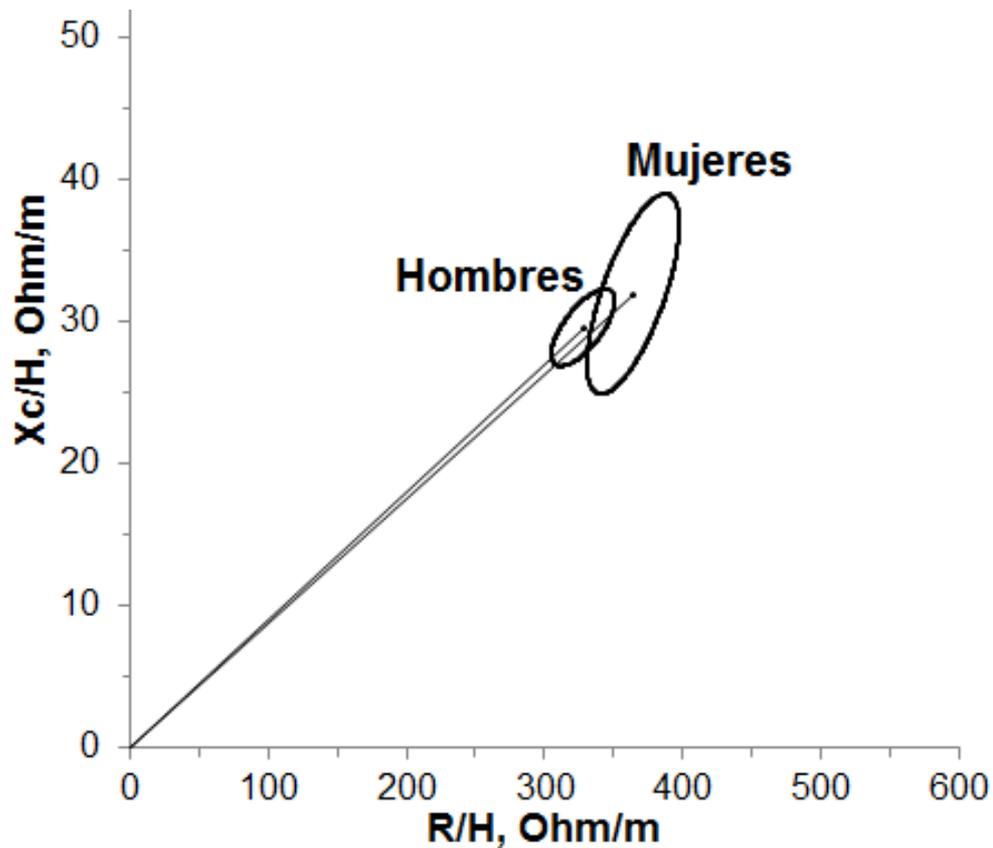


Figura 12: Z-score de IMME en función de la catalogación nutricional por IMC.



4.6. Composición corporal analizada mediante BIVA

Las elipses de confianza del análisis vectorial de BIA en función del sexo se muestran en la Figura 13. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.



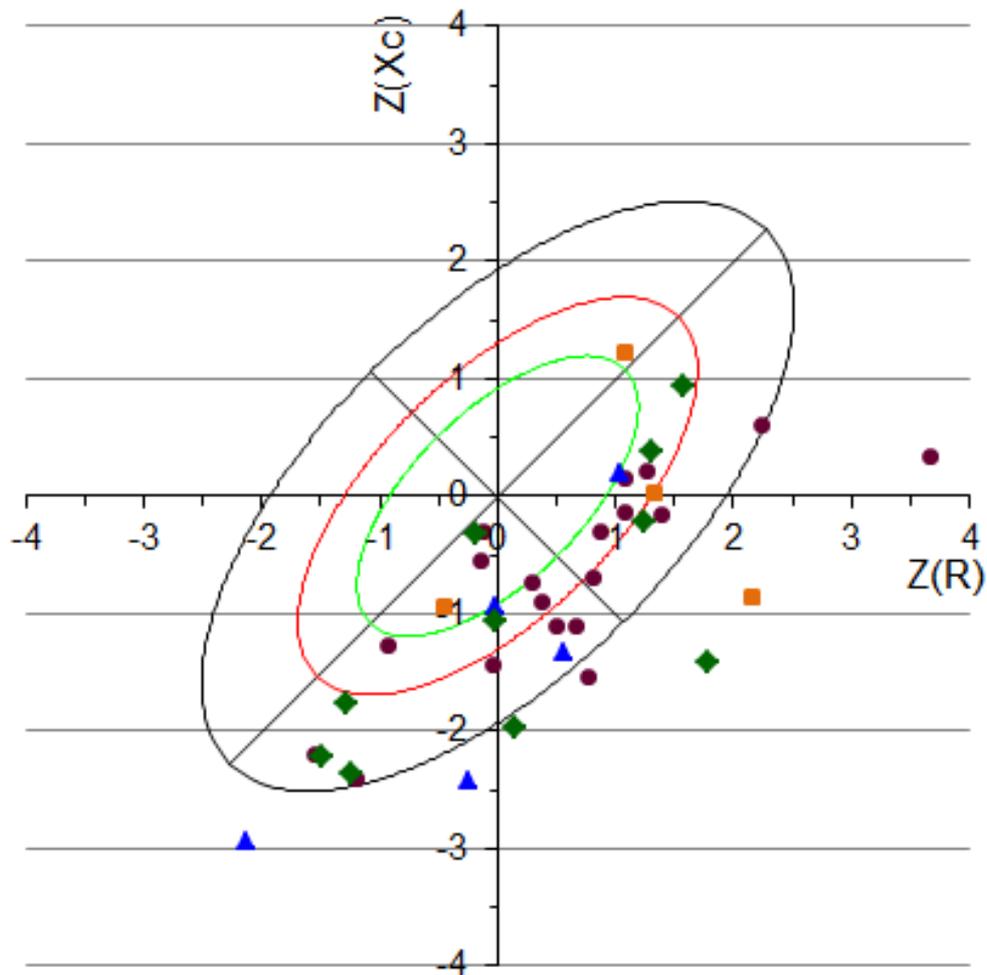
$T^2=5.6$; $F=2.7$; $D= 0.87$; $p=0.0782$

Figura 13: Elipses de confianza de BIVA en función del sexo.



También se construyeron las elipses de tolerancia de los ancianos en función de la catalogación nutricional por el IMC (Figura 14). Independientemente de la catalogación del IMC, la mayoría de los sujetos tiene valores de reactancia bajos; lo que no se ha observado con la resistencia.

En esta gráfica no se observa un patrón específico en función del IMC, sino que la mayoría de los sujetos se encuentran a la derecha, lo que indica un exceso de adiposidad.



- Cuadrados naranjas: riesgo de desnutrición (n=4)
- Círculos morados: normopeso (n=19)
- Triángulos azules: sobrepeso (n=5)
- Rombos verdes: obesidad (n=10)

Figura 14: BIVA Z-graph de los ancianos evaluados en función de la catalogación nutricional en base al IMC.



5. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este trabajo fue comparar la composición corporal valorada por análisis de bioimpedancia en sus distintas modalidades en función de la catalogación nutricional establecida con el índice de masa corporal en un grupo de ancianos institucionalizados.

La muestra estuvo formada por 38 ancianos institucionalizados, de los cuales 28 (73,68%) eran hombres y 10 (26,31%) mujeres. La edad media fue superior en las mujeres (76.5 vs 80.1 años), lo que coincide con lo documentado en otros estudios similares^{26, 37}. Esto se debe a que, en nuestro país, la esperanza de vida es superior en mujeres².

De acuerdo con la catalogación nutricional establecida por el IMC, la muestra evaluada presentó, como promedio, valores de IMC que indicaban normalidad nutricional (26,4 kg/m²) en base al consenso de la SEGG-SENPE²⁹. No obstante, las mujeres tuvieron un IMC superior al de los varones (28,9 vs. 25,5 kg/m²). Por tanto, se observa una elevada prevalencia de sobrepeso y obesidad en las mujeres, y mayor normalidad nutricional en los varones, lo que ya se ha documentado en otros trabajos realizados con ancianos institucionalizados. Camina et al⁴⁰ observaron una prevalencia de obesidad del 14,75 % en mujeres, mientras que ningún varón se catalogó como obeso. En su muestra, el 65% de los varones y el 52,94% de las mujeres presentó normalidad nutricional, catalogada mediante el IMC. Por otra parte, Slee et al³⁸ documentaron valores promedio de IMC en mujeres de 28,5 kg/m² frente a 24,7 kg/m² en varones. Sin embargo, otros autores, como Marini et al³⁹, no observaron diferencias en el IMC medio en función del sexo (26,85 kg/m² en mujeres y 26,22 kg/m² en varones).

También es llamativa la discordancia observada en la catalogación nutricional de los varones en función del criterio utilizado. El IMC cataloga al 28,6% de los hombres como sujetos con sobrepeso y obesidad, mientras que los puntos de corte de la circunferencia de la cintura evidencian que un 60,7% de los varones presentan obesidad abdominal. En el caso de las mujeres, los resultados obtenidos a través de estos dos indicadores son más acordes: un 70% y un 80% de las mujeres tenían obesidad y exceso de adiposidad abdominal de acuerdo con el IMC y la CCI, respectivamente.

Estas discordancias observadas entre el IMC y la CCI en la muestra evaluada revelan la necesidad de implementar el análisis de composición corporal en la valoración nutricional del paciente geriátrico, ya que, dada la elevada adiposidad abdominal registrada, es posible que el IMC esté enmascarando una depleción considerable del compartimento corporal libre de grasa. Los resultados del BIA convencional corroboran este aspecto, ya que los valores medios de las Z-scores del IMG y del IMME fueron 0.56 y -0.43 DE, respectivamente, lo que es compatible con una situación de obesidad sarcopénica leve. Estos datos coinciden con los obtenidos en trabajos previos⁴¹ donde se observaron valores de Z-IMG y de Z-IMLG de -0,04 y -1,22 DE, respectivamente, en ancianos aparentemente normonutridos según el IMC.

A este respecto, estudios recientes muestran que, en el anciano sano y con diversas patologías, la presencia de sobrepeso y la obesidad en base al IMC se relaciona con mayor supervivencia^{42, 43}, lo que ha sido denominado "paradoja de la obesidad". En dichos estudios se evidenció que los sujetos con sobrepeso u obesidad tenían mayor esperanza de vida que los sujetos con normopeso. Una de las posibles causas de este fenómeno es la composición corporal. En la muestra de estudio solo los sujetos con sobrepeso y con obesidad en base a los puntos de corte del IMC presentaban Z-scores de IMME normales, mientras que en los sujetos con normopeso o con riesgo de malnutrición se encontró una depleción considerable de la MME (Tabla 8), lo que a su vez se asocia con mayor riesgo de fragilidad, caídas y dependencia. Gómez-Cabello



et al⁴⁴ documentaron que el descenso de la masa muscular se acompañaba de una disminución de la calidad de vida de los ancianos, un mayor grado de dependencia y un aumento del riesgo de mortalidad; mientras que Van Bokhorst-de van der Schueren et al⁴⁵ asociaron la MN con el desarrollo de complicaciones y aumento del riesgo de mortalidad.

Los resultados obtenidos mediante la vertiente vectorial del análisis de bioimpedancia (BIVA) son acordes con los obtenidos a partir del BIA convencional, especialmente si se considera el IMME y el IMG. A pesar de que no se alcanzó significación estadística, las elipses de confianza muestran mayores valores de resistencia y reactancia normalizadas por altura en las mujeres, lo que sugiere mayor cantidad relativa de MG y de masa celular, que se compone mayoritariamente de MME.

Por otra parte, todos los vectores de impedancia individuales (Figura 14) de nuestra muestra se situaron a la derecha del eje mayor de las elipses de tolerancia, reflejando por tanto una depleción de la masa celular en toda la muestra de estudio, independientemente de la catalogación obtenida por medio del IMC. Además, también se observó que la mayor parte de los sujetos con sobrepeso y obesidad se encontraron en el cuadrante inferior derecho, mientras que la mayoría de los sujetos con normopeso y riesgo de desnutrición se encontraron en el cuadrante superior derecho. Este patrón de migración en los vectores de impedancia es característico de los sujetos con sarcopenia (cuadrante inferior derecho) y obesidad sarcopénica (cuadrante superior derecho). Marini et al³⁹ observaron un patrón de migración de los vectores de BIVA similar mediante BIVA específica.

Limitaciones

La principal limitación de este estudio es el reducido tamaño muestral. Sin embargo, se trata de un estudio piloto que va a continuar en los próximos años.



6. CONCLUSIONES

1. El índice de masa corporal no es útil para la catalogación del estado nutricional en ancianos institucionalizados.
2. El perímetro de la cintura aporta más información sobre la adiposidad que el IMC, aunque tampoco es un índice válido en la catalogación nutricional de este colectivo.
3. El análisis de composición corporal mediante bioimpedancia convencional (BIA) permite una catalogación del estado nutricional más precisa.
4. El análisis de composición corporal mediante bioimpedancia vectorial (BIVA) detecta cambios en los compartimentos corporales no identificados por los indicadores más utilizados en la práctica clínica en ancianos institucionalizados, incluida el BIA convencional.



7. BIBLIOGRAFÍA

1. Robles Raya 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: 25-32.
2. Instituto Nacional de Estadística (INE) [Página principal en internet]. Esperanza de vida. [Actualizado: 20 may 2015; consultado 23 may 2015]. Disponible en: <http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259926380048&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios/PYSLayout>.
3. Organización Mundial de la Salud (OMS) [Página principal en internet]. Envejecimiento y ciclo de vida. [Actualizado Abr 2012; Consultado 31 marzo 2015]. Disponible en: <http://www.who.int/features/factfiles/ageing/ageing_facts/es/>
4. Instituto Nacional de Estadística (INE) [Página principal en internet]. Proyección población española 2014-2064. Nota de prensa. [Actualizado: 28 oct 2014; consultado 31 marzo 2015]. Disponible en: <<http://www.ine.es/prensa/np870.pdf>>.
5. García de Lorenzo y Mateos A, Ruipérez Cantera Introducción. En Valoración nutricional en el anciano. Recomendaciones prácticas de los expertos en geriatría y nutrición. (SENPE y SEGG). Madrid: Galénitas-Nigra Trea; 2007, pp 11-14.
6. Abajo del Álamo C, García Rodicio S, Calabozo Freile B, Ausín Pérez L, Casado Pérez J, Catalá Pindado MA. Protocolo de valoración, seguimiento y actuación nutricional en un centro residencial para personas mayores. Nutr Hosp. 2008; 23 (2): 100-4.
7. Guerrero-Segundo M, Mayor M.C. Correlación entre la antropometría con la presencia de desnutrición en el paciente anciano. Sanid Milit Mex. 2012; 66 (1): 17-28.
8. Hickson M. Review malnutrition and ageing. Postgrad Med J. 2006; 82:2-8.
9. Caballero García JC, Benítez Rivero J. Manual de atención desnutrido en el nivel primario de salud. Madrid: Ergon; 2011.
10. Council of Europe-Committee of Ministers. Resolution ResAP (2003) on food and nutritional care in hospitals.
11. Jiménez Sanz M, Fernández Viadero C, Verduga Vélez R, Crespo Santiago D. Valores antropométricos en una población institucionalizada muy anciana. Nutr. Hosp. 2002; XVII (5):244-250.



12. Cuesta Triana F. Cuestionarios estructurados de valoración del riesgo nutricional. En: Valoración nutricional en el anciano. Recomendaciones prácticas de los expertos en geriatría y nutrición (SENPE y SEGG). Madrid: Galénitas-Nigra Trea; 2007, pp. 141-171.
13. Cuesta Triana F.M, Matía Martín P. Detección y evaluación del anciano con desnutrición o en riesgo. Nutr Hosp Suplementos. 2011; 4 (3):15-27.
14. Organización Mundial de la Salud, The use and interpretation of Anthropometry. Expertc Comité. WHO. Technical Report Series Nº 854. Geneva, 1995.
15. Camina Martín MA, de Mateo Silleras B, Redondo del Río MP. Body composition analysis in older adults with dementia. Anthropometry and bioelectrical impedance analysis: a critical review. Eur J Clin Nutr. 2014; 68: 1228-33.
16. Thomas J M, Cooney Jr L M, Fried T R. Systematic review: health-related characteristics of elderly hospitalized patients and nursing home residents associated with short-term mortality. J Am Geriatr Soc. 2013; 61 (6): 902-11.
17. García Peris P, Bretón Lesmes I. Composición corporal. En: Valoración nutricional en el anciano. Recomendaciones prácticas de los expertos en geriatría y nutrición. (SENPE y SEGG). Madrid: Galénitas-Nigra Trea; 2007, pp. 97-122.
18. Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Friedl K et al. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. Am J Clin Nutr 2003; 77: 331-40.
19. Ellis JK. Human Body Composition: In Vivo Methods. Physiol Rev.2000; 80: (2) 649-80.
20. Martin AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP. Predicción sobre tejido adiposo corporal mediante técnica de calibre para pliegues cutáneos: suposiciones y evidencia cadavérica. Int J Obesity. 1985; 9:31-9.
21. Chumlea C, Baumgartner R. Status of anthropometry and body composition data in the elderly subjects. Am J Clin Nutr. 1989; 50:1158-66.
22. Martín Moreno V, Gómez JB, Antoranz MJ. Medición de la grasa corporal mediante impedancia bioeléctrica, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas. Análisis comparativo. Rev Esp Salud Pública 2001; 75: 221-36.



23. Lukaski HC. Evolution of bioimpedance: a circuitous journey from estimation of physiological function to assessment of body composition and a return to clinical research. *Eur J Clin Nutr.* 2013; 67:S2-S9.
24. Kyle U G, Bosaeus I, de Lorenzo A. D, Deurenberg P, Elia M, Gómez J. M et al. Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004; 23: 1226-43.
25. Codognotto M, Piazza M, Frigatti P, Piccoli A. Influence of localized edema on whole-body and segmental bioelectrical impedance. *Nutrition.* 2008; 24: 569-574.
26. Norman K, Smoliner C, Kilbert A, Valentini L, Lonchs H et Pirlich M. Disease-related malnutrition but not underweight by BMI is reflected by disturbed electric tissue properties in the bioelectrical impedance vector analysis. *Br J Nutr.* 2008; 100: 590-5.
27. Norman K, Smoliner C, Valentini L, Lonchs H, Pirlich M. Is bioelectrical impedance vector analysis of value in the elderly with malnutrition and impaired functionality? *Nutrition.* 2007; 23: 564-9.
28. Norman K, Stobaus N, Pirlich M, Bosy-westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis-clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr.* 2012; 1-8.
29. Wanden-Berghe C. Valoración antropométrica. En: valoración nutricional en el anciano. Recomendaciones prácticas de los expertos en geriatría y nutrición. (SENPE y SEGG). Madrid: Galénitas-Nigra Trea; 2007, pp. 77-96.
30. 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.
31. Lukaski HC. Assessment of body composition using tetrapolar impedance analysis. In: Whitehead RG, Prentice A, editors. *New techniques in nutritional research.* San Diego: Academic Press. 1991. pp. 303-15.
32. 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.
33. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol.* 2000; 89:465–71.
34. Schutz Y, Kyle UU, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002; 26: 953-60.



35. Piccoli A, Nigrelli S, Caberlotto A, Bottazzo S, Rossi B, Pillon L. Bivariate normal values of the bioelectrical impedance vector in adult and elderly populations. *Am J Clin Nutr.* 1995; 61: 269-70.

36. Hotelling H. The generalization of Student's ratio. *Ann Math Statist.* 1931; 2: 360-78.

37. Rosler A, Lehmann F, Krause T, Wirth R, von Renteln-Kruse W. Nutritional and hydration status in elderly subjects: clinical rating versus bioimpedance analysis. *Arch Gerontol Geriatrics.* 2010; 50 (3):e81-e85.

38. Slee A, Birch D, Stokoe D. Bioelectrical impedance vector analysis, phase-angle assessment and relationship with malnutrition risk in a cohort of frail older hospital patients in the United Kingdom. *Nutrition.* 2015; 132-37.

39. Marini E, Sergi G, Succa V, Saragat B, Sarti S, Coin A, Manzato E, Buffa R. Efficacy of specific bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) for assessing body composition in the elderly. *J Nutr Health Aging.* 2013; 17: 515-21.

40. Camina Martín MA, de Mateo Silleras B, Barrera Ortega B, Domínguez Rodríguez L, Redondo del Río MP. Specific bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) is more accurate than classic BIVA to detect changes in body composition and in nutritional status in institutionalised elderly with dementia. *Exp Gerontol.* 2014; 57: 264-71.

41. Camina Martín MA, de Mateo Silleras B, Carreño Enciso L, de la Cruz Marcos S, Miján de la Torre A, Redondo del Río MP. Cambios en la composición corporal en función del grado de demencia en un grupo de ancianos institucionalizados. *Nutr Hosp.* 2013; 28 (3): 1093-101.

42. Dixon JB, Egger GJ, Finkelstein EA, Kral JG, Lambert GW. "Obesity Paradox" misunderstands the biology of optimal weight throughout the life cycle. *Int J Obesity.* 2015; 39: 82-4.

43. Calabia J, Arcos E, Carrero JJ, Comas J, Vallés M. Does the obesity survival paradox of diálisis patients differ with age? *Blood Purif.* 2015; 39 (1-3): 193-9.

44. Gómez-Cabello A, Vicente Rodríguez G, Vila-Maldonado S, Casajus J.A, Ara I. Revisión envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España. *Nutr Hosp.* 2012; 27 (1):22-30.

45. Van Bokhorst-de van der Schueren MAE, Realino Guaitoli P, Jansma EP, de Vet HCW. A systematic review of malnutrition screening Tools for the nursing home setting. *JAMDA.* 2014; 15: 171-184.



ANEXO 1:

**IMPRESO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PARTICIPANTE
O SU REPRESENTANTE**

ESTUDIO VENA (Valoración del Estado Nutricional en Ancianos)

Yo, _____
(Nombre completo del participante)

- He leído la hoja de información que se me ha entregado.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio.
- He recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas.
- He recibido suficiente información sobre el estudio.
- He hablado con

(nombre del investigador)

- Comprendo que la participación es voluntaria.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
 - Cuando quiera.
 - Sin tener que dar explicaciones.
 - Sin que esto repercuta en sus cuidados médicos.

Y presto mi conformidad a participar en el estudio.

En _____, a ___/___/_____

Firma del participante
o de su representante

Firma del investigador

Según la ley 15/1999 de 13 de diciembre el consentimiento para el tratamiento de sus datos personales y para su cesión es revocable. Usted puede ejercer el derecho de acceso, rectificación y cancelación dirigiéndose al investigador, que lo pondrá en conocimiento de quien corresponda.