

ORIGINAL

Valor pronóstico de la bioimpedancia eléctrica en ancianos con riesgo nutricional ingresados en una unidad de convalecencia de un centro de atención intermedia



Jéssica Martínez Rodríguez ^{a,*}, Mateu Serra-Prat ^{a,b} y Elisabet Palomera Fanegas ^a

^a Consorci Sanitari del Maresme, Hospital de Mataró, Mataró, Barcelona, España

^b CIBER enfermedades hepáticas y digestivas (CIBEREHD), España

Recibido el 27 de noviembre de 2025; aceptado el 9 de enero de 2026

Disponible en Internet el 26 de febrero de 2026

PALABRAS CLAVE

Bioimpedancia;
Pronóstico;
Mortalidad;
Complicaciones
intra-hospitalarias;
Fragilidad;
Sarcopenia

Resumen

Introducción: La bioimpedancia eléctrica (BIA) es una técnica ampliamente utilizada en la práctica clínica, especialmente en el ámbito de la nutrición. Algunos de sus parámetros se han asociado con un mayor riesgo de malnutrición, sarcopenia y mortalidad.

Objetivo: Evaluar el valor pronóstico de los parámetros de la BIA en ancianos con riesgo de malnutrición ingresados en una unidad de convalecencia.

Métodos: Estudio observacional y prospectivo de seguimiento de una cohorte de ancianos con riesgo nutricional ingresados en una unidad de convalecencia, desde el ingreso hasta el alta hospitalaria. A todos ellos se les realizó una BIA durante la primera semana del ingreso. Las principales medidas del resultado fueron: complicaciones intra-hospitalarias, mortalidad intra-hospitalaria y días de estancia. También se valoró el estado nutricional (criterios GLIM), la sarcopenia (criterios EWGSOP2) y la fragilidad (criterios Frágil-VIG).

Resultados: Se reclutaron 142 pacientes (hombres 62%) de edad media 82,5 años (DE 7,58). El 57,7% presentó alguna complicación durante el ingreso, la estancia hospitalaria media fue de 45,0 días (DE 24,1) y la mortalidad intra-hospitalaria fue del 11,3%. Las complicaciones y la mortalidad intra-hospitalarias se asociaron en mujeres a menor ángulo de fase (AF) y mayores ratios ACT/MLG y AEC/AIC. La supervivencia fue significativamente menor cuando el AF al ingreso fue < 4,5° en hombres y < 4,0° en mujeres, así como cuando la ratio AIC/MLG fue < 0,33 en ambos sexos.

Conclusiones: El AF y un desbalance entre AEC y AIC parecen ser indicadores de mal pronóstico en ancianos ingresados en una unidad de convalecencia.

© 2026 SEEN y SED. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jmartinezro@csdm.cat (J. Martínez Rodríguez).

<https://doi.org/10.1016/j.endinu.2026.501775>

2530-0164/© 2026 SEEN y SED. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

KEYWORDS

Bioimpedance;
Prognosis;
Mortality;
In-hospital
complications;
Frailty;
Sarcopenia

Predictive value of bioelectrical impedance analysis for clinical outcomes in older adults at nutritional risk admitted to an intermediate care convalescent unit

Abstract

Background: Bioelectrical impedance analysis (BIA) is a widely used technique in clinical practice, especially in the field of nutrition. Some of its parameters have been associated with an increased risk of malnutrition, sarcopenia, and mortality.

Aim: To evaluate the prognostic value of BIA parameters in elderly people at risk of malnutrition admitted to a convalescent unit.

Methods: We conducted an observational and prospective study of older adults at nutritional risk admitted to a convalescent unit, followed from admission to hospital discharge. All of them underwent BIA within the first week of admission. The main outcome measures were in-hospital complications, in-hospital mortality, and length of stay. Nutritional status (GLIM criteria), sarcopenia (EWGSOP2 criteria), and frailty (Frail-VIG criteria) were assessed as well.

Results: 142 patients (62% men, mean age of 82.5 years (SD, 7.58) were recruited. A total of 57.7% exhibited complications during admission; the mean length of stay was 45.0 days (SD, 24.1), and the in-hospital mortality rate, 11.3%. In women, in-hospital complications and mortality were associated with a lower Phase Angle (PhA) and a higher total body water/fat free mass and extracellular water/intracellular water ratios. Survival was significantly lower when PhA on admission was $< 4.5^\circ$ in men and $< 4.0^\circ$ in women, as well as when the intracellular water/fat free mass ratio was < 0.33 in both sexes.

Conclusions: PhA and an imbalance between extracellular and intracellular water are indicators of poor prognosis in elderly patients admitted to a convalescent unit.

© 2026 SEEN y SED. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

Introducción

La fragilidad y la desnutrición son síndromes geriátricos frecuentes e interrelacionados. La fragilidad aumenta el riesgo de caídas, fracturas, complicaciones postoperatorias, discapacidad y muerte^{1,2} y multiplica por 3 el coste sanitario³. La desnutrición se relaciona con discapacidad física y cognitiva, aumento de las complicaciones médicas, peor evolución, más días de estancia hospitalaria, peor calidad de vida y aumento de los costes sanitarios⁴. Su prevalencia alcanza aproximadamente el 50% en ancianos ingresados en centros de rehabilitación geriátrica⁴. A pesar de sus graves consecuencias, la desnutrición a menudo se encuentra infradiagnosticada e infratratada, especialmente en adultos mayores con múltiples patologías crónicas⁴. En los últimos años, la valoración del estado nutricional ha incorporado técnicas de composición corporal y funcionalidad, como la bioimpedancia eléctrica (BIA), la ecografía nutricional, la dinamometría y los test funcionales.

La BIA es una técnica ampliamente utilizada en la práctica clínica, ya que es segura, no invasiva, rápida de realizar y de bajo coste. Se trata de un método indirecto para la estimación de la composición corporal, basado en la capacidad del cuerpo humano para transmitir la corriente eléctrica. Los parámetros eléctricos crudos de la impedancia son la resistencia (Rz) y la reactancia (Xc). La relación entre Rz y Xc se expresa a través del ángulo de fase (AF). Este parámetro ha ganado relevancia en los últimos años y se considera un indicador de la integridad de las membranas celulares y la salud celular. El AF disminuye con la edad, es menor

en mujeres y aumenta con el índice de masa corporal (IMC), por lo que también se utiliza el ángulo de fase estandarizado (AFE). El AF ha demostrado ser un buen indicador de morbilidad y mortalidad en muchas situaciones clínicas^{5,6} y en adultos mayores se ha asociado con malnutrición, sarcopenia, fragilidad, discapacidad y mortalidad^{6,7}. A través de fórmulas predictivas, la BIA permite estimar parámetros de composición corporal como el agua corporal total (ACT), el agua intracelular (AIC), el agua extracelular (AEC), la masa libre de grasa (MLG) o la masa grasa, entre otros. El efecto pronóstico de estos indicadores ha sido menos estudiado.

El objetivo de este estudio es analizar si los principales parámetros de la BIA realizada durante la primera semana de ingreso en un centro de atención intermedia (CAI) predicen las complicaciones y la mortalidad intrahospitalarias, así como la duración de la estancia hospitalaria en ancianos de 65 años o más con riesgo nutricional. Como objetivo secundario se plantea evaluar la asociación de los parámetros de la BIA con la fragilidad, la desnutrición y la sarcopenia.

Material y métodos

Diseño y población de estudio

Este es un estudio observacional de seguimiento de una cohorte de ancianos ingresados en la unidad de convalecencia del CAI *Antic Hospital Sant Jaume i Santa Magdalena* (Mataró, Barcelona) para realizar rehabilitación funcional. El estudio se realizó entre enero de 2023 y noviembre de

2024. Se incluyeron los pacientes de 65 años o más que presentaban riesgo nutricional según criterio clínico y fueron derivados a la unidad de dietética y nutrición. Se excluyeron los pacientes en fase final de vida, cuidados paliativos y/o con demencia avanzada (GDS > 5). Durante el periodo de estudio, la dietista-nutricionista valoró al 66,8% de los pacientes que ingresaron en la unidad de convalecencia del CAI, de los cuales el 19% cumplía criterios de selección y disponía de BIA realizada durante la primera semana de ingreso. La BIA forma parte de la valoración morfofuncional habitual que la dietista-nutricionista del centro realiza a los pacientes que son derivados por parte del equipo de geriatría y enfermería tras detectar riesgo nutricional. El Comité de Ética aprobó la realización del estudio en febrero de 2024 (CEIm CSdM 12/24) y eximió de obtener el consentimiento informado de los pacientes que habían estado ingresados entre enero de 2023 y febrero 2024 (reclutamiento retrospectivo de participantes). A partir de esta fecha se solicitó el consentimiento informado a todos los pacientes que se incluyeron de forma prospectiva en el estudio. Los participantes fueron seguidos hasta el alta hospitalaria para el análisis de las complicaciones intrahospitalarias y hasta el 31 de marzo de 2025 para el análisis de supervivencia. En todos los casos la recogida de datos se realizó a través de las historias clínicas.

Variables de estudio

El principal factor de estudio fueron los parámetros de la BIA. La BIA se realizó con un dispositivo monofrecuencia a 50 KHz y tetrapolar (Nutrilab, Akern SRL, Florencia, Italia) durante la primera semana de ingreso. La prueba se realizó en todos los pacientes a primera hora de la mañana, en posición decúbito supino y en ayunas. Los electrodos (BIVAtrodes, Akern SRL, Florencia, Italia) se colocaron en la mano y el pie del hemicuerpo derecho. En los pacientes con hemiplejía, heridas quirúrgicas, úlceras o vendajes en el dorso de la mano o del pie derecho, se realizó la prueba en el hemicuerpo contrario. Los resultados de la composición corporal se obtuvieron del software del fabricante (Bodygram, Akern SRL, Florencia, Italia), por lo que se desconocen las ecuaciones originales. Se registraron el AF, el AFE y los siguientes valores estimados: índice de masa celular corporal (IMCC, kg/m²), índice de MLG (IMLG, kg/m²), índice de masa muscular esquelética apendicular (IMMEA, kg/m²), ACT (%), ACT/MLG (%), AEC/AIC y AIC/MLG (l/kg). Según los rangos propuestos por Akern para ACT/MLG (Hydragram®), se ha considerado deshidratación cuando es inferior al 72,7% y sobrehidratación si es > 74,4%⁸. Para la medición de la altura y el peso corporal se utilizó una báscula digital de pie (Kern MPE-HM, Kern & Sohn, Alemania) y una báscula plataforma para sillas de ruedas (Kern MWS, Kern & Sohn, Alemania), según la capacidad de bipedestación de cada paciente. Cuando no fue posible medir al paciente, se utilizó la última altura registrada en su historia clínica.

Como principales medidas del resultado se consideraron las complicaciones durante el ingreso (infecciones, hemorragias, caídas u otras), los días de estancia hospitalaria, el destino al alta (domicilio, otros centros de atención intermedia o residencia geriátrica), la mortalidad intrahospitalaria y la supervivencia. Además, se registraron otras

variables que podían actuar como confusoras, como el nivel funcional al ingreso (según el índice de Barthel, la fuerza de prensión manual realizada con dinamómetro hidráulico Jamar y el test *Timed Up and Go* [TUG]), el diagnóstico de desnutrición realizado según los criterios GLIM, el de fragilidad según el índice Frágil-VIG y el de sarcopenia según el consenso de Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Adultos Mayores (EWGSOP2). Otras variables de estudio fueron la edad, el sexo, el motivo de ingreso, el servicio médico de procedencia, las comorbilidades, la polifarmacia y los parámetros analíticos más recientes al ingreso (proteínas totales, albúmina, colesterol, triglicéridos y proteína C reactiva).

Análisis estadístico

Todos los datos fueron registrados en una base de datos electrónica de forma disociada de cualquier variable personal o identificativa para su posterior depuración y análisis estadístico. Se realizó un análisis descriptivo de las principales características de la muestra de estudio utilizando medias y desviaciones típicas para variables numéricas y porcentajes para las variables categóricas. Para comparar los parámetros de la BIA (todos numéricos) entre las distintas categorías de las principales medidas del resultado (complicaciones, mortalidad, destino al alta, estado nutricional, fragilidad y sarcopenia) se utilizó el test de U de Mann-Whitney para la comparación de dos grupos y el test de Kruskal-Wallis para la comparación de 3 o más grupos, así como el análisis de regresión logística para la asociación con las complicaciones. Para comparar los parámetros de la BIA con los días de estancia en CAI se estimaron los coeficientes de correlación de Pearson o Spearman, según si seguían o no una distribución normal. Se realizaron análisis de supervivencia mediante tablas Kaplan Meier y se compararon las curvas de supervivencia según grupos de AF (< 4,5° o ≥ 4,5° para hombres y < 4° o ≥ 4° para mujeres), AIC/MLG (< 0,33 o ≥ 0,33 l/kg para ambos sexos) y IMMEA (< 7 o ≥ 7 kg/m² para hombres y < 5,5 o ≥ 5,5 para mujeres) mediante el test de log Rank. Se evaluó la validez diagnóstica de AF para detectar fragilidad, sarcopenia y malnutrición con el cálculo del área bajo la curva ROC (AUC).

El análisis de los valores brutos se realizó con toda la muestra, pero en el análisis de los valores estimados se excluyeron 26 pacientes a los que no fue posible pesar en el momento del ingreso debido a su situación clínica. En todos los análisis se consideró un nivel de significación estadística del 0,05.

Resultados

Características de la muestra

Se reclutaron 142 pacientes (88 hombres y 54 mujeres) con una edad media de 82,5 años (DE 7,58). Las características de la muestra se detallan en la [tabla 1](#). Los antecedentes patológicos más prevalentes fueron hipertensión arterial (83,8%), dislipemia (57,7%), insuficiencia renal crónica (43,7%) y diabetes mellitus (43,0%). Los principales servicios médicos de los que procedía la muestra fueron Medicina Interna (23,9%), Geriatria (21,8%), Neurolo-

Tabla 1 Características de la muestra

Características	N (%) o Media (DE)
<i>Hombres</i>	88 (62%)
<i>Edad (años)</i>	82,49 (DE 7,58)
<i>Polifarmacia (≥ 5 fármacos)</i>	123 (86,6%)
<i>N.º de fármacos</i>	8,85 (DE 3,64)
<i>Antecedentes patológicos</i>	
Hipertensión arterial	119 (83,8%)
Dislipemia	82 (57,7%)
Insuficiencia renal crónica	62 (43,7%)
Diabetes mellitus	61 (43,0%)
Insuficiencia cardíaca	45 (31,7%)
Disfagia orofaríngea	44 (31,0%)
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	25 (17,6%)
Ictus	22 (15,5%)
Deterioro cognitivo	17 (12,0%)
Enfermedades neurodegenerativas	8 (5,6%)
Cirrosis hepática	5 (3,5%)
<i>Parámetros analíticos</i>	
Proteínas totales (g/dL) (N = 107)	5,82 (DE 0,75)
Albumina (g/dL) (N = 106)	3,21 (DE 0,40)
PCR (mg/dL) (N = 82)	4,25 (DE 5,54)
Colesterol total (mg/dL) (N = 71)	149,53 (DE 38,95)
Triglicéridos (mg/dL) (N = 55)	148,36 (DE 82,58)
<i>Desnutrición (criterios GLIM)</i>	134 (94,4%)
Moderada	82 (61,2%)
Severa	52 (38,8%)
<i>Fragilidad (índice Fragil-VIG)</i>	106 (74,6%)
Inicial	57 (40,1%)
Intermedia	46 (32,4%)
Avanzada	3 (2,1%)
<i>Sarcopenia confirmada (EWGSOP2) (N = 105)</i>	56 (53,3%)
<i>Índice de Barthel (puntos)</i>	36,58 (DE 19)

gía (14,8%) y Traumatología (13,4%). Los motivos de ingreso más frecuentes fueron la recuperación funcional tras infecciones respiratorias (19,7%), ictus (11,3%) y fracturas de fémur (10,6%). La media del índice de Barthel al ingreso fue de 36,6 puntos (DE 19).

Descripción de los parámetros de la BIA

En la [tabla 2](#) se describen los parámetros de la BIA para ambos sexos. El AF medio fue de 4,1° (DE 0,7) en hombres y 3,8° (DE 0,6) en mujeres ($p=0,018$). Según la ratio ACT/MLG, el 64,6% de la muestra presentaba normohidratación, el 34,5% sobrehidratación y el 0,9% deshidratación. El 73,2% de los hombres y el 33,3% de las mujeres ($p<0,001$) presentaban baja masa muscular según los puntos de corte de EWGSOP2 para el IMMEA. Las mujeres presentaban mayor IMC pero menor IMCC, IMMEA y ratio AIC/MLG que los hombres, siendo estas diferencias estadísticamente significativas.

Complicaciones intrahospitalarias

El 57,7% de la muestra presentó alguna complicación durante el ingreso (66,7% de las mujeres y 52,3% de los hombres; $p=0,116$) y el 12,7% de los pacientes requirió derivación al hospital de agudos para completar el diagnóstico y tratamiento de las mismas. Las complicaciones infecciosas, principalmente respiratorias y del tracto urinario, fueron la complicación más frecuente (50,7%) y afectaron significativamente más a las mujeres que a los hombres (63,0% y 43,2%, respectivamente; $p=0,025$). Las mujeres que sufrieron alguna complicación durante el ingreso presentaron un AF y un AFE significativamente más bajo que las que no las sufrieron, así como unas ratios ACT/MLG y AEC/AIC superiores (ver [tabla 3](#)). Las mismas diferencias se han observado en las mujeres que padecieron complicaciones infecciosas (ver [apéndice A, en material adicional](#)). No se ha observado ninguna asociación significativa entre los parámetros de la BIA y las complicaciones intrahospitalarias en los hombres. Para el conjunto de la muestra, la ratio AIC/MLG (%) mostró un efecto sobre las complicaciones durante el ingreso con una OR=0,900 que no alcanzó la significación estadística ni en el análisis bivariado (IC 95%: 0,785-1,032; $p=0,131$), ni en el análisis multivariado, ajustado por edad y sexo (OR 0,908; IC 95%: 0,784-1,051; $p=0,195$).

Estancia hospitalaria y destino al alta

La estancia hospitalaria media fue de 45,0 (DE 24,1) días, sin diferencias entre sexos ($p=0,862$). La estancia media fue de 46,2 (DE 23,9) días en los pacientes con desnutrición y de 27,9 (DE 21,7) días en los pacientes sin desnutrición ($p=0,012$). El porcentaje de pacientes con un ingreso ≥ 31 días fue del 68,7% en los que presentaban desnutrición y del 25,0% en los que no presentaban desnutrición ($p=0,018$). En cuanto al destino al alta, el 75,4% de los pacientes pudo volver a domicilio, el 16,7% se trasladó a otros CAI y el 7,9% ingresó en una residencia geriátrica. Aunque las diferencias entre sexos no fueron estadísticamente significativas, cabe destacar que hubo más mujeres que ingresaron en una residencia en comparación con los hombres (14,9% y 3,8%, respectivamente, $p=0,069$). No se ha observado ninguna asociación significativa entre los distintos parámetros de la BIA al ingreso y la duración del ingreso ni el destino al alta (ver [apéndices B y C, en material adicional](#)).

Mortalidad intrahospitalaria y supervivencia

La tasa de mortalidad intrahospitalaria fue del 11,3% (10,2% en mujeres y 13,0% en hombres; $p=0,617$). En los hombres, ACT (%) fue menor en los que fallecieron durante el ingreso respecto a los que no fallecieron ($p=0,032$). En las mujeres, la mortalidad intrahospitalaria se relacionó con menor AF y AFE y mayores ratios ACT/MLG y AEC/AIC (ver [tabla 4](#)). El AF mostró un AUC para la predicción de mortalidad intrahospitalaria de 0,611 en hombres ($p=0,277$) y 0,822 en mujeres ($p=0,006$). Para el conjunto de la muestra, la ratio AIC/MLG fue de 0,30 (DE 0,03) en las personas que fallecieron y de 0,32 (DE 0,02) en las que no fallecieron ($p=0,092$).

La supervivencia al finalizar el periodo de estudio fue del 72,5% (tiempo medio de seguimiento 368 DE 203 días),

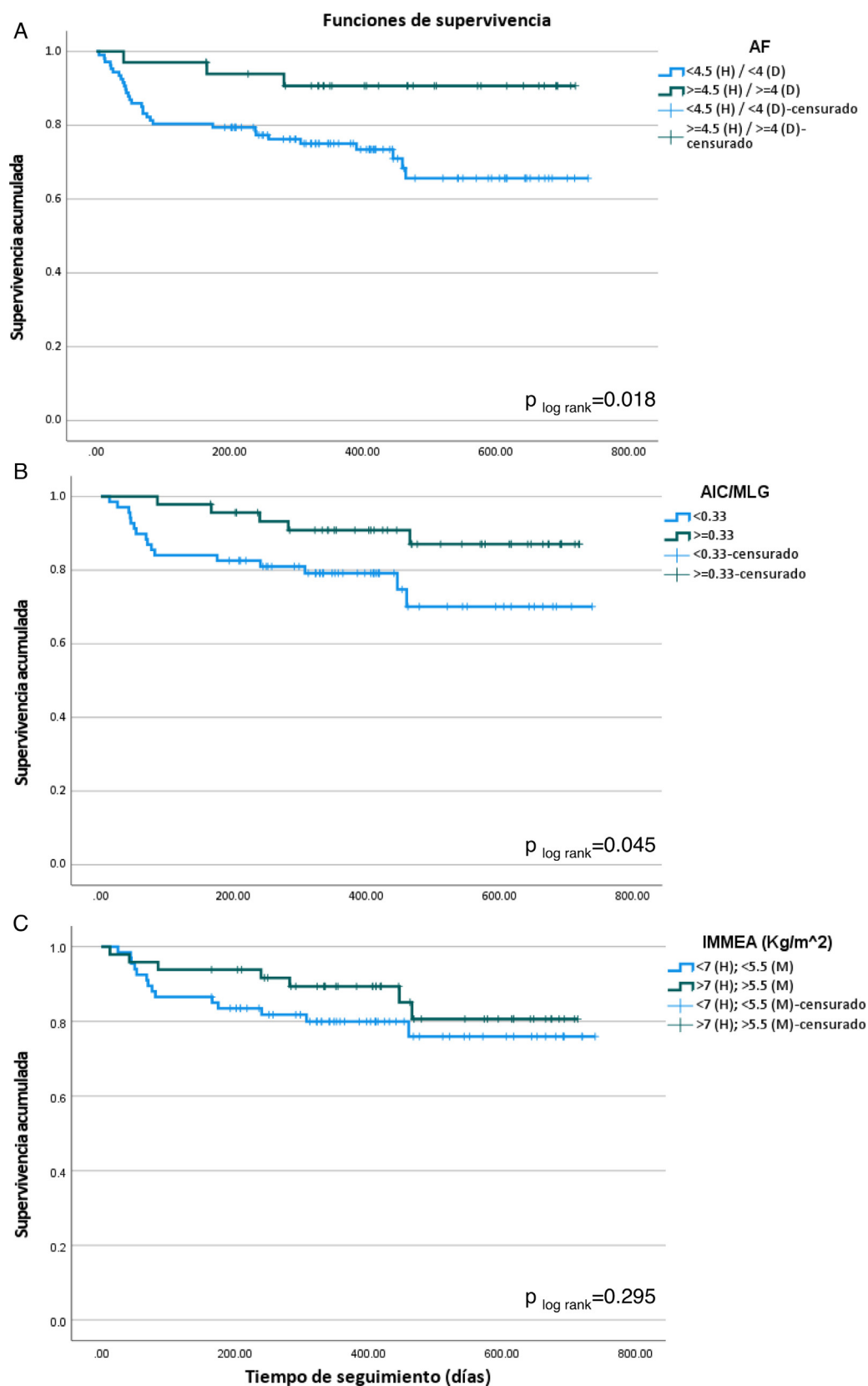


Figura 1 Curvas de supervivencia en función del ángulo de fase (AF), la ratio agua intracelular/masa libre de grasa (AIC/MLG) y el índice de masa muscular esquelética apendicular (IMMEA). Los pacientes con un AF $<4^\circ$ en mujeres y $<4,5^\circ$ en hombres (A) y una ratio AIC/MLG $<0,33$ l/kg en ambos sexos (B) presentaron una supervivencia significativamente menor. Los pacientes con baja masa muscular (IMMEA $<5,5$ kg/m² en mujeres y <7 kg/m² en hombres) también presentaron una supervivencia menor, pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Tabla 2 Parámetros de la valoración morfofuncional

	Total	Hombres	Mujeres	p
Valores brutos BIA	N = 142	N = 88	N = 54	
AF (°)	3,99 (DE 0,65)	4,10 (DE 0,70)	3,80 (DE 0,60)	0,018
AFE	-1,15 (DE 0,76)	-1,24 (DE 0,85)	-1,00 (DE 0,57)	0,128
Valores estimados	N = 116	N = 71	N = 45	
IMC (kg/m ²)	25,6 (DE 5,80)	24,2 (DE 4,90)	27,8 (DE 6,40)	0,001
IMCC (kg/m ²)	7,1 (DE 1,30)	7,3 (DE 1,40)	6,8 (DE 1,20)	0,048
IMLG (kg/m ²)	17,3 (DE 2,20)	17,4 (DE 2,30)	17,0 (DE 2,00)	0,298
IMMEA (kg/m ²)	6,2 (DE 1,04)	6,4 (DE 1,01)	5,9 (DE 1,02)	0,017
ACT/MLG (%)	76,0 (DE 4,40)	75,8 (DE 4,40)	76,3 (DE 4,50)	0,293
ACT (%)	52,4 (DE 7,30)	55,4 (DE 6,50)	47,6 (DE 5,80)	< 0,001
AEC/AIC	1,39 (DE 0,29)	1,34 (DE 0,27)	1,45 (DE 0,30)	0,082
AIC/MLG (l/kg)	0,32 (DE 0,03)	0,33 (DE 0,03)	0,31 (DE 0,03)	0,030
Fuerza muscular	N = 123	N = 77	N = 46	
Dinamometría (kg)	14,99 (DE 7,19)	18,16 (DE 6,81)	9,70 (DE 4,00)	< 0,001
Función muscular	N = 7	N = 5	N = 2	
TUG (seg)	22,62 (DE 6,95)	22,57 (DE 6,52)	22,75 (DE 10,96)	0,699

ACT: agua corporal total; AEC: agua extracelular; AF: ángulo de fase; AFE: ángulo de fase estandarizado; AIC: agua intracelular; BIA: bioimpedancia eléctrica; DE: desviación estándar; IMC, índice de masa corporal; IMCC: índice de masa celular corporal; IMLG: índice de masa libre de grasa; IMMEA: índice de masa muscular esquelética apendicular; TUG: *test Timed Up and Go*.

Tabla 3 Comparación de los parámetros de la BIA entre los pacientes que no presentaron complicaciones intrahospitalarias y los que sí presentaron complicaciones

	Hombres (N = 88)			Mujeres (N = 54)		
	No complicaciones	Sí complicaciones	p	No complicaciones	Sí complicaciones	p
Valores brutos	N = 42	N = 46		N = 18	N = 36	
AF (°)	4,10 (DE 0,70)	4,10 (DE 0,60)	0,923	4,10 (DE 0,60)	3,70 (DE 0,50)	0,024
AFE	-1,25 (DE 0,82)	-1,23 (DE 0,89)	0,957	-0,76 (DE 0,56)	-1,12 (DE 0,55)	0,045
Valores estimados	N = 38	N = 33		N = 17	N = 28	
IMCC (kg/m ²)	7,5 (DE 1,40)	7,2 (DE 1,40)	0,357	7 (DE 1,20)	6,7 (DE 1,10)	0,325
IMLG (kg/m ²)	17,8 (DE 2,20)	17 (DE 2,40)	0,114	16,4 (DE 2,20)	17,3 (DE 1,90)	0,160
IMMEA (kg/m ²)	6,5 (DE 0,99)	6,2 (DE 1,02)	0,213	5,7 (DE 1,01)	6,1 (DE 1,02)	0,261
ACT/MLG (%)	76,1 (DE 4,60)	75,5 (DE 4,30)	0,422	74,2 (DE 1,80)	77,5 (DE 5,20)	0,008
ACT (%)	55,3 (DE 6,20)	55,6 (DE 7,00)	0,877	47,1 (DE 5,10)	47,9 (DE 6,20)	0,944
AEC/AIC	1,35 (DE 0,28)	1,33 (DE 0,25)	0,818	1,31 (DE 0,19)	1,54 (DE 0,33)	0,017
AIC/MLG (l/kg)	0,33 (DE 0,03)	0,33 (DE 0,03)	0,940	0,32 (DE 0,03)	0,31 (DE 0,02)	0,068

ACT: agua corporal total; AEC: agua extracelular; AF: ángulo de fase; AFE: ángulo de fase estandarizado; AIC: agua intracelular; BIA: bioimpedancia eléctrica; DE: desviación estándar; IMC, índice de masa corporal; IMCC: índice de masa celular corporal; IMLG: índice de masa libre de grasa; IMMEA: índice de masa muscular esquelética apendicular.

sin observarse diferencias entre sexos ($p_{\log \text{rank}} = 0,457$). La supervivencia fue significativamente menor cuando el AF al ingreso fue $< 4,5^\circ$ en hombres y $< 4^\circ$ en mujeres ($p_{\log \text{rank}} = 0,018$), así como cuando la ratio AIC/MLG fue $< 0,33$ en ambos sexos ($p_{\log \text{rank}} = 0,045$) (ver [fig. 1](#)). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia en función de las categorías de IMMEA ($< 7 \text{ kg/m}^2$ en hombres y $< 5,5 \text{ kg/m}^2$ en mujeres) ($p_{\log \text{rank}} = 0,295$) ni en los otros parámetros de la BIA estudiados.

Desnutrición, fragilidad y sarcopenia

El 94,4% de la muestra cumplía criterios GLIM de desnutrición, sin diferencias entre sexos ($p = 0,479$). La desnutrición

fue moderada en el 61,2% de los casos y severa en el 38,8%. Hubo mayor proporción de hombres con desnutrición severa en comparación con las mujeres (50% y 20%, respectivamente; $p < 0,001$). Los hombres con desnutrición severa presentaban menor AF, AFE, IMCC, IMLG y IMMEA respecto aquellos con desnutrición moderada, que a su vez presentaban menores valores de todos estos parámetros respecto a los pacientes sin desnutrición (ver [apéndice D, en material adicional](#)). En las mujeres, solo el IMCC fue significativamente menor cuanto mayor era el grado de desnutrición. Para el conjunto de la muestra, la desnutrición se asoció a menor ratio AIC/MLG (sin desnutrición $0,34 \pm 0,03 \text{ l/kg}$; desnutrición moderada $0,32 \pm 0,03 \text{ l/kg}$; desnutrición severa $0,31 \pm 0,03 \text{ l/kg}$; $p = 0,021$).

El 74,6% de la muestra presentaba fragilidad según el índice Frágil-VIG (68,2% de los hombres y 85,2% de las

Tabla 4 Comparación de los parámetros de la BIA entre los pacientes que no fallecieron durante el ingreso y los que sí fallecieron

	Hombres (N = 88)			Mujeres (N = 54)		
	No muerte IH	Sí muerte IH	p	No muerte IH	Sí muerte IH	p
Valores brutos	N = 79	N = 9		N = 47	N = 7	
AF (°)	4,10 (DE 0,70)	3,80 (DE 0,60)	0,276	3,90 (DE 0,60)	3,30 (DE 0,30)	0,006
AFE	-1,22 (DE 0,88)	-1,33 (DE 0,59)	0,563	-0,90 (DE 0,54)	-1,64 (DE 0,38)	0,002
Valores estimados	N = 67	N = 4		N = 42	N = 3	
IMCC (kg/m ²)	7,4 (DE 1,40)	6,5 (DE 1,50)	0,236	6,9 (DE 1,10)	5,6 (DE 1,00)	0,076
IMLG (kg/m ²)	17,6 (DE 2,30)	15,6 (DE 3,30)	0,145	17 (DE 2,10)	16,8 (DE 1,70)	0,891
IMMEA (kg/m ²)	6,5 (DE 1,00)	5,7 (DE 1,06)	0,122	5,9 (DE 1,04)	6,1 (DE 1,05)	0,682
ACT/MLG (%)	76,0 (DE 4,50)	73,3 (DE 0,40)	0,050	75,7 (DE 4,10)	83,7 (DE 3,10)	0,011
ACT (%)	55,8 (DE 6,50)	49,4 (DE 2,50)	0,032	47,2 (DE 5,60)	53,8 (DE 5,40)	0,069
AEC/AIC	1,34 (DE 0,27)	1,34 (DE 0,11)	0,784	1,42 (DE 0,29)	1,88 (DE 0,26)	0,023
AIC/MLG (l/kg)	0,33 (DE 0,03)	0,31 (DE 0,01)	0,262	0,32 (DE 0,03)	0,29 (DE 0,03)	0,172

ACT: agua corporal total; AEC: agua extracelular; AF: ángulo de fase; AFE: ángulo de fase estandarizado; AIC: agua intracelular; BIA: bioimpedancia eléctrica; DE: desviación estándar; IH: intrahospitalaria; IMC, índice de masa corporal; IMCC: índice de masa celular corporal; IMLG: índice de masa libre de grasa; IMMEA: índice de masa muscular esquelética apendicular.

mujeres; $p=0,029$). La severidad de la fragilidad se asoció con un menor AF tanto en hombres como en mujeres (ver [apéndice E, en material adicional](#)). En los hombres con mayor grado de fragilidad se observó menor IMCC, IMLG y IMMEA en comparación con los hombres sin fragilidad, pero estas asociaciones no se observaron en las mujeres. Para el conjunto de la muestra, la fragilidad se asoció a mayor ratio AEC/AIC (no fragilidad $1,25 \pm 0,26$; fragilidad inicial $1,43 \pm 0,27$; fragilidad intermedia $1,42 \pm 0,22$; fragilidad avanzada $1,79 \pm 0,67$; $p=0,009$) y menor ratio AIC/MLG (no fragilidad $0,34 \pm 0,03$ l/kg; fragilidad inicial $0,32 \pm 0,02$ l/kg; fragilidad intermedia $0,31 \pm 0,02$ l/kg; fragilidad avanzada $0,29 \pm 0,03$ l/kg; $p<0,001$). El AUC del AF para el diagnóstico de fragilidad fue de 0,702 ($p=0,002$) en los hombres (con una sensibilidad del 95,0% y una especificidad del 32,1% para el punto de corte de $AF < 4,85^\circ$) y de 0,739 ($p=0,032$) en las mujeres (con una sensibilidad del 97,8% y una especificidad del 37,5% para el punto de corte de $AF < 4,55^\circ$). El AUC de la ratio AIC/MLG para el diagnóstico de fragilidad fue de 0,750 ($p<0,001$) para el conjunto de la muestra, con una sensibilidad del 92,8% y una especificidad del 33,3% para el punto de corte de $AIC/MLG < 0,35$.

Los criterios EWGSOP2 para el diagnóstico de sarcopenia pudieron aplicarse en 105 pacientes que disponían tanto de dinamometría como de BIA con peso real registrado al ingreso, de los cuales el 53,3% cumplía criterios de sarcopenia confirmada (67,7% de los hombres y 30% de las mujeres; $p<0,001$). El 91,9% de los pacientes que disponían de dinamometría ($n=123$) presentaba dinapenia (89,6% de los hombres y 95,7% de las mujeres; $p=0,318$) y el 95,1% no fue capaz de realizar el test TUG en el momento del ingreso (94,3% de los hombres y 96,3% de las mujeres; $p=0,709$). Las asociaciones entre los parámetros de la BIA y el diagnóstico de sarcopenia se muestran en el [apéndice F del material adicional](#). Tanto en hombres como en mujeres, la sarcopenia se asoció con menor IMCC, IMLG, IMMEA y ACT/MLG. Para el conjunto de la muestra, la sarcopenia se asoció con menor ratio AIC/MLG (no sarcopenia $0,33 \pm 0,03$ l/kg; sarcopenia $0,32 \pm 0,03$ l/kg; $p=0,004$). La ratio AIC/MLG mostró una AUC 0,663 ($p=0,004$) para el diagnóstico de sarcopenia.

El AF no mostró una AUC significativa para el diagnóstico de sarcopenia ni en hombres (AUC 0,599; $p=0,199$) ni en mujeres (AUC = 0,536; $p=0,723$).

Discusión

Los principales resultados de este estudio muestran que: a) el AF en el momento del ingreso se relaciona negativamente con la aparición de complicaciones y mortalidad intrahospitalarias en las mujeres, y positivamente con la supervivencia en el conjunto de la muestra; b) las ratios ACT/MLG y AEC/AIC en el momento del ingreso se relacionan positivamente con la aparición de complicaciones y mortalidad intrahospitalarias en las mujeres, y c) la ratio AIC/MLG se relaciona positivamente con la supervivencia, y negativamente con la desnutrición, la fragilidad y la sarcopenia en el conjunto de la muestra.

El AF se considera un indicador de salud celular que está relacionado con el estado nutricional y la inflamación. Un AF inferior a 5° refleja pérdida de integridad celular⁹. El AF medio observado en nuestra muestra se encuentra por debajo del percentil 3 en ambos sexos según los valores de referencia para personas de 60 años o más¹⁰, así como por debajo de los valores medios reportados en población de 80 años o más¹¹. Estos resultados pueden explicarse por las características de la población de estudio (ancianos ingresados en una unidad de convalecencia con una edad media de 82,5 años y elevada tasa de desnutrición y fragilidad), la baja masa muscular esquelética y el desequilibrio hídrico observados, que afectarían a los valores de R_z y X_c y, por tanto, al AF. En nuestra muestra, las mujeres que sufrieron complicaciones intrahospitalarias o fallecieron durante el ingreso presentaban un AF significativamente menor. Es posible que esto no se haya observado también en los hombres porque el tamaño de la muestra ha limitado la potencia estadística. En los hombres, el AF se relacionó con el diagnóstico de desnutrición o fragilidad. A pesar de la evidencia que relaciona un AF bajo con la desnutrición, la sarcopenia, la fragilidad, el mal pronóstico y la mortalidad^{5,7}, a día de hoy no disponemos de puntos de corte específicos para predecir el riesgo

de cada uno de ellos^{6,7}. En nuestro estudio observamos que un AF $<4,85^\circ$ en hombres y $<4,55^\circ$ en mujeres identifica fragilidad. Estos resultados están en consonancia con otros reportados para pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (AF $<4,8^\circ$)¹², en hemodiálisis (AF $<4,2^\circ$)¹³ o en adultos mayores de la comunidad (AF $\leq 4,1^\circ$)¹⁴. En relación con el valor del AF para predecir mortalidad, los puntos de corte varían entre estudios y patologías⁵. Nuestros datos muestran que la supervivencia fue menor cuando el AF fue $<4,5^\circ$ en hombres y $<4^\circ$ en mujeres. Estos puntos de corte son similares a los propuestos por Sánchez-Torralvo et al. ($4,05^\circ$ en mujeres y $4,65^\circ$ en hombres) en pacientes ancianos ingresados por fractura de fémur¹⁵. Asimismo, Popiolek-Kalisz y Kalisz consideraron que un AF de $4,65^\circ$ es el predictor óptimo del aumento de riesgo de mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca¹⁶ y Márquez Mesa et al. observaron que un AF de $4,65^\circ$ en hombres y $4,55^\circ$ en mujeres >65 años identificaba sarcopenia y se asociaba a mayor mortalidad, estancia hospitalaria y reingresos en 6 meses¹⁷. En resumen, distintos estudios muestran que el AF puede ser un indicador de mortalidad y supervivencia en personas mayores ingresadas con una validez diagnóstica o predictiva moderada, la mayoría de los cuales proponen un punto de corte cercano a $4,0^\circ$ en mujeres y $4,5^\circ$ en hombres.

En relación con el estado de hidratación y la distribución del agua corporal, la media de ACT/MLG de la muestra refleja sobrehidratación moderada, probablemente debida a edemas y/o inflamación. Cabe destacar que el 43% de los pacientes presentaba insuficiencia renal crónica y el 31,7% insuficiencia cardíaca, condiciones que pueden dar lugar a edemas o anasarca. Además, las infecciones fueron el principal motivo de ingreso en el hospital de agudos y la complicación más frecuente durante la estancia hospitalaria, lo que implica un aumento del grado de inflamación. De hecho, se observaron unos niveles elevados de PCR y niveles bajos de albúmina en sangre, todo ello pudiendo favorecer los edemas y la expansión del espacio extracelular. En nuestra muestra, las mujeres que sufrieron complicaciones intrahospitalarias o fallecieron durante el ingreso presentaron unas ratios ACT/MLG y AEC/AIC significativamente superiores. El aumento de AEC y/o la disminución de AIC conlleva un desequilibrio hídrico, que se expresa a través de una ratio AEC/AIC elevada. En adultos mayores se ha observado una reducción relativa de AIC en comparación con AEC en el músculo esquelético¹⁸. Una ratio AEC/AIC elevada se ha asociado con debilidad muscular incluso independientemente de la cantidad de la masa muscular esquelética^{19–21}. La ratio AIC/MLG disminuye con la edad y es mayor en hombres. Se ha reportado que mayor ratio AIC/MLG se asocia con más fuerza muscular, mejor capacidad funcional y menor riesgo de fragilidad para personas de 75 años o más que viven en la comunidad²². Por este motivo, algunos autores consideran las ratios AEC/AIC y AIC/MLG como indicadores de calidad muscular^{18,22}. En consonancia con estas evidencias previas, los resultados del presente estudio muestran que una disminución de la ratio AIC/MLG se asocia con una peor supervivencia y con un mayor riesgo de desnutrición, fragilidad y sarcopenia.

Actualmente, la BIA es la técnica más usada en la práctica clínica para estudiar la composición corporal debido a su

bajo coste, facilidad de uso y rapidez de realización. Además, ofrece menor variabilidad interobservador que otras técnicas. En los últimos años, el análisis de los datos bioeléctricos crudos (Rz, Xc y AF) ha emergido por su correlación con factores pronósticos⁶ y por no depender de fórmulas predictivas. También se están desarrollando nuevos métodos de representación de los valores eléctricos brutos (parámetro nutrición PN, parámetro hidratación PH)²³, que han mostrado buena correlación con las estimaciones tradicionales de la composición corporal en pacientes con obesidad²⁴. La publicación de valores de referencia específicos para población anciana favorece una evaluación más precisa de la composición corporal de los adultos mayores²⁵.

Este estudio tiene diversas limitaciones. La principal limitación es que la muestra está constituida por un subgrupo específico de pacientes que procede de la práctica clínica habitual y no es representativa de toda la población ingresada en la unidad de convalecencia. Los sujetos estudiados habían sido derivados a la dietista-nutricionista por sospecha de riesgo nutricional al ingreso según juicio clínico, ya que el centro no tiene instaurado un protocolo de cribado nutricional. Probablemente dichos pacientes presentaban un estado de salud más deteriorado que el resto y, de hecho, la tasa de mortalidad intrahospitalaria de la muestra fue superior a la del conjunto de pacientes que ingresó en convalecencia durante el periodo de estudio (11,3% y 6,29%, respectivamente). Sin embargo, no a todos los pacientes derivados a la unidad de dietética y nutrición se les pudo realizar la BIA al ingreso como parte de la valoración morfofuncional debido principalmente a una limitación de recursos (baja disponibilidad del dispositivo y presencia limitada de la dietista-nutricionista en el centro). En conjunto, estos factores pueden haber implicado un sesgo de selección. Por otro lado, el tamaño de la muestra es limitado debido a que el centro finalizó su actividad hospitalaria. Además, en el análisis estadístico de los valores estimados de la BIA se excluyeron 26 pacientes de los que no se pudo obtener el peso real en el momento del ingreso. Ello determina una limitada potencia estadística, es decir, una limitada capacidad de detectar diferencias o efectos como estadísticamente significativos aún siendo ciertos. En cuanto a la composición corporal, es necesario interpretar los valores estimados con cautela, ya que proceden de ecuaciones predictivas desconocidas y la sobrehidratación observada en una parte de la muestra ha podido alterar las estimaciones, especialmente de la MLG. Por último, mencionar como limitación la imposibilidad de obtener una altura actualizada de todos los pacientes debido a la incapacidad de algunos de ellos para mantenerse en bipedestación.

En conclusión, la BIA es una técnica segura y rápida de realizar que contribuye a predecir las complicaciones y la mortalidad intrahospitalarias de ancianos con riesgo nutricional ingresados en unidades de convalecencia. El AF y un desbalance entre AEC y AIC parecen ser indicadores de mal pronóstico en estos pacientes. Es necesario realizar más estudios sobre BIA y valoración morfofuncional en el ámbito de la rehabilitación geriátrica, con el objetivo de optimizar las intervenciones médico-nutricionales, favorecer la recuperación funcional y prevenir las complicaciones.

Hallazgos principales

El AF en el momento del ingreso se relaciona negativamente con las complicaciones y la mortalidad intrahospitalarias en las mujeres, y positivamente con la supervivencia en el conjunto de la muestra.

Las ratios ACT/MLG y AEC/AIC en el momento del ingreso se relacionan positivamente con la aparición de complicaciones y mortalidad intrahospitalarias en las mujeres.

La ratio AIC/MLG se relaciona positivamente con la supervivencia, y negativamente con la desnutrición, la fragilidad y la sarcopenia en el conjunto de la muestra.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.endinu.2026.501775](https://doi.org/10.1016/j.endinu.2026.501775).

Bibliografía

- Serra-Prat M, Moreno-Carmona MR, Fortuny A, Lavado À, Papiol M, Muñoz L, et al. Frailty trends in Catalonia 2017-2021: An epidemiological study with 1.5 million people aged ≥ 65 years. *Public Health*. 2024;237:14–21, [http://dx.doi.org/10.1016/j.puhe.2024.09.016](https://doi.org/10.1016/j.puhe.2024.09.016).
- Kim DH, Rockwood K. Frailty in older adults. *N Engl J Med*. 2024;391(6):538–48, [http://dx.doi.org/10.1056/NEJMr2301292](https://doi.org/10.1056/NEJMr2301292).
- Lavado À, Serra-Colomer J, Serra-Prat M, Burdoy E, Cabré M. Relationship of frailty status with health resource use and healthcare costs in the population aged 65 and over in Catalonia. *Eur J Ageing*. 2023;20:20, [http://dx.doi.org/10.1007/s10433-023-00769-8](https://doi.org/10.1007/s10433-023-00769-8).
- Cruz-Jentoft AJ, Volkert D. Malnutrition in older adults. *N Engl J Med*. 2025;392:2244–55, [http://dx.doi.org/10.1056/NEJMr2412275](https://doi.org/10.1056/NEJMr2412275).
- Garlini LM, Alves FD, Ceretta LB, Perry IS, Souza GC, Clausell NO. Phase angle and mortality: a systematic review. *Eur J Clin Nutr*. 2019;73:495–508, [http://dx.doi.org/10.1038/s41430-018-0159-1](https://doi.org/10.1038/s41430-018-0159-1).
- Bellido D, García-García C, Talluri A, Lukaski HC, García-Almeida JM. Future lines of research on phase angle: Strengths and limitations. *Rev Endocr Metab Disord*. 2023;24:563–83, [http://dx.doi.org/10.1007/s11154-023-09803-7](https://doi.org/10.1007/s11154-023-09803-7).
- Norman K, Herpich C, Müller-Werdan U. Role of phase angle in older adults with focus on the geriatric syndromes sarcopenia and frailty. *Rev Endocr Metab Disord*. 2023;24:429–37, [http://dx.doi.org/10.1007/s11154-022-09772-3](https://doi.org/10.1007/s11154-022-09772-3).
- García Almeida JM, Bellido Guerrero D. *Valoración Morfofuncional de la Desnutrición Relacionada con la Enfermedad*. 1ª ed. Madrid: Editorial Panamericana; 2022. p. 220.
- Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis-clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr*. 2012;31:854–61, [http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2012.05.008](https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.05.008).
- Campa F, Coratella G, Cerullo G, Stagi S, Paoli S, Marini S, et al. New bioelectrical impedance vector references and phase angle centile curves in 4,367 adults: The need for an urgent update after 30 years. *Clin Nutr*. 2023;42:1749–58, [http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2023.07.025](https://doi.org/10.1016/j.clnu.2023.07.025).
- Mattiello R, Amaral MA, Mundstock E, Ziegelmann PK. Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. *Clin Nutr*. 2020;39:1411–7, [http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2019.07.004](https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.07.004).
- Hamada R, Tanabe N, Oshima Y, Yoshioka Y, Maetani T, Shiraishi Y, et al. Phase angle measured by bioelectrical impedance analysis in patients with chronic obstructive pulmonary disease: Associations with physical inactivity and frailty. *Respir Med*. 2024;233:107778, [http://dx.doi.org/10.1016/j.rmed.2024.107778](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2024.107778).
- Saitoh M, Ogawa M, Kondo H, Suga K, Takahashi T, Itoh H, et al. Bioelectrical impedance analysis-derived phase angle as a determinant of protein-energy wasting and frailty in maintenance hemodialysis patients: retrospective cohort study. *BMC Nephrol*. 2020;21:438, [http://dx.doi.org/10.1186/s12882-020-02102-2](https://doi.org/10.1186/s12882-020-02102-2).
- Rosas-Carrasco O, Ruiz-Valenzuela RE, López-Teros MT. Phase angle cut-off points and their association with sarcopenia and frailty in adults of 50-64 years old and older adults in Mexico City. *Front Med*. 2021;8:617126, [http://dx.doi.org/10.3389/fmed.2021.617126](https://doi.org/10.3389/fmed.2021.617126).
- Sánchez-Torralvo FJ, Pérez-Del-Río V, Navas Vela LI, García-Olivares M, Porras N, Abúin Fernández J, et al. Phase angle as a predictor of mortality in older patients with hip fracture. *Nutrients*. 2024;16:2221, [http://dx.doi.org/10.3390/nu16142221](https://doi.org/10.3390/nu16142221).
- Popielek-Kalisz J, Kalisz G. Malnutrition assessed with phase angle and mortality risk in heart failure - a meta-analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2025;8:104222, [http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2025.104222](https://doi.org/10.1016/j.numecd.2025.104222).
- Márquez Mesa E, Suárez Llanos JP, Avero Hernández D, González Martín ED, Martín Expósito D, Llorente Gómez de Segura I. Sarcopenia en pacientes hospitalizados, su asociación con el ángulo de fase y evolución pronóstica. *Nutr Hosp*. 2025;45:956–62, [http://dx.doi.org/10.20960/nh.05887](https://doi.org/10.20960/nh.05887).
- Yamada Y, Matsuda K, Björkman MP, Kimura M. Application of segmental bioelectrical impedance spectroscopy to the assessment of skeletal muscle cell mass in elderly men. *Geriatr Gerontol Int*. 2014;14 Suppl 1:129–34, [http://dx.doi.org/10.1111/ggi.12212](https://doi.org/10.1111/ggi.12212).
- Hioka A, Akazawa N, Okawa N, Nagahiro S. Increased total body extracellular-to-intracellular water ratio in community-dwelling elderly women is associated with decreased hand-grip strength and gait speed. *Nutrition*. 2021;86:111175, [http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2021.111175](https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111175).
- Nishikawa H, Yoh K, Enomoto H, Ikeda N, Takashima T, Aizawa N, et al. Predictors for grip strength loss in patients with chronic liver diseases. *In Vivo*. 2021;35:363–71, [http://dx.doi.org/10.21873/invivo.12267](https://doi.org/10.21873/invivo.12267).
- Nakamura K, Kinugasa Y, Sota T, Hirai M, Kato M, Yamamoto K. The water imbalance of skeletal muscle and muscle weakness in patients with heart failure. *ESC Heart Fail*. 2024;11:3757–66, [http://dx.doi.org/10.1002/ehf2.14950](https://doi.org/10.1002/ehf2.14950).
- Serra-Prat M, Lorenzo I, Palomera E, Yébenes JC, Campins L, Cabré M. Intracellular water content in lean mass is associated with muscle strength functional capacity, and frailty in community-dwelling elderly individuals. A cross-

- sectional study. *Nutrients*. 2019;11:661, <http://dx.doi.org/10.3390/nu11030661>.
23. Bellido D, Cano I, Morales C, García JM. *Valoración morfofuncional en la enfermedad metabólica crónica adiposa*. 1ª ed. Madrid: Editorial Panamericana; 2024. p. 248.
24. Alfaro-Martínez JJ, Primo-Martín D, Gonzalvo-Díaz C, Izaola-Jauregui O, Jara-Vidal M, García-Blasco M, et al. Beyond vectorial bioelectrical impedance: Assessing body composition changes with novel electrical parameters in obese osteoarthritis patients on a meal-replacement diet. *Endocrinol Diabetes Nutr*. 2026;73:501644, <http://dx.doi.org/10.1016/j.endinu.2025.501644>.
25. Campa F, Annunziata G, Barrea L, Sampieri A, Ceolin C, De Rui M, et al. Bioelectrical impedance vector analysis in older adults: reference standards from a cross-sectional study. *Front Nutr*. 2023;12:1640407, <http://dx.doi.org/10.3389/fnut.2025.1640407>.