

Concordancia de masa grasa por bioimpedancia y ecuaciones predictivas en adultos chilenos de 60-70 años

Concordance between fat mass estimated by bioimpedance and predictive equations in Chilean adults aged 60–70 years

Natalie CARES COMUECAN¹, Yessenia REYES AGUILERA¹, Jovana ZAMBRANO MÉNDEZ¹, Miguel LÓPEZ ESPINOZA²

1 Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Adventista de Chile. Chillán, Chile.

2 Centro Regional de Estudios Avanzados en Estilos de Vida Activos y Saludables (CREA-EVAS), Universidad Adventista de Chile. Chillán, Chile.

Recibido: 16/abril/2026. Aceptado: 3/junio/2026.

RESUMEN

Introducción. La estimación de la masa grasa total (MGT) en personas mayores (PM) constituye un parámetro relevante que debiera evaluarse periódicamente para favorecer un diagnóstico nutricional oportuno. No obstante, existe limitada evidencia respecto a la concordancia entre los distintos métodos disponibles para su estimación en este grupo etario.

Objetivo. Evaluar la concordancia entre la MGT estimada mediante impedancia bioeléctrica (BIA) y diversas ecuaciones predictivas en personas mayores.

Metodología. Estudio transversal de concordancia realizado en una muestra de 64 personas mayores, de entre 60 y 70 años, residentes en la región de Ñuble. Se aplicaron las ecuaciones predictivas de Siri (1956) y Brozek (1963), basadas en densidad corporal; Durnin y Womersley (1974) y Deurenberg (1991); y la ecuación de Chien et al. (2020), que estima masa libre de grasa para derivar la grasa total a partir del peso corporal. La concordancia se evaluó mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI) bidireccional de concordancia absoluta para medidas promedio y el análisis gráfico de Bland-Altman, obtenidos con R-Studio.

Resultados. En comparación con BIA, las ecuaciones de Deurenberg y Chien mostraron una concordancia elevada (CCI=0,878; IC95%: 0,799–0,926 y CCI=0,858; IC95%:

0,767–0,914, respectivamente). Las ecuaciones de Siri y Brozek evidenciaron una concordancia moderada. Al estratificar por sexo, edad y presencia de comorbilidades, se observó un mayor porcentaje de MGT en mujeres y en sujetos con comorbilidades ($p<0,001$).

Conclusión. Las ecuaciones de Deurenberg y Chien presentan una concordancia buena a excelente respecto a la BIA, por lo que podrían considerarse alternativas válidas en adultos de 60 a 70 años cuando este método no esté disponible o resulte inaplicable.

PALABRAS CLAVES

Composición corporal, antropometría clínica, porcentaje de grasa corporal, envejecimiento saludable, evaluación nutricional, correlación intraclase, Bland-Altman, adiposidad.

SUMMARY

Introduction. Estimating total fat mass (TFM) in older adults (OA) is a relevant parameter that should be assessed periodically to facilitate timely nutritional diagnosis. However, there is limited evidence regarding the agreement between the different methods available for its estimation in this age group.

Objective. To evaluate the agreement between TFM estimated using bioelectrical impedance analysis (BIA) and various predictive equations in older adults.

Methodology. A cross-sectional agreement study was conducted in a sample of 64 older adults, aged 60 to 70 years, residing in the Ñuble Region. The predictive equations of Siri

Correspondencia:
Miguel López Espinoza
miguellopez@unach.cl

(1956) and Brozek (1963), based on body density; Durnin and Womersley (1974) and Deurenberg (1991); and the equation of Chien et al. (2020), which estimates fat-free mass to derive total fat from body weight, were applied. Agreement was evaluated using a two-way intraclass correlation coefficient (ICC) for absolute agreement of average measures and Bland–Altman graphical analysis, performed in R-Studio.

Results. Compared to BIA, the Deurenberg and Chien equations showed high agreement (ICC = 0.878; 95% CI: 0.799–0.926 and ICC = 0.858; 95% CI: 0.767–0.914, respectively). The Siri and Brozek equations showed moderate agreement. When stratified by sex, age, and presence of comorbidities, a higher percentage of MGT was observed in women and in subjects with comorbidities ($p < 0.001$).

Conclusion. The Deurenberg and Chien equations show good to excellent agreement with respect to BIA, so they could be considered valid alternatives in adults aged 60 to 70 years when this method is not available or is inapplicable.

KEYWORDS

Body composition, clinical anthropometry, body fat percentage, healthy aging, nutritional assessment, intraclass correlation, Bland–Altman, adiposity.

LISTA DE ABREVIATURAS

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PM: persona mayor.

GT: grasa total.

TNF: factor de necrosis tumoral.

DMT2: diabetes mellitus tipo 2.

ECVS: enfermedades cardiovasculares.

BIA: impedancia bioeléctrica.

R: resistencia.

Xc: reactancia.

MMA: masa magra apendicular.

MLG: masa libre de grasa.

AF: ángulo de fase.

ABVD: actividades básicas de la vida diaria.

%MG: porcentaje de masa grasa.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha evidenciado un acelerado envejecimiento poblacional a nivel global¹. En el año 2020 las personas mayores (PM) de 65 años y más re-

presentaban aproximadamente el 8% de la población mundial, proyectándose que esta cifra se duplique hacia el año 2050². Esto implica importantes retos para la salud pública, considerando que la mayor esperanza de vida no siempre viene acompañada con mejores estándares de vida en este ciclo vital³.

Entre los múltiples desafíos de salud en las PM se encuentra la composición corporal, que varía según sexo, etnia, estados patológicos y por supuesto, la edad. En edades más avanzadas se observan cambios importantes en la grasa total (GT)⁴, considerando que ella contribuye a la reserva de energía regulada por la hormona leptina que controla el apetito y el balance energético; participa en la regulación de la temperatura corporal y respuesta inflamatoria. En este último caso, cuando existe un desequilibrio entre la adipogénesis y la apoptosis se incrementan los mediadores proinflamatorios (TNF- α , IL-6, IL-1 β , IL-8, IL-18 y sFRP5), que ha sido vinculada con diabetes mellitus tipo 2 (DMT2) y enfermedades cardiovasculares (ECVS)⁵. Durante el envejecimiento, los adipocitos disminuyen su capacidad de división sin un aumento proporcional de la apoptosis, causando la liberación de citocinas y quimiocinas que inducen inflamación en el tejido circundante⁶. Por esto, es fundamental contar con mediciones precisas de la GT que reflejen la condición fisiológica real⁷. De hecho, en las PM la composición corporal representa el estado metabólico y funcional, relacionándose con el síndrome metabólico, sarcopenia, desnutrición, caquexia, obesidad sarcopénica, así como también alteraciones hídricas, entre otras⁸.

En general, existen diferentes métodos para estimar la GT que se clasifican en directos, indirectos y doblemente indirectos. Los dos primeros son costosos y requieren personal altamente entrenado. Es más, en el caso del primero, es inviable aplicarlo en la práctica habitual debido a que requiere la disección cadavérica⁹. Es así como la impedancia bioeléctrica (BIA) y ecuaciones predictivas son alternativas útiles en la clínica rutinaria; por ser rápidos, de menor costo, sin efectos secundarios esperados y con personal mínimamente entrenado¹⁰, lo que permite obtener datos en diversos contextos, incluida la investigación en salud pública¹¹.

La BIA cuantifica la oposición del cuerpo al paso de una corriente alterna mediante dos componentes: la resistencia (R), asociada al contenido hídrico, y la reactancia (Xc), relacionada con la integridad de las membranas celulares. Existen equipos multifrecuencia que utilizan electrodos segmentales para estimar masa magra apendicular (MMA), masa libre de grasa (MLG), ajustados por estatura y ángulo de fase¹².

Se ha demostrado que la BIA en las PM presenta ciertas limitaciones, como: la interferencia en la actividad eléctrica del marcapaso, implantes metálicos, desfibriladores o en personas con amputación total¹³. Debido a estas restricciones, es fundamental contar con alternativas de medición para este grupo etario, como las ecuaciones predictivas. Entre las disponibles en PM se encuentran, están las de Siri (1956; ≤ 70 años)¹⁴ y

Brozek (1963; ≤ 70 años)¹⁵, basadas en densidad corporal; Durnin y Womersley (1974; 16–72 años, utiliza pliegues cutáneos para estimar densidad)¹⁶ y Deurenberg (1991; 7–83 años, que emplea IMC, edad y sexo)¹⁷. Últimamente se ha propuesto la ecuación predictiva Chien et al. (2020; > 50 años)¹⁸, que utiliza perímetros corporales para estimar MLG y masa muscular esquelética desarrollada específicamente para PM. Aunque no estima directamente la GT, se puede estimar por diferencia con el peso corporal.

Al realizar una búsqueda bibliográfica en las bases de datos electrónicas PubMed y Web of Science (WoS) y SciELO, con las palabras clave "older adult", "concordance", "anthropometry", "body fat" y "electric impedance"; se identificó un volumen considerable de estudios que abordan estos temas desde distintas perspectivas. Existe una variedad de métodos para estimar la MGT, así como para evaluar la concordancia entre las técnicas. Entre estos, destaca un estudio realizado en PM mujeres brasileñas (entre 62–79), que reporta una concordancia moderada a alta entre la ecuación de Deurenberg, con bioimpedancia eléctrica (BIA)¹³. Sin embargo, no se hallaron estudios que evalúen esta concordancia específicamente en personas mayores chilenos, aunque sí existen investigaciones en otros países latinoamericanos y en adultos jóvenes chilenos.

Por lo tanto, este estudio pretende evaluar la concordancia entre la GT estimada por BIA y un grupo de ecuaciones predictivas en personas de 60–70 años de la ciudad de Chillán, Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

Se realizó un estudio cuantitativo, observacional, analítico, transversal de concordancia.

Participantes

Población. La población objetivo correspondió a PM funcionales residentes en la zona urbana de la ciudad de Chillán, capital de la región de Ñuble (Chile), durante los meses de agosto a octubre del año 2025. Los participantes pertenecían a ocho organizaciones sin fines de lucro dedicados a fomentar la integración y calidad de vida de las PM.

Muestra. Se estudió una muestra de 64 sujetos, suficientes para estimar una correlación intraclass (CCI) de al menos 0,50; siguiendo las recomendaciones de Bonett¹⁹, con un nivel de confianza de 95% ($1-\alpha=0,95$) y un poder de 80% ($1-\beta=0,80$). Los participantes fueron seleccionados mediante un método no probabilístico de tipo consecutivo.

Criterios de elegibilidad. Se incluyeron: a) hombres y mujeres; b) entre 60–70 años; c) que conservaran funcionalidad para el desempeño autónomo de las actividades básicas de la vida diaria (ABVD). Se excluyeron PM con: a) enfermedad

cardiovascular inestable en los últimos 3 meses, b) trastorno psiquiátrico que requiera medicación en los últimos 3 meses, c) ingesta diaria de medicamentos corticoides o diuréticos que pudieran alterar la composición corporal, d) con marcapasos e) implantes metálicos f) sometidas a diálisis, g) crisis hipertensiva ($> 170/110$ mmHg), h) amputaciones g) hospitalización por neoplasia en los últimos 3 meses.

Aspectos éticos. El estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad Adventista de Chile (dictamen CEC N°2025-118 del 13.08.25). Todos los participantes firmaron previamente un consentimiento informado.

Variables

La variable principal de este estudio fue el porcentaje de masa grasa (%MG). Las variables secundarias fueron: a) edad (años cumplidos), b) sexo (hombre o mujer), c) autorreporte de comorbilidades.

Descripción de instrumentos

- Hoja de recopilación de datos personales. Fue diseñada por los autores en el año 2025. Su objetivo fue tamizar a los participantes de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, además de registrar características personales, clínicas y antropométricas requeridas para este estudio. Contiene 12 preguntas con opciones de respuesta dicotómica (sí versus no) y preguntas abiertas para registrar datos antropométricos y resultados de la BIA.
- BIA: se utilizó el equipo Seca mBCA 525 (Hamburgo, Alemania) de ocho electrodos, con frecuencias de medición que oscilan entre 1 y 500 kHz. El instrumento estaba calibrado por fabricante.
- Calibrador cutáneo: se empleó un medidor de grasa corporal marca Baseline tipo Lange, con capacidad de medición de hasta 67 mm
- Cinta métrica: se utilizó cinta métrica marca Cescorf, con precisión de 1 mm.
- Estadiómetro: se utilizó una balanza digital marca Seca modelo 213, con precisión de 1mm.
- Balanza: se empleó una balanza digital marca Seca clara 803, con capacidad máxima de 150kg.
- Tensiómetro: para descartar sujetos con presiones arteriales superiores a 170/110, se utilizó un equipo digital marca OMRON HEM-7142

Recopilación de datos

En primer lugar, se aplicó la hoja de recopilación de datos para seleccionar a los participantes mediante una entrevista que duró en promedio 10 minutos.

En segundo lugar, se midió la presión arterial previa a un reposo de 5 minutos con el sujeto en posición sentada, realizando mediciones en ambos brazos. Se determinó previamente el tamaño adecuado del brazalete, el cual se colocó en el brazo del participante, preferentemente sin ropa o con una manga delgada, centrado sobre la arteria braquial. El brazo fue apoyado de modo que el brazalete quedara a la altura del corazón. La medición fue automática. Los resultados fueron registrados y comunicados al participante (presión sistólica y diastólica), siguiendo los criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS)²⁰.

En tercer lugar, se registraron las siguientes medidas antropométricas: peso (kg), talla (cm) y circunferencia de cintura (cm), aplicando técnicas estandarizadas para peso y talla²¹. El estado nutricional fue evaluado según puntos de corte para PM de 60 años y más, según criterio OMS²². La medición de la circunferencia de cintura se realizó conforme a las recomendaciones de la OMS²³.

Posteriormente, se midieron los pliegues cutáneos bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco (en triplicado, en caso de inconsistencias se tomó el promedio), así como la circunferencia de cadera, de acuerdo con el manual de evaluación nutricional²². También se midió la circunferencia de antebrazo, siguiendo técnicas antropométricas estandarizadas descritas en la literatura internacional²⁴, con el fin de aplicar las siguientes ecuaciones predictivas: Siri, Brozek, Durnin y Womersley, Deurenberg y Chien. Esta última ecuación se decidió incorporar debido a que fue desarrollada específicamente para PM y considera variables antropométricas sensibles a los cambios corporales asociados al envejecimiento, como perímetros corporales e IMC. Las ecuaciones utilizadas en este estudio se presentan en la Tabla 1.

La medición de BIA fue realizada con el sujeto en decúbito supino sobre una camilla, con brazos y piernas separados del

cuerpo y sin portar objetos metálicos. Previo a la medición, se confirmó la ausencia de contraindicaciones. Se colocaron dos electrodos adhesivos en cada mano y pie, manteniendo una distancia aproximada de 5 cm entre ellos, siguiendo el protocolo específico del equipo. El sujeto debía encontrarse en ayuno parcial (mínimo 4 horas sin ingesta de alimentos sólidos o bebidas calóricas).

Todas las mediciones fueron realizadas por una única evaluadora entrenada en técnicas antropométricas, quien previamente fue estandarizada mediante una muestra piloto de 5 sujetos con características similares a las del estudio.

Análisis estadístico

Se evaluó la concordancia del %MG estimado por las ecuaciones antropométricas y la BIA con el coeficiente de correlación intraclase (CCI), utilizando un modelo bidireccional de efectos aleatorios para concordancia absoluta y medidas promedio [ICC(A,k)], junto con su intervalo de confianza al 95% (IC 95%). La interpretación del CCI se realizó según los criterios propuestos por Koo y Li (2016)²⁵, considerando concordancia pobre (<0,50), moderada (0,50–0,74), buena (0,75–0,90) y excelente (>0,90). Fueron adicionados gráficos de Bland-Altman. De manera secundaria, se compararon las variables entre grupos con prueba de Mann-Whitney, en ausencia de normalidad, verificada previamente con prueba de Shapiro-Wilk. Se aplicó el paquete "psych"²⁶, "BlandAltmanLeh"²⁷ y "dplyr"²⁸ en R-Studio (versión 4.5.1.)²⁹.

RESULTADOS

De los 96 participantes inicialmente evaluados, 32 (33,3%) fueron excluidos del análisis por no cumplir los criterios para la aplicación de la BIA debido a la presencia de edema

Tabla 1. Ecuaciones predictivas para estimar porcentaje de masa grasa

Autor (Año)	Ecuación	Grupo etario	Variables utilizadas
Siri (1956) ¹⁴	$\%GC = (495 / \text{Densidad corporal}) - 450$	Adultos ≤ 70 años	Densidad corporal
Brozek (1963) ¹⁵	$\%GC = (457 / \text{Densidad corporal}) - 414.2$	Adultos ≤ 70 años	Densidad corporal
Durnin & Womersley (1974) ¹⁶	Mujer > 50: $D = 1.1339 - (0.0645 \times \text{Log10(4pliegues)})$ Hombre > 50: $D = 1.1715 - (0.0779 \times \text{Log10(4pliegues)})$ Luego, se aplica la densidad (D) obtenida para calcular el porcentaje de GT mediante la fórmula de Siri.	16–72 años	Pliegues cutáneos
Deurenberg (1991) ¹⁷	$\%GC = 1.2 \times \text{IMC} + 0.23 \times \text{edad} - 10.8 \times \text{sexo} - 5.4$	7–83 años	IMC, edad, sexo (hombre = 1, mujer = 0)
Chien et al. (2020) ¹⁸	$\text{MLG} = 27,479 + 0,726 \times \text{peso} - 3,383 \times \text{sexo} - 0,672 \times \text{IMC} + 0,514 \times \text{circunferencia antebrazo} - 0,245 \times \text{circunferencia cadera}$	>50 años (personas mayores)	Masa en kg Medidas en cm Sexo: hombre = 1, mujer = 2

* La ecuación de Chien et al. (2020) estima masa libre de grasa. La estimación de grasa total fue obtenida por diferencia con el peso corporal.

detectado por palpación durante la evaluación antropométrica o al autorreporte de material metálico (prótesis o marcapasos). Finalmente, 64 participantes fueron incluidos en el estudio, de los cuales el 79,7% correspondió a mujeres; con una edad media de $65,9 \pm 3,4$ años. Los hombres (20,3%) presentaron una edad media de $67,5 \pm 2,8$ años. El IMC promedio de los participantes fue de $29,9 \pm 5,6$ kg/m² y de acuerdo a la clasificación para las PM el 57,8% presentó malnutrición por exceso y 7,8% bajo peso. El 59,4% de la muestra presentó comorbilidades (Tabla 2).

Al comparar el %MG por sexo, estimado mediante BIA y las cuatro ecuaciones estudiadas, con análisis estratificado por presencia de comorbilidades (Tabla 3), se observaron diferencias relevantes entre grupos. En el subgrupo de sujetos sin comorbilidades, las mujeres presentaron medianas significativamente mayores de %MG en comparación con los hombres cuando se utilizó BIA, así como las ecuaciones de Siri, Brozek y Chien (todas con $p < 0,01$) mientras que con la ecuación de Deurenberg la diferencia mantuvo la misma dirección, pero no alcanzó ser estadísticamente significativa ($p = 0,082$). En el subgrupo de sujetos con comorbilidades, todos los métodos de estimación del %MG mostraron medianas significativamente mayores en mujeres en comparación con hombres ($p < 0,001$).

Con relación a la concordancia de las ecuaciones para estimar el %MG respecto a la BIA, la Tabla 4 muestra que las ecuaciones de Deurenberg (CCI = 0,878; IC95%: 0,799–0,926) y

Tabla 2. Características de los participantes del estudio

Variables	n (%)	Media $\pm$ DE
Edad (años)	64	$65,9 \pm 3,4$
Sexo		
Mujer	51 (79,7%)	
Hombre	13 (20,3%)	
Peso (kg)	64	$72,2 \pm 14,8$
IMC (kg/m²)	64	$29,9 \pm 5,6$
Estado nutricional*		
Bajo peso (<23 kg/m ²)	5 (7,8%)	
Normal (23-27,9 kg/m ²)	22 (34,4)	
Sobrepeso (28-31,9 kg/m ²)	11 (17,2)	
Obesidad (≥ 32 kg/m ²)	26 (40,6)	
Comorbilidad autorreportada		
Con	38(59,4%)	
Sin	26(40,6%)	

DE: desviación estándar. *Criterio OMS para mayores de 60 años.

Tabla 3. Comparación del porcentaje de masa grasa por sexo, desagregada por comorbilidad

Método / Subgrupo	Mujer	Hombre	p-valor*
Comorbilidad = Sí	n=32	n=6	
BIA	49,9 (47,6;53,2)	38,3 (30,5;41,2)	<0.001
Siri	39,7 (38,6;41,2)	31,0 (25,7;32,6)	<0.001
Brozek	37,9 (36,9;39,3)	29,9 (24,9;31,3)	<0.001
Deurenberg	49,5 (45,9;52,1)	42,8 (32,8;47,8)	0.082
Chien	46,6 (45,2;47,9)	39,3 (35,5;44,2)	0.004
Comorbilidad = No	n=19	n=7	
BIA	40,9 (36,2;43,4)	28,9 (28,9;30,2)	<0.001
Siri	37,4 (35,6;38,6)	24,7 (22,4;27,0)	<0.001
Brozek	35,8 (34,1;36,9)	24,0 (21,9;26,2)	<0.001
Deurenberg	40,6 (39,4;42,3)	28,6 (28,0;29,0)	<0.001
Chien	42,2 (40,0;43,1)	32,4 (31,5;33,5)	<0.001

Mediana (P₂₅–P₇₅) *Prueba de Mann–Whitney (Previamente se aplicó prueba de Shapiro Wilk y en todos los grupos presentaron datos no normales, con $p < 0,01$).

Tabla 4. Coeficiente de correlación intraclass (CCI) entre BIA y ecuaciones predictivas

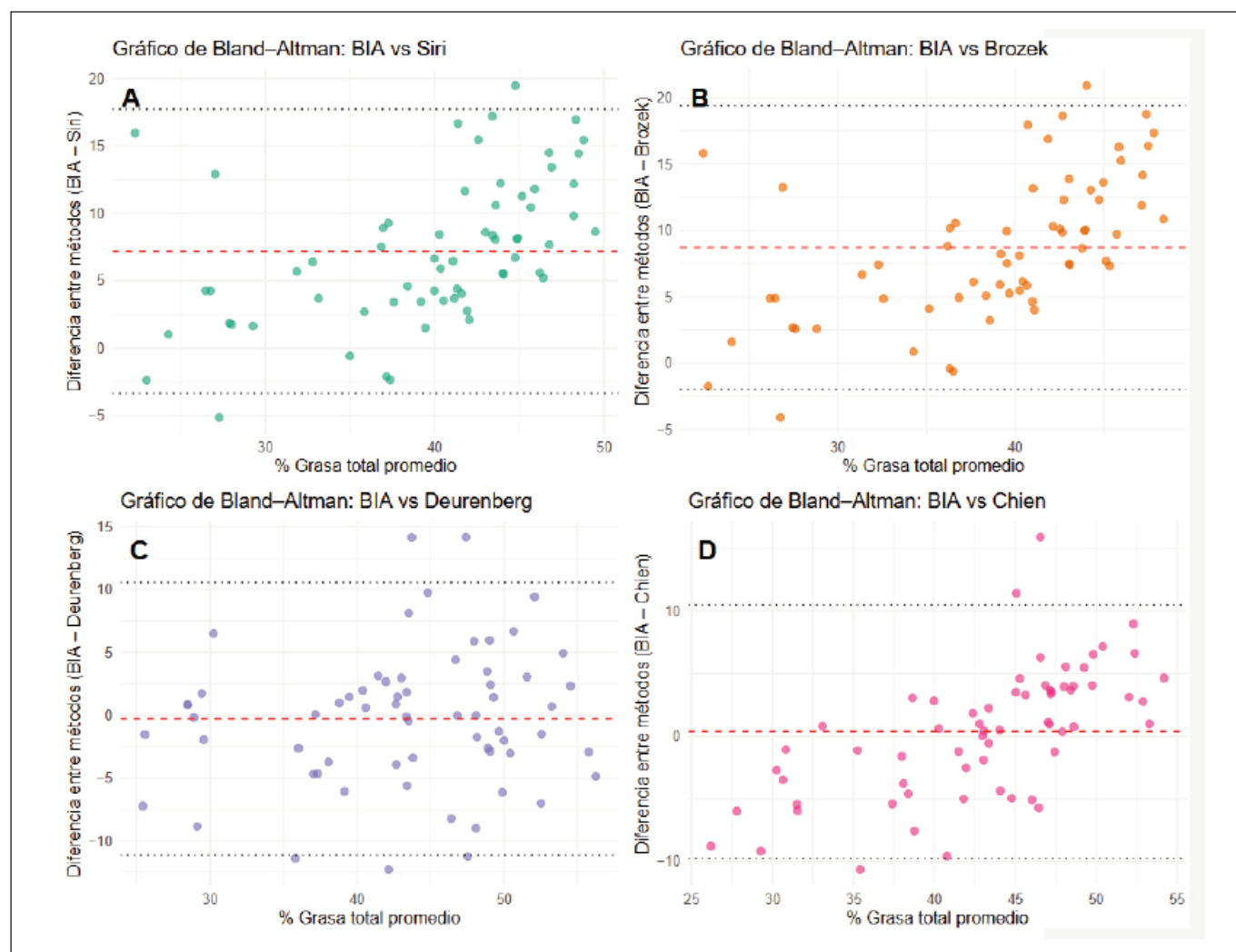
Comparación	CCI	IC95%	Interpretación
BIA vs Siri	0,683	-0,258; 0,892	Moderada
BIA vs Brozek	0,602	-0,275; 0,864	Moderada
BIA vs Deurenberg	0,878	0,799; 0,926	Buena-excelente
BIA vs Chien	0,858	0,767; 0,914	Buena-excelente

Chien (CCI = 0,858; IC95%: 0,767–0,914) presentaron la mayor concordancia con la BIA (CCI > 0,85), mientras que las ecuaciones de Siri (CCI = 0,683; IC 95%: -0,258; 0,892) y Brozek (CCI = 0,602; IC 95%: -0,275; 0,864) mostraron una concordancia moderada.

En la Figura 1, se observa que las ecuaciones de Siri (Figura 1A) y Brozek (Figura 1B) presentan un sesgo sistemático en comparación con la BIA, subestimando en promedio el %MG en aproximadamente un 10%. En contraste, las ecuaciones de Deurenberg (Figura 1C) y Chien (Figura 1D) muestran diferencias promedio cercanas a 0%, con menor sesgo en comparación con las ecuaciones anteriores, siendo la ecuación de Deurenberg la que presenta la menor tendencia al sesgo.

DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la concordancia del %MG estimada por BIA y cuatro ecuaciones predictivas en PM de 60 a 70 años. En nuestro estudio, las ecuaciones de Deurenberg y Chien presentaron buenos desempeños en comparación con la BIA. Estudios realizados en mujeres mayores mexicanas³⁰, brasileñas¹³ así como en sujetos brasileños de ambos sexos³¹ han reportado confor-

**Figura 1.** Análisis de Bland–Altman de un grupo de ecuaciones (Siri, Brozek, Deurenberg, Chien)

dancias moderadas (en el primer caso) y altas (en las dos últimas evidencias) entre la BIA y la ecuación de Deurenberg, respectivamente. Gonzalez-Arellanes et al. (2023)³² observaron una concordancia más alta para ecuaciones que agregan IMC, edad y perímetros corporales, como las de Chien y Deurenberg, en comparación con las fórmulas clásicas como Siri o Brozek, en población mayor hispana con exceso de tejido adiposo. Esto puede explicarse porque las mujeres poseen una mayor proporción de grasa subcutánea y menor calidad de grasa visceral que los hombres³³, lo que favorece la estimación del %MG mediante BIA. En las mujeres mayores se ha descrito una distribución más homogénea del tejido adiposo, predominantemente subcutánea, con mayor depósito periférico y menor proporción relativa de grasa visceral abdominal. Esta organización del tejido adiposo se asocia a un contenido hídrico más estable y cercano a los supuestos de los modelos de BIA³³, lo que reduce los errores de estimación. Por el contrario, en los hombres la mayor masa muscular y el mayor contenido de agua intracelular disminuyen la resistencia eléctrica, lo que puede llevar a una subestimación del %MG. Además, la ecuación de Deurenberg fue desarrollada considerando una menor densidad corporal, menor masa ósea y mayor proporción de grasa¹⁷, lo que mejora su concordancia entre BIA. Asimismo, las características de los grupos etarios analizados, el uso de mediciones antropométricas estandarizadas y el predominio de mujeres en la muestra también podrían explicar estas similitudes.

En nuestro estudio, un mayor %MG en las PM se relacionó con una mayor presencia de comorbilidades crónicas, en concordancia con lo descrito en población chilena³⁴. Este hallazgo refuerza que el exceso de adiposidad, especialmente visceral, mediante la liberación de adipocinas y citoquinas proinflamatorias, favorece la resistencia a la insulina, dislipidemias y estrés oxidativo, aumentando el riesgo de hipertensión, DMT2 y ECVS⁶.

En segundo lugar, la ecuación de Chien, diseñada específicamente para estimar masa magra en PM, considera variables como perímetro de antebrazo, circunferencia de cadera y masa corporal, lo que permite reflejar de mejor manera la masa magra y los patrones de redistribución de grasa asociados al envejecimiento¹⁸, mostrando un buen desempeño en este tipo de población. En el estudio de Rivera-Amézquita et al. (2025)³⁵ se aplicaron 47 ecuaciones antropométricas, entre ellas la de Chien, para estimar la masa magra, observándose que las ecuaciones de Olshvang, Chien y Lee DH presentaron los índices de concordancia más elevados (ICC >0,87). Considerando que tanto la ecuación de Chien como la BIA han mostrado una adecuada concordancia, refuerza su utilidad para evaluar la masa grasa y la masa libre de grasa en PM^{35,36}.

Aunque las ecuaciones de Siri y Brozek mostraron concordancias moderadas con la BIA, los intervalos de confianza obtenidos fueron amplios e incluyeron límites inferiores negati-

vos, lo que sugiere una importante inestabilidad estadística de las estimaciones. Este comportamiento probablemente se relaciona con el tamaño muestral reducido y con la heterogeneidad biológica propia de las personas mayores, particularmente respecto a la distribución de grasa corporal, hidratación y masa magra. En términos metodológicos, intervalos de confianza amplios reflejan una menor precisión del estimador y deben interpretarse con cautela, especialmente en estudios de concordancia con muestras pequeñas o desbalanceadas por sexo. Además, las ecuaciones de Siri y Brozek fueron desarrolladas bajo supuestos bicompartimentales de densidad corporal relativamente constantes¹⁴⁻¹⁵, los cuales pueden no representar adecuadamente los cambios asociados al envejecimiento, como sarcopenia, comorbilidad, redistribución central de grasa y alteraciones del contenido hídrico corporal^{4,35}.

Los resultados de los gráficos de Bland-Altman complementan los coeficientes de correlación intraclase y confirman estos hallazgos. Mientras que Siri y Brozek mostraron una subestimación sistemática del %MG y una mayor variabilidad en sujetos con alta adiposidad, Deurenberg y Chien evidenciaron un comportamiento más estable y sin sesgo relevante frente a la BIA. Esto es relevante en población mayor, donde la redistribución de grasa y los cambios en hidratación corporal pueden afectar la precisión de los métodos basados en densidad corporal. La menor dispersión observada en las ecuaciones de Deurenberg y Chien sugiere un mejor ajuste a los patrones fisiológicos propios del envejecimiento, por lo que podrían utilizarse como alternativas cuando la BIA no es aplicable o no está disponible. En el caso de la ecuación de Chien, aunque mostró una buena concordancia con la BIA, debe considerarse que fue originalmente desarrollada para estimar masa libre de grasa y no porcentaje de masa grasa. Por ello, la estimación indirecta realizada en este estudio mediante diferencia con el peso corporal podría introducir error acumulativo, particularmente en sujetos con alteraciones en hidratación o composición corporal.

Este estudio no estuvo exento de limitaciones. En primer lugar, el tamaño muestral fue reducido, aunque suficiente para cumplir con los parámetros de nivel de confianza y potencia estadística previamente establecidos para la estimación del coeficiente de correlación intraclase. No obstante, una muestra de mayor tamaño habría permitido obtener una distribución más amplia y representativa de la población adulta mayor, además de incrementar la precisión de los intervalos de confianza. La principal dificultad para el reclutamiento estuvo relacionada con la alta frecuencia de personas que presentaban edema, prótesis metálicas o marcapasos, condiciones que contraindican o limitan la aplicación de la bioimpedancia eléctrica (BIA). En consecuencia, aproximadamente un tercio de los participantes inicialmente evaluados fue excluido del análisis. Esta situación podría afectar la representatividad externa de la muestra y limitar la extrapolación de los resultados a personas mayores con

características clínicas similares. Sin embargo, estos criterios de exclusión fueron definidos *a priori* con el propósito de resguardar la seguridad de los participantes y garantizar la validez de las mediciones de composición corporal obtenidas mediante BIA. Por ello, los resultados deben interpretarse principalmente en personas mayores funcionales y clínicamente estables.

En segundo lugar, se observó un desbalance por sexo de la muestra, ya que se reclutó mayoritariamente a mujeres, lo que podría atribuirse a un mayor interés de ellas en conocer su estado nutricional y realizar controles periódicos. Esto se vio reflejado en una participación femenina del 79,7%, lo que podría haber influido en los resultados, considerando que la ecuación de Siri tuvo un mejor desempeño en hombres que en mujeres. Asimismo, cabe mencionar que esta ecuación fue desarrollada para personas de hasta 65 años, mientras que en este estudio se incluyeron PM de hasta 70 años, lo que podría haber afectado su exactitud. El reducido número de hombres con comorbilidades limita la estabilidad estadística de las comparaciones estratificadas, pudiendo afectar la precisión de las estimaciones y aumentar la influencia de valores extremos. Por ello, estos resultados deben interpretarse con cautela y confirmarse en estudios con muestras más equilibradas por sexo.

A pesar de estas limitaciones, el análisis de concordancia y los gráficos de Bland–Altman demostraron que las ecuaciones de Deurenberg y Chien presentan una concordancia buena a excelente con la BIA, mientras que Siri y Brozek mostraron concordancia moderada. Esto confirma que los métodos antropométricos pueden ser una alternativa válida cuando la BIA no puede aplicarse o no se dispone de ella en el ámbito clínico o comunitario. De hecho, en este estudio se identificaron ecuaciones simples, de bajo costo y de buena concordancia con la BIA, que se pueden aplicar en la evaluación nutricional de PM, principalmente en centros de salud o instituciones donde no se cuenta con equipos más especializados. Esto tiene un impacto directo en la práctica nutricional, ya que facilita la realización de mediciones oportunas y accesibles, como también fortalecer el seguimiento del estado corporal más enfocado en GT, especialmente para prevenir o detectar tempranamente alteraciones asociadas al envejecimiento.

CONCLUSION

En esta muestra de PM entre 60 y 70 años, las ecuaciones de Deurenberg y Chien mostraron una concordancia buena - excelente con el %MG estimado por BIA, mientras que Siri y Brozek presentaron concordancia moderada y una tendencia a subestimar la MG. Por su fácil aplicación y bajo costo, Deurenberg y Chien se proponen como alternativas útiles para estimar %MG cuando la BIA no está disponible o está contraindicada. Debido al tamaño reducido de la muestra y la sobrerrepresentación de las mujeres sugieren que

estos resultados deben considerarse como una primera aproximación, que requiere ser confirmada en estudios con muestras más amplias y diversas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. Década del envejecimiento saludable. Ginebra: OMS; [citado 2025 Abr 25]. Disponible en: <https://www.who.int/es/initiatives/decade-of-healthy-ageing>
2. Organización Panamericana de la Salud. Década del envejecimiento saludable en las Américas (2021-2030). Washington (DC): OPS; [citado 2025 Abr 25]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/decada-envejecimiento-saludable-americas-2021-2030>
3. Rony MKK, Parvin MR, Wahiduzzaman M, Akter K, Ullah M. Challenges and advancements in the health-related quality of life of older people. *Adv Public Health*. 2024;2024:1-18. doi:10.1155/2024/8839631
4. Boneva-Asiova Z, Boyanov M. Age-related changes of body composition and abdominal adipose tissue assessed by bioelectrical impedance analysis and computed tomography. *Endocrinol Nutr*. 2011;58(9):472-7. doi:10.1016/j.endoen.2011.07.002
5. Alexaki VI. Adipose tissue-derived mediators of systemic inflammation and metabolic control. *Curr Opin Endocr Metab Res*. 2024;37:100560. doi:10.1016/j.coemr.2024.100560
6. Ahmed B, Si H. The aging of adipocytes increases expression of pro-inflammatory cytokines chronologically. *Metabolites*. 2021;11(5):292. doi:10.3390/metabo11050292
7. Rossini-Venturini AC, Veras L, Abdalla PP, Santos APD, Tasinafo-Junior MF, Silva LSL, et al. Multicompartment body composition analysis in older adults: a cross-sectional study. *BMC Geriatr*. 2023;23(1):87. doi:10.1186/s12877-023-03752-1
8. Park JE, Lee S, Kim K. The effect of combining nutrient intake and physical activity levels on central obesity, sarcopenia, and sarcopenic obesity: a population-based cross-sectional study in South Korea. *BMC Geriatr*. 2023;23:119. doi:10.1186/s12877-023-03748-x
9. Kasper AM, Langan-Evans C, Hudson JF, Brownlee TE, Harper LD, Naughton RJ, et al. Come back skinfolds, all is forgiven: a narrative review of the efficacy of common body composition methods in applied sports practice. *Nutrients*. 2021;13(4):1075. doi:10.3390/nu13041075
10. Eraso-Checa F, Rosero R, González C, Cortés D, Hernández E, Polanco J, et al. Modelos de composición corporal basados en antropometría: revisión sistemática de la literatura. *Nutr Hosp*. 2023;40(5):1068-79. doi:10.20960/nh.04377
11. Forejt M, Pokorová K, Uher M, Novák J, Čermáková E. Changes in segmental impedances and selected body composition parameters assessed by multi-frequency bioimpedance analysis after fluid consumption in healthy young population. *Int J Med Sci*. 2023;20(13):1783-90. doi:10.7150/ijms.77396
12. Van den Helder J, Verreijen AM, van Dronkelaar C, Memelink RG, Engberink MF, Engelbert RHH, et al. Bioelectrical impedance analysis

- sis: a valid assessment tool for diagnosis of low appendicular lean mass in older adults? *Front Nutr.* 2022;9:874980. doi:10.3389/fnut.2022.874980
13. Rodrigues Barbosa A, Santarém JM, Filho WJ, Souza Meirelles E, Nunes Marucci MF. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. *Arch Latinoam Nutr.* 2001;51(1):49-56.
 14. Siri WE. The gross composition of the body. In: Lawrence JH, Tobias CA, editors. *Advances in biological and medical physics.* Vol. 4. New York: Academic Press; 1956. p. 239-80.
 15. Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann N Y Acad Sci.* 1963;110(1):113-40. doi:10.1111/j.1749-6632.1963.tb17079.x
 16. Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974;32(1):77-97. doi:10.1079/BJN19740060
 17. Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr.* 1991;65(2):105-14. doi:10.1079/BJN19910073
 18. Chien KY, Chen CN, Chen SC, Wang HH, Zhou WS, Chen LH. A community-based approach to lean body mass and appendicular skeletal muscle mass prediction using body circumferences in community-dwelling elderly in Taiwan. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2020;29(1):94-100. doi:10.6133/apjcn.202003_29(1).0013
 19. Bonett DG. Sample size requirements for estimating intraclass correlations with desired precision. *Stat Med.* 2002;21(9):1331-5. doi:10.1002/sim.1108
 20. World Health Organization. WHO technical specifications for automated non-invasive blood pressure measuring devices with cuff. Geneva: World Health Organization; 2020. Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/331749>
 21. Borba de Amorim R, Coelho Santa Cruz MA, Borges de Souza-Júnior PR, Corrêa da Mota J, González HC. Medidas de estimación de la estatura aplicadas al índice de masa corporal en la evaluación del estado nutricional de adultos mayores. *Rev Chil Nutr.* 2008;35(Supl 1):272-9. doi:10.4067/S0717-75182008000400003
 22. Pinheiro Fernandes AC, Scarpelli Dourado DAQ, Masferrer Riquelme DA. Manual de evaluación nutricional: ecuaciones, fórmulas, parámetros de referencia y criterios para la realización del diagnóstico nutricional en distintas situaciones. Santiago de Chile: Universidad del Desarrollo; 2022. Disponible en: <https://medicina.udd.cl/nutricion-dietetica-santiago/files/2022/01/Manual-de-Evaluación-Nutricional-VERSION-FINAL.pdf>
 23. Organización Mundial de la Salud. Circunferencia de la cintura y relación cintura-cadera: informe de una consulta de expertos de la OMS, Ginebra, 8-11 de diciembre de 2008. Ginebra: OMS; 2011. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44583>
 24. Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign (IL): Human Kinetics; 1988.
 25. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med.* 2016;15(2):155-63. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012
 26. Revelle W. *psych: Procedures for psychological, psychometric, and personality research.* Evanston (IL): Northwestern University; 2024.
 27. Lehnert B. *BlandAltmanLeh: Plots and confidence intervals for Bland-Altman limits of agreement.* 2024.
 28. Wickham H, François R, Henry L, Müller K. *dplyr: A grammar of data manipulation.* 2024.
 29. R Core Team. *R: A language and environment for statistical computing.* Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2024.
 30. Velázquez-Alva MC, Irigoyen-Camacho ME, Zepeda-Zepeda MA, Rangel-Castillo I, Arrieta-Cruz I, Mendoza-Garcés L, et al. Comparison of body fat percentage assessments by bioelectrical impedance analysis, anthropometrical prediction equations, and dual-energy X-ray absorptiometry in older women. *Front Nutr.* 2022;9:978971. doi:10.3389/fnut.2022.978971
 31. Silveira EA, Barbosa LS, Rodrigues APS, Noll M, de Oliveira C. Body fat percentage assessment by skinfold equation, bioimpedance and densitometry in older adults. *Arch Public Health.* 2020;78(1):65. doi:10.1186/s13690-020-00449-4
 32. González-Arellanes R, Urquidez-Romero R, Rodríguez-Tadeo A, Esparza-Romero J, Méndez-Estrada RO, Ramírez-López E, et al. Predictive equations for fat mass in older Hispanic adults with excess adiposity using the 4-compartment model as a reference method. *Eur J Clin Nutr.* 2023;77(5):515-24. doi:10.1038/s41430-022-01171-w
 33. Gavin KM, Bessesen DH. Diferencias de sexo en la función del tejido adiposo. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2020;49(2):215-28. doi:10.1016/j.ecl.2020.02.008
 34. Barrón-Pavón V, González-Stager MA, Rodríguez-Fernández A. Relación entre la composición corporal y el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles en mujeres mayores activas de Chillán (Chile). *Rev Esp Salud Publica.* 2023;97:e202306045
 35. Rivera-Amézquita LV, Saavedra-Bernal X, Diaz-Moreno S, Tordecilla-Sanders A, Escorcia-Gomez DC, Ramos-Caballero DM, et al. Validity and reliability of anthropometric equations versus dual X-ray absorptiometry to estimate body composition in athletes with unilateral lower-limb amputation: a pilot study. *PLoS One.* 2025;20(7):e0326524. doi:10.1371/journal.pone.0326524
 36. Liao YS, Li HC, Lu HK, Lai CL, Wang YS, Hsieh KC. Comparison of bioelectrical impedance analysis and dual energy X-ray absorptiometry for total and segmental bone mineral content with a three-compartment model. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(7):2595. doi:10.3390/ijerph17072595