

ORIGINALES

Validación del monitor de medición de la grasa corporal por impedancia bioeléctrica OMRON BF 300

V. Martín Moreno^a, B. Gómez Gandoy^a, M.J. Antoranz González^b, S. Fernández Herranz^c,
A. Gómez de la Cámara^d y M. de Oya Otero^e

^aMédico. Centro de Salud Coronel de Palma. Móstoles. Madrid. ^bDUE. Centro de Salud Coronel de Palma. Móstoles. Madrid.

^cDUE. Centro de Salud San Fernando. Móstoles. Madrid. ^dUnidad de Investigación y Epidemiología Clínica. Hospital 12 de Octubre. Madrid. ^eCatedrático. Departamento de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid. Jefe de Servicio de la Unidad de Lípidos de la Fundación Jiménez Díaz. Madrid.

Objetivos. Valorar la precisión del monitor de grasa corporal por impedancia bioeléctrica OMRON BF 300 y validar su medición del porcentaje de grasa corporal (%GC) frente a la ecuación de Siri.

Diseño. Estudio descriptivo, transversal.

Emplazamiento. Atención primaria. Centros de Salud Coronel de Palma y San Fernando, Móstoles.

Participantes. En la valoración de la precisión del monitor participaron 88 personas y 91 en la validación.

Mediciones y resultados principales. Las determinaciones de %GC se realizaron por triplicado, anotándose la media. La precisión se evaluó mediante el coeficiente de correlación intraclass (CCI) y el coeficiente de variación (CV). La validez, mediante el error técnico, el CCI y el método de Bland-Altman. En la ecuación de Siri la densidad corporal se calculó con la ecuación de Durnin-Womersley. Precisión: el CCI fue de 0,999 y el CV de $0,4 \pm 0,03$. Validación: la diferencia de %GC monitor ($26,6 \pm 9,1\%$) – ecuación de Siri ($27,8 \pm 8,2\%$) fue de $-1,27\%$ ($p < 0,01$; IC del 95%, $-1,97$ a $-0,57$), el error técnico del monitor del 2,2% y el CCI de 0,956 (IC del 95%, $0,9335$ - $0,9710$), situándose un 80,2% de las diferencias monitor – ecuación por debajo del 5%, con un intervalo de concordancia por el método de Bland-Altman de $+5,45$ a $-7,99\%$.

Conclusiones. El monitor OMRON BF 300 satisface los criterios de precisión (CCI $> 0,95$ y CV bajo) y validación (error técnico excelente, CCI $> 0,75$ y diferencias clínicamente aceptables) y supone una alternativa válida a los pliegues cutáneos en la valoración nutricional del paciente.

Palabras clave: Impedancia bioeléctrica. Composición corporal. Valoración nutricional. Antropometría. Grasa corporal.

VALIDATION OF THE OMRON BF 300 MONITOR FOR MEASURING BODY FAT BY BIOELECTRIC IMPEDANCE

Objectives. To assess the accuracy of the OMRON BF 300 body fat monitor using bioelectric impedance and to validate its measurement of body fat percentage (BF%) against the Siri equation.

Design. Cross-sectional descriptive study.

Setting. Primary care. Coronel de Palma and San Fernando Health Centres, Móstoles.

Participants. 88 people took part in the assessment of the accuracy of the monitor, and 91 in the validation.

Measurements and main results. The BF% were recorded in triplicate, with the mean being the figure noted. Precision was evaluated through the intra-class correlation coefficient (ICC) and the coefficient of variation (CV); validity, through technical error, the ICC and the Bland-Altman method. In the Siri equation, body density was calculated through the Durnin-Womersley equation. Precision: ICC was 0.999 and CV 0.4 ± 0.03 . Validation: the difference between the BF% monitor ($26.6 \pm 9.1\%$) and the Siri equation ($27.8 \pm 8.2\%$) was -1.27% ($p < 0.01$; 95% CI -1.97 to -0.57); the technical error of the monitor was 2.2% and of the ICC 0.956 (95% CI, 0.9335 - 0.9710). Thus, 80.2% of the monitor-equation differences were below 5%, with a concordance interval under the Bland-Altman method of $+5.45$ to -7.99% .

Conclusions. The OMRON BF 300 monitor satisfies the precision criteria (ICC > 0.95 and low CV) and validation (excellent technical error, ICC > 0.75 and clinically acceptable differences) and is a valid alternative to cutaneous folds as a method of assessing nutrition of the patient.

Key words: Bioelectric impedance. Bodily composition. Nutrition assessment. Anthropometry. Body fat.

(Aten Primaria 2001; 28: 174-181)

Correspondencia: Vicente Martín Moreno.
Calle del Alerce, 5, 5.º B. 28041 Madrid.
Correo electrónico: amanvic@teleline.es

Manuscrito aceptado para su publicación el 26-III-2001.

Introducción

La valoración del estado nutricional tiene una importancia creciente no sólo para el diagnóstico y seguimiento de los 2 procesos situados en sus extremos, obesidad y anorexia, cuya prevalencia está aumentando en las sociedades occidentales¹ y que condicionan un elevado consumo de recursos^{2,3}, sino también en el ámbito de la medicina preventiva. Las medidas antropométricas clásicas (peso, talla) y sus relaciones (índice de masa corporal [IMC]) son útiles para valorar la masa corporal, pero presentan claras limitaciones cuando lo que se intenta determinar es la composición corporal, sobre todo si la referencia es un individuo concreto, ya que reflejan más la corpulencia del individuo que su adiposidad⁴. A pesar de ello, son las herramientas clínicas más utilizadas en la evaluación nutricional y la clasificación de la obesidad se realiza a partir de una de las relaciones entre estas 2 variables: el IMC^{5,6}.

Para realizar una adecuada evaluación nutricional del paciente es necesario conocer el estado de los diversos compartimentos corporales. En la actualidad existen numerosos métodos que estiman de forma cuantitativa o cualitativa la grasa corporal, bien a través de diversas medidas antropométricas: IMC, circunferencia de la cintura, cociente cintura-cadera, pliegues cutáneos⁷, bien mediante el uso de

tecnología desarrollada con esta finalidad o de la aplicación de técnicas utilizadas inicialmente en otros campos^{4,8-10}: resonancia magnética, tomografía computarizada, absorciometría de rayos X de 2 energías (DEXA), densitometría hidrostatica (que ha sido el estándar oro para valorar las otras técnicas), análisis de activación con neutrones, etc., técnicas costosas, de difícil manejo y reservadas al medio hospitalario.

Los pliegues cutáneos son el patrón oro entre las medidas antropométricas, estando presentes en la mayoría de estudios sobre composición corporal, bien como técnica de comparación con el método analizado y el de referencia, bien incorporados a las ecuaciones propuestas. La correlación de los resultados obtenidos mediante los pliegues con los deducidos a través de densitometría¹¹⁻¹⁴ es alta, lo que unido a su coste y accesibilidad justifica su amplio uso en este tipo de estudios. La Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO), en su Consenso Español 1995 para la Evaluación de la Obesidad y para la Realización de Estudios Epidemiológicos⁵, aconseja la utilización de los pliegues cutáneos y la ecuación de Siri o el nomograma de Durnin y Womersley para valorar la grasa corporal total. Sin embargo, tal como recoge también el informe de la SEEDO, su utilización requiere entrenamiento previo, a pesar del cual la variabilidad intra e interobservador es elevada, por lo que su uso en la práctica clínica diaria se ve muy limitado.

La impedancia bioeléctrica (IB) puede suponer un avance claro en este sentido, ya que es una técnica de bajo coste y con poca variabilidad intra e interobservador^{4,8-10,15}, requiriendo un entrenamiento mínimo. Hasta hace poco su uso quedaba también restringido al medio hospitalario, pero actualmente es frecuente encontrar en muchas consultas ambulatorias de endocri-

nología o de otras especialidades aparatos portátiles que utilizan este sistema. Sin embargo, como con tantas otras técnicas, donde su utilidad puede ser mayor es en atención primaria (AP), al ser este sistema el que accede a la totalidad de la población y donde la valoración nutricional se convierte en una herramienta imprescindible no sólo en el diagnóstico y seguimiento de los pacientes obesos, sino también en otras situaciones clínicas: anorexia, toma de decisiones en pacientes con sobrepeso y factores de riesgo cardiovascular, etc. Con estas premisas nos planteamos realizar este estudio, cuya finalidad es, primero, comprobar la precisión del monitor de grasa corporal por impedancia bioeléctrica OMRON BF 300, y segundo proceder a su validación respecto a la técnica recomendada por la SEEDO para valorar el porcentaje de grasa corporal, la ecuación de Siri.

Material y métodos

Estudio descriptivo transversal realizado entre enero y agosto de 2000 en los Centros de Salud Coronel de Palma y San Fernando de la localidad de Móstoles. El estudio se dividió en dos fases. En la primera, desarrollada entre enero y mayo de 2000, se comprobó la precisión del monitor OMRON BF 300 realizando triples determinaciones en 100 personas sanas. En la segunda, realizada entre mayo y agosto de 2000, se analizó la validez del monitor en 91 personas sanas, comparando la media de la triple medida efectuada con la obtenida con la técnica de referencia, la ecuación de Siri.

La grasa corporal se determinó por IB con el monitor OMRON BF 300® (OMRON Matoukasa Co. LTD, Japón) que consta de 4 electrodos, dos para cada mano, siguiendo las instrucciones del fabricante. El manual del monitor especifica que el margen de peso de grasa corporal (PGC) que es capaz de medir oscila entre 10,4 y 198 kg, y el porcentaje de grasa corporal (%GC) entre un 4% y un 50%. Para realizar el cálculo es preciso introducir en el monitor la talla, el peso, la edad y el sexo del sujeto a analizar. El manual no especifica la fórmula que utiliza ni la precisión. La me-

dición se prolonga unos 20 segundos. Todas las determinaciones se realizaron por la tarde, por triplicado, con aproximadamente un minuto de separación entre ellas, en ropa interior y posición de bipedestación, con las piernas separadas 35-45° y con los brazos extendidos hacia delante, en ángulo recto (90°) respecto a la vertical del cuerpo, sin doblar los codos y con ayuno y sin haber realizado ejercicio en las 3 horas previas. Para cada determinación el monitor se desconectó, se volvió a conectar y se reintrodujeron todas las variables requeridas.

El peso y la talla se midieron con una báscula-tallímetro Año-Sayol, con una precisión de 100 g para el peso y 1 mm para la talla. Se determinaron los pliegues cutáneos de tríceps, bíceps, subescapular y suprailíaco utilizando un plicómetro Levettta Project, con una precisión de 0,5 mm, en el lado no dominante del sujeto y tomando una superficie de pliegue de 6 × 11 mm. La lectura se realiza a los 4 segundos y todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado y por el mismo observador. Los pliegues se midieron siguiendo las siguientes normas:

1. Pliegue tricipital: medido en la parte posterior del miembro superior no dominante, en el punto medio entre acromion y olécranon, con la extremidad relajada, de forma paralela al eje del brazo.
2. Pliegue bicipital: medido en el mismo punto que el tricipital, pero en la cara anterior del brazo.
3. Pliegue subescapular: medido justo por debajo de la punta de la escápula, con un eje de 45° respecto de la columna vertebral.
4. Pliegue suprailíaco: medido por encima de la cresta ilíaca a nivel de la línea medio-axilar, formando un ángulo de 45° respecto a la línea inguinal media.

Se obtuvo la suma de las medias de los 4 pliegues y se calculó la densidad corporal (D) mediante la ecuación propuesta por Durnin y Womersley¹⁶, cuya expresión matemática es:

$$D = C - M \times \log_{10} \Sigma 4 \text{ pliegues}$$

El cálculo de la densidad corporal se realizó tomando como referencia para los coeficientes C y M de la suma de los 4 pliegues los valores específicos para cada grupo de edad en cada sexo, refle-

jados en las tablas desarrolladas por estos autores (tabla 1).

El %GC se calculó mediante la ecuación de Siri¹⁷, cuya expresión matemática es:

$$\%GC = ([4,95/D] - 4,5) \times 100$$

El procesamiento y análisis de los datos se realizó de la siguiente forma:

1. Expresando la media y la desviación estándar (DE) de las medidas obtenidas (media \pm DE).
2. Para analizar la precisión se calculó el coeficiente de correlación intraclase (CCI), modelo de efectos aleatorios¹⁸. También se calculó el coeficiente de variación (CV = (DE/media) \times 100).
3. Para la exactitud o validez, se determinó primero la distribución normal de la variable evaluada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors y se compararon las medias obtenidas por cada método mediante la prueba de la t de Student para datos apareados. Para valorar la concordancia entre 2 técnicas diferentes que miden la misma variable se utilizó el CCI, estableciendo como concordancia buena que el límite inferior del intervalo de confianza sea mayor de 0,75, y el método de Bland y Altman¹⁹. Para este último se calculó la media y la DE de las diferencias entre la medida efectuada con el monitor OMRON BF 300 y la ecuación de Siri, así como el IC del 95%, representando gráficamente la dispersión de las diferencias respecto a la media de las diferencias según el método propuesto por Bland y Altman, donde el eje de abscisas representa la media de %GC entre IB y ecuación de Siri para cada sujeto y el eje de ordenadas las diferencias de %GC entre IB y ecuación de Siri. Trazando una línea paralela al eje de abscisas a la altura de la media de las diferencias, se puede ver cómo se agrupan las diferencias en torno a esa media, y trazando otras 2 líneas paralelas a la anterior, una por encima que representa el valor de la media +2 DE y otra por debajo, que representa al valor de la media -2 DE y que se establecen como límites de concordancia del 95% entre los 2 sistemas que se evalúan, se puede ver el grado de dispersión de las diferencias. Así, entre los 2 límites del intervalo deben observarse el 95% de los valores de las diferencias encontradas entre ambos métodos. Cuanto más estrecho sea el intervalo de concordancia, menos diferencias de medición

TABLA 1. Coeficientes C y M para la suma de los 4 pliegues recogidos en las tablas de Durnin y Womersley¹⁶

Varones						
Suma de los 4 pliegues	Edad	17-19	20-29	30-39	40-49	> 50
	C	1,1620	1,1631	1,1422	1,1620	1,1715
	M	0,0630	0,0632	0,0544	0,0700	0,0779
Mujeres						
Suma de los 4 pliegues	Edad	16-19	20-29	30-39	40-49	> 50
	C	1,1549	1,1599	1,1423	1,1333	1,1339
	M	0,0678	0,0717	0,0632	0,0612	0,0645

TABLA 2. Datos antropométricos de los sujetos incluidos en la fase 1: valoración de la precisión del monitor OMRON BF 300

Fase 1. Parámetros antropométricos de los sujetos incluidos en la valoración de la precisión del monitor OMRON BF 300			
	Total	Varones	Mujeres
Número de sujetos	88	44	44
Edad (años)	37,7 \pm 10,4 (15-56)	35,7 \pm 10,2 (15-54)	39,7 \pm 10,3 (16-56)
Peso (kg)	79,4 \pm 17,6 (47,8-115,8)	87,4 \pm 11,5 (59-115,5)	71,4 \pm 19,03 (47,8-115,8)
Talla (cm)	167 \pm 10,2 (143-187,1)	173,8 \pm 7,5 (150,3-187,1)	160,2 \pm 7,6 (143-178,7)
IMC	28,3 \pm 5,46 (18,3-43,1)	28,9 \pm 3,8 (22,7-38,3)	27,7 \pm 6,7 (18,3-43,1)
Porcentaje de grasa corporal	29,1 \pm 8,02 (14,1-47,6)	24,5 \pm 5,3 (14,1-38,1)	33,7 \pm 7,6 (20,5-47,6)
Peso de grasa corporal	23,5 \pm 9,8 (10,6-49,8)	21,8 \pm 7,106 (11,23-41)	25,2 \pm 11,8 (10,6-49,8)
Monitor OMRON BF 300 (%)	(10,6-49,8)	(11,23-41)	(10,6-49,8)
Coeficiente de variación	0,4 \pm 0,03 (0,0-1,56)	0,5 \pm 0,06 (0,0-1,56)	0,3 \pm 0,02 (0,0-1,14)

Media \pm DE. Entre paréntesis, intervalo.

existen y, por lo tanto, más acuerdo existe entre ambos procedimientos, pero también hay que tener en cuenta a la propia media de las diferencias, cuya mayor o menor separación de la diferencia nula, es decir, de cero, nos informa de la bondad del acuerdo. La diferencia de %GC entre la lectura del monitor y la obtenida con la ecuación de Siri se analizó además en relación con la edad y el IMC. También se calculó el error técnico de la lectura efectuada por el monitor como la raíz cuadrada de $[1/2n \times \sum (X_i - y_i)^2]$, donde x_i e y_i son los %GC obtenidos con cada técnica en cada sujeto, «i» representa a cada uno de los sujetos ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) y «n» es el número total de sujetos. El límite de significación estadística se estableció en $p < 0,05$.

Resultados

Como se aprecia en las tablas 2 y 3, las diferencias en edad e IMC entre varones y mujeres en los grupos incluidos en la primera y segunda fases del estudio no son significativas.

En la primera fase (análisis de la precisión) participaron 100 personas, de las que 12 fueron excluidas porque el monitor efectuó una lectura fuera del rango incluido en el manual. El CCI entre los valores de %GC obtenidos en cada una de las determinaciones realizadas a las 88 personas incluidas se situó próximo a uno (tabla 4),

TABLA 3. Datos antropométricos de los sujetos incluidos en la fase 2: evaluación de la validez del monitor OMRON BF 300

Fase 2. Parámetros antropométricos de los sujetos incluidos en la valoración de la validez del monitor OMRON BF 300			
	Total	Varones	Mujeres
Número de sujetos	91	39	52
Edad (años)	37,2 ± 11,3 (16-61)	35,9 ± 12,2 (17-61)	38,1 ± 10,6 (16-60)
Peso (kg)	71,4 ± 15,2 (41-115,5)	80,8 ± 12,2 (58,8-115,5)	64,3 ± 13,4 (41-99,8)
Talla (cm)	165,7 ± 10,4 (143,6-190)	174,1 ± 8,3 (150,3-190)	159,3 ± 6,5 (143,6-172)
IMC	26 ± 4,9 (15,5-41)	26,7 ± 3,7 (19,1-38,5)	25,5 ± 5,7 (15,5-41)
Pliegue del tríceps	16,8 ± 7,1 (4-34,2)	12,3 ± 5,1 (4-24,8)	20,1 ± 6,6 (7-34,2)
Pliegue del bíceps	8,3 ± 5,9 (1,2-29,8)	6,1 ± 3,7 (1,2-16,2)	10 ± 6,6 (2,3-29,8)
Pliegue subescapular	17,5 ± 8,1 (3,8-39,5)	16,7 ± 7,0 (6,5-39,5)	18 ± 8,9 (3,8-35)
Pliegue suprailíaco	18,8 ± 7,9 (2,5-36,2)	20,3 ± 7,3 (5,2-36,2)	17,8 ± 8,2 (2,5-31,2)
Suma de los 4 pliegues	61,4 ± 25,47 (18,2-124,5)	55,4 ± 20,5 (18,2-116,5)	65,9 ± 27,9 (19,8-124,5)
Densidad corporal	1,036 ± 0,017 (1,00-1,08)	1,047 ± 0,012 (1,02-1,08)	1,027 ± 0,015 (1,00-1,07)
Porcentaje de grasa corporal	27,8 ± 8,2 (6,8-44,8)	22,6 ± 6,1 (6,8-37,3)	31,8 ± 7,4 (13,9-44,8)
Ecuación de Siri (%)	(6,8-44,8)	(6,8-37,3)	(13,9-44,8)
Porcentaje de grasa corporal	26,6 ± 9,1 (6,6-46,9)	21 ± 7,1 (7,8-38,4)	30,7 ± 8,2 (6,6-46,9)
Monitor OMRON BF 300 (%)	(6,6-46,9)	(7,8-38,4)	(6,6-46,9)
Peso de grasa corporal	19,3 ± 8,8 (2,9-46,8)	17,5 ± 7,9 (5,2-41,5)	20,7 ± 9,3 (2,9-46,8)
Monitor OMRON BF 300 (kg)	(2,9-46,8)	(5,2-41,5)	(2,9-46,8)

Media ± DE. Entre paréntesis, intervalo.

no influyendo el sexo del sujeto. A nivel intersujetos, el CV de las 3 determinaciones fue de 0,4 ± 0,03 (media ± DE), mientras que individualmente el CV de medidas repetidas en un corto intervalo de

TABLA 4. Coeficiente de correlación intraclass e intervalo de confianza del 95% entre cada una de las determinaciones del monitor y entre el monitor y el método de referencia, la ecuación de Siri

Fase 1. Valoración de la precisión del monitor OMRON BF 300		
Comparación	CCI	IC del 95%
Primera-segunda determinaciones	0,9999	0,9998-0,9999
Primera-tercera determinaciones	0,9998	0,9997-0,9999
Segunda-tercera determinaciones	0,9999	0,9998-0,9999
Fase 2. Evaluación de la validez de las medidas del monitor OMRON BF 300		
Comparación	CCI	IC del 95%
Monitor – ecuación de Siri	0,9560	0,9335-0,9710
Monitor – ecuación de Siri varones	0,9226	0,8532-0,9593
Monitor – ecuación de Siri mujeres	0,9451	0,9047-0,9684

CCI: coeficiente de correlación intraclass, e IC del 95%: intervalo de confianza del 95%.

tiempo (un minuto) fue ≤ 0,5 en el 69,3% (61) de los casos y ≤ 1 en el 89,8% (79), siendo el valor máximo de 1,56.

La media de %GC determinada con el monitor OMRON BF 300 (26,6 ± 9,1%) en la segunda fase del estudio (validación de las medidas) es inferior a la obtenida con la ecuación de Siri (27,8 ± 8,2; p < 0,01), siendo inferior tanto en varones como en mujeres (tabla 3). Las mujeres presentan mayor %GC que los varones, tanto con el monitor (30,7 ± 8,2% frente a 21 ± 7,1%; p < 0,001), como con la ecuación de Siri (31,8 ± 7,4% frente a 22,6 ± 6,1%; p < 0,001).

En la valoración del grado de acuerdo el monitor presenta un CCI elevado con la ecuación de Siri (0,956), con límite inferior del IC del 95% por encima de 0,85, tanto de forma global como para cada sexo. Como se observa en la tabla 4, el CCI es mayor en las mujeres que en los varones.

Con el método de Bland y Altman observamos que un 96,7% (88) de las diferencias de %GC entre el monitor y la ecuación de Siri se encuentran dentro del intervalo de concordancia (fig. 1), intervalo que se sitúa entre +5,45% y -7,99% (tabla 5), mientras que la media de las diferencias es -1,27%. Un 80,2% (73) de las diferencias de %GC monitor-ecuación de Siri son inferiores al 5%, situándose el 19,8% restante entre el 5 y el 8,64%. Por sexos, en las mujeres un 82,7% (43) de las diferencias se encuentran por debajo del 5% y en los varones el 76,9%. También se observa que para %GC elevados el monitor tiende a dar un resultado mayor que la ecuación de Siri. Al analizar este resultado con relación al IMC, para un IMC de 30 o superior el monitor ofrece generalmente un %GC mayor que la ecuación de Siri (fig. 2). La edad no condiciona ningún patrón de distribución de las diferencias (fig. 3).

El error técnico del monitor frente a la ecuación de Siri fue del 2,2%,

TABLA 5. Método de Bland y Altman. Media de las diferencias, intervalo de concordancia y límites de concordancia entre el monitor OMRON BF 300 y la ecuación de Siri

Comparación	Media de las diferencias	Desviación estándar	Intervalo de concordancia	Límites de concordancia	
				Superior	Inferior
OMRON BF 300 – ecuación de Siri	-1,27 (-1,97; -0,57)	3,36	13,44	5,45	-7,99
OMRON BF 300 – ecuación de Siri en varones	-1,56 (-2,43; 0,58)	3,26	13,04	4,96	-8,08
OMRON BF 300 – ecuación de Siri en mujeres	-1,06 (-2,02; -0,09)	3,46	13,84	5,86	-7,98

Entre paréntesis, intervalos de confianza del 95%.

en peso 1.808 g, siendo como se aprecia en la tabla 6 superior en los varones que en las mujeres.

Discusión

La evaluación del estado nutricional debe dejar de ser una herramienta clínica de uso exclusivo por atención especializada (AE) y comenzar a formar parte de la exploración clínica básica realizada a toda persona que accede al sistema de salud a través de la AP. Aunque el ámbito de actuación más evidente en una primera aproximación es el diagnóstico y seguimiento de los pacientes con obesidad, son múltiples los campos de la AP en los que la evaluación del estado nutricional se convierte en imprescindible. Entre ellos destacan la atención a los pacientes ancianos, población emergente por el progresivo incremento de la esperanza de vida y en la que la presencia de problemas físicos, psíquicos y/o sociales condiciona con frecuencia alteraciones nutricionales. Y también la anorexia, enfermedad cuya prevalencia e intervalo de edad de presentación están aumentando, en cuyo diagnóstico y seguimiento la AP desempeña un papel fundamental. Sin olvidar que en múltiples procesos crónicos (EPOC, insuficiencia renal, hepática, etc.) el estado nutricional influye en la morbilidad y que el «quiero perder peso» continúa siendo un motivo frecuente de consulta, no siempre de personas obesas. Por

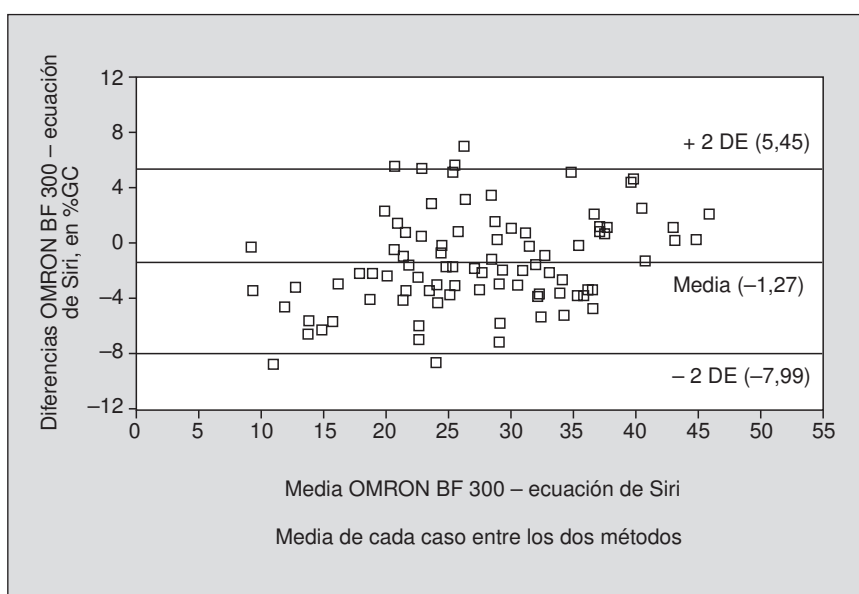


Figura 1. Concordancia entre el porcentaje de grasa corporal (%GC) obtenido con el monitor OMRON BF 300 y la ecuación de Siri, según el método de las diferencias de Bland y Altman.

TABLA 6. Error técnico, en porcentaje y en kilos de grasa corporal, de las lecturas efectuadas por el monitor OMRON BF 300 frente al método de referencia, la ecuación de Siri

	Error técnico del monitor frente a la ecuación de Siri		
	Total	Varones	Mujeres
Monitor – ecuación de Siri (%)	2,532	2,526	2,537
Monitor – ecuación de Siri (kg)	1,808	2,041	1,631

estos motivos el estudio realizado incluye población general con un amplio rango de IMC, en correspondencia con el de la población de destino de uso del monitor. La IB realiza una estimación indirecta de %GC a partir de las diferentes características conductoras de los compartimentos corpora-

les⁴ y mediante ecuaciones de predicción derivadas de métodos de referencia, que en muchos casos vienen incorporadas al software del aparato y no especificadas en los manuales de uso, como ocurre con el monitor OMRON BF 300. Para la utilización de la IB en la evaluación de la composición cor-

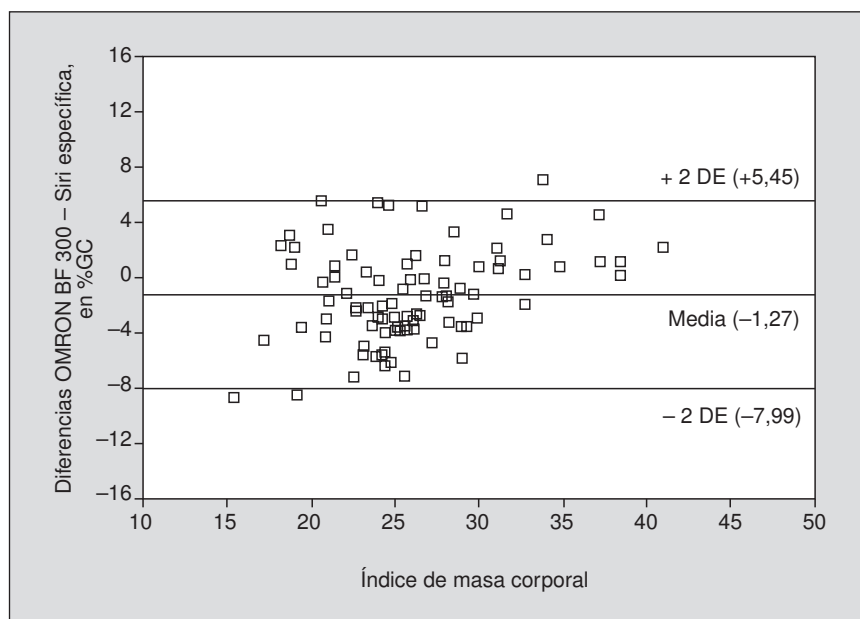


Figura 2. Relación entre el IMC y la diferencia de porcentaje de grasa corporal (%GC) monitor OMRON BF 300 – ecuación de Siri.

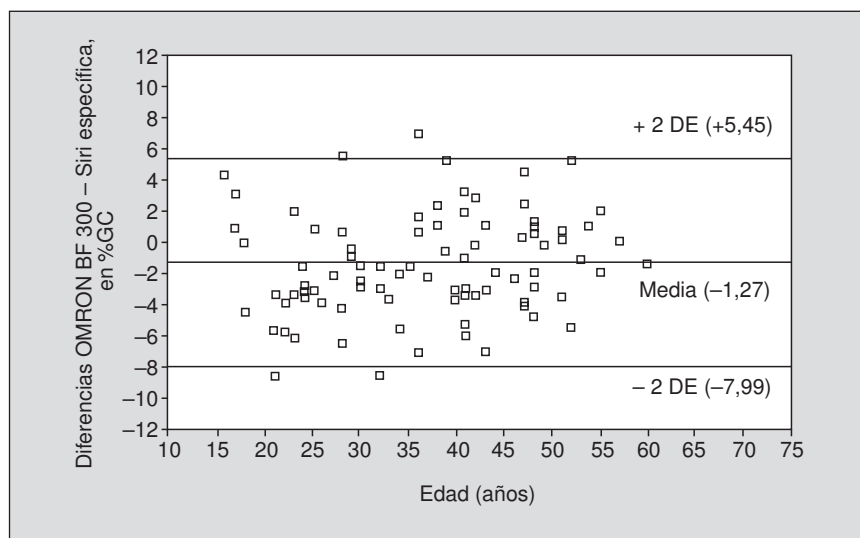


Figura 3. Relación de la edad con la diferencia de porcentaje de grasa corporal (%GC) entre el monitor OMRON BF 300 y la ecuación de Siri.

poral es preciso conocer sus fundamentos y limitaciones^{8,20-24}, así como los factores que pueden afectar a los resultados^{23,25}. Con relación a los pliegues cutáneos, aunque no se incluyó un sistema de «ciego», se midieron primero los pliegues y después se efectuó la lectura con el monitor, lo que, sumado a los múltiples pasos que

precisa la obtención de %GC con la ecuación de Siri, hace poco probable que su ausencia haya influido en los resultados.

La precisión de un nuevo aparato de medida es un parámetro fundamental y su evaluación es necesaria previamente a su validación y posterior utilización clínica. Por este motivo el estudio se dividió

en dos fases, describiéndose en la primera la precisión de la lectura de %GC efectuada por el monitor mediante el CCI y el CV²⁶. Tomando como referencia el CCI y los criterios de Fermanian²⁷, la precisión del monitor OMRON BF 300 se encuentra dentro del grado de concordancia muy bueno. Si la referencia es el CV, la proximidad a cero de los resultados obtenidos tanto intersujetos, donde el CV medio de las 3 determinaciones efectuadas es similar al de otros estudios^{25,28-30}, como intrasujetos, donde el CV se sitúa dentro del rango del 0,3-2% considerado como normal para esta técnica^{10,21,25,30}, indican la presencia de una variabilidad mínima entre las mediciones efectuadas.

Los resultados de la segunda fase muestran que el monitor OMRON BF 300 subestima ligeramente el %GC respecto a la ecuación de Siri (1,2%), y aunque la diferencia es significativa, clínicamente no es relevante: 857 g. Este resultado se encuentra en la misma línea que el referido por otros autores para ambas técnicas^{29,31,32}.

La valoración mediante el CCI del acuerdo existente entre el monitor OMRON BF 300, técnica evaluada, y la ecuación de Siri, método de referencia, muestra un grado de concordancia muy bueno^{18,27,33}, con límite inferior del IC del 95% por encima de 0,85 en ambos sexos. Con ambas ecuaciones el CCI es mayor en las mujeres, resultado que también recogen otros estudios³⁰.

La aplicación complementaria del método de Bland y Altman permite analizar el significado clínico de las diferencias detectadas³⁴. De forma similar a lo que sucede con técnicas que miden otras variables, para analizar la importancia clínica de la amplitud de este intervalo no se dispone de normas establecidas por un grupo de consenso, por lo que la estratificación del grado de acuerdo se realiza en función de los criterios reiteradamente expresados en di-

versos estudios como válidos para esta variable, que consideran que la concordancia es aceptable cuando la diferencia de %GC con el método de referencia se sitúa entre $\pm 10\%$ y excelente cuando está dentro de $\pm 5\%$ ^{12,21,28,30,32,35-37}. Tomando como referencia estos criterios y el porcentaje de diferencias monitor-ecuación de Siri inferiores al 5%, la concordancia entre ambas técnicas es buena. Al igual que con el CCI, con este método el grado de acuerdo monitor-ecuación de Siri es mayor en las mujeres que en los varones, presentando éstas mayor porcentaje de diferencias por debajo del 5%. Corroborando los resultados del CCI y del método de Bland y Altman, el monitor presenta un error técnico bajo, que también es superior en los varones que en las mujeres, situación ya observada en otros estudios^{11,16,23,38}, y que se refleja en la clasificación de Lohman³⁹, que establece valores más elevados para cada categoría en varones que en mujeres. Tomado como referente, el error técnico obtenido recibe la categoría de excelente tanto en varones como en mujeres, resultado que apoya la intercambiabilidad de ambas técnicas.

Por último, la edad no influye en el resultado obtenido, pero sí el IMC, resultado probablemente relacionado con la limitada capacidad de los pliegues para valorar la grasa corporal en obesos^{4,10,30,35,40}, situación en la que la precisión de la IB es mayor²⁴. Como resumen, el monitor cumple los criterios de precisión (CCI > 0,95 para medidas reiteradas con el mismo aparato y CV bajo) y validación (CCI con límite inferior del IC > 0,75; bajo error técnico; diferencias clínicamente no relevantes). Respecto a la validación, las limitaciones del CCI para valorar la concordancia^{18,30,34} aconsejan la utilización complementaria del método de Bland y Altman, que permite la evaluación clínica del resultado, y la in-

clusión del error técnico, sistema seguido en este estudio y cuyos resultados permiten recomendar la utilización del monitor OMRON BF 300 como alternativa a la ecuación de Siri para la valoración de %GC corporal. Y aunque algunos autores opinan que cuando el monitor precisa datos antropométricos la técnica añade poco a los resultados que se obtendrían sólo con antropometría^{41,42}, a igualdad de resultado el monitor aporta ventajas sobre los pliegues cutáneos: menor variabilidad, menor consumo de tiempo, sencillez de manejo, inmediatez en el resultado y no ser molesto para el paciente. Además, el error en la estimación de %GC frente a la densitometría es menor con IB (2-3%) que con los pliegues (3-9%)^{8,10,40}, y probablemente su validez para valorar el %GC en personas con obesidad grados II y III sea superior, aunque este punto requiere estudios específicos con este monitor para confirmarlo. Asimismo, su utilización en otros colectivos (ancianos, jóvenes menores de 16 años) y en personas con patologías crónicas requiere estudios complementarios que confirmen su validez. La incorporación de la IB a estudios epidemiológicos de entidad, como el National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III)⁴³, en el que ha sustituido a los pliegues cutáneos, el Framingham Heart Study⁴⁴ y el Cardiovascular Health Study⁴⁵, supone una apuesta clara hacia esta técnica, que probablemente a medio plazo también tenga su reflejo en la AP, al ser las características poblacionales de estos estudios similares a las de la población atendida en este nivel asistencial.

Con relación a este monitor, las especificaciones técnicas recogidas en el manual aportado por el fabricante son insuficientes, por lo que debería adaptarlas a las recomendaciones de los organismos encargados de evaluar las tecnologías sanitarias²⁴.

Bibliografía

1. Gutiérrez-Fisac JL. La obesidad: una epidemia en curso. *Med Clin (Barc)* 1998; 111: 456-458.
2. Serra Majem L, Ribas Barba L, Aranceta Bartrina J. Epidemiología y prevención de la obesidad. *Med Integral* 1999; 6: 243-253.
3. Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C. Epidemiología de la obesidad. En: Moreno Esteban B, Monereo Megías S, Álvarez Hernández J, editores. *Obesidad. La epidemia del siglo XXI*. Madrid: Díaz de Santos, 2000; 124-148.
4. García-Lorda P, Salas-Salvadó J. Evaluación de la composición corporal en el paciente obeso. *Med Integral* 1999; 6: 262-271.
5. Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO). Consenso Español 1995 para la Evaluación de la Obesidad y para la Realización de Estudios Epidemiológicos. *Med Clin (Barc)* 1996; 107: 782-787.
6. Expert Panel on the Identification, Evaluation and Treatment of Overweight in Adults. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: executive summary. *NHLBI Clinical Guidelines Executive Summary*. *Am J Clin Nutr* 1998; 68: 899-917.
7. Alastrué Vidal A. Antropometría y obesidad. *Med Clin (Barc)* 1994; 102: 16-19.
8. Valtueña Martínez S, Arija Aval V, Salas-Salvadó J. Estado actual de los métodos de evaluación de la composición corporal: descripción, reproducibilidad, precisión, ámbitos de aplicación, seguridad, coste y perspectivas de futuro. *Med Clin (Barc)* 1996; 106: 624-635.
9. Bretón Lesmes I, Cuerda Compés MC, Cambor Álvarez M, García Peris P. Técnicas de composición corporal en el estudio de la obesidad. En: Moreno Esteban B, Monereo Megías S, Álvarez Hernández J, editores. *Obesidad. La epidemia del siglo XXI*. Madrid: Díaz de Santos, 2000; 169-190.
10. Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 537-556.
11. Deurenberg P, Wetstrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr* 1991; 65: 105-114.

12. Lean MEJ, Han TS, Deurenberg P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 4-14.
13. Lohman TG. Skinfold and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum Biol* 1981; 53: 181-225.
14. Scherf J, Franklin BA, Lucas CP. Validity of skinfold thickness measures of formerly obese adults. *Am J Clin Nutr* 1986; 43: 128-135.
15. Kotler DP, Burastero S, Wang J, Pierson RN. Prediction of body cell mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 489-497.
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: 77-97.
17. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. En: Brozek J, Henschel A, editores. *Techniques for measuring body composition*. Washington DC: National Academy of Sciences. Natural Resources Council, 1961; 223-244.
18. Prieto L, Lamarca R, Casado A. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclass. *Med Clin (Barc)* 1998; 110: 142-145.
19. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-310.
20. Foster KR, Lukaski HC. Whole-body impedance-what does it measure? *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 388-396.
21. Deurenberg P. Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 449-452.
22. Heymsfield SB, Wang Z, Visser M, Gallagher D, Pierson RN. Techniques used in the measurement of body composition: an overview with emphasis on bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 478-484.
23. Chumlea WC, Guo SS, Cockram DB, Siervogel RM. Mechanical and physiologic modifiers and bioelectrical impedance spectrum determinants of body composition. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 413-422.
24. National Institutes of Health Technology Assessment. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 524-532.
25. Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 423-427.
26. Hulley SB, Cummings SR. Planificación de las mediciones: precisión y exactitud. En: Hulley SB, Cummings SR, editores. *Diseño de la investigación clínica. Un enfoque epidemiológico*. Madrid: Harcourt Brace de España, 1997; 35-46.
27. Fermanian J. Mesure de l'accord entre deux juges: cas quantitatif. *Rev Epidém Santé Publ* 1984; 32: 408-413.
28. McNeill, Fowler PA, Maughan RJ, McGaw BA, Fuller MF, Gvozdanovic D et al. Body fat in lean and overweight women estimated by six methods. *Br J Nutr* 1991; 65: 95-103.
29. Núñez C, Carvajal A, Turrero E, Moreira O. Contribución al estudio de la composición corporal de un grupo de mujeres jóvenes mediante análisis de impedancia bioeléctrica. *Nutr Hosp* 1994; 9: 262-267.
30. Van de Ham ECH, Coman JP, Christiaans MHL, Nieman FHM, Van Krel BK, Heidendal GAK et al. Body composition in renal transplant patients. *J Am Soc Nephrol* 1999; 10: 1067-1079.
31. López Calbet JA, Armengol Ramos O, Chavarren Cabrero J, Dorado García C. Una ecuación antropométrica para la determinación del porcentaje de grasa corporal en varones jóvenes de la población canaria. *Med Clin (Barc)* 1997; 108: 207-213.
32. Gutin B, Litaker M, Islam S, Manos T, Smith C, Treiber F. Body-composition measurement in 9-11-y-old children by dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold-thickness measurements, and bioimpedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 287-292.
33. Fernández López JA. La medición de la calidad de vida en salud: una evidencia científica de resultados. En: Gómez de la Cámara A, editor. *Manual de medicina basada en la evidencia. Elementos para su desarrollo y aplicación en atención primaria*. Madrid: Jarpyo, 1998; 165-180.
34. Gómez de la Cámara A, Cruz Martos E, De la Cruz Bértolo J, Landa Goñi J, Guillomía Contreras S, Aurrecoechea R. Análisis de la fiabilidad de tres dosímetros portátiles de glucemia. Comparación de diferentes métodos para el estudio de la fiabilidad de las observaciones clínicas. *Med Clin (Barc)* 1997; 108: 410-413.
35. Rush EC, Plank LD, Lauulu MS, Robinson SM. Prediction of percentage body fat from anthropometric measurements: comparison of New Zealand European and Polynesian young women. *Am J Clin Nutr* 1997; 66: 2-7.
36. Jebb SA, Cole TJ, Doman D, Murgatroyd PR, Prentice AM. Evaluation of the novel Tanita body-fat analyser to measure body composition by comparison with a four-compartment model. *Br J Nutr* 2000; 83: 115-122.
37. Wong WW, Stuff JE, Butte NF, O'Brian Smith E, Ellis J. Estimating body fat in African American and white adolescent girls: a comparison of skinfold-thickness equations with a 4-compartment model. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 348-354.
38. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr* 1988; 47: 7-14.
39. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 436-448.
40. Brodie D, Moscrip V, Hutcheon R. Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. *Nutrition* 1998; 14: 296-310.
41. Díaz EO, Villar J, Immink M, Gonzales T. Bioimpedance or anthropometry? *Eur J Clin Nutr* 1989; 43: 129-137.
42. Deurenberg P, Van der Kooy K. Bioelectrical impedance or anthropometry? *Eur J Clin Nutr* 1989; 43: 503-504.
43. Kuczmarski RJ. Bioelectrical impedance analysis measurements as part of a national nutrition survey. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 453-458.
44. Roubenoff R. Applications of bioelectrical impedance analysis for body composition to epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 459S-462S.
45. Visser M, Langlois J, Guralnik JM, Cauley JA, Kronmal RA, Robbins J et al. High body fatness, but not low fat-free mass, predicts disability in older men and women: the Cardiovascular Health Study. *Am J Clin Nutr* 1998; 68: 584-590.