

Factores clínicos y biológicos que influyen en la medición de la grasa corporal mediante bioimpedanciometría con el monitor OMRON BF 300

V. MARTÍN MORENO^a, M.J. ANTORANZ GONZÁLEZ^a,
S. FERNÁNDEZ HERRANZ^b, P. MORALES BARRIOS^a y
A. GARCÍA GONZÁLEZ^b

^aCentro de Salud Coronel de Palma.

^bCentro de Salud San Fernando. Móstoles. Madrid.

Fundamento. La estimación de la grasa corporal tiene una importancia creciente a escala clínica. El objetivo de este estudio es evaluar la influencia de factores clínicos y biológicos en la medición de grasa corporal por bioimpedanciometría (IB) con el monitor OMRON BF 300.

Material y métodos. Estudio descriptivo transversal. Los factores analizados son: ingesta sólida y líquida, ejercicio, influencia de la ropa, posición de las piernas y del monitor, ciclo menstrual, errores en la medición de peso y talla y evacuación de esfínteres. En conjunto participaron 135 personas, 87 mujeres y 48 varones de 14 a 69 años de edad.

Resultados. Diferentes factores influyen en el resultado: posición del monitor ($p < 0,001$), comida ($p < 0,001$), ingesta líquida ($p < 0,001$), paseo durante 1-2 h ($p < 0,001$), evacuación de esfínteres ($p < 0,001$) y precisión del peso ($p < 0,01$ - $p < 0,001$) y de la talla ($p < 0,001$). Sin embargo, no influyen la posición de las piernas, la ropa y, en las mujeres, la fase del ciclo menstrual. El peso de grasa corporal aumenta durante el día, y recupera los valores basales durante la noche.

Conclusiones. Múltiples factores influyen en la determinación de la grasa corporal por IB con el monitor OMRON BF 300. Recomendamos medir correctamente y con precisión la talla (1 mm) y el peso (0,1 kg), realizar las determinaciones por la mañana en ayunas, con la vejiga vacía, en ropa interior, sin haber realizado ejercicio y con una posición del monitor de 90° respecto a la vertical del cuerpo para obtener medidas fiables y reproducibles. La dieta preestablecida y el consumo líquido controlado pueden ser necesarios en algunas situaciones.

BIOLOGICAL AND CLINICAL FACTORS INFLUENCING BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYSIS MEASUREMENTS WITH THE OMRON BF 300 MONITOR

Background. There is growing clinical interest in the estimation of body fat. The aim was to value the influence of several biological and clinical factors in the bioelectrical impedance analysis (BIA) measurements with the Omron BF 300 monitor.

Material and methods. Observational cross-sectional study. The factors analyzed are consumption of food and beverage, exercise, clothes, legs position, monitor position, cycle menstrual, errors in body weight (accuracy of balance) and height (technique) measurements and sphincters evacuation. A total of 135 subjects (87 females and 48 males), aged between 14 and 69, participate in the different sets for this study.

Results. Body fat BIA values are affected by different factors: monitor position ($p < 0.001$), consumption of food ($p < 0.001$) and beverage ($p < 0.001$), recent physical activity ($p < 0.001$), sphincters evacuation ($p < 0.001$), accuracy body weight is determined ($p < 0.01$ - $p < 0.001$) and height technique is measured ($p < 0.001$). Legs position, clothes and cycle menstrual not affecting body fat BIA. Body fat value increased during the day, measurements not returned to before breakfast value after lunch.

Conclusions. Several factors have been shown to influence BIA measurements with the Omron BF 300 monitor. Body weight determined with accuracy 0.1 kg balance, height with accuracy technique and 1 mm and recommended standardized conditions with respect to monitor and body positions, not previous exercise, dietary intake and sphincters evacuation are necessary for obtaining accurate, precise and reproducible BIA data.

Key words: Bioelectrical impedance analysis. BIA. Body composition. Nutritional assessment. Body fat.

La disponibilidad de alimentos y la modificación de los hábitos de vida en las sociedades occidentales condiciona un incremento progresivo en el porcentaje de personas con sobrepeso y que la obesidad sea uno de los principales problemas de salud¹⁻³. Pero también, de forma paralela, la desnutrición y los déficit nutricionales están incrementando su presencia

Palabras clave: Bioimpedanciometría. Impedancia bioeléctrica. Composición corporal. Valoración nutricional. Grasa corporal. Porcentaje de grasa corporal.

Correspondencia: Dr. V. Martín Moreno.
Alerce, 5, 5.º B. 28041 Madrid.
Correo electrónico: amanvic@eresmas.com

Manuscrito recibido el 19-4-2001; aceptado para su publicación el 2-7-2001.

y afectando a cualquier etapa de la vida, como consecuencia del propio aumento de la esperanza de vida (ancianos), de la supervivencia (enfermedades crónicas o de mal pronóstico) o de cambios en la historia natural de la enfermedad, como ocurre con la anorexia nerviosa, que ha desbordado los límites de la adolescencia hacia márgenes de edad impensables hace unos años. Estas situaciones justifican el creciente interés en determinar la cantidad de grasa corporal y la demanda de medios técnicos que permitan cuantificar este parámetro. Sin embargo, la complejidad o coste de la mayoría de las técnicas⁴⁻⁶ que permiten dar respuesta a esta demanda (densitometría, absorciometría con rayos X de doble energía [DEXA], resonancia magnética nuclear, etc.) hace que queden reservadas a estudios clínicos o epidemiológicos y, con ello, fuera del alcance de la población general. Sólo la bioimpedanciometría (IB) ha conseguido una mayor implantación; el bajo coste de los aparatos que utilizan esta técnica ha permitido además que cualquier persona tenga acceso directo a ella, de forma que en el presente se venden monitores personales que determinan la grasa corporal por IB en cualquier farmacia o tienda especializada a un precio asequible.

Sin embargo, esta técnica tiene limitaciones y no hay estudios amplios con los aparatos personales que permitan establecer su utilidad en la evaluación de la composición corporal o en el seguimiento de los efectos de una dieta⁷. Diversos estudios han demostrado la influencia de algunos factores en los resultados⁸⁻⁹, aunque la mayoría se ha realizado con monitores tetrapolares que utilizan dos electrodos colocados en una mano y dos en un pie, monitores que, por su formato, no pueden ser catalogados como personales¹⁰. El OMRON BF 300 es un monitor personal en el que los cuatro electrodos contactan con las manos y que realiza la lectura no a lo largo del cuerpo, sino en la cintura escapular, diferencias que justifican la realización de este estudio, cuyo objetivo es evaluar la potencial contribución de diversos factores clínicos y biológicos en el resultado de la medición.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio descriptivo transversal realizado entre enero y agosto de 2000 en los centros de salud San Fernando y Coronel de Palma de Móstoles. La grasa corporal se determinó por IB mediante el monitor OMRON BF 300[®] (OMRON Matsukasa Co., Ltd. Japón), validado frente a densitometría^{11,12} y pliegues cutáneos¹³ en población general, que consta de cuatro electrodos, dos por cada empuñadura de cada mano, y mide la impedancia de brazo a brazo a lo largo de la cintura escapular, ofreciendo el resultado en forma de peso de grasa corporal (PGC, en kg) y porcentaje de grasa corporal (GC). Para realizar el cálculo requiere la talla, el peso, la edad y el sexo del sujeto. Las determinaciones se realizaron por triplicado, en ropa interior y en bipedestación, con las piernas separadas 35-45° y los brazos extendidos hacia delante, en ángulo recto (90°) respecto a la vertical del cuerpo y sin doblar los codos; condiciones recomendadas por el fabricante y diversos estudios⁴, a las que se añaden las modificaciones precisas en el estudio de cada factor. Se controló que la temperatura ambiental estuviera entre 20 y 30 °C. El peso corporal (PC) y la talla se midieron mediante báscula-tallímetro marca Año-Sayol[®], con una precisión de 100 g y 1 mm. En el estudio del funcionamiento diario se utilizó una báscula electrónica TEFAL[®], modelo Evidence[®], con una precisión de 100 g.

Por razones operativas, cada factor se analizó por separado, participando en conjunto 135 personas, 87 (64,4%) mujeres y 48 varones (35,6%), seleccionadas mediante petición de participación voluntaria entre el personal de los centros y las personas que acuden a consulta. Los factores analizados fueron: ciclo menstrual, posición del monitor, posición de las piernas, diferencias en los resultados por posibles errores al medir el peso o la talla, presencia de ropa, influencia de las comidas del día, ingesta de líquido, ejercicio, evacuación vesical y evacuación de heces, estos cinco últimos englo-

bados de forma conjunta dentro de la valoración de la capacidad del monitor para detectar cambios durante el seguimiento de la actividad diaria del sujeto. Para diferenciar participantes de observaciones se estableció que "N" representara al número de personas incluidas y "n" al número de observaciones por persona o grupo.

Con relación al ciclo menstrual, las determinaciones se realizaron por la tarde, con ayuno previo de al menos 3 h y sin haber realizado ejercicio. Se establecieron tres controles: entre el segundo y cuarto días desde el inicio de la menstruación (fase menstrual), entre los días 16 y 19 (fase postovulatoria) y entre los días 24 y 28 (fase premenstrual), registrándose en cada control peso, PGC, porcentaje de GC y temperatura axilar. La talla para todos los controles fue la obtenida en el primero.

Aunque el fabricante recomienda que la determinación se haga con los brazos extendidos hacia delante en ángulo de 90°, una persona que no tenga delante un espejo para verse u otra persona que le indique la posición puede adoptar una angulación diferente sin percatarse de ello. Por ello, se analizó la influencia que tiene en la lectura situar el monitor a 80, 90 y 100°, tomando como 0° los pies y como 180° la cabeza. El manual también informa que la medición se debe realizar con las piernas separadas, pero no cuánto, por lo que se analizó la influencia de la distinta separación entre las piernas en el resultado, estableciéndose como estándar el ángulo de 35-45° y como distancias a comparar las de 10-20° y 60-70°.

Para valorar si la precisión con que se mide el peso y la talla afecta a los resultados, se realizaron determinaciones con el peso y talla obtenidos en el examen antropométrico y se analizó la influencia de variar ese peso en 100, 200 y 500 g (precisiones habituales de las básculas de uso comercial) o la talla en 1 y 2 cm por encima o por debajo del valor inicial.

El efecto de la presencia-ausencia de ropa en el resultado de peso de grasa corporal ofrecido por el monitor se analizó realizando primero la determinación en ropa interior y posteriormente con su ropa. Este orden se estableció para neutralizar el efecto de la ropa sobre la temperatura corporal, de forma que al iniciar las tomas en ropa interior el cuerpo se adapta a la temperatura ambiente y después al vestirse no hay tiempo de que la ropa pueda calentar el cuerpo, por lo que se mide el efecto de su presencia de forma más real.

Para evaluar el funcionamiento del monitor durante un período prolongado de tiempo se realizó durante 3 meses un seguimiento en un sujeto sano, no sometido a dieta y que realizaba su actividad habitual, analizándose, en una primera fase de 7 semanas de duración y con controles de lunes a viernes, la influencia en el resultado de las diversas comidas del día. Se establecieron controles antes y 20-30 min después de desayuno (8:00-8:30 h), comida (13:00-13:30 h) y cena (22:00-22:30 h), que se realizaron tomando como referencia, por un lado, el peso corporal en ese momento y, por otro, el que tenía ese mismo día al levantarse, en ayunas y después de haber vaciado la vejiga, comparando al final ambos resultados. La talla para cada día es la medida al inicio del estudio. Entre comidas no se consume ningún alimento o bebida. En una segunda fase se valoró el factor consumo de líquido, mediante sobrecarga oral de 1.000 ml de agua a las 12:00 h, en 12 días alternativos, realizándose determinaciones previa y a los 5, 15 y 30 min posteriores a la prueba, así como antes del desayuno y 20 min después de la cena. El resto del día se realizó un consumo de otros 1.500 ml de líquido y una dieta establecida. Como control se realizó el mismo procedimiento durante otros 12 días, pero sin sobrecarga de agua. Por último, en una tercera fase se analizó la influencia del ejercicio, que consistió en el paseo entre una y 2 h, realizándose las lecturas con el monitor antes del paseo y 20 min después, si se realiza por la mañana o antes, y una hora y media después, si se realiza por la tarde, sin comer o beber nada en ese intervalo. A lo largo de las tres fases también se analizó la influencia de la orina y heces, con controles pre y 5-10 min postevacuación.

El procesamiento y análisis de los datos se realizó expresando la media y la desviación estándar de las medidas obtenidas. La distribución normal de las variables evaluadas se determinó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors ($N/n > 30$) o de Shapiro-Wilks ($N/n < 30$), comparándose sus medias mediante el análisis de la variancia y la prueba de la t de Student para datos apareados si los datos se distribuyen normalmente o la prueba de Wilcoxon cuando no lo hacen. Para la evaluación del funcionamiento diario se calculó el coeficiente de variación global ($CV = [\text{desviación estándar}/\text{media}] \times 100$) y el relativo a los cinco primeros y cinco últimos días de la serie.

TABLA 1. Características antropométricas y resultados del estudio sobre la influencia del ciclo menstrual en la lectura de grasa corporal por IB realizada con el monitor OMRON BF 300®

Estudio ciclo menstrual	Peso corporal (kg)			Porcentaje de grasa corporal (%)			Peso de grasa corporal (kg)			Temperatura axilar (°C)		
	Primera fase ^c	Segunda fase ^d	Tercera fase ^e	Primera fase ^c	Segunda fase ^d	Tercera fase ^e	Primera fase ^c	Segunda fase ^d	Tercera fase ^e	Primera fase ^c	Segunda fase ^d	Tercera fase ^e
Media ± DE	60,4 ± 12	60,6 ± 12,1	60,4 ± 12	27,5 ± 6,65	27,5 ± 6,55	27,5 ± 6,33	17,1 ± 7,5	17,2 ± 7,5	17,1 ± 7,4	36,1 ± 0,08	36,1 ± 0,1	36,2 ± 0,1
Mínimo	46,3	45,3	46,4	11,2	11,7	12,2	5,2	5,3	5,7	35	35	35
Máximo	110,7	111,6	111,8	42,1	42,3	41,5	45,7	45,9	45,6	37	37,1	37,2
Datos antropométricos (N = 34)												
	Edad^a	Peso^a	Talla^a	IMC^a	Porcentaje de grasa corporal^b	Peso de grasa corporal^b						
Media ± DE	33,7 ± 6,8	60,4 ± 11,97	161,6 ± 6,1	23,1 ± 3,8	27,5 ± 6,5	17,2 ± 7,5						
Rango	18-47	46,3-110,7	152-173,5	18,2-36,8	11,7-41,9	5,4-45,7						

^aDatos relativos al primer control. ^bMedia de peso y de porcentaje de grasa corporal entre los tres controles.

^cFase menstrual, días 2 a 4 del ciclo. ^dFase postovulatoria, días 16 a 19 del ciclo. ^eFase premenstrual, días 24 a 28 del ciclo.

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal.

RESULTADOS

Ciclo menstrual

Participan 34 mujeres, con una edad media ± DE de 33,7 ± 6,8 años (tabla 1). El porcentaje de GC en la primera fase del ciclo fue del 27,5 ± 6,65%, en la segunda fase del 27,1 ± 6,1% y en la tercera del 27,5 ± 6,33%. Las diferencias de PGC, porcentaje de GC, peso corporal y temperatura axilar entre las diversas fases del ciclo no son significativas.

Posición del monitor en el momento de efectuar la lectura

Participan 27 sujetos. Situando el monitor a 80°, el PGC fue de 21,811 ± 9,28 kg; a 90°, de 22,996 ± 9,28 kg, y a 100°, de 23,133 ± 9,29 kg. La diferencia entre el resultado obtenido en la posición estándar de 90° y la de 80° es mayor (1.185 g; p < 0,001) que la diferencia entre las posiciones de 90 y 100° (137 g; p < 0,001).

Posición de las piernas en el momento de efectuar la lectura

Participan 31 personas. Con las piernas separadas 10-20° respecto a la posición de juntas, el PGC obtenido fue de 20,125 ± 5,293 kg; separándolas 35-45°, de 20,097 ± 5,339 kg, y con una separación de 60-70°, de 20,081 ± 5,347 kg; las diferencias no son significativas.

Variables introducidas en el monitor para el cálculo de la grasa corporal

El aumento en 100 g del peso corporal introducido da lugar a un incremento en la lectura de PGC de 81 g, de 148 g si se aumenta en 200 g y de 259 g si se hace en 500 g. Valores similares, pero negativos, suceden si se disminuye en la misma medida el peso introducido (tabla 2). Si la variable modificada es la talla, su incremento en 1 y 2 cm (tabla 3) produce una disminución en la lectura de grasa de -464 y -870 g, mientras que su disminución en 1 o 2 cm da lugar a un aumento en la grasa de 315 y 684 g.

Ropa

El PGC sin ropa (N = 31) fue de 20,071 ± 6,59 kg y con ropa de 20,074 ± 6,60 kg. Realizado en un solo sujeto en días sucesivos y antes de cada comida (N = 1; n = 39), el PGC fue de 20,4 ± 0,99 sin ropa y de 20,4 ± 0,97 con ropa. Las diferencias no son significativas.

Influencia de la comida

El PGC aumenta a lo largo del día más que el peso corporal. La diferencia de peso corporal entre antes del desayuno y después de la cena es de 846 g, mientras que la diferencia de PGC es de 1.697 g si tomamos como referencia después de la cena el peso corporal que se tiene en ese momento y de 1.080 g si la referencia es el peso de antes del desayuno (fig. 1). El mayor incremento posprandial de PGC acontece en la cena (1.231 y 711 g respectivamente), mientras que con el peso corporal ocurre con la comida (868 g). El coeficiente de variación global para las determinaciones realizadas antes del desayuno fue del 2,39% y para las realizadas después de la cena del 1,61%. El coeficiente de variación en los primeros 5 días del estudio fue del 2,43 y el 2,05% y en los días 31 a 35 del 2,54 y 1,65%, respectivamente, para los controles realizados antes del desayuno y después de la cena.

Influencia de la ingesta de líquido

Las diferencias de PGC entre antes de la sobrecarga (19,117 ± 0,39 kg) y las obtenidas a los 5 (19,092 ± 0,28 kg), 15 (19,142 ± 0,35 kg) y 30 min (19,22 ± 0,12 kg) de la misma no son significativas. La diferencia de PGC entre la mañana (19,375 ± 0,45) y la noche (21,667 ± 0,19) los días de sobrecarga líquida fue de 2,292 g, mientras que en los días de control fue de 1.533 g (19,691 ± 0,28 frente a 21,225 ± 0,31; p < 0,001). La diferencia de peso corporal antes del desayuno y después de la cena fue de 775 g los días de sobrecarga oral y de 1.100 g los días de control.

Ejercicio

La lectura de grasa por IB después de realizar ejercicio es inferior a la obtenida antes de su realización (19,6 ± 0,57 frente a 20,41 ± 0,21 por la mañana [p < 0,001] y 19,19 ± 0,59 frente a 20,28 ± 0,72 por la tarde [p < 0,001]), mientras que en los días sin actividad física es mayor (19,88 ± 0,27 frente a 19,84 ± 0,43 por la mañana y de 20,46 ± 0,35 frente a 19,57 ± 0,52 por la tarde [p < 0,001]). La pérdida de grasa para el mismo ejercicio es mayor por la tarde (1.096 frente a 811 g).

Esfínteres

La lectura de la grasa corporal realizada con el monitor OMRON BF 300 después de vaciar los esfínteres vesical (19,67 ± 0,94; p < 0,001; n = 58) y rectal (20,15 ± 0,77; p < 0,001; n = 35) es inferior a la realizada previamente a su vaciamiento (19,98 ± 0,93 y 20,33 ± 0,64).

TABLA 2. Influencia de la precisión con que se mide el peso corporal en el resultado de peso de grasa corporal medido por IB con el monitor OMRON BF 300®

	Peso de grasa con su peso corporal	Peso de grasa con 100 g más de peso corporal	Diferencia intervalo (p)
N	32	32	-
Media ± DE	21,009 ± 2,777	21,091 ± 2,818	0,081 ± 0,125
Límites	18,9-3,6	19,1-30,9	0,30-(-0,2) (p = 0,001)
	Peso de grasa con su peso corporal	Peso de grasa con 100 g menos de peso corporal	Diferencia intervalo (p)
N	32	32	-
Media ± DE	22,703 ± 7,636	22,641 ± 7,653	-0,062 ± 0,128
Límites	13-35,6	12,8-35,6	0,10-(-0,40) (p = 0,01)
	Peso de grasa con su peso corporal	Peso de grasa con 200 g más de peso corporal	Diferencia intervalo (p)
N	37	37	-
Media ± DE	19,908 ± 5,887	20,056 ± 5,892	0,148 ± 0,138
Límites	7,0-38,9	7,1-39,1	0,40-(-0,20) (p < 0,001)
	Peso de grasa con su peso corporal	Peso de grasa con 200 g menos de peso corporal	Diferencia intervalo (p)
N	30	30	-
Media ± DE	19,610 ± 2,069	19,482 ± 2,073	-0,128 ± 0,124
Límites	13,9-21,4	13,7-21,3	0,30-(-0,40) (p < 0,001)
	Peso de grasa con su peso corporal	Peso de grasa con 500 g más de peso corporal	Diferencia intervalo (p)
N	32	32	-
Media ± DE	19,872 ± 3,486	20,131 ± 3,700	0,259 ± 0,283
Límites	10,1-24,5	9,7-24,6	0,60-(-0,60) (p < 0,001)
	Peso de grasa con su peso corporal	Peso de grasa con 500 g menos de peso corporal	Diferencia intervalo (p)
N	36	36	-
Media ± DE	22,311 ± 5,377	22,003 ± 5,131	-0,308 ± 0,102
Límites	19,4-39,4	19,1-38,2	(-0,20)-1,20 (p < 0,001)

Media en kilogramos ± desviación estándar (DE).

DISCUSIÓN

La medición de la grasa corporal por IB con el monitor OMRON BF 300® está sujeta a la influencia de diversos factores, no siempre relacionados con la propia técnica. Así, aunque la precisión de los aparatos utilizados es la recomendada para la realización de estudios epidemiológicos¹⁴, la utilización de más de un aparato (OMRON BF 300®, peso, tallímetro) hace que la medida de grasa corporal obtenida pueda verse influida por la precisión de cada uno de ellos, además de por la meticulosidad del examen antropométrico. Por otro lado, el limitado número de participantes en el análisis de algunos factores en este estudio posibilita, más que una evaluación de los mismos, la apertura de nuevas líneas de valoración.

La influencia del ciclo menstrual se analizó en las tres fases que *a priori* podían reflejar mejor los posibles cambios, y no se ha encontrado que la fase del ciclo en que se encuentre la mujer influya en los resultados. Conferencias de

consenso⁸, monografías¹⁵ y el manual del monitor (sin referencia bibliográfica) incluyen el factor "ciclo menstrual" como influyente, pero al analizar estos estudios^{16,17} se observa que, para un tamaño muestral similar al nuestro, se producen diferencias significativas en la resistencia, el PC y la masa libre de grasa (MLG) entre algunas fases del ciclo, pero no en el porcentaje de GC, parámetro utilizado en este estudio y que mejor refleja los cambios cuando se comparan períodos diferentes, ya que, al variar el PC y ser ésta una variable precisa para realizar el cálculo con el monitor, el PGC obtenido será diferente. Esta diferencia puede llegar a ser significativa sin que la diferencia del porcentaje de GC lo sea. El PGC se obtiene por IB de forma indirecta, restando al PC la MLG; en nuestro estudio las diferencias en el PC no son significativas, hecho que puede haber influido en que el PGC tampoco lo sea.

La posición del monitor respecto a la vertical del cuerpo afecta al resultado, y la diferencia es clínicamente relevante si la angulación es menor de la recomendada, por lo que es

TABLA 3. Influencia de la precisión con la que se mide la talla en el resultado de peso de grasa corporal medido por IB con el monitor OMRON BF 300®

	Peso de grasa con su talla	Peso de grasa con 1 cm más de talla	Diferencia intervalo (p)
N	31	31	-
Media ± DE	24,287 ± 12,216	23,823 ± 12,160	-0,464 ± 0,225
Límites	8,4-52	8-51,6	0-(-1,10) (p < 0,001)
	Peso de grasa con su talla	Peso de grasa con 1 cm menos de talla	Diferencia intervalo (p)
N	32	32	-
Media ± DE	22,066 ± 4,574	22,381 ± 4,21	0,135 ± 0,325
Límites	15,9-29,5	16-29,8	0,90-(-0,60) (p < 0,001)
	Peso de grasa con su talla	Peso de grasa con 2 cm más de talla	Diferencia intervalo (p)
N	33	33	-
Media ± DE	19,382 ± 6,773	18,512 ± 6,705	-0,870 ± 0,217
Límites	8,7-26,8	7,9-25,9	0,40-(-1,30) (p < 0,001)
	Peso de grasa con su talla	Peso de grasa con 2 cm menos de talla	Diferencia intervalo (p)
N	33	33	-
Media ± DE	24,572 ± 7,158	25,257 ± 7,128	0,684 ± 0,130
Límites	12,4-35	13-35,6	0,90-0,20 (p < 0,001)

Media en kg ± desviación estándar (DE).

preciso asegurar antes de la prueba que el ángulo que forman los brazos y el cuerpo sea de 90°. Sin embargo, la separación diferente de las piernas no afecta a la lectura de grasa corporal realizada, resultado que concuerda con el tipo de lectura que realiza el monitor, de brazo a brazo a lo largo de la cintura escapular, es decir, en la parte superior del tronco.

La talla debe medirse con criterios rigurosos, ya que pequeñas variaciones de 1 o 2 cm, frecuentes por defecto, afectan al resultado obtenido¹⁸, y aunque este hecho es poco relevante a escala individual, porque al usar siempre la misma talla la variación de grasa en el tiempo puede seguir siendo evaluable, sí tiene trascendencia en estudios epidemiológicos. Con relación al peso, diferencias de 100 o 200 g tienen escasa repercusión clínica, pero para disminuir el efecto de la suma de errores de precisión es recomendable que cada aparato tenga la mayor precisión posible.

Respecto a la ropa, no influye en el resultado de grasa corporal obtenido, pero sí en el peso, que debe obtenerse sin ropa. Además, aunque la ropa no afecta al resultado en las condiciones en que se ha realizado el estudio (temperatura ambiente de 20-30°), no puede descartarse que en otras situaciones este resultado pueda ser diferente¹⁹.

La utilización del monitor en el seguimiento de un sujeto muestra que es capaz de detectar los cambios que suceden con la actividad diaria, y aunque la diferencia de PGC entre antes del desayuno y después de la cena no guarda relación con la del PC, indicando que probablemente estén implicados otros factores, cuando se toma como referencia para la determinación del PGC el PC inicial del día, las variaciones de PGC entre antes y después de cada comida sí traducen los cambios equivalentes de PC. De confirmarse este resultado en estudios posteriores, este método podría ser utiliza-

do para controlar la cantidad de alimento ingerido en pacientes con anorexia nerviosa o desnutrición, con la ventaja de que, a diferencia del PC, no se ve afectado de forma inmediata en el tiempo por el consumo de líquido, lo que permite diferenciar en estos pacientes ambos consumos. La ingesta condiciona un aumento en la lectura de grasa que realiza el monitor^{20,21}. El efecto del desayuno desaparece en las 4 h que transcurren entre éste y la comida, pero tras la comida no vuelve a recuperarse el valor previo a la misma, a pesar de que la separación con la cena es de más de 8 h, por lo que las 4 h de ayuno previo que habitualmente se aconsejan^{4,9,16} no son válidas para el intervalo de tarde. El coeficiente de variación de medidas repetidas en días diferentes en un mismo sujeto es bajo y similar al encontrado en otros estudios⁸, y no evidencia tendencia a incrementarse en el tiempo. El consumo de líquido es, junto con la comida, el factor que determina en mayor medida el resultado^{22,23}, y su efecto, como también se recoge en otros estudios²⁴, no es inmediato, aunque sí sobre el PC, con lo que la medición realizada tomando como referencia ese peso estará sobrestimada⁸. Por ello, este factor debe ser controlado, sobre todo en sujetos que requieran seguimiento, y es también aconsejable que la prueba se realice con la vejiga vacía. Dentro de la última fase del seguimiento, observamos que la realización de una actividad física moderada, como es el paseo, afecta a los resultados y su efecto se mantiene en el tiempo, como muestra el resultado obtenido por la tarde, por lo que la lectura debe efectuarse sin haber realizado ejercicio. El ejercicio aumenta el flujo sanguíneo cutáneo, eleva la temperatura cutánea y produce una pérdida hídrica y una redistribución de los fluidos corporales^{8,9,25,26} que afectan a los fundamentos de la técnica, influyendo en el resultado.

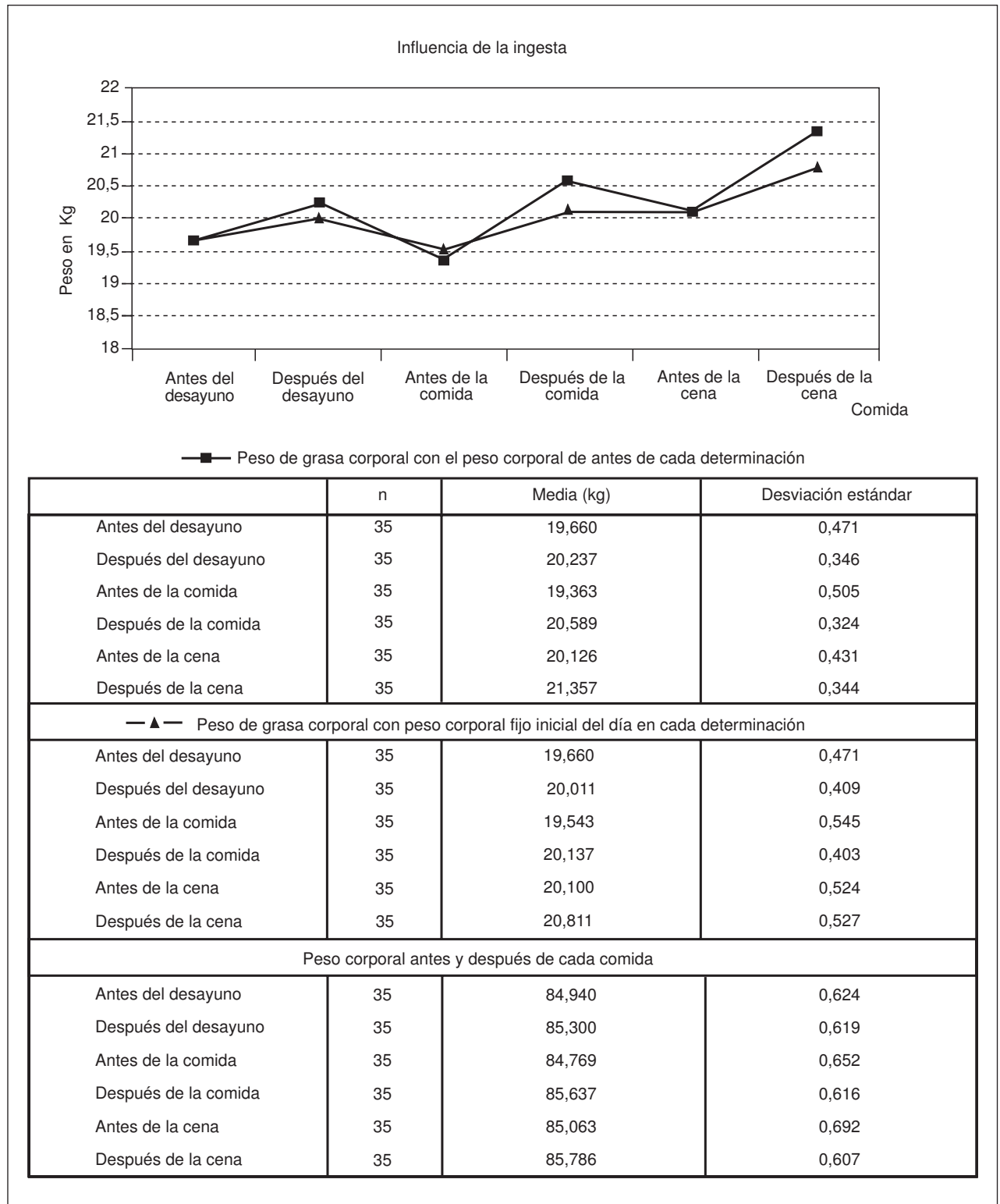


Fig. 1. Influencia de la ingesta en la determinación de la grasa corporal mediante IB con el monitor OMRON BF 300®.

Aunque los resultados obtenidos en el período de seguimiento diario individual son similares a los reflejados con colectivos^{8,27}, son precisos estudios más amplios de seguimiento que aporten datos no sólo de la variabilidad interin-

dividual, sino también de la influencia de otros posibles factores, como la temperatura ambiental. En cualquier caso, para interpretar los resultados es necesario conocer los fundamentos y limitaciones de la IB^{5,9,27-31}. Es obvio que las di-

ferencias de grasa reflejadas entre mañana y noche o entre antes y después de hacer ejercicio no se deben a un incremento o disminución de la grasa del organismo, sino a cambios en los compartimientos corporales, fundamentalmente del componente hídrico^{28,32}, cambios que quedan perfectamente reflejados en los resultados al vaciar la vejiga. Controlar la ingesta, conocer los cambios que ocurren en el organismo en las primeras fases de una dieta^{22,32-34} y protocolizar la técnica⁸ se convierten en puntos clave al realizar estudios de seguimiento en pacientes, que probablemente contribuyan a aclarar las diferencias entre estudios sobre la utilidad de la IB en el seguimiento de la pérdida de peso^{9,35-37}, o de que el poder de estimación de la adiposidad sea mayor en estudios epidemiológicos que en individuos concretos, al diluirse en el grupo los pequeños errores en los factores mencionados^{8,29,38,39}.

Como resumen, múltiples factores influyen en la determinación de la grasa corporal por IB con el monitor OMRON BF 300®. Los resultados obtenidos permiten aconsejar, junto con otros autores^{8,4,25} y en consonancia con el consenso sobre IB del National Institute of Health^{9,40}, medir correctamente y con precisión peso (100 g)²¹ y talla (1 mm); realizar la determinación de grasa corporal por la mañana al levantarse, en ayunas y después de haber vaciado la vejiga, en ropa interior, sin haber realizado ejercicio y prestando especial atención a la posición del monitor (90° respecto a la vertical del cuerpo). Cuando no pueda realizarse por la mañana en ayunas, además de estas recomendaciones se deberá controlar la actividad, la ingesta de líquidos y sería deseable la realización de una dieta preestablecida. La adopción de estas recomendaciones puede permitir una menor variabilidad en los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Gutiérrez-Fisac JL. La obesidad: una epidemia en curso. *Med Clin (Barc)* 1998; 111: 456-458.
- Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO). Conferencia de consenso. Consenso SEEDO 2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin (Barc)* 2000; 115: 587-597.
- 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: Ediciones Díaz de Santos, 2000; 124-148.
- García-Lorda P, Salas-Salvado J. Evaluación de la composición corporal en el paciente obeso. *Med Integral* 1999; 6: 262-271.
- Valtueña Martínez S, Arjia Aval V, Salas-Salvado 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.
- 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: Ediciones Díaz de Santos, 2000, 169-190.
- Van der Kooy K, Leener R, Deurenberg P, Seidell JC, Westerterp KR, Hautvast JG. Changes in fat free mass in obese subjects after weight loss: a comparison of body composition measures. *Int J Obesity* 1992; 16: 675-684.
- Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: S423-S427.
- 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: S524-S532.
- Oldham NM. Overview of bioelectrical impedance analyzers. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: S405-S412.
- Loy SF, Likens BA, Andrews PM, Vincent W, Holland G, Kawai H et al. Easy grip on body composition measurements. Three labs show accuracy of hand-held fat analyzer. *ACSM's Health and Fitness Journal* 1998; 2: 16-19.
- Gibson AL, Heyward VH, Mermier CM. Predictive accuracy of Omron body logic analyzer in estimating relative body fat of adults. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2000; 10: 216-227.
- Martín Moreno V, Gómez Gandoy B, Antoranz González MJ, Fernández Herranz S, Gómez de la Cámara A, Oya Otero M. Validación del monitor de medición de la grasa corporal por impedancia bioeléctrica Omron BF 300. *Aten Primaria* 2001; 28: 174-181.
- 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.
- Aranceta J, Pérez Rodrigo C, Serra Majem LL, Ribas L, Quiles Izquierdo J, Vioque J et al, y Grupo Colaborativo Español para el Estudio de la Obesidad. Prevalencia de la obesidad en España: estudio SEEDO'97. *Med Clin (Barc)* 1998; 111: 441-445.
- Deurenberg P, Weststrate JA, Paymans I, Van der Kooy K. Factors affecting bioelectrical impedance measurements in humans. *Eur J Clin Nutr* 1988; 42: 1017-1022.
- Gleichauf CN, Roe DA. The menstrual cycle's effect on the reliability of bioimpedance measurements for assessing body composition. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 903-907.
- Kushner RF, Schoeller DA, Fjeld CR, Danford L. Is the impedance index (ht²/R) significant in predicting total body water? *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 835-839.
- Liang MT, Su HF, Lee NY. Skin temperature and skin blood flow affect bioelectric impedance study of female fat-free mass. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 221-227.
- Gallagher M, Walker KZ, O'Dea K. The influence of a breakfast meal on the assessment of body composition using bioelectrical impedance. *Eur J Clin Nutr* 1998; 52: 94-97.
- Gray DS. Changes in bioelectrical impedance during fasting. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 1184-1187.
- Valtueña S, Blanch S, Barenys M, Solà R, Salas-Salvado J. Changes in body composition and resting energy expenditure after rapid weight loss: is there an energy-metabolism adaptation in obese patients? *Int J Obes* 1995; 19: 119-125.
- Schoeller DA. Bioelectrical impedance analysis. What does it measure? *Ann N Y Acad Sci* 2000; 904: 159-162.
- Elsen R, Siu ML, Pineda O, Solomons NW. Sources of variability in bioelectrical impedance determinations in adults. En: Ellis KJ, Yasumura S, Morgan WD, editores. *In vivo body composition studies*. Londres: Institute of Physical Sciences in Medicine, 1987; 184-188.
- Liang MT, Norris S. Effects of skin blood flow and temperature on bioelectric impedance after exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25: 1231-1239.
- Koulman N, Jiménez C, Regal D, Bolliet P, Launay JC, Savourey G. Use of bioelectrical impedance analysis to estimate body fluid compartments after acute variations of the body hydration level. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 857-864.
- Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: S436-S448.
- Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 537-556.
- Deurenberg P. Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: S449-S452.
- Heymisdied 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: S478-S484.
- Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. *J Am Coll Nutr* 1992; 11: 199-209.
- Piccoli A, Brunani A, Savia G, Pillon L, Favaro, Berselli ME et al. Discriminating between body fat and fluid changes in the obese adult using bioimpedance vector analysis. In *J Obes Relat Metab Disord* 1998; 22: 97-104.
- Fogelholm GM, Sievanen HT, Van Marken Lichtenbelt WD, Westerterp KR. Assessment of fat-mass loss during weight reduction in obese women. *Metabolism* 1997; 46: 968-975.
- Carella MJ, Rodgers CD, Anderson D, Gossain VV. Serial measurements of body composition in obese subjects during a very-low-energy diet (VLED) comparing bioelectrical impedance with hydrodensitometry. *Obes Res* 1997; 5: 250-256.
- Forbes GB, Simon W, Amaturda JM. Is bioimpedance a good predictor of body composition change? *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 4-6.
- Vázquez JA, Janosky JE. Validity of bioelectrical-impedance analysis in measuring changes in lean body mass during weight reduction. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 970-975.
- Deurenberg P, Weststrate JA, Van der Kooy K. Body composition changes assessed by bioelectrical impedance measurements. *Am J Clin Nutr* 1989; 49: 401-403.
- Tagliabue A, Cena H, Rentani C, Lanzola E, Silva S. How reliable is bio-electrical impedance analysis for individual patients? *Int J Obes Relat Metab Disord* 1992; 16: 649-652.
- Deurenberg P, Smit HE, Kusters CS. Is the bioelectrical impedance method suitable for epidemiological field studies? *Eur J Clin Nutr* 1989; 43: 647-654.
- Ellis KJ, Bell SJ, Chertow GM, Chumlea WC, Knox TA, Kotler DP, Lukaski HC, Schoeller DA. Bioelectrical impedance methods in clinical research: a follow-up to the NIH Technology Assessment Conference. *Nutrition* 1999; 15: 874-880.