



Original/Valoración nutricional

# Variabilidad de la composición corporal medida con bioimpedanciometría eléctrica según condiciones de realización: influencia del ayuno y del reposo

Diana Isabel Cáceres<sup>1</sup>, Monique Messagi-Sartor M<sup>2-3</sup>, Diego Agustín Rodríguez<sup>4,6,9</sup>, Ferran Escalada<sup>2-4</sup>, Joaquim Gea<sup>6-9</sup>, Mauricio Orozco-Levi<sup>1,7</sup> y Ester Marco<sup>2-5</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Neumología, Fundación Cardiovascular de Colombia, Santander, Colombia. <sup>2</sup>Grupo de Investigación en Rehabilitación, Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques (IMIM), Barcelona. <sup>3</sup>Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Parc de Salut Mar (Hospital del Mar - Hospital de l'Esperança), Barcelona. <sup>4</sup>Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona. <sup>5</sup>Facultad de Medicina, Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona. <sup>6</sup>Servicio de Neumología, Hospital del Mar, Barcelona. <sup>7</sup>Facultad de Ciencias de la Salud (CEXS), Universitat Pompeu Fabra, Barcelona. <sup>8</sup>Grupo de Investigación en Músculo y Sistema Respiratorio (URMAR), IMIM, Barcelona. <sup>9</sup>Centro de Investigación en Red de Enfermedades Respiratorias (CIBERES), Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), Madrid, Spain.

## Resumen

**Introducción:** La bioimpedanciometría eléctrica (BIA) constituye una de las principales herramientas para evaluar la composición corporal. Aunque se recomienda la realización de la BIA en condiciones de ayuno y 60 minutos de reposo, en la práctica asistencial no siempre es posible garantizar su cumplimiento.

**Objetivos:** Determinar la fiabilidad de los parámetros de composición corporal estimados por BIA bajo diferentes condiciones fisiológicas: ayuno + reposo, ayuno + no-reposo y no-ayuno + no-reposo en voluntarios sanos.

**Metodología:** Estudio transversal en 25 voluntarios sanos entre 18 y 34 años de edad (12 hombres, 13 mujeres). Se realizó una BIA en tres condiciones diferentes: 1) ayuno + reposo de 60 minutos en decúbito supino (*gold standard*), 2) ayuno + no reposo y 3) no ayuno + no reposo. Los parámetros recogidos fueron: masa magra y masa grasa (Kg) y agua corporal (litros y en porcentaje del peso corporal). Para valorar la concordancia entre las diferentes mediciones, se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (CCI)

**Resultados:** En comparación con el *gold standard*, la diferencia de medias de la masa magra en la condición de ayuno + no-reposo, fue -0.15 (DE 1.44) en los hombres y 0.98 (DE 1.36) en mujeres; la masa grasa disminuyó 0.06 (DE 1.55) en hombres y 0.82 (DE 1.5) en mujeres; el CCI osciló entre 0.826-0.995 en todas las comparaciones. En la condición de no-ayuno + no reposo, la masa magra disminuyó una media 0.05 (DE 0.33) en los hombres y en las mujeres se incrementó 0.62 (DE 0.46); la masa grasa disminuyó 0.57 (DE 0.82) en hombres y 0.46 (DE 0.60) en mujeres; y el CCI osciló entre 0.942 y 0.999, excepto en el agua corporal en hombres que fue de 0.340.

**Correspondencia:** Ester Marco.  
Hospital de l'Esperança.  
Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.  
Sant Josep de la Muntanya, 12.  
08024 Barcelona.  
E-mail: emarco@parcdesalutmar.cat

Recibido: 14-VIII-2014.

Aceptado: 18-IX-2014.

## VARIABILITY IN BIOELECTRICAL IMPEDANCE ASSESSMENT OF BODY COMPOSITION DEPENDING ON MEASUREMENT CONDITIONS: INFLUENCE OF FAST AND REST

### Abstract

**Background:** Bioelectrical Impedance Assessment (BIA) is one of the main tools to measure body composition. BIA is recommended in fasting and after 60 minutes of rest; however, this cannot always be guaranteed in healthcare practice.

**Objectives:** To establish the reliability of the body composition parameters assessed with BIA under different physiological conditions: fast + rest, fast + no-rest and no-fast + no-rest in healthy volunteers.

**Methods:** Transversal study including 25 healthy volunteers aged 18-34 (12 men, 13 women). A BIA was performed under three different conditions: 1) fast + 60 minute rest in cubito supino (*gold standard*), 2) fast + no rest and 3) no fast + no rest. The collected parameters were: lean mass and fat mass (Kg) and body water (in liters and as body weight percentage). The intraclass correlation coefficient (ICC) was applied for the assessment of concordance within the different measurements.

**Results:** Compared to the *gold standard*, the difference in lean mass means in the condition of fast + no-rest, was -0.15 (DE 1.44) in men and 0.98 (DE 1.36) in women; fat mass decreased in 0.06 (DE 1.55) in men and 0.82 (DE 1.5) in women; ICC ranged between 0.826-0.995 in all comparisons. In the condition of no-fast + no rest, lean mass decreased an average of 0.05 (DE 0.33) in men and it increased 0.62 (DE 0.46) in women; fat mass decreased 0.57 (DE 0.82) in men and 0.46 (DE 0.60) in women; ad ICC ranged between 0.942 and 0.999, except in body water in men, where it was 0.340.

**Discussion:** Although relevant, the differences observed in parameters from BIA when comparing the *gold standard* condition (fast + rest) with the other conditions (fast + no-rest and no-fast + no-rest) are of little magnitude. In clinical practice, the assessment of body composition allows to take decisions when planning treatment for patients with a poor physical condition.

**Discusión:** Las diferencias observadas en los parámetros obtenidos por BIA al comparar la condición *gold standard* (ayuno + reposo) con las otras condiciones (ayuno + no reposo y no-ayuno + no-reposo), aunque significativas, son de escasa magnitud. En la práctica clínica, la valoración de parámetros de composición corporal permite tomar decisiones a la hora de planificar el tratamiento en pacientes con descondicionamiento físico.

**Conclusiones:** La fiabilidad de los parámetros obtenidos por BIA entre diferentes condiciones fisiológicas de ayuno y reposo es excelente (CCI >0.75) en adultos sanos entre 19 y 34 años. Si bien las recomendaciones generales sobre el uso de los dispositivos de BIA se deben mantener, las condiciones de realización podrían modificarse en función del contexto asumiendo una diferencia de pequeña magnitud y escasa relevancia clínica.

(Nutr Hosp. 2014;30:1359-1365)

DOI:10.3305/nh.2014.30.6.7934

Palabras claves: *Bioimpedanciometría eléctrica. Composición corporal. Fiabilidad. Coeficiente de correlación intraclase.*

## Introducción

Existe un amplio rango de técnicas que pueden utilizarse para evaluar la composición corporal: la tomografía axial computarizada (TAC), la resonancia magnética nuclear (RMN) y la absorciometría dual de rayos X (DEXA). La TAC y la RMN son sistemas muy precisos que permiten diferenciar la grasa de otros tejidos blandos del cuerpo, por lo que se consideran las pruebas *gold standard* para estimar la composición corporal en investigación<sup>1</sup>. No obstante, su alto coste, su disponibilidad a menudo limitada y la exposición radiológica limitan su uso en la práctica asistencial<sup>2</sup>.

La bioimpedanciometría eléctrica (BIA) es una técnica simple, rápida y no invasiva que permite la estimación del agua corporal total y, por asunciones basadas en las constantes de hidratación de los tejidos, se obtiene la masa libre de grasa y por derivación, la masa grasa<sup>3</sup>. Es una prueba validada, de bajo coste, fácil de usar, portátil, reproducible que puede utilizarse en pacientes hospitalizados y ambulatorios<sup>4</sup>. Las mediciones obtenidas con BIA determinadas condiciones han mostrado una buena correlación con los resultados obtenidos por resonancia magnética<sup>1</sup>. Es así como se convierte en una alternativa válida para estimar la composición corporal que optimiza los recursos sanitarios en términos de tiempo y dinero.

Los estudios sobre composición corporal se iniciaron en los años 40 por interés de las fuerzas armadas norteamericanas en conocer los cambios que ocurrían en base a la presión atmosférica<sup>5</sup>. Posteriormente, su uso se extendió a la medicina deportiva y en la actualidad, se utiliza cada vez más en la valoración de pacientes con patología crónica como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, la insuficiencia cardiaca y el ictus, entre otras muchas comorbilidades<sup>6</sup>.

**Conclusions:** The reliability of the parameters acquired via BIA within different physiological conditions of fast and rest is excellent (CCI >0.75) in healthy adults aged 19-34. Although general recommendations on the use of BIA devices must be kept in place, the conditions of the performance could be modified according to the context and assuming a small difference of little clinical relevance.

(Nutr Hosp. 2014;30:1359-1365)

DOI:10.3305/nh.2014.30.6.7934

Key words: *Bioelectrical impedance. Body composition. Reliability. Intraclass correlation coefficient.*

Se han publicado normas prácticas de utilización de la BIA acerca de la manipulación del equipo y uso de electrodos adecuados así como recomendaciones sobre su realización: Evitar el contacto con metales y campos magnéticos, medir la talla y el peso cada vez que se realice la prueba y efectuar la prueba con el sujeto en posición supina manteniendo abducción de 35° en miembros superiores y de 45° en miembros inferiores<sup>7</sup>. Algunos autores han demostrado que los cambios ortostáticos pueden alterar los resultados hasta 7 horas (pico máximo 4 h) después de la realización de la BIA<sup>8,9</sup>. Otras condiciones que influyen sobre las mediciones son el momento del día<sup>10</sup> y la ingesta de alimentos la cual particularmente determina un cambio en la impedancia que puede incrementar en el transcurso de 2 a 5 horas post-ingesta, por lo que se recomienda realizar la prueba en ayuno mínimo de 4 horas<sup>8,11,12</sup>.

## Objetivos

En base a estas consideraciones, diseñamos un estudio con el objetivo principal de cuantificar la variabilidad de la composición corporal obtenida por BIA bajo diferentes condiciones fisiológicas de realización: 1) ayuno + reposo, 2) ayuno + no-reposo y 3) no-ayuno + no-reposo en voluntarios sanos.

## Metodología

Se realizó un estudio transversal en 25 voluntarios sanos con los siguientes criterios de inclusión: edad entre 18 y 34 años, índice de masa corporal (IMC) entre 19 y 29.9 kg/m<sup>2</sup>, no ser deportista de élite o profesional y sin historia previa de enfermedades cardiovascula-

res, musculoesqueléticas y metabólicas con potencial influencia sobre la composición corporal.

Todos los participantes firmaron una hoja de consentimiento tras ser informados sobre las características del estudio que se llevó a cabo siguiendo rigurosamente las recomendaciones éticas internacionales para investigación médica en humanos de acuerdo con las normas recogidas en la Declaración de Helsinki. La instrumentalización se realizó acorde a las normas de buenas prácticas clínicas y acorde a la normativa legal sobre la confidencialidad de los datos (Ley orgánica 15/1999, de 13 de diciembre) de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD).

La BIA se realizó con el equipo Bodystat® 1500 (Bodystat Ltd, Isle of Man, British Isles), teniendo en cuenta las normas de utilización<sup>7</sup>, de manera que el equipo estaba correctamente calibrado manteniendo el aislamiento de los cables en todo momento. Se recogieron los mismos parámetros establecidos en los valores de referencia de composición corporal para población europea de Schutz<sup>13</sup>: 1) masa magra expresada en kg y en porcentaje del peso corporal, 2) masa grasa expresada en Kg y en porcentaje del peso corporal, 3) agua corporal expresada en litros y en porcentaje del peso corporal y 4) bioimpedancia expresada en Ohmios ( $\Omega$ ).

La intervención se realizó en dos días consecutivos durante los cuales se efectuaron las pruebas de BIA siguiendo la siguiente cronología:

- **Día 1:** Al llegar al laboratorio de Fisiología del Ejercicio, se realizaba una primera determinación con ayuno mínimo de cuatro horas (situación de ayuno + no-reposo), y al cabo de una hora de permanecer en la camilla en posición de decúbito supino, se realizaba una segunda BIA (situación de ayuno y reposo).
- **Día 2:** La BIA se realizó sin ningún tipo de preparación previa. A todos los participantes se le había dado como única indicación de tomar el desayuno habitual en la hora previa a la realización de la prueba (condición no ayuno + no-reposo). Para estimar la posible variabilidad inherente al equipo de medición, se realizó una segunda medición a los cinco minutos.

Para todas las determinaciones, se pidió a los participantes que se desnudaran y se retiraran objetos metálicos como relojes, pendientes, *piercings* y joyas en general. Antes de iniciar la prueba, un miembro del equipo de investigación recogía la talla y el peso. Posteriormente, los participantes debían tumbarse sobre una camilla de madera en posición de decúbito supino, manteniendo una abducción de 35° en miembros superiores y de 45° en los inferiores. Se aplicaron los electrodos sobre la piel seca y sin irregularidades: en la mano derecha el electrodo positivo (cable rojo) se ubicó debajo de la cabeza del tercer metatarsiano y



Fig. 1.

el negativo (cable negro) sobre la estiloides cubital; en el pie derecho, el electrodo positivo se aplicó sobre el segundo metatarsiano cerca del primer dedo y el negativo, en la mitad del ángulo formado entre el maléolo interno y externo (Fig. 1). Se verificaron las condiciones de ayuno y de ejercicio antes de proceder a la prueba. En el momento de dar el consentimiento informado, a todos los participantes se les había entregado un folleto informativo con las indicaciones de ayuno el primer día y desayuno a ingerir el segundo día, así como pautas de actividad física previa a la BIA con el fin de no alterar los resultados y mantener la cotidianidad de los participantes. Aparte del folleto, se reforzó la información durante la entrevista previa al inicio del estudio y por teléfono el día previo a la realización.

### Análisis estadístico

Las variables categóricas se describen en valores absolutos y porcentajes. Las variables cuantitativas se expresan con su media y desviación estándar (DE). La asunción de la normalidad se analizó a través de los gráficos de normalidad y utilizando la prueba de *Kolmogorov-Smirnov* corregida con la prueba de *Lilliefors*. Los valores de composición corporal se compararon con los valores de referencia para población europea<sup>13</sup>. Se utilizó el test de *t* de Student para medidas repetidas y se calculó el error estándar de la media (EEM) con un intervalo de confianza (IC) del 95% para la diferencia de medias observadas entre la condición *gold standard* y las distintas condiciones exploradas. Para estudiar la concordancia entre dos o más observaciones diferentes, se calculó el coeficiente de correlación intraclase (CCI) que se basa en un modelo de análisis de la varianza (ANOVA) con medidas repetidas<sup>14</sup>. Se consideró la condición

**Tabla I**  
Características de la muestra según sexo (n= 25)

	Media (DE)	Valores mínimo y máximo
<b>Hombres (n= 12)</b>		
Edad (años)	24.3 (DE 2.3)	19-32
Peso (Kg)	69.8 (DE 8.2)	55-88
Talla (cm)	173 (DE 8.2)	162-187
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	23.2 (DE 2.0)	19.3-25.8
<b>Mujeres (n= 13)</b>		
Edad (años)	26 (DE 3.4)	22-33
Peso (Kg)	59.5 (9.6)	45.8-81
Talla (cm)	160.6 (DE 4.2)	154-168
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	23.1 (DE 3.9)	18.9-29.8

de ayuno + reposo como el *gold standard* en base a la cual se realizaron las diferentes comparaciones siguiendo la fórmula desarrollada para comparar dos métodos u observadores<sup>15</sup>. Se consideró que valores del CCI por debajo del 0.4 representan baja fiabilidad, entre 0.4 y 0.75 fiabilidad entre regular y buena, y valores por encima de 0.75 fiabilidad excelente<sup>14</sup>. El nivel de significación estadística aceptada para todos los contrastes de hipótesis fue del 0.05. Los datos se analizaron con el IBM SPSS *Statistics* 21.0 para Windows.

## Resultados

De un total de 25 voluntarios, hubo 12 hombres y 13 mujeres con una edad media de 25.2 años y un IMC de 23.2 Kg/m<sup>2</sup>. La tabla I detalla los valores de edad, peso, talla e IMC según la distribución por sexos. Los

valores de masa magra, masa grasa, agua corporal y bioimpedancia en cada una de las condiciones exploradas se detallan en la tabla II. En comparación con los valores de referencia para población europea<sup>13</sup>, se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el compartimento graso de los hombres: 10.1 (DE 3.0) Kg en nuestra muestra versus 13.4 (DE 4.8) Kg,  $p= 0.036$ , diferencia que se mantuvo al comparar el porcentaje de grasa ( $p= 0.020$ ); en las mujeres no se encontraron diferencias significativas en la composición corporal en relación a la población de referencia a pesar de presentar una talla y un IMC significativamente más bajos.

La tabla III resume la diferencia de las medias en cada uno de los parámetros obtenidos mediante BIA entre la condición *gold standard* (ayuno + reposo) y las condiciones de: a) ayuno + no-reposo y b) no-ayuno + no-reposo, así como los valores de EEM con un intervalo de confianza del 95%. En el primer supuesto (ayuno + no-reposo), no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros para los hombres, pero en cambio sí que hubieron diferencias estadísticamente significativas en las mujeres. En el segundo supuesto (no-ayuno + no-reposo) se encontraron diferencias significativas en la masa magra en Kg, la masa grasa en Kg y en porcentaje, y en el porcentaje de agua corporal en los hombres; y diferencias significativas en todos los parámetros en las mujeres. En todos los casos, las diferencias observadas fueron de escasa magnitud.

En la tabla IV, se describe la fiabilidad de las diferentes condiciones de realización (ayuno + no-reposo y no-ayuno + no reposo) en relación con el *gold standard* (ayuno + reposo). La fiabilidad fue excelente ( $ICC > 0.75$ ) en todas las comparaciones, excepto para el agua corporal en hombres ( $ICC 0.340$ ).

**Tabla II**  
Composición corporal estimada mediante impedanciometría en las condiciones de ayuno + reposo, ayuno + no-reposo y no-ayuno + no-reposo

	Ayuno + reposo (gold standard)	Ayuno + no reposo	No ayuno + no reposo
<b>Hombres (n= 12)</b>			
Masa magra (Kg)	59.8 (DE 6.1)	59.7 (DE 6.3)	60.4 (DE 5.9)
<b>Masa magra (%)</b>	25.6 (DE 1.3)	25.4 (DE 1.4)	25.5 (DE 1.5)
Masa grasa (Kg)	10.1 (DE 3.0)	10.0 (DE 3.3)	9.5 (DE 3.1)
Masa grasa (%)	14.2 (DE 3.4)	14.2 (DE 4.0)	13.4 (DE 3.4)
Agua corporal (l)	41.9 (DE 3.5)	42.0 (DE 3.9)	40.8 (DE 6.1)
Agua corporal (%)	60.2 (DE 4.3)	60.4 (DE 4.8)	61.1 (DE 4.6)
Bioimpedancia (Ω)	505.3 (DE 31.2)	501.4 (DE 36.0)	496.7 (DE 31.4)
<b>Mujeres (n= 13)</b>			
Masa magra (Kg)	42.2 (DE 4.5)	43.2 (DE 4.7)	43.3 (DE 4.5)
<b>Masa magra (%)</b>	20.3 (DE 2.0)	20.4 (DE 2.0)	20.6 (DE 2.2)
Masa grasa (Kg)	17.2 (DE 6.0)	16.4 (DE 5.8)	16.3 (DE 5.9)
Masa grasa (%)	28.5 (DE 5.3)	26.9 (DE 5.31)	26.7 (DE 5.4)
Agua corporal (l)	30.1 (DE 2.5)	31.0 (DE 2.9)	31.0 (DE 2.5)
Agua corporal (%)	51.2 (DE 4.5)	52.7 (DE 4.9)	52.7 (DE 4.7)
Bioimpedancia (Ω)	640.4 (DE 55.5)	608.1 (DE 67.2)	611.5 (DE 47.2)

**Tabla III**

*Diferencia de medias entre las determinaciones de composición corporal en condiciones estándar (ayuno + reposo) y las demás condiciones de realización (ayuno + no-reposo y no-ayuno + no-reposo)*

	Ayuno + no reposo		No ayuno + no reposo	
	Diferencia medias	EEM (IC 95%)	Diferencia medias	EEM (IC 95%)
<i>Hombres (n= 12)</i>				
Masa magra (Kg)	-0.15 (DE 1.44)	0.42 (-1.06, 0.76)	-0.05 (DE 0.33)*	0.23 (0.02, 1.03)
<b>Masa magra (%)</b>	-0.13 (DE 0.54)	0.15 (-0.47, 0.22)	0.53 (DE 0.79)	0.09 (-0.26, 0.16)
Masa grasa (Kg)	-0.06 (DE 1.55)	0.45 (-1.04, 0.93)	-0.57 (DE 0.82)*	0.24 (-1.09, -0.05)
Masa grasa (%)	-0.06 (DE 2.20)	0.64 (-1.46, 1.34)	-0.85 (DE 1.17)*	0.34 (-1.59, -0.11)
Agua corporal (l)	0.08 (DE 1.32)	0.38 (-0.77, 0.92)	-1.08 (DE 5.72)	1.65 (-4.71, 2.55)
Agua corporal (%)	0.18 (DE 1.88)	0.54 (-1.01, 1.38)	0.9 (DE 1.36)*	0.39 (0.04, 1.76)
Bioimpedancia (Ω)	-3.92 (DE 24.38)	7.04 (-19.41, 11.57)	-8.67 (DE 22.44)	6.48 (-22.92, 5.59)
<i>Mujeres (n= 13)</i>				
Masa magra (Kg)	0.98 (DE 1.36)*	0.38 (0.17, 1.8)	0.62 (DE 0.46)*	0.62 (0.33, 0.90)
<b>Masa magra (%)</b>	0.16 (DE 0.21)**	0.06 (0.03, 0.29)	0.09 (DE 0.09)*	0.02 (0.03, 0.15)
Masa grasa (Kg)	-0.82 (DE 1.5)*	0.42 (-1.73, 0.08)	-0.46 (DE 0.60)*	0.17 (-0.83, -0.10)
Masa grasa (%)	-1.65 (DE 2.2)*	0.61 (-2.98, -0.32)	-1.04 (DE 0.77)*	0.21 (-1.51, -0.57)
Agua corporal (l)	0.89 (DE 1.23)*	0.34 (-1.05, 1.63)	0.56 (DE 0.42)*	0.12 (0.30, 0.82)
Agua corporal (%)	1.49 (DE 2.02)*	0.56 (0.27, 2.72)	0.95 (DE 0.72)*	0.20 (0.51, 1.39)
Bioimpedancia (Ω)	-32.31 (DE 36.24)*	10.05 (-54.2, -10.41)	-23.0 (DE 17.40)*	4.82 (-33.51, -12.48)

\* Diferencia de medias estadísticamente significativa ( $p \leq 0.05$ )

\*\* Diferencia de medias marginalmente significativa ( $p \leq 0.10$ )

Por último se determinó la fiabilidad de la prueba en una misma condición (no-ayuno y no-reposo) en un intervalo de tiempo de 5 minutos para estimar la variabilidad inherente al equipo de medición. Una vez más, la fiabilidad fue excelente para todos los parámetros con un CCI superior a 0.75, excepto para el agua corporal de los hombres (Tabla V).

## Discusión

Este estudio determina la fiabilidad de la determinación de los parámetros de composición corporal mediante BIA en diferentes condiciones fisiológicas según la ingesta previa y el reposo en decúbito supino.

**Tabla IV**

*Fiabilidad de las determinaciones de composición corporal según las condiciones de realización (ayuno + no-reposo y no-ayuno + no-reposo) en relación con el gold standard (ayuno + reposo)*

	Ayuno + no reposo		No ayuno + no reposo	
	Diferencia de medias	Coefficiente correlación intraclase	Diferencia de medias	Coefficiente correlación intraclase
<i>Hombres (n= 12)</i>				
Masa magra (Kg)	-0.15 (DE 1.44)	0.973	-0.05 (DE 0.33)	0.991
<b>Masa magra (%)</b>	-0.13 (DE 0.54)	<b>0.923</b>	0.53 (DE 0.79)	<b>0.972</b>
Masa grasa (Kg)	-0.06 (DE 1.55)	0.879	-0.57 (DE 0.82)	0.965
Masa grasa (%)	-0.06 (DE 2.20)	0.826	-0.85 (DE 1.17)	0.942
Agua corporal (l)	0.08 (DE 1.32)	0.937	-1.08 (DE 5.72)	0.340
Agua corporal (%)	0.18 (DE 1.88)	<b>0.914</b>	0.9 (DE 1.36)	<b>0.953</b>
Bioimpedancia (Ω)	-3.92 (DE 24.38)	0.738	-8.67 (DE 22.44)	0.743
<i>Mujeres (n= 13)</i>				
Masa magra (Kg)	0.98 (DE 1.36)	0.956	0.62 (DE 0.46)	0.997
<b>Masa magra (%)</b>	0.16 (DE 0.21)	<b>0.995</b>	0.09 (DE 0.09)	<b>0.999</b>
Masa grasa (Kg)	-0.82 (DE 1.5)	0.968	-0.46 (DE 0.60)	0.995
Masa grasa (%)	-1.65 (DE 2.2)	0.913	-1.04 (DE 0.77)	0.997
Agua corporal (l)	0.89 (DE 1.23)	0.900	0.56 (DE 0.42)	0.993
Agua corporal (%)	1.49 (DE 2.02)	0.909	0.95 (DE 0.72)	0.994
Bioimpedancia (Ω)	-32.31 (DE 36.24)	0.827	-23.0 (DE 17.40)	0.974

**Tabla V**

Fiabilidad de las determinaciones de composición corporal en un intervalo de 5 minutos en la condición de no-ayuno + no-reposo

	Ayuno + no reposo		
	Diferencia medias	EEM (IC 95%)	CCI
<i>Hombres (n= 12)</i>			
Masa magra (Kg)	0.02 (DE 0.20)	0.06 (-0.11, 0.14)	0.999
<b>Masa magra (%)</b>	-0.03 (DE 0.11)	0.03 (-0.10, 0.05)	0.997
Masa grasa (Kg)	-0.02 (DE 0.20)	0.06 (-0.14, 0.11)	0.998
Masa grasa (%)	-0.33 (DE 0.26)	0.07 (-0.20, 0.13)	0.992
Agua corporal (l)	-1.62 (DE 5.7)	1.65 (-5.24, 2.0)	<b>0.320</b>
Agua corporal (%)	0.06 (DE 0.34)	0.10 (-0.16, 0.27)	0.997
Bioimpedancia (Ω)	-0.50 (DE 4.03)	1.16 (-3.06, 2.06)	0.992
<i>Mujeres (n= 13)</i>			
Masa magra (Kg)	-0.51 (DE 1.31)	0.36 (-1.30, 0.28)	0.958
<b>Masa magra (%)</b>	-0.26 (DE 0.92)	0.26 (-0.82, 0.30)	0.938
Masa grasa (Kg)	0.42 (DE 1.05)	0.29 (-0.21, 1.06)	0.984
Masa grasa (%)	0.78 (DE 1.89)	0.52 (-0.36, 1.93)	0.938
Agua corporal (l)	-0.34 (DE 0.72)	0.20 (-0.77, 0.10)	0.959
Agua corporal (%)	-0.52 (DE 1.05)	0.29(-1.16, 0.11)	0.975
Bioimpedancia (Ω)	5.85 (DE 15.04)	4.17 (-3.24, 14.93)	0.995

Aunque podrían presentarse limitaciones debidas al tamaño de la muestra, los datos disponibles en otros estudios relacionados se han obtenido de muestras que oscilan entre 8 y 100 individuos<sup>3,4,9,11</sup>. En nuestro estudio, se seleccionó una muestra homogénea en cuanto a edad, sexo y características antropométricas. Debido a que todos los participantes eran adultos jóvenes y sanos, cabría determinar si las correlaciones encontradas se mantienen en individuos de más edad y/o en pacientes con comorbilidades crónicas.

Este estudio demuestra una diferencia significativa en todos los parámetros obtenidos por BIA al comparar la condición *gold standard* (ayuno + reposo) con las otras condiciones (ayuno + no reposo y no-ayuno + no-reposo), aunque esta diferencia significativa es de escasa magnitud. En la práctica clínica, la valoración de parámetros de composición corporal o de fuerza muscular permite tomar decisiones a la hora de planificar una estrategia de tratamiento determinada en pacientes con desacondicionamiento físico. A modo de ejemplo, un paciente con desacondicionamiento físico que presente una composición corporal normal y una disminución de la fuerza muscular periférica, sería un buen candidato para realizar un programa de entrenamiento físico. En cambio, otro paciente de similares características pero con una disminución del componente magro podría beneficiarse de añadir suplementación nutricional al programa de ejercicios. En un contexto en el que aparecen diferencias inferiores al 1% en la composición magra según las diferentes condiciones de realización de la BIA, es poco probable que esta diferencia influya en las decisiones clínicas. Por tanto, asumiendo esta pequeña diferencia, sería aceptable realizar la exploración en las condiciones que se ajusten a las posibilidades del centro que realiza

la exploración (mayor número de exploraciones a realizar en un determinado intervalo de tiempo) y mejorar la eficiencia de la BIA en términos de coste y tiempo.

La recomendación de mantener un reposo entre 2-4 horas se debe al efecto de la distribución del agua corporal sobre la impedancia<sup>9</sup>. Nuestros resultados muestran cambios significativos en el agua corporal (en litros y en porcentaje) de las mujeres en función del reposo de una hora en comparación con el *gold standard*. La determinación de los valores poblacionales de Shutz se realizó bajo ayuno de dos o tres horas, pero no especifica el tiempo en el que los participantes estaban en decúbito antes de proceder a la exploración<sup>13</sup>. Una vez más, parece que el factor más influyente en la variación de los valores de la BIA es la ingesta de alimentos y no a la redistribución de los líquidos determinada por los cambios ortostáticos<sup>16</sup>.

Para comparar mediciones que incluyen variables de carácter cuantitativo continuo, es frecuente el uso del coeficiente de correlación de Pearson (r). Este coeficiente únicamente mide la intensidad de la asociación lineal entre dos variables y no proporciona información sobre el acuerdo observado. Por este motivo, para cuantificar la fiabilidad de dos variables cuantitativas continuas, el índice estadístico que se debe utilizar es el CCI que representa una aproximación más adecuada para valorar la concordancia entre las medias de dos situaciones<sup>17</sup>.

Sería interesante en futuras investigaciones, incluir a distintas poblaciones de pacientes con patologías crónicas en las que se incluya la BIA como herramienta de valoración. Es posible que los cambios descritos sean de mayor magnitud para individuos con comorbilidad y las condiciones fisiológicas de realización de la BIA tengan mayor influencia.

## Conclusión

La fiabilidad de los parámetros obtenidos por BIA entre diferentes condiciones fisiológicas de ayuno y reposo es excelente en adultos sanos entre 19 y 34 años. Si bien las condiciones generales sobre el uso del dispositivo y forma de la toma de la BIA se deben mantener, las condiciones de realización de ayuno + reposo no siempre pueden garantizarse, sobre todo en ámbitos con gran carga asistencial, por lo que podrían modificarse asumiendo una diferencia de pequeña magnitud y escasa relevancia clínica.

## Financiación

Estudio subvencionado parcialmente por el Instituto de Salud Carlos III (proyecto N° 10/01560); Plan de Fortalecimiento Institucional (CT-734-2013); y Proyecto Innitorio 744-2013 Col-Ciencias (CT 656656933786-2013)

## Referencias

1. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, *et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Oxford Journals. Age and Ageing* 2010; 39: 412-23.
2. Lukaski HC. Methods, for the assessment of human body composition: Traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 537-56.
3. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuck WW & Lykken, GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 1985; 41 (4): 810-7.
4. Lukaski HC, Bolonchuck WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* 1986; 60(4):1327-32.
5. Bull NY. Physiologic Studies Pertaining to Deep Sea Diving and Aviation, Especially in Relation to the Fat Content and Composition of the Body: The Harvey Lecture. *Acad Med* 1942; 18(9): 561-85.
6. Franssen FM, Rutten EP, Groenen MT, Vanfleteren LE, Wouters EF, Spruit MA. New Reference Values for Body Composition by Bioelectrical Impedance Analysis in the General Population: Results From the UK Biobank. *J Am Med Dir Assoc* 2014; 15 (6):448. e1-448.e6
7. Alvero-Cruz JR, Correas-Gómez L, Ronconi M, Fernández-Vázquez R, Porta i Manzanido J. Bioelectrical impedance analysis as a method of body composition estimation: a practical approach. *Rev Andal Med Deporte* 2011; 4(4):167-74.
8. 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(3):387s-532s.
9. Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller D. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 4235-7s.
10. Dittmar M, Raschka R, Koch HJ. Effect of diurnal variation on body composition under consideration of selected chronobiological marker systems. *Anthropol. Rev* 2002; 65: 17-26.
11. Deurenberg P, Weststrate JA, Paymans I, Van der Kooy K. Factors affecting bioelectrical impedance measurements in humans. *Eur J Clin Nutr* 1988; 42(12):1017-22.
12. Fogelholm M, Sievanen H, Kukkonen-Harjula K, Oja P, Vuori I. Effects of meal and its electrolytes on bioelectrical impedance. *Basic Life Sci* 1993; 60:331-2.
13. Schutz Y, Kyle UUG, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26(7):953-60.
14. Fleiss JL. The design and analysis of clinical experiments. New York: John Wiley & Sons Inc., 1986.
15. Deyo RA, Diehr PD, Patrick DL. Reproducibility and responsiveness of health status measures. Statistics and strategies for evaluation. *Controll Clin Trials* 1991; 12 (Supl): 142-58.
16. Slinde F, Rossander-Hulthén L. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 474-8.
17. Prieto L, Lamarca R, Casado A. Assessing the reliability of clinical observations: The coefficient of intraclass correlation. *Med Clin (Barc)* 1998; 110: 142-5.