



## Concordancia entre los parámetros bioeléctricos medidos con dos dispositivos de bioimpedancia distintos en una población adulta española sana, de raza blanca y de amplio rango de edad

*Agreement between bioelectrical parameters measured with two different bioimpedance devices in an adult white healthy Spanish population with a broad age range*

### Autores

Daniel Rojano-Ortega <sup>1</sup>  
Heliodoro Moya-Amaya <sup>1,2</sup>  
Antonio Molina-López <sup>1,3</sup>  
Antonio Jesús Berral-Aguilar <sup>1,4</sup>  
Francisco José Berral-de la Rosa <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Pablo de Olavide (España). Grupo CTS-595

<sup>2</sup>Real Betis Balompié (España)

<sup>3</sup>Udinese Calcio Spa (Italia)

<sup>4</sup>Servicio Andaluz de Salud (SAS-España)

Autor de correspondencia:  
Francisco José Berral de la Rosa  
fjberde@upo.es

### Cómo citar en APA

Rojano Ortega, D., Moya Amaya, H., Molina López, A., Berral Aguilar, A. J., & Berral de la Rosa, F. J., (2025). Concordancia entre los parámetros bioeléctricos medidos con dos dispositivos de bioimpedancia distintos en una población adulta española sana, de raza blanca y de amplio rango de edad. *Retos*, 63, 626-635. <https://doi.org/10.47197/retos.v63.110>

### Resumen

**Introducción y objetivos:** el análisis de bioimpedancia (BIA) es un método no invasivo para la determinación de composición corporal. Las ecuaciones que calculan los componentes corporales acarrear errores, por lo que los parámetros bioeléctricos obtenidos con BIA, resistencia, reactancia y ángulo de fase son usados cada vez más frecuentemente como predictores de estados de salud o de rendimiento. Los objetivos del presente estudio fueron: 1) Comparar los valores bioeléctricos obtenidos por dos dispositivos BIA, uno mano-pie (BIA-101) y otro mano-mano (BIA-TELELAB), en una población adulta española sana, de raza blanca y de amplio rango de edad; 2) Proporcionar valores de referencia de dichos parámetros para ambos dispositivos, que puedan servir para futuros estudios en poblaciones de raza blanca con patologías.

**Metodología:** 206 sujetos de entre 20 y 70 años participaron en esta investigación. Las mediciones se llevaron a cabo con una corriente de 250  $\mu$ A y una frecuencia de 50 kHz.

**Resultados:** los resultados obtenidos para los tres parámetros bioeléctricos son distintos entre ambos dispositivos debido, entre otras cosas, al distinto camino recorrido por la corriente. No obstante, existe una correlación significativa fuerte o muy fuerte entre los valores obtenidos, lo que indica que es posible desarrollar con ellos ecuaciones distintas, pero válidas, para la obtención de composición corporal.

**Conclusiones:** los valores bioeléctricos obtenidos por ambos dispositivos BIA para una población adulta sana, de raza blanca y amplio rango de edad, con un número relativamente grande de sujetos en cada franja de edad, pueden servir como referencia para estudios futuros.

### Palabras clave

Ángulo de fase; bioimpedancia; composición corporal; reactancia; resistencia.

### Abstract

**Introduction and Objectives:** Bioimpedance analysis (BIA) is a non-invasive method for the determination of body composition. Equations used to calculate body components often introduce errors, so the bioelectrical parameters obtained with BIA, resistance, reactance, and phase angle, are increasingly used as predictors of health or performance status. The aims of the present study were: 1) To compare the bioelectrical values obtained by two BIA devices: foot-to-hand (BIA-101) and hand-to-hand (BIA-TELELAB), in a healthy white Spanish adult population of a wide age range; 2) To provide reference values for these parameters for both devices, which can be used for future studies in white populations with pathologies.

**Methodology:** A total of 206 subjects aged between 20 and 70 years participated in this research. Measurements were carried out with a current of 250  $\mu$ A and a frequency of 50 kHz.

**Results:** The results obtained for the three bioelectrical parameters differ between the two devices, due, among other factors, to the different current pathways. However, there is a strong or very strong significant correlation between the values obtained, indicating that it is possible to develop distinct but valid equations using these parameters to estimate body composition.

**Conclusions:** The bioelectrical values obtained by both BIA devices for a healthy, white, adult population of a wide age range, with a relatively large number of subjects in each age group, can serve as a reference for future studies.

### Keywords

Bioimpedance; body composition; phase angle; reactance; resistance.

## Introducción

La determinación de la composición corporal juega un papel importante en muchos aspectos de la salud física, puesto que describe las cantidades en las que se encuentran los distintos componentes del cuerpo humano (Saltzman & Mogensen, 2013). Por ejemplo, en la mayoría de las modalidades deportivas un exceso de masa grasa está asociado con una reducción del rendimiento deportivo (Genton et al., 2019; Vaquero-Cristóbal et al., 2020) y, en niños, se ha comprobado que afecta incluso al ciclo de la marcha, aumentando, por ejemplo, el tiempo de doble apoyo (González-Macias et al., 2024). Un exceso de masa grasa también está asociado a varias patologías cardiovasculares y a la enfermedad metabólica (Booth et al., 2014; Dhana et al., 2015; Melo et al., 2022), mientras que niveles inadecuados de masa muscular o de contenido mineral óseo, están asociados a mayores riesgos de lesión en personas mayores (Lang et al., 2010; Zamboni et al., 2008).

Sin embargo, dado que la determinación directa “in vivo” de la composición corporal es imposible (Heymsfield et al., 2005), varios métodos indirectos o doblemente indirectos han ido apareciendo a lo largo del tiempo (Norgan, 2005). Algunos métodos indirectos, como la tomografía axial computarizada o la resonancia magnética nuclear se consideran actualmente como los métodos de referencia para la medición de distintos componentes corporales (Kasper et al., 2021), pero se trata de métodos que requieren una instrumentación muy cara y una formación técnica muy específica, por lo que algunos métodos doblemente indirectos como la antropometría o el análisis de bioimpedancia (BIA) se usan actualmente con bastante frecuencia (Berral-Aguilar et al., 2022; Campa et al., 2021; Enríquez-del Castillo et al., 2021; Castillo et al., 2023; Morbeck et al., 2023).

BIA es un método económico y no invasivo para la determinación de la composición corporal en el que el dispositivo introduce una corriente alterna indetectable en el cuerpo humano y, a partir de la caída de voltaje que se produce, determina parámetros bioeléctricos como la resistencia, la reactancia y el ángulo de fase (Earthman, 2015). La resistencia representa la dificultad que ofrece un determinado medio al paso de la corriente eléctrica y, en el cuerpo humano, da idea de la conductividad de las soluciones iónicas existentes en el mismo; la reactancia representa la oposición de las membranas celulares al paso de dicha corriente (Kyle et al., 2004). El retraso que se produce entre la corriente y el voltaje debido a las membranas celulares se puede representar mediante un ángulo, el ángulo de fase (PhA), que se calcula como el arco tangente del cociente entre la reactancia y la resistencia (Bosy-Westphal et al., 2006).

Estos parámetros bioeléctricos se introducen en ecuaciones específicas que permiten calcular los componentes corporales como la masa grasa y la masa libre de grasa, pero las ecuaciones desarrolladas para determinar la composición corporal acarrean algunos errores y, por lo general, son solo válidas en poblaciones de características similares a las que se han usado para desarrollarlas (Rassel et al., 2019; Sardinha et al., 2020). Sin embargo, los parámetros bioeléctricos no están influenciados por los errores que afectan a las ecuaciones para determinar la composición corporal (Bosy-Westphal et al., 2006), por lo que cada vez se usan más frecuentemente como predictores de estados de salud o de rendimiento. De hecho, según Francisco et al. (2020), los parámetros bioeléctricos son predictores útiles de la hidratación celular y de la distribución de los fluidos en los atletas. Además, se considera que el PhA es un indicador de la salud celular y de la integridad de la membrana (Koury et al., 2014; Moya-Amaya et al., 2021) y que valores mayores del mismo representan una mejor función celular (González et al., 2016).

No obstante, según una revisión de Campa et al. (2021), existen cuatro diferentes equipos BIA en función de la colocación de los electrodos: mano-mano, pie-pie, mano-pie y segmental directo (mano-pie en ambas zonas del cuerpo), por lo que es fácil entender que los parámetros bioeléctricos de los dispositivos mano-pie y segmentales directos representarán mejor el cuerpo entero que los de los dispositivos mano-mano y pie-pie, en los que los valores correspondientes al cuerpo entero deben ser estimados mediante algoritmos desarrollados por los fabricantes (Campa et al., 2021).

Dado que los parámetros bioeléctricos son cada vez más tenidos en cuenta como predictores de estados de salud o de rendimiento y que, en función de la colocación de los electrodos, unos equipos los calcularán de forma más precisa que otros, el objetivo del presente estudio fue el de comparar los valores bioeléctricos obtenidos por dos dispositivos BIA distintos, uno mano-pie y otro mano-mano, en una población adulta española sana, de raza blanca y de amplio rango de edad. Nuestra hipótesis es que dichos

parámetros diferirían significativamente entre ambos dispositivos. Asimismo, pretendimos proporcionar también valores de referencia de dichos parámetros en ambos dispositivos, que puedan servir para futuros estudios que realicen BIA en poblaciones de raza blanca con patologías.

## Método

### Participantes

Un total de 206 sujetos españoles sanos (99 mujeres y 107 hombres), de edades comprendidas entre 20 y 70 años, participaron en esta investigación. Todos los participantes vivían en Andalucía y no se les pidió ningún requisito relativo al índice de masa corporal o al nivel de actividad física. Fueron contactados vía email a través de diferentes asociaciones y Universidades y, aquellos que aceptaron participar en el estudio firmaron un consentimiento informado de acuerdo con la Declaración de Helsinki. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética Científica de dos hospitales españoles (C.P. PIS-CC C.I. 2061-N-21).

#### *Análisis de impedancia bioeléctrica*

Para el cálculo de los parámetros bioeléctricos se utilizaron dos dispositivos BIA distintos: un dispositivo mano-pie (BIA-101, AKERN-Srl, Florencia, Italia) y un dispositivo mano-mano (BIA-TELELAB, AKERN-Srl, Florencia, Italia). Las mediciones se llevaron a cabo con una corriente de 250  $\mu$ A y una frecuencia de 50 kHz, siguiendo siempre las recomendaciones del fabricante. Todas las medidas se hicieron durante la mañana, con la vejiga vacía y después de una noche de ayuno o al menos tres horas después de haber tomado un desayuno ligero. Los participantes no debían haber realizado ejercicio físico ni haber consumido alcohol u otras sustancias estimulantes al menos 12 h antes de la medición.

Con el dispositivo BIA-101, los participantes se midieron en posición decúbito supino y se les colocaron cuatro electrodos adhesivos, dos en el dorso de la mano derecha y dos en el dorso del pie derecho. Con el BIA-TELELAB, los participantes se midieron permaneciendo de pie sujetando con ambas manos las empuñaduras del dispositivo, para hacer contacto con los electrodos.

#### *Análisis estadístico*

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS para Windows (v. 22.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Se calcularon las medias y las desviaciones típicas de todas las variables analizadas. Se comprobó la condición de normalidad de dichas variables mediante el test de Shapiro-Wilk para muestras menores de 50 sujetos o el de Kolmogorov-Smirnov para muestras mayores de 50 sujetos. Cuando las variables seguían una distribución normal se llevaron a cabo pruebas t de Student para muestras dependientes, para conocer la existencia de diferencias significativas entre los valores medios obtenidos por los dos dispositivos. En caso de que la distribución no fuese normal, se realizaron pruebas U de Mann-Whitney. Para conocer el tamaño del efecto de dichas diferencias, se calculó la d de Cohen que se interpretó de acuerdo al siguiente criterio: efecto trivial (0.0–0.20), efecto pequeño (0.2–0.6), efecto moderado (0.6–1.2), efecto grande (1.2–2.0) y efecto muy grande (>2.0) (Hopkins et al., 2009).

Además, se calcularon los coeficientes de correlación entre las medidas de ambos dispositivos. Cuando las variables seguían una distribución normal se calculó el coeficiente de correlación de Pearson, mientras que, si la distribución no era normal, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman. La correlación se interpretó de acuerdo a los siguientes valores del coeficiente de correlación: trivial (<.1), débil (.1–.3), moderada (.3–.5), fuerte (.5–.7), muy fuerte (.7–.9) y casi perfecta (>.9) (Hopkins et al., 2009).

## Resultados

Los resultados de la resistencia media obtenida por los dos dispositivos para el grupo completo y por rangos de edad se encuentran en la Tabla 1. Las diferencias significativas encontradas entre ambos dispositivos, los tamaños del efecto y la correlación, también se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de la resistencia totales en ohmios ( $\Omega$ ) y por rangos de edad, medidos por los dos dispositivos de bioimpedancia. Diferencias significativas entre ambos valores, tamaños del efecto y correlación

| Rango de edad (años) | Participantes por grupo (n) | R101 ( $\Omega$ ) (media $\pm$ sd) | RTEL ( $\Omega$ ) (media $\pm$ sd) | Diferencias (p-value) | d de Cohen | Correlación     |
|----------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------|-----------------|
| [20-30]              | 48 (24 M; 24 H)             | 535.50 $\pm$ 84.76                 | 640.29 $\pm$ 118.11                | p = .000              | -1.02      | .889 (p = .000) |
| [30-40]              | 30 (14 M; 16 H)             | 496.45 $\pm$ 72.83                 | 621.94 $\pm$ 102.36                | p = .000              | -1.41      | .896 (p = .000) |
| [40-50]              | 49 (21 M; 28 H)             | 483.39 $\pm$ 79.83                 | 597.66 $\pm$ 102.33                | p = .000              | -1.25      | .907 (p = .000) |
| [50-60]              | 57 (29 M; 28 H)             | 509.61 $\pm$ 69.90                 | 628.48 $\pm$ 97.58                 | p = .000              | -1.40      | .890 (p = .000) |
| [60-70]              | 22 (11 M; 11 H)             | 510.08 $\pm$ 71.99                 | 615.17 $\pm$ 97.51                 | p = .000              | -1.23      | .867 (p = .000) |
| [20-70]              | 206 (99 M; 107 H)           | 507.54 $\pm$ 78.09                 | 621.53 $\pm$ 104.61                | p = .000              | -1.23      | .889 (p = .000) |

sd = desviación típica; R101 = resistencia medida con el 101; RTEL = resistencia medida con el TELELAB, M = mujeres; H = hombres.

Tanto para el grupo completo como por rangos de edad, los valores medios obtenidos por el BIA-101 son significativamente menores que los obtenidos por el BIA-TELELAB y los tamaños del efecto son todos moderados o grandes. A pesar de estas diferencias, existe una correlación significativa muy fuerte entre los valores medidos por ambos dispositivos, salvo en la franja de edad comprendida entre los 40 y los 50 años, en la que la correlación es casi perfecta.

Los resultados de la reactancia media obtenida por los dos dispositivos para el grupo completo y por rangos de edad se encuentran en la Tabla 2. Las diferencias significativas encontradas entre ambos dispositivos, los tamaños del efecto y la correlación, también se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de la reactancia totales en ohmios ( $\Omega$ ) y por rangos de edad, medidos por los dos dispositivos de bioimpedancia. Diferencias significativas entre ambos valores, tamaños del efecto y correlación

| Rango de edad (años) | Participantes por grupo(n) | Xc101 ( $\Omega$ ) (media $\pm$ sd) | XcTEL ( $\Omega$ ) (media $\pm$ sd) | Diferencias (p-value) | d de Cohen | Correlación      |
|----------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------|------------------|
| [20-30]              | 48 (24 M; 24 H)            | 58.87 $\pm$ 7.91                    | 49.59 $\pm$ 10.54                   | p = .000              | 1.00       | .413 (p = .004)  |
| [30-40]              | 30 (14 M; 16 H)            | 53.44 $\pm$ 6.43                    | 49.62 $\pm$ 4.94                    | p = .000              | 0.67       | .777 (p = .000)  |
| [40-50]              | 49 (21 M; 28 H)            | 51.33 $\pm$ 5.80                    | 47.41 $\pm$ 5.63                    | p = .000              | 0.69       | .738 (p = .000)  |
| [50-60]              | 57 (29 M; 28 H)            | 50.83 $\pm$ 6.00                    | 46.98 $\pm$ 6.34                    | p = .000              | 0.62       | .597 (p = .000)  |
| [60-70]              | 22 (11 M; 11 H)            | 46.57 $\pm$ 4.71                    | 44.76 $\pm$ 5.01                    | p = .013              | 0.37       | .794 (p = 0.000) |
| [20-70]              | 206 (99 M; 107 H)          | 52.74 $\pm$ 7.39                    | 47.84 $\pm$ 7.24                    | p = .000              | 0.67       | .570 (p = .000)  |

sd = desviación típica; Xc101 = reactancia medida con el 101; XcTEL = reactancia medida con el TELELAB, M = mujeres; H = hombres.

Tanto para el grupo completo como por rangos de edad, los valores medios obtenidos por el BIA-101 son significativamente mayores que los obtenidos por el BIA-TELELAB, con tamaños del efecto moderados, excepto en la franja de edad comprendida entre los 60 y los 70 años, en la que el tamaño del efecto es pequeño. A pesar de estas diferencias, existe una correlación significativa fuerte o muy fuerte entre los valores medidos por ambos dispositivos, excepto en la franja de edad comprendida entre los 20 y los 30 años, en la que la correlación es moderada.

Los resultados del ángulo de fase medio obtenido por los dos dispositivos para el grupo completo y por rangos de edad se encuentran en la Tabla 3. Las diferencias significativas encontradas entre ambos dispositivos, los tamaños del efecto y la correlación, también se encuentran en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores del ángulo de fase totales en grados y por rangos de edad, medidos por los dos dispositivos de bioimpedancia. Diferencias significativas entre ambos valores, tamaños del efecto y correlación

| Rango de edad (años) | Participantes por grupo (n) | PhA101 (grados) (media $\pm$ sd) | PhATEL (grados) (media $\pm$ sd) | Diferencias (p-value) | d de Cohen (o la otra) | Correlación     |
|----------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|
| [20-30]              | 48 (24 M; 24 H)             | 6.36 $\pm$ 0.93                  | 4.59 $\pm$ 0.90                  | p = .000              | 1.93                   | .628 (p = .000) |
| [30-40]              | 30 (14 M; 16 H)             | 6.22 $\pm$ 0.86                  | 4.65 $\pm$ 0.70                  | p = .000              | 2.00                   | .908 (p = .000) |
| [40-50]              | 49 (21 M; 28 H)             | 6.16 $\pm$ 0.80                  | 4.64 $\pm$ 0.75                  | p = .000              | 1.96                   | .825 (p = .000) |
| [50-60]              | 57 (29 M; 28 H)             | 5.74 $\pm$ 0.68                  | 4.32 $\pm$ 0.57                  | p = .000              | 2.26                   | .691 (p = .000) |
| [60-70]              | 22 (11 M; 11 H)             | 5.27 $\pm$ 0.52                  | 4.22 $\pm$ 0.51                  | p = .000              | 2.04                   | .796 (p = .000) |
| [20-70]              | 206 (99 M; 107 H)           | 6.00 $\pm$ 0.85                  | 4.50 $\pm$ 0.73                  | p = .000              | 1.89                   | .743 (p = .000) |

sd = desviación típica; PhA101 = ángulo de fase medido con el 101; PhATEL = ángulo de fase medido con el TELELAB, M = mujeres; H = hombres.

Los valores medios obtenidos por el BIA-101, para el grupo completo y por rangos de edad, son significativamente mayores que los obtenidos por el BIA-TELELAB, y los tamaños del efecto son todos grandes o muy grandes. A pesar de estas diferencias, existe una correlación significativa fuerte o muy fuerte entre los valores medidos por ambos dispositivos, excepto en la franja de edad comprendida entre los 30 y los 40 años, en la que la correlación es casi perfecta.



## Discusión

El primer objetivo de este estudio era el de comparar los valores bioeléctricos obtenidos por dos dispositivos BIA distintos, uno mano-pie y otro mano-mano, en una población adulta española sana, de raza blanca y de amplio rango de edad. Los resultados obtenidos muestran que existen diferencias significativas en todos los parámetros bioeléctricos y en todos los rangos de edad, lo que indica que ambos dispositivos siempre obtienen valores diferentes, verificándose así nuestra hipótesis inicial. Además, a excepción de un tamaño del efecto pequeño, en la reactancia correspondiente al grupo de 60–70 años, todos los demás van desde moderados a muy grandes, indicando que los valores medidos por ambos dispositivos son en realidad muy distintos, algo que se observa perfectamente a simple vista.

Varios estudios han analizado las diferencias obtenidas en los parámetros bioeléctricos medidos por distintos dispositivos BIA, encontrando todos ellos diferencias significativas en la mayoría de dichos parámetros o en todos. Tinsley et al. (2020) compararon los parámetros bioeléctricos obtenidos por un equipo BIA multifrecuencia con uno de bioimpedancia espectroscópica (BIS) y concluyeron que, a 50 KHz, existían diferencias significativas en los tres parámetros, diferencias probablemente aumentadas porque uno de los equipos medía con el sujeto en decúbito supino y el otro con el sujeto de pie (Hamilton-James et al., 2021). De hecho, Silva et al. (2022) también compararon un equipo BIS con uno BIA a una frecuencia de 50 KHz, pero ambos equipos medían al sujeto en decúbito supino, y obtuvieron diferencias significativas, pero muy pequeñas, concluyendo que ambos dispositivos eran equivalentes para detectar cambios en el tiempo en los parámetros bioeléctricos, sobre todo a nivel de grupo. En esa misma línea, otros autores llegaron a conclusiones similares (Dellinger et al., 2021; Guedes et al., 2023). Todos esos estudios comparaban dispositivos mano-pie o segmentales directos, que son aquellos que mejor obtienen los parámetros bioeléctricos del cuerpo entero (Campa et al., 2021) y, aunque ninguno de ellos calculó el tamaño del efecto, las diferencias observables en porcentajes fueron mucho menores que las obtenidas en la presente investigación.

Nuestro estudio compara las diferencias en todos los parámetros bioeléctricos entre un dispositivo mano-pie y uno mano-mano, por lo que es lógico que las diferencias encontradas sean mayores que en dichos artículos. El motivo de esas mayores diferencias es bastante claro. En lo que respecta a la reactancia, en el caso del BIA-101 la corriente circula de mano a pie y se trata de un camino mucho mayor que en el caso del BIA-TELELAB, en el que la corriente circula de mano a mano. Por tanto, la corriente atravesará un mayor número de membranas celulares y, dado que la reactancia representa la oposición de las membranas celulares al paso de la corriente (Kyle et al., 2004), el resultado obtenido con el BIA-101 será mayor.

En el caso de la resistencia, aunque el camino recorrido sea mayor, el valor de la misma es inversamente proporcional a la sección transversal atravesada (Kyle et al., 2004), por lo que en el BIA-101 en el que la corriente atraviesa una extremidad superior y una inferior que tiene una mayor sección transversal, la resistencia saldrá mayor que en el BIA-TELELAB en el que la corriente atraviesa dos extremidades superiores. Evidentemente, con valores mayores de la reactancia y menores de la resistencia, dado que el ángulo de fase se obtiene como el arco tangente del cociente entre la reactancia y la resistencia, el valor obtenido por el BIA-101 será mayor que el obtenido por el BIA-TELELAB.

No obstante, a pesar de obtener resultados muy distintos, las correlaciones entre los parámetros de ambos dispositivos son todas fuertes o muy fuertes, sobre todo en la resistencia y el ángulo de fase. Esto puede indicar que, aunque los valores obtenidos por los dos dispositivos sean muy diferentes, es posible desarrollar con ellos ecuaciones distintas, pero válidas, para la obtención de los valores de la composición corporal. De hecho, en un artículo reciente, Rojano-Ortega et al. (2024) desarrollan y validan dos nuevas ecuaciones para la determinación del porcentaje de masa grasa, una para un dispositivo mano-mano y otra para un dispositivo mano-pie, obteniendo muy buenos resultados con ambas al comparar los con los obtenidos por un dispositivo de absorciometría dual de rayos X.

El segundo objetivo de este artículo era el de proporcionar valores de referencia de los parámetros bioeléctricos medidos con ambos dispositivos en una población adulta española sana, de raza blanca y de amplio rango de edad, para que puedan servir de referencia para futuros estudios que realicen análisis de bioimpedancia en poblaciones de raza blanca con patologías. Tanto en los resultados del BIA-101 como en los del BIA-TELELAB, los valores de la resistencia son máximos en la franja de edad de los 20 a



los 30 años, disminuyen en las dos siguientes franjas de edad para luego volver a aumentar en las dos últimas.

La resistencia representa la oposición de los líquidos corporales al paso de la corriente eléctrica, de forma que aquellos tejidos con gran cantidad de agua y electrolitos conducirán mejor, dando como resultado valores menores de la resistencia, mientras que aquellos tejidos con poca cantidad de agua y electrolitos conducirán peor, presentando mayores valores de la resistencia (De Palo et al., 2000). Por esto, parece lógico que las primeras franjas de edad, con mayor hidratación que las últimas, presenten valores menores que la resistencia que las últimas, como efectivamente así sucede. Sin embargo, sorprendentemente, el valor máximo de la resistencia se encuentra en la primera franja de edad.

Esto podría estar debido a que no hemos puesto ningún requisito sobre actividad física a nuestra población. Se ha demostrado repetidamente que muchos atletas no realizan buenas prácticas de rehidratación, encontrándose a menudo deshidratados (Judge et al., 2021; Volpe et al., 2009). Probablemente la franja de edad de los 20 a los 30 años fuera la más físicamente activa y, a pesar de haber pasado al menos 12 h sin realizar ejercicio físico intenso, probablemente no se encontraban aún bien hidratados en el momento de la medición, mostrando valores de la resistencia mayores. Sería necesario concienciar aún más a los deportistas sobre la necesidad implementar buenos protocolos de rehidratación tras ejercicio. No obstante, se necesitan futuros estudios que controlen el nivel de actividad física de los sujetos en las distintas franjas de edad, que corroboren estas hipótesis.

La reactancia representa la oposición al paso de la corriente eléctrica debido a las membranas celulares y valores altos de la reactancia dan idea de membranas celulares más sanas (Buffa et al., 2002), por lo que es esperable que los valores de la reactancia disminuyan progresivamente con la edad, lo que efectivamente así sucede. No obstante, pocos estudios proponen el uso de la reactancia como marcador de salud y no es usado en casi ninguna de las ecuaciones mediante las que se estima la composición corporal a partir de mediciones BIA (Campa et al., 2022), puesto que se utiliza cada vez más el ángulo de fase como indicador de la salud celular.

Si la reactancia disminuye a medida que aumenta la edad y la resistencia aumenta, el ángulo de fase también disminuirá con la edad, como efectivamente sucede. Como ya hemos comentado, el ángulo de fase es un indicador de la salud celular y de la integridad de la membrana celular y, por tanto, valores mayores representan una mejor función celular (Koury et al., 2014; Moya-Amaya et al., 2021; González et al., 2016). De hecho, existen multitud de artículos que asocian mayores valores del ángulo de fase a mayor rendimiento deportivo (Genton et al., 2020; Giorgi et al., 2018; Micheli et al., 2014) e incluso ha sido sugerido que el ángulo de fase podría utilizarse como marcador para ver la evolución de un deportista a lo largo de una temporada (Rojano-Ortega et al., 2024). Esto explica indudablemente por qué el ángulo de fase disminuye a medida que aumenta la edad, puesto que la función muscular empeoraría con la edad.

Muchos estudios han analizado los valores bioeléctricos de distintas poblaciones adultas algunas de ellas de raza blanca (Genton et al., 2020; Hernández-Jaña et al., 2021; Malecka-Massalska et al., 2012; Micheli et al., 2014). Sin embargo, los valores obtenidos no son comparables a los nuestros por tratarse de poblaciones deportistas, de distintos rangos de edades o por tener un número pequeño de sujetos. Únicamente Bosy-Westphal et al. (2005) realizan un estudio completo en una población alemana formada por 183,176 mujeres adultas y 30,572 hombres adultos. Los valores, no obstante, tampoco se pueden comparar con los nuestros porque, aunque se trata de poblaciones Caucásicas, pertenecen a zonas geográficas distintas y porque en dicho estudio, al tener un número tan amplio de sujetos, estratifican por sexo, edad e índice de masa corporal, cosa que no es posible hacer en el nuestro.

## Conclusiones

Aunque los parámetros bioeléctricos son cada vez más tenidos en cuenta como predictores de estados de salud o de rendimiento, los resultados obtenidos para dichos parámetros por un dispositivo BIA mano-pie son significativamente diferentes a los obtenidos por un dispositivo BIA mano-mano, independientemente de la franja de edad de edad, en una población adulta española sana de raza blanca. Esas diferencias, también encontradas en otros estudios al comparar dispositivos mano-pie o segmentales directos, son mayores debido al distinto camino recorrido por la corriente en ambos dispositivos.



Sin embargo, el hecho de encontrar correlaciones fuertes o muy fuertes entre los valores de ambos dispositivos puede indicar que es posible desarrollar con ellos ecuaciones distintas, pero válidas, para la obtención de los valores de la composición corporal.

Hasta donde conocemos, este es el primer estudio que proporciona los valores bioeléctricos obtenidos por dos dispositivos BIA distintos para una población sana, de raza blanca y de amplio rango de edad, con un número relativamente grande de sujetos en cada franja de edad, por lo que puede servir como referencia para estudios futuros que realicen análisis de bioimpedancia en poblaciones de raza blanca con patologías. No obstante, sería deseable realizar un estudio observacional similar en poblaciones aún mayores, de forma que, en cada franja de edad, se pudiese también estratificar por sexo o por nivel de actividad física.

## Referencias

- Berral-Aguilar, A. J., Schröder-Vilar, S., Rojano-Ortega, D., & Berral-de la Rosa, F. J. (2022). Body Composition, Somatotype and Raw Bioelectrical Impedance Parameters of Adolescent Elite Tennis Players: Age and Sex Differences. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 17045. <https://doi.org/10.3390/ijerph192417045>
- Booth, A., Magnuson, A., & Foster, M. (2014). Detrimental and protective fat: body fat distribution and its relation to metabolic disease. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*, 17(1), 13–27. <https://doi.org/10.1515/hmbci-2014-0009>
- Bosy-Westphal, A., Danielzik, S., Dörrhöfer, R. P., Later, W., Wiese, S., & Müller, M. J. (2006). Phase angle from bioelectrical impedance analysis: Population reference values by age, sex, and body mass index. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 30(4), 309–316. <https://doi.org/10.1177/0148607106030004309>
- Buffa, R., Floris, G., & Marini, E. (2002). Bioelectrical impedance vector in pre- and postmenarcheal females. *Nutrition*, 18(6), 474–478. [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(02\)00755-4](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(02)00755-4)
- Campa, F., Gobbo, L. A., Stagi, S., Cyrino, L. T., Toselli, S., Marini, E., & Coratella, G. (2022). Bioelectrical impedance analysis versus reference methods in the assessment of body composition in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 122(3), 561–589. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04879-y>
- Campa, F., Toselli, S., Mazzilli, M., Gobbo, L. A., & Coratella, G. (2021) Assessment of body composition in athletes: a narrative review of available methods with special reference to quantitative and qualitative bioimpedance analysis. *Nutrients* 13(5), 1620. <https://doi.org/10.3390/nu13051620>
- Castillo, W. N., Soriano, S. F., & Rodríguez, I. E. (2023). Composición corporal y aptitud física en las divisiones menores de un equipo de fútbol profesional colombiano. *Retos*, 48, 271–276. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.94838>
- De Palo, T., Messina, G., Edefonti, A., Perfumo, F., Pisanello, L., Peruzzi, L., Di Iorio, B., Mignozzi, M., Vienna, A., Conti, G., Penza, R., & Piccoli, A. (2000). Normal Values of the Bioelectrical Impedance Vector in Childhood and Puberty. *Nutrition*, 16(6), 417–424. [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(00\)00269-0](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(00)00269-0)
- Dellinger, J. R., Johnson, B. A., Benavides, M. L., Moore, M. L., Stratton, M. T., Harty, P. S., Siedler, M. R., & Tinsley, G. M. (2021). Agreement of bioelectrical resistance, reactance, and phase angle values from supine and standing bioimpedance analyzers. *Physiological Measurement*, 42(3). <https://doi.org/10.1088/1361-6579/abe6fa>
- Dhana, K., Kavousi, M., Ikram, M. A., Tiemeier, H. W., Hofman, A., & Franco O. H. (2015). Body shape index in comparison with other anthropometric measures in prediction of total and cause-specific mortality. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 70(1), 90–96. <https://doi.org/10.1136/jech-2014-205257>
- Earthman, C. P. (2015). Body composition tools for assessment of adult malnutrition at the bedside: a tutorial on research considerations and clinical applications. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 39(7), 787–822. <https://doi.org/10.1177/0148607115595227>
- Enriquez-Del Castillo, L. A., Cervantes, N., Candia, R., Flores, L. A. (2021). Capacidades físicas y su relación con la actividad física y composición corporal en adultos. *Retos*, 41, 674–683. <https://doi.org/10.47197/retos.v41i0.83067>



- Francisco, R., Matias, C. N., Santos, D. A., Campa, F., Minderico, C. S., Rocha, R., Heymsfield, S. B., Lukaski, H., Sardinha, L. B., & Silva, A. M. (2020). The Predictive Role of Raw Bioelectrical Impedance Parameters in Water Compartments and Fluid Distribution Assessed by Dilution Techniques in Athletes. *Interantional Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 759. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030759>
- Genton, L., Mareschal, J., Karsegard, V. L., Achamrah, N., Delsoglio, M., Pichard, C., Graf, C., & Herrmann, F. R. (2019). An Increase in Fat Mass Index Predicts a Deterioration of Running Speed. *Nutrients*, 11(3), 701. <https://doi.org/10.3390/nu11030701>
- Genton, L., Mareschal, J., Norman, K., Karsegard, V. L., Delsoglio, M., Pichard, C., Graf, C., & Herrmann, F. R. (2020). Association of phase angle and running performance. *Clinical Nutrition ESPEN*, 37, 65–68. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.03.020>
- Giorgi, A., Vicini, M., Pollastri, L., Lombardi, E., Magni, E., Andreazzoli, A., Orsini, M., Bonifazi, M., Lukaski, H., & Gatterer, H. (2018). Bioimpedance patterns and bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) of road cyclists. *Journal of Sports Science*, 36(22), 2608e13. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1470597>
- Gonzalez, M. C., Barbosa-Silva, T. G., Bielemann, R. M., Gallagher, D., & Heymsfield, S. B. (2016). Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 103(3), 712–716. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.116772>
- Gonzalez-Macias, M., Flores, F., Keys, K., & Arrayales, E. (2024). Efectos del sobrepeso y la obesidad sobre los parámetros biomecánicos de la marcha en niños de Mexicali, B.C. *Retos*, 56, 24–30. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.102440>
- Guedes, F. F. O., De Sousa, I. M., De Medeiros, G. O. C., Gonzalez, M. C., & Fayh A. P. T. (2023). Is there a difference in the parameters of the bioelectrical impedance obtained from devices from different manufacturers? A cross-sectional study in hospitalized cancer patients. *Clinical Nutrition ESPEN*, 56, 120–126. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2023.05.010>
- Hamilton-James, K., Collet, T., Pichard, C., Genton, L., & Dupertuis, Y. M. (2021). Precision and accuracy of bioelectrical impedance analysis devices in supine versus standing position with or without retractable handle in Caucasian subjects. *Clinical Nutrition ESPEN*, 45, 267–274. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.08.010>
- Hernández-Jaña, S., Abarca-Moya, D., Cid-Pizarro, Í., Gallardo-Strelow, J., González-Pino, Y., Zavala-Crichton, J., Olivares-Arancibia, J., Mahecha-Matsudo, S., & Yáñez-Sepúlveda, R. (2021). Effects of a Concurrent Training Protocol on Body Composition and Phase Angle in Physically Inactive Young Women: A Quasi-Experimental Intervention Study. *International Journal of Morphology*, 39(6), 1600–1608. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022021000601600>
- Heymsfield, S., Lohman, T., Wang, Z., & Going, S. B. (2005). *Human Body Composition* (2nd ed). Human Kinetics.
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–13. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Judge, L. W., Bellar, D. M., Popp, J. K., Craig, B. W., Schoeff, M. A., Hoover, D. L., Fox, B., Kistler, B. M., & Al-Nawaiseh, A. M. (2021). Hydration to Maximize Performance and Recovery: Knowledge, Attitudes, and Behaviors Among Collegiate Track and Field Throwers. *Journal of Human Kinetics*, 79, 111–122. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0065>
- Kasper, A. M., Langan-Evans, C., Hudson, J. F., Brownlee, T. E., Harper, L. D., Naughton, R. J., Morton, J. P., & Close, G. L. (2021). Come Back Skinfolts, All Is Forgiven: A Narrative Review of the Efficacy of Common Body Composition Methods in Applied Sports Practice. *Nutrients*, 13(4), 1075. <https://doi.org/10.3390/nu13041075>
- Koury, J. C., Trugo, N. M. F., & Torres, A. G. (2014). Phase angle and bioelectrical impedance vectors in adolescent and adult male athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(5), 798–804. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0397>
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J. C., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A. M., & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226–1243. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>

- Lang, T., Streeper, T., Cawthon, P., Baldwin, K., Taaffe, D. R., & Harris, T. B. (2010). Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporosis International*, 21(4), 543–559. <https://doi.org/10.1007/s00198-009-1059-y>
- Malecka-Massalska, T., Smolen, A., Madro, E., & Surtel, W. (2012). Bioimpedance vector pattern in Taiwanese and Polish college students detected by bioelectric impedance vector analysis: preliminary observations. *Scientific World Journal*, 2012, 684865. <https://doi.org/10.1100/2012/684865>
- Melo, M., de Lima, L., de Barros, M. A., Borba, E., Fernandez, P., Keese, F., Moreira, R. A., & de Sá Rego, M. (2022). Correlation between anthropometric parameters and cardiometabolic risk in military. *Retos*, 44, 1099–1113. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.91559>
- Micheli, M. L., Pagani, L., Marella, M., Gulisano, M., Piccoli, A., Angelini, F., Burtscher, M., & Gatterer, H. (2014). Bioimpedance and impedance vector patterns as predictors of league level in male soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 532–539. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0119>
- Morbeck, M., da Silva, E., Rodrigues, F., Campos, T., Rodrigues, B. K., de Alcantara, L. V., Pontes-Silva, S., & Adami, F. (2023). Physical activity and body composition in a Quilombola community in the Tocantins state (Brazil). *Retos*, 49, 394–400. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.95812>
- Moya-Amaya, H., Molina-López, A., Berral-Aguilar, A. J., Rojano-Ortega, D., Berral-De La Rosa, C. J., & Berral-De La Rosa, F. J. (2021). Bioelectrical phase angle, muscle damage markers and inflammatory response after a competitive match in professional soccer players. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 28(2), 8–13. <https://doi.org/10.2478/pjst-2021-0014>
- Norgan, N. G. (2005). Laboratory and field measurements of body composition. *Public Health Nutrition*, 8(7A), 1108–1122. <https://doi.org/10.1079/phn2005799>
- Rassel, C. R., Bewski, N. A., O'Loughlin, E. K., Wright, A., Scheel, D. P., Puig, L., & Kakinami, L. (2019). Validity of electrical impedance myography to estimate percent body fat: Comparison to bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(4), 632–639. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08505-5>
- Rojano-Ortega, D., Moya-Amaya, H., Berral-Aguilar, A. J., Baratto, P., Molina-López, A., & Berral-de la Rosa, F. J. (2024). Development and validation of new bioelectrical impedance equations to accurately estimate fat mass percentage in a heterogeneous Caucasian population. *Nutrition Research*, 123, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2024.01.002>
- Rojano-Ortega, D., Moya-Amaya, H., Molina-López, A., Berral-Aguilar, A. J., Berral-de la Rosa, F. J. (2024). Correlación del Ángulo de Fase con las Masas Muscular y Grasa en una Población Caucásica Sana de Amplio Rango de Edad. *International Journal of Morphology*, 42(4), 918–922. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022024000400918>
- Saltzman, E., & Mogensen, K. M. (2013). *Physical and Clinical Assessment of Nutrition Status*. In: *Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease*. Academic Press.
- Sardinha, L. B., Correia, I. R., Magalhães, J. P., Júdice, P. B., & Silva, A. M. (2020). Hetherington-Rauth M. Development and validation of BIA prediction equations of upper and lower limb lean soft tissue in athletes. *European Journal of Clinical Nutrition*, 74(12), 1646–1652. <https://doi.org/10.1038/s41430-020-0666-8>
- Silva, T. R., Nunes, C. L., Jesus, F., Francisco, R., Teixeira, V. H., Sardinha, L. B., Martins, P., Minderico, C., & Silva, A. M. (2022). Between-devices agreement in obtaining raw bioelectrical parameters after a lifestyle intervention targeting weight loss in former athletes. *Journal of Sports Science*, 40(16), 1857–1864. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2115755>
- Tinsley, G. M., Moore, M. L., Silva, A. M., & Sardinha, L. B. (2020). Cross-sectional and longitudinal agreement between two multifrequency bioimpedance devices for resistance, reactance, and phase angle values. *European Journal of Clinical Nutrition*, 74(6), 900–911. <https://doi.org/10.1038/s41430-019-0496-8>
- Vaquero-Cristóbal, R., Albaladejo-Saura, M., Luna-Badachi, A. E., & Esparza-Ros, F. (2020). Differences in Fat Mass Estimation Formulas in Physically Active Adult Population and Relationship with Sums of Skinfolds. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17(21), 7777. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217777>
- Volpe, S. L., Poule, K. A., & Bland, E. G. (2009). Estimation of prepractice hydration status of National Collegiate Athletic Association Division I athletes. *Journal of Athletic Training*, 44(6), 624–629. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.6.624>



Zamboni, M., Mazzali, G., Fantin, F., Rossi, A., & Di Francesco, V. (2008). Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*, 18(5), 388–395. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2007.10.002>

## Datos de los autores

Francisco José Berral de la Rosa  
Daniel Rojano Ortega  
Heliodoro Moya Amaya  
Antonio Molina López  
Antonio Jesús Berral Aguilar

fjberde@upo.es  
drojort@upo.es  
helimo7@hotmail.com  
nutrifarma@centrosnutrifarma.es  
ajberagu@gmail.com

Autor/a  
Autor/a  
Autor/a  
Autor/a  
Autor/a