

## Ver comentarios editoriales en páginas 630 y 635

# El ángulo de fase de la impedancia eléctrica es un predictor de supervivencia a largo plazo en pacientes en diálisis

S. Abad, G. Sotomayor, A. Vega, A. Pérez de José, U. Verdalles, R. Jofré, J.M. López-Gómez

Servicio de Nefrología. Hospital Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Nefrología 2011;31(6):670-6

doi:10.3265/Nefrologia.pre2011.Sep.10999

### RESUMEN

**Introducción:** La malnutrición calórico-proteica es un factor de riesgo de mortalidad en pacientes en diálisis, sin embargo, su valoración clínica no ha sido bien definida. La bioimpedancia eléctrica (BIE) es un procedimiento no invasivo y objetivo, cada vez más empleado en su valoración. **Objetivo:** El objetivo de este estudio es analizar la relación entre el ángulo de fase determinado por BIE a una frecuencia de 50 kHz (AF50) con otros parámetros de nutrición y valorar prospectivamente su capacidad como marcador pronóstico de mortalidad a largo plazo. **Pacientes y métodos:** Incluimos a 164 pacientes, 127 en hemodiálisis y 37 en diálisis peritoneal, a los que se les realiza un análisis de BIE al tiempo que se solicitan parámetros de inflamación y nutrición y se calcula el índice de comorbilidad de Charlson. **Resultados:** En el análisis de correlación lineal, encontramos que el AF50 tiene una asociación directa con la masa magra, con el agua intracelular, con el agua extracelular y con la ganancia de peso interdialítico, mientras que se asocia de forma inversa con la edad, con la masa grasa y con el log PCR. Los pacientes con AF50 >8° presentan un mejor estado nutricional, son más jóvenes y tienen una supervivencia significativamente mejor a los seis años de seguimiento. Entre los pacientes estudiados, tanto el AF50 como el resto de los parámetros de composición corporal son mejores en diálisis peritoneal que en hemodiálisis, pero estas diferencias pueden ser atribuidas a que los primeros son más jóvenes. En el análisis multivariable, sólo el AF50 <8° y la comorbilidad ajustada para la edad persisten como factores de riesgo independientes de mortalidad. **Conclusiones:** Concluimos que el AF50 tiene una buena correlación con los parámetros de nutrición y que es un buen marcador de supervivencia en pacientes en diálisis. No obstante, son necesarios estudios de intervención en los que se demuestre si la mejoría de los parámetros de BIE se acompaña de una mayor supervivencia.

**Palabras clave:** Ángulo de fase. Bioimpedancia. Nutrición. Hemodiálisis. Diálisis peritoneal. Mortalidad.

**Correspondencia:** Juan Manuel López Gómez  
Servicio de Nefrología.  
Hospital Universitario Gregorio Marañón. Madrid.  
juanlopez@senefro.org

### *The phase angle of the electrical impedance is a predictor of long-term survival in dialysis patients*

#### ABSTRACT

**Introduction:** Protein-energy malnutrition is a risk factor for mortality in dialysis patients; however, its clinical assessment has not been well defined. Electrical bioimpedance (EBI) is a non-invasive and objective procedure, which is increasingly being used for this assessment. **Objective:** The aim of this study is to analyse the relationship between the phase angle determined by EBI at a frequency of 50kHz (AF50) and other nutritional parameters, and prospectively evaluate its ability as a marker for long-term mortality. **Patients and methods:** We included 164 patients (127 on haemodialysis and 37 on peritoneal dialysis) who underwent an EBI analysis while simultaneously determining inflammation and nutrition parameters. The Charlson comorbidity index was then calculated. **Results:** In the linear correlation analysis, we found that the AF50 had a direct association with lean mass, intracellular water, extracellular water and interdialytic weight gain, while having an inverse association with age and fat mass. Patients with AF50 >8° had a better nutritional status, were younger and had significantly longer survival at the six-year follow-up. Among the patients studied, both the AF50 and the other body composition parameters were better in peritoneal dialysis than in haemodialysis, but these differences may be attributable to the fact that the first patients were younger. In the multivariate analysis, only the AF50 <8° and comorbidity adjusted for age persisted as independent risk factors for mortality. **Conclusions:** We conclude that AF50 has a good correlation with nutritional parameters and is a good marker of survival in dialysis patients. Nevertheless, intervention studies are needed to demonstrate if the improvement in EBI parameters is associated with better survival.

**Keywords:** Phase angle. Bioimpedance. Nutrition. Hemodialysis. Peritoneal dialysis. Mortality.

### INTRODUCCIÓN

La malnutrición calórico-proteica es un factor de riesgo de mortalidad en los pacientes en diálisis<sup>1,2</sup>. No obstante, su va-

loración clínica no está bien definida. La evaluación global subjetiva ha sido ampliamente estudiada en estos pacientes y se relaciona con su mortalidad<sup>3,4</sup>. Otro de los parámetros más ampliamente empleados es el índice de masa corporal (IMC), que en pacientes en hemodiálisis (HD) presenta una epidemiología inversa, de tal modo que en series amplias, los pacientes con mayor IMC son los que presentan mayor supervivencia, al contrario de lo que sucede en la población general<sup>5,6</sup>.

La bioimpedancia eléctrica (BIE) ha sido ampliamente usada en la valoración de la composición corporal en pacientes en diálisis<sup>7-10</sup>. Su aplicación está basada en la resistencia que el organismo ofrece al paso de una corriente eléctrica alterna y tiene dos componentes vectoriales: la resistencia y la reactancia. La primera es capaz de determinar el estado de hidratación de los tejidos, dado que el agua es un excelente conductor de la corriente, de modo que cuanto mayor es el contenido de agua, la resistencia es menor. Con ello, se puede discriminar entre aquellos tejidos que contienen agua abundante (músculo) y los que la contienen en poca cantidad (grasa, hueso, etc.). El segundo componente es la reactancia o capacitancia, que determina la cantidad de energía que son capaces de acumular los tejidos, ya que las células que los forman se comportan como verdaderos condensadores. La resultante de la suma vectorial de ambos componentes constituye la impedancia y el ángulo que forma se denomina ángulo de fase. Esta variable ha sido relacionada con el estado de nutrición de pacientes en HD<sup>3,6</sup>.

El objetivo de este estudio es analizar la relación entre el ángulo de fase determinado a 50 kHz con algunos parámetros nutricionales y su valor como predictor pronóstico de mortalidad a largo plazo, en una muestra de pacientes en diálisis.

## PACIENTES Y MÉTODOS

Estudio prospectivo y observacional, de seis años de seguimiento, en el que se incluyen un total de 164 pacientes en diálisis, 127 en HD y 37 en diálisis peritoneal, con edad media de  $61,1 \pm 14,5$  años, de los que 99 eran hombres (60,3%) y el resto, mujeres. La etiología de la enfermedad renal crónica incluía un 23,2% de diabetes mellitus, un 27,9% de glomerulonefritis, un 17,0% de nefritis túbulo-intersticiales, un 7,0% vascular, un 7,0% de etiología no filiada y un 10,0% de otras causas. La prevalencia de diabetes mellitus en el total de pacientes era de 32,2% y 54 pacientes tenían antecedentes de trasplante renal previo. Se determinó la comorbilidad de los pacientes estudiados mediante el índice de Charlson ajustado para la edad.

Basalmente, en todos los casos, se realizó un estudio de BIE multifrecuencia, mediante sistema Bioscan (Biológica, Tecnología Médica S.L., La Garriga, España), entre enero de 2002 y octubre de 2003, cerrando el estudio en diciembre de 2009.

La medida se realiza antes de una sesión de HD en mitad de la semana, tras 10 minutos en decúbito, y con cuatro electrodos convencionales colocados dos a dos en la mano y en el pie contralaterales al acceso vascular. El analizador de bioimpedancia determina la resistencia, reactancia y ángulo de fase en diez frecuencias diferentes de corriente alterna, que oscilan entre 5 y 500 kHz.

En el momento del análisis de bioimpedancia, todos los pacientes estaban en HD convencional, con una duración comprendida entre 3,5 y 4 horas. A lo largo del estudio, se produjeron cambios de técnica, incluyendo la hemodiafiltración en línea de forma progresiva y aumentos en los tiempos de las sesiones. En los pacientes en diálisis peritoneal, la exploración se hace con el abdomen vacío y con el mismo tiempo en decúbito. Se recogen los datos de resistencia, reactancia y ángulo de fase a 50 kHz (AF50), por considerar que es la frecuencia a la que el ángulo de fase es máximo para la mayoría de los pacientes, no analizando el resto de los parámetros obtenidos con otras frecuencias. Se calcularon el agua corporal total (ACT), el agua intracelular (AIC) y el agua extracelular (AEC), la masa grasa (MG) y la masa libre de grasa (MLG) según el *software* incluido en el sistema. Estos parámetros se ajustan porcentualmente al peso corporal estimado de cada paciente. Se recogen también datos de filiación, datos analíticos según técnicas convencionales y parámetros antropométricos. En los pacientes en HD, se calcula la ganancia de peso interdialisis como la media entre las tres sesiones de la semana en la que se realiza la exploración.

## Análisis estadístico

Las variables cuantitativas se expresan como media y desviación estándar y las variables cualitativas como porcentaje. Las comparaciones entre medias se realizan mediante el test de la *t* de Student o análisis de la varianza. Las comparaciones entre variables cuantitativas se llevan a cabo mediante el análisis de la *chi* cuadrado. Se realizaron correlaciones bivariadas calculando el coeficiente de Pearson o el de Spearman según el tipo de variable. Para analizar la distribución normal de una variable se empleó el test de Kolmogorov-Smirnov. Se realizan análisis de supervivencia mediante el test de Kaplan-Meier y se calcula su significación estadística mediante el test de rangos logarítmicos (*Log-Rank*). Para el análisis multivariable se emplea el test de Cox con distintos modelos que incluyen las variables significativas en el análisis univariable. Se considera significativo un valor de  $p < 0,05$ . Para el análisis estadístico se emplea el paquete estadístico SPSS versión 18.0 (SPSS, Chicago, Illinois, EE.UU.).

## RESULTADOS

Las características iniciales clínicas y analíticas de los pacientes quedan reflejadas en la tabla 1. En la tabla 2 se exponen

**Tabla 1.** Características clínicas y analíticas de los pacientes

Peso (kg)	66,4 ± 12,3
Talla (cm)	162 ± 11,4
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	25,3 ± 5,0
Perímetro abdominal (cm)	79,4 ± 14,0
Índice de Charlson (con edad)	6,1 ± 2,3
Hemoglobina (g/dl)	12,4 ± 1,6
IST (%)	39,0 ± 38,1
Ferritina (mg/dl)	285 ± 241
Colesterol total (mg/dl)	159 ± 34,9
Colesterol HDL (mg/dl)	46,6 ± 14,2
Colesterol LDL (mg/dl)	87,6 ± 26,8
Triglicéridos (mg/dl)	130 ± 69,8
Albúmina (mg/dl)	3,8 ± 0,5
Proteína C reactiva (mg/l)	5,4 ± 4,8
Fibrinógeno (mg/dl)	439 ± 99,9

los resultados de los parámetros basales calculados por análisis de BIE a 50 kHz. Llevamos a cabo un análisis de correlación bivariada entre el AF50 con las variables continuas analizadas, cuyos resultados quedan reflejados en la tabla 3. Destaca la asociación significativa con parámetros de nutrición determinados por BIS y con la albúmina sérica, así como la asociación directa con el contenido de agua intracelular y extracelular ajustados al peso seco del paciente. En cambio, no se encuentra una relación significativa entre el AF50 y al-

**Tabla 3.** Análisis de correlación bivariada entre el ángulo de fase medido a 50 kHz y parámetros de nutrición analíticos, antropométricos y de bioimpedancia

Variable	Coefficiente de correlación Rho de Spearman	Valor de p
Ganancia de peso interdiálisis	0,516	0,001
AIC/peso	0,164	0,036
AEC/peso	0,172	0,027
ACT/peso	0,199	0,011
Masa grasa/peso	-0,299	0,001
Masa libre de grasa/peso	0,299	0,001
Edad	-0,316	0,001
Colesterol sérico	0,267	0,005
Albúmina sérica	0,510	0,001
Log PCR	-0,248	0,035

La correlación no es significativa con índice de masa corporal, perímetro abdominal, ferritina sérica y fibrinógeno; PCR: proteína C reactiva. AIC: agua intracelular; AEC: agua extracelular; ACT: agua corporal total.

**Tabla 2.** Parámetros determinados por bioimpedancia eléctrica a 50 kHz

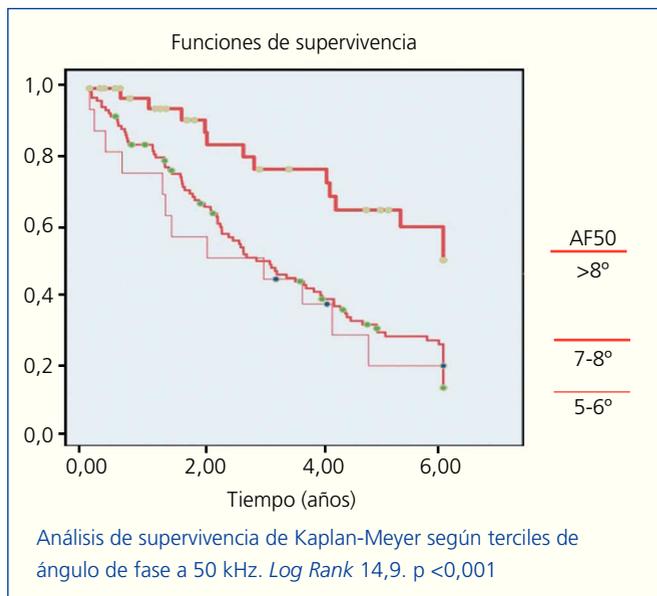
Ángulo de fase (°)	7,8 ± 1,2
Resistencia (Ω)	540 ± 94,4
Reactancia (Ω)	73,0 ± 14,6
Agua intracelular/peso (%)	34,6 ± 4,5
Agua extracelular/peso (%)	21,3 ± 3,7
Agua corporal total/peso (%)	55,9 ± 6,9
Masa grasa/peso (%)	36,7 ± 8,3
Masa libre de grasa/peso (%)	63,3 ± 8,3

gunos parámetros de inflamación como la proteína C reactiva, el fibrinógeno sérico o la ferritina sérica.

El AF50 medio fue de 7,8 ± 1,2° (rango, 5-14°). Dividimos a los pacientes en tres grupos según el AF50: *a*) 19 pacientes con AF50 de 5-6°; *b*) 106 pacientes con AF50 de 7-8°, y *c*) 39 pacientes con AF50 >8°. Sus valores medios fueron 5,7 ± 0,4°; 7,5 ± 0,5° y 9,5 ± 1,1°, respectivamente (p <0,001). A los seis años, el tiempo medio de seguimiento es de 3,1 ± 2,0 años, 100 pacientes (61%) habían fallecido, 22 (13,4%) habían sido sometidos a trasplante, cuatro (2,4%) estaban censurados por traslado a otro centro, 36 (22%) continuaban en HD y sólo dos (1,2%) seguían en diálisis peritoneal. En el análisis de supervivencia de Kaplan-Meier, se observa que el grupo con mayor AF50 presenta una supervivencia significativamente mejor que los dos restantes (*Log-Rank* 14,9; p <0,001), lo que se representa en la figura 1. Comparamos los parámetros porcentuales de AIC, AEC, ACT, MG y MLG entre los tres grupos obtenidos con arreglo al AF50, encontrando que el grupo con mayor AF50 es más joven y tiene significativamente mayor contenido de AIC, ACT y MLG, pero menor contenido de MG (tabla 4).

Cuando se estudian las variables de BIE relacionadas con la mortalidad, en el análisis univariable encontramos que la MG porcentual se asocia con mayor riesgo de mortalidad (p = 0,003), mientras que la MLG porcentual (p = 0,003), el AIC porcentual (p = 0,044) y el AF50 >8° (p = 0,005) se asocian con un menor riesgo. En el análisis multivariable de Cox (tabla 5), se escoge un modelo que incluye las variables anteriores de composición corporal y cuando se ajustan para la comorbilidad según el índice de Charlson en el que se incluye la edad, sólo persisten como factores de riesgo de mortalidad independiente el AF50 ≤8° (p = 0,003) y la propia comorbilidad (p <0,001).

En la tabla 6 se exponen los datos analizados en función de la modalidad de diálisis en la que estaban incluidos los pacientes en el momento del estudio. Es destacable que los pacientes en diálisis peritoneal son más jóvenes (p <0,001), presentan un mayor estado de hidratación extracelular (p = 0,036), tienen un



**Figura 1.** Figura de ángulo de fase.

AF50 mayor ( $p = 0,004$ ), mayor proporción de tejido magro ( $p < 0,001$ ), pero menor proporción de grasa ( $p < 0,001$ ).

## DISCUSIÓN

Nuestro estudio confirma de forma prospectiva que el ángulo de fase medido por BIE a 50 kHz se asocia con el estado nutricional como ha sido descrito por otros autores<sup>11,12</sup>, y demuestra que es un factor de riesgo independiente de mortalidad a largo plazo. Recientemente, Segall, et al. refieren que un AF50 inferior a  $6^\circ$  tiene un riesgo relativo de mortalidad al año de 4,1 frente a los que tienen un AF50 superior<sup>3</sup>. Nue-

tros datos demuestran que este efecto predictor se mantiene a los seis años de seguimiento, aunque con un punto de corte algo superior.

La BIE se ha venido utilizando en la valoración del estado nutricional de pacientes en diálisis desde hace más de dos décadas<sup>7,13,14</sup>. Uno de sus componentes más importantes es el ángulo de fase, que es la resultante vectorial de la resistencia y la reactancia. La primera refleja fundamentalmente el estado de hidratación del paciente, de modo que cuanto mayor es el contenido de agua menor es la resistencia, y en un mismo individuo, cuanto mayor sea la pérdida hídrica, mayor es el incremento de la resistencia. En este sentido, la longitud del vector, que viene dada principalmente por la resistencia, ha sido empleada como un procedimiento para valorar las necesidades de ultrafiltración en HD<sup>15,16</sup>. En cambio, la reactancia representa la capacidad de los tejidos para acumular energía, ya que las células tienen un comportamiento eléctrico similar al de un condensador, de modo que cuanto mayor sea la cantidad de células mayor será la reactancia.

Los analizadores de BIE multifrecuencia permiten determinar los tres componentes, resistencia, reactancia y ángulo de fase, en una amplia variedad de frecuencias, que oscilan en función del fabricante entre 1 y 1.000 kHz. Habitualmente, los sistemas monofrecuencia están ajustados para hacer una única determinación a 50 kHz, por considerar que el ángulo de fase es máximo en esta frecuencia<sup>17</sup>. Por esta razón, en este estudio, escogemos sólo esta frecuencia, sin valorar las demás.

El contenido de agua en la composición corporal del organismo depende fisiológicamente de la cantidad de tejido graso que contiene<sup>18</sup>, motivo por el que, normalmente, es necesario tener valores de referencia similares a la población que deseamos analizar. El contenido graso varía de forma fisiológi-

**Tabla 4.** Características de los grupos según el ángulo de fase a 50 kHz

Variable	AF50 = 5-6° (n = 19)	AF50 = 7-8° (n = 106)	AF50 >8° (n = 39)	Valor de p
Edad (años)	67,8 ± 9,0	63,0 ± 13,7	53,2 ± 15,7	0,001
Tiempo en TRS (años)	9,1 ± 8,9	6,4 ± 7,2	5,0 ± 5,7	NS
Ganancia de peso interdiálisis (kg)	1,5 ± 0,6	1,8 ± 1,1	2,3 ± 0,9	NS
Agua intracelular (%)	34,1 ± 4,6	34,0 ± 4,2	36,4 ± 4,8	0,013
Agua extracelular (%)	20,8 ± 3,5	20,9 ± 3,7	22,4 ± 3,8	NS
Agua corporal total (%)	55,0 ± 6,2	55,0 ± 6,6	58,8 ± 7,2	0,009
Masa grasa (%)	38,4 ± 6,8	36,8 ± 7,9	31,3 ± 8,4	0,001
Masa libre de grasa (%)	61,5 ± 6,8	63,1 ± 7,9	68,7 ± 8,4	0,001

Los parámetros de bioimpedancia vienen expresados como porcentaje con respecto al peso seco.

**Tabla 5.** Análisis multivariable de factores de riesgo de mortalidad

	<b>B</b>	<b>Exp (B)</b>	<b>Valor de p</b>	<b>IC 95%</b>	<b>IC 95%</b>
Índice de Charlson	0,230	1,258	0,001	1,144	1,384
AIC (%)	-0,024	0,977	0,469	0,916	1,041
MLG (%)	-0,003	0,997	0,875	0,961	1,034
AF50 >8°	-0,896	0,408	0,003	0,224	0,743

AIC%: porcentaje de agua intracelular con respecto al peso corporal; MLG%: porcentaje de masa libre de grasa con respecto al peso corporal; AF50: ángulo de fase medido a 50 kHz.

ca con el sexo (la mujer tiene más grasa y menos agua), con la edad (los ancianos tienen más grasa y menos agua)<sup>14</sup> y con el estado nutricional (a mayor obesidad menor contenido de agua). En general, los analizadores de bioimpedancia se acompañan de un *software*, basado en fórmulas validadas, que permite calcular parámetros de hidratación y de composición corporal. Esos datos están individualizados en razón al sexo<sup>16,17</sup>, pero, teóricamente, deberían estarlo también en función de la edad, del estado nutricional o incluso de la raza<sup>19</sup>.

Con el fin de evitar los sesgos derivados de la composición corporal, en este estudio hemos utilizado como variables principales los datos brutos de la impedancia, haciendo especial hincapié en el ángulo de fase como resultado combinado de la resistencia y la reactancia. De esta manera, no es preciso tener en cuenta parámetros normales de referencia. No obstante, también analizamos como variables secundarias las proporcionadas por el *software* del sistema empleado.

Es destacable que la determinación del ángulo de fase varía de unas series a otras, probablemente a causa del tipo de ana-

lizador de BIE empleado. La media obtenida en nuestros casos es más alta que la encontrada por otros autores, aunque nuestros resultados también confirman que existe una buena asociación entre el estado de nutrición y el ángulo de fase<sup>3</sup>.

Numerosos estudios demuestran una buena asociación entre el estado de nutrición valorado por técnicas de bioimpedancia y el estado de inflamación, así como su efecto sobre la supervivencia en pacientes en diálisis<sup>20-22</sup>. Sin embargo, otros autores refieren que el estado de malnutrición puede ser un factor de riesgo de mortalidad independiente de la inflamación<sup>23</sup>. Nuestros resultados muestran que el AF50 mantiene una fuerte correlación con parámetros de nutrición, pero en cambio, no se asocia con parámetros de inflamación como la ferritina o el fibrinógeno, o posee una asociación débilmente significativa con el logaritmo de la proteína C reactiva.

Aunque muchos autores valoran el estado nutricional mediante el índice de masa corporal (IMC), nuestro estudio demuestra que es necesario diferenciar entre aquellos casos que

**Tabla 6.** Características clínicas y de bioimpedancia de los pacientes en hemodiálisis y en diálisis peritoneal

<b>Variable</b>	<b>Hemodiálisis</b>	<b>Diálisis peritoneal</b>	<b>Valor de p</b>
Edad (años)	63,7 ± 13,7	53,4 ± 14,2	0,001
Sexo (hombre, %)	58,4	51,3	NS
Tiempo en TRS (años)	6,6 ± 7,0	5,0 ± 6,7	NS
Índice de Charlson	6,4 ± 2,3	5,4 ± 2,2	0,021
Resistencia (Ω)	549 ± 96	511 ± 83	0,026
Reactancia (Ω)	72,8 ± 13,9	73,8 ± 16,5	NS
Ángulo de fase (°)	7,6 ± 1,1	8,3 ± 1,5	0,004
AIC/peso (%)	34,3 ± 4,1	35,3 ± 5,4	NS
AEC/peso (%)	20,9 ± 3,6	22,4 ± 4,0	0,036
ACT/peso (%)	55,3 ± 6,6	57,7 ± 7,4	NS
Masa grasa/peso (%)	37,0 ± 7,7	31,8 ± 8,7	0,001
Masa libre de grasa/peso (%)	63,0 ± 7,7	68,2 ± 8,7	0,001

Los datos de bioimpedancia están determinados a 50 kHz. TRS: tratamiento renal sustitutivo; AIC: agua intracelular; AEC: agua extracelular; ACT: agua corporal total.

presentan un buen índice de masa libre de grasa de aquellos casos, incluso con un IMC alto, en quienes el índice de masa libre de grasa es escaso. Los primeros se asocian a un AF50 elevado y presentan una supervivencia significativamente mejor que los segundos. Estos datos tienen el mismo significado que los descritos recientemente por Kalantar-Zadeh, et al., quienes establecen la necesidad de diferenciar los diferentes componentes de la composición corporal para valorar su efecto pronóstico<sup>5</sup>.

En la tabla 4 se expone cómo el subgrupo de pacientes con mayor AF50 se asocia también con mayores porcentajes de AIC y ACT, así como con mayor contenido de masa libre de grasa. Por tanto, estos datos reflejan que los pacientes con mayor AF50 tienen un mayor contenido de tejido muscular, rico en AIC, mientras que la grasa contiene muy escaso contenido de AIC. Por ello, la valoración del ACT tiene poco sentido si no conocemos la composición corporal total<sup>18</sup>.

En los pacientes estudiados, recogimos la ganancia de peso interdiálisis como la media de las tres sesiones de la semana, observando una buena correlación con el estado de nutrición y con la edad. Estos datos corroboran hallazgos previos, en los que encontramos que este parámetro se asocia con una mejor supervivencia, lo que confirma la importancia de la nutrición en los pacientes en diálisis<sup>24</sup>.

El estudio incluye a pacientes en las dos modalidades de diálisis. Aunque no es un objetivo principal del estudio comparar las características de los pacientes en ambas técnicas, en la tabla 6 se exponen las características de ambos grupos. Destaca un mejor estado nutricional en los pacientes en diálisis peritoneal, con mayor contenido de masa magra y menor cantidad de grasa, junto con una comorbilidad determinada por el índice de Charlson significativamente menor, pero con mayor estado de hidratación extracelular, como ha sido referido con anterioridad<sup>25</sup>. Sin embargo, lo más destacable es la diferencia de edad entre ambos grupos, como sucede habitualmente, lo que condiciona ampliamente la nutrición, la comorbilidad y la composición corporal, y resta valor a la comparación entre ambas técnicas.

En conclusión, nuestro estudio demuestra que los parámetros brutos obtenidos por BIE con frecuencia de 50 kHz tienen una buena correlación con los parámetros de nutrición y, especialmente el AF50, es un buen marcador de supervivencia en pacientes en diálisis. No obstante, son necesarios estudios de intervención en los que se demuestre si la mejora de los parámetros de BIE se acompaña de una mayor supervivencia.

### Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés potenciales.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acchiardo SR, Moore LW, Latour PA. Malnutrition as the main factor in morbidity and mortality of hemodialysis patients. *Kidney Int* 1983;24(Suppl 16):199-203.
2. Lowrie EG, Lew LN. Death risk in hemodialysis patients: the predictive value of commonly measured variables and an evaluation of death rate differences between facilities. *Am J Kidney Dis* 1990;15:458-82.
3. Segall L, Mardare NG, Ungureanu S, Busuioc M, Nistor I, Enache R, et al. Nutritional status evaluation and survival in haemodialysis patients in one centre from Romania. *Nephrol Dial Transplant* 2009;24(8):2536-40.
4. Enia G, Sicuso C, Alati G. Subjective global assessment of nutrition in dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1993;8:1094-8.
5. Kalantar-Zadeh K, Streja E, Kovesdy CP, Oreopoulos A, Noori N, Jing J, et al. The obesity paradox and mortality associated with surrogates of body size and muscle mass in patients receiving hemodialysis. *Mayo Clin Proc* 2010;85(11):991-1001.
6. Beberashvili I, Sinuani I, Azar A, Yasur H, Feldman L, Efrati S, et al. Nutritional and inflammatory status of hemodialysis patients in relation to their body mass index. *J Ren Nutr* 2009;19(3):238-47.
7. De Lorenzo A, Barra PFA, Sasso GF. Body impedance measurements during dialysis. *Eur J Clin Nutr* 1991;45:231-5.
8. Kamimura MA, Avesani CM, Cendoroglo M. Comparison of skinfold thicknesses and bioelectrical impedance analysis with dual energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat in patients on long-term haemodialysis therapy. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18:101-5.
9. Chertow GM, Lowrie EG, Wilmore DW. Nutritional assessment with bioelectrical impedance analysis in maintenance hemodialysis patients. *Am Soc Nephrol* 1995;6:75-81.
10. Bellizzi V, Scalfi L, Terracciano V, De Nicola L, Minutolo R, Marra M, et al. Early changes in bioelectrical estimates of body composition in chronic kidney disease. *J Am Soc Nephrol* 2006;17(5):1481-7.
11. Oliveira CM, Kubrusly M, Mota RS, Silva CA, Choukroun G, Oliveira VN. The phase angle and mass body cell as markers of nutritional status in hemodialysis patients. *J Ren Nutr* 2010;20(5):314-20.
12. Cupisti A, Capitanini A, Betti G, D'Alessandro C, Barsotti G. Assessment of habitual physical activity and energy expenditure in dialysis patients and relationships to nutritional parameters. *Clin Nephrol* 2011;75(3):218-25.
13. Scanferla F, Landini S, Fracasso A, Morachiello P, Righetto F, Toffoletto PP, et al. On-line bioelectric impedance during haemodialysis: monitoring of body fluids and cell membrane status. *Nephrol Dial Transplant* 1990;5(Suppl 1):167-70.
14. Biasioli S, Foroni R, Petrosino L, Cavallini L, Zambello A, Cavalcanti G, et al. Effect of aging on the body composition of dialyzed subjects. Comparison with normal subjects. *ASAIO J* 1993;39(3):M596-601.
15. Pillon L, Piccoli A, Lowrie EG, Lazarus JM, Chertow GM. Vector length as a proxy for the adequacy of ultrafiltration in hemodialysis. *Kidney Int* 2004;66(3):1266-71.
16. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciantie G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: The RXc graph. *Kidney Int* 1994;46:534-9.

17. Piccoli A, Rossi B, Pillon L. Is 50 kHz the optimal frequency in routine estimation of body water by bio-electrical impedance analysis? *Am J Clin Nutr* 1992;56:1069.
18. Chamney PW, Wabel P, Moissl UM, Müller MJ, Bosy-Westphal A, Korth O, et al. A whole-body model to distinguish excess fluid from the hydration of major body tissues. *Am J Clin Nutr* 2007;85:80-9.
19. Jha V, Jairam A, Sharma MC, Sakhuja V, Piccoli A, Parthasarathy S. Body composition analysis with bioelectric impedance in adult Indians with ESRD: comparison with healthy population. *Kidney Int* 2006;69(9):1649-53.
20. Mushnick R, Fein PA, Mittman N, Goel N, Chattopadhyay J, Avram MM. Relationship of bioelectrical impedance parameters to nutrition and survival in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int Suppl* 2003;87:S53-6.
21. Chertow GM, Johansen KL, Lew N, Lazarus JM, Lowrie EG. Vintage, nutritional status, and survival in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2000;57(3):1176-81.
22. Maggiore Q, Nigrelli S, Ciccarelli C, Grimaldi C, Rossi GA, Michelassi C. Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1996;50(6):2103-8.
23. Pupim LB, Caglar K, Hakim RM, Shyr Y, Ikizler TA. Uremic malnutrition is a predictor of death independent of inflammatory status. *Kidney Int* 2004;66(5):2054-60.
24. López-Gómez JM, Villaverde M, Jofre R, Rodríguez-Benítez P, Pérez-García R. Interdialytic weight gain as a marker of blood pressure, nutrition, and survival in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2005;67:S63-S68.
25. Devolder I, Verleysen A, Vijt D, Vanholder R, Van Biesen W. Body composition, hydration, and related parameters in hemodialysis versus peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int* 2010;30(2):208-14.