

## Determinación del estado nutricional mediante el ángulo de fase en pacientes en hemodiálisis

Jorge F. Topete-Reyes,<sup>1</sup> Carlos A. López-Lozano,<sup>1</sup> Sandra L. López-Báez,<sup>1</sup> Anel V. Barbarín-Vázquez,<sup>1</sup> Ma. L. Cervantes-Villalobos,<sup>1</sup> Jesemil Navarro-Rodríguez,<sup>1</sup> Renato Parra-Michel,<sup>1</sup> H. Leonardo Pazarín-Villaseñor,<sup>1</sup> Daniela Meza-Guillén,<sup>2</sup> Margarita Torres-Tamayo,<sup>3</sup> Aída X. Medina-Urrutia<sup>3</sup> y Juan G. Juárez-Rojas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Mexicano del Seguro Social, Hospital General Regional 46, Servicio de Nefrología, Guadalajara, Jalisco, México; <sup>2</sup>Secretaría de Salud de la Ciudad de México; <sup>3</sup>Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", Departamento de Endocrinología, Ciudad de México, México

### Resumen

**Introducción:** La bioimpedancia eléctrica multifrecuencia (BIE) evalúa con precisión la composición corporal. **Objetivo:** Investigar el estado nutricional y su relación con el índice de masa corporal (IMC) o el ángulo fase obtenido por BIE en pacientes con enfermedad renal terminal (ERT) en hemodiálisis. **Método:** En 99 pacientes en hemodiálisis (43.6 ± 17.2 años, 58.8 % varones) se evaluó IMC, BIE y puntuación de desnutrición (DMS, Dialysis Malnutrition Score). La independencia de las asociaciones del IMC y el ángulo fase con el DMS se determinó con regresión lineal múltiple. **Resultados:** El riesgo de desnutrición (DMS > 13) se incrementó gradualmente entre los sujetos con IMC y ángulo fase normales (44.4 %), IMC bajo (45.8 %), ángulo fase bajo (64.0 %) y en aquellos con ambos parámetros anormales (68.0 %). El ángulo fase fue la única variable asociada independientemente con el estado nutricional de los pacientes (coeficiente beta estandarizado -0.372,  $p < 0.001$ ), lo que explicó 13.8 % de la variación en el DMS. **Conclusiones:** El ángulo fase se asocia inversa e independientemente con el riesgo de desnutrición en pacientes con ERT, lo que sugiere que la composición corporal evaluada por BIE pudiera ser mejor que el IMC en la valoración clínica de pacientes con esta enfermedad.

**PALABRAS CLAVE:** Índice de masa corporal. Ángulo fase. Bioimpedancia. Valoración global subjetiva. Estado nutricional.

### Abstract

**Introduction:** Multi-frequency bio-impedance analysis (BIA) accurately evaluates body composition. **Objective:** To assess nutritional status and its relationship with body mass index (BMI) or with BIA-obtained phase angle in patients with end-stage renal disease (ESRD) on hemodialysis. **Method:** BMI, BIA and dialysis malnutrition score (DMS) were assessed in 99 patients on hemodialysis (43.6 ± 17.2 years of age, 58.8% males). Multivariate linear regression analysis was used to determine BMI and phase angle independent associations with DMS. **Results:** Malnutrition risk (DMS > 13) showed a gradual increase among patients with normal BMI and phase angle (44.4%), low BMI (45.8%), low phase angle (64.0%), and in those with both parameters at abnormal ranges (68.0%). The phase angle was the only variable that was independently associated with patient nutritional status (standardized coefficient beta -0.372,  $p < 0.001$ ), accounting for 13.8% of DMS variation. **Conclusion:** Phase angle is inversely and independently associated with malnutrition risk in patients with ESRD, which suggests that BIA-assessed body composition might be better than BMI in the clinical assessment of patients with ESRD.

**KEY WORDS:** Body mass index. Phase angle. Bio-impedance. Subjective global assessment. Nutritional status.

#### Correspondencia:

Juan G. Juárez-Rojas  
E-mail: gaboyk2@gmail.com

Fecha de recepción: 01-06-2018  
Fecha de aceptación: 15-02-2019  
DOI: 10.24875/GMM.19004434

Gac Med Mex. 2019;155:229-235  
Disponible en PubMed  
www.gacetamedicademexico.com

## Introducción

Actualmente, 10 % de la población mundial presenta afecciones renales.<sup>1</sup> Aunque existen controversias para definir la enfermedad renal terminal (ERT), esta es una etapa avanzada que implica filtración glomerular < 15 mL/minuto y se caracteriza por uremia y necesidad de tratamiento sustitutivo mediante diálisis peritoneal, hemodiálisis (HD) o trasplante.<sup>2</sup> Numerosos estudios han reportado que los pacientes en HD presentan alta frecuencia de ingresos al hospital y pobre calidad de vida.<sup>3,4</sup> En ellos se observan problemas aún más graves que los identificados en enfermos con diferentes tipos de cáncer<sup>5</sup> y la mortalidad general a uno y cinco años es mayor de 20 y 60 %, respectivamente, lo que implica más de 10 veces la observada en la población general.<sup>6</sup>

Estudios epidemiológicos en pacientes tratados con HD han descrito una asociación paradójica entre los factores de riesgo cardiovascular y la mortalidad.<sup>6,7</sup> Este fenómeno, referido como epidemiología inversa, destaca el hallazgo de que los sujetos con índice de masa corporal (IMC) normal presentan peor pronóstico de supervivencia cuando se comparan con pacientes con exceso de peso.<sup>8</sup> Trabajos recientes sugieren que esta relación inversa puede ser parcialmente explicada por el acondicionamiento físico.<sup>9,10</sup> Además, el acondicionamiento muscular deficiente ha sido reconocido como marcador de perfil metabólico anormal<sup>11</sup> y se ha encontrado asociado con mortalidad.<sup>12-14</sup>

El IMC es ampliamente utilizado en estudios epidemiológicos para analizar la masa corporal en relación con la talla.<sup>15-17</sup> Aunque el método identifica a sujetos con peso bajo, peso normal, sobrepeso y obesidad, no permite diferenciar la masa grasa (MG) y la masa libre de grasa (MLG).<sup>18,19</sup> Por otro lado, en el campo de la clínica, la bioimpedancia eléctrica (BIE) multifrecuencia se ha postulado como un método sencillo, barato y no invasivo capaz de estimar con precisión la distribución corporal de agua intracelular (ACIC), extracelular (ACEC) y total (ACT), además de la MG y la MLG,<sup>18,20</sup> que indirectamente reflejan el acondicionamiento muscular.<sup>21</sup> La BIE se basa en la conductividad de corrientes eléctricas de baja intensidad a través del cuerpo, cuantificadas como el diferencial del potencial eléctrico que se expresa como resistencia (R) o reactancia (Xc). La R es la oposición ofrecida por el cuerpo para el flujo de una corriente eléctrica alterna y se asocia inversamente con el contenido de agua y electrolitos en los tejidos. La Xc está relacionada con la capacitancia de

las membranas celulares, por lo que es dependiente de la composición, función e integridad celular.<sup>21,22</sup> A partir de estos parámetros se obtiene el ángulo de fase (AF), propuesto como marcador pronóstico útil en condiciones clínicas como la ERT, que se asocia con cambios en la integridad de las membranas celulares y alteración del balance hídrico.<sup>21-24</sup>

En pacientes tratados con HD, la desnutrición proteico-calórica y el desgaste proteico-energético son frecuentes y favorecen la pérdida de MG y MLG, aun en casos con adecuada ingesta calórica.<sup>25,26</sup> Las herramientas antropométricas que evalúan la distribución de la adiposidad corporal no permiten identificar adecuadamente el estado nutricional de los pacientes en HD. Hasta donde tenemos conocimiento, no se han realizado trabajos que hayan analizado la utilidad de la BIE en comparación con el IMC, para evaluar el estado nutricional del paciente con ERT. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue investigar la relación del IMC y del AF obtenido por BIE, con el riesgo de desnutrición evaluado por la puntuación DMS (Dialysis Malnutrition Score), método validado para identificar el estado nutricional en pacientes en HD.<sup>25</sup>

## Método

Estudio transversal que incluyó a pacientes mayores de 18 años con ERT<sup>2</sup> diagnosticada por tasa de filtración glomerular menor a 15 mL/minuto/1.73 m<sup>2</sup> y en tratamiento con HD en el Servicio de Nefrología del Hospital General Regional 46 del Instituto Mexicano del Seguro Social, en Guadalajara, Jalisco, México. Los pacientes tenían acceso vascular a través de catéter central o fístula arteriovenosa interna. El tratamiento con HD fue de al menos tres meses en todos los pacientes y se incluyeron diferentes etiologías del daño renal.

De 121 pacientes identificados con IMC < 30 y sin evidencia de cirugías previas, daño hepático, enfermedades autoinmunes o tumores malignos, se excluyó a 18 por falta de información, a tres por infección al momento de la evaluación y a uno por consumo de antibióticos en los tres meses previos. El estudio fue aprobado por el comité de ética e investigación del Hospital General Regional 46 (R-2017-1306-28 y CI 14 039 165) y se llevó a cabo bajo las normas establecidas en la Declaración de Helsinki de 2013, actualización de Fortaleza, Brasil.<sup>27</sup> Todos los pacientes que participaron firmaron una carta de consentimiento informado.

En todos los participantes se realizó valoración clínica después de la sesión de hemodiálisis. El peso fue obtenido con una báscula digital Tanita (BF-692w, IL, Estados Unidos) con capacidad de 150 kg e incremento de peso de 0.1 kg. La talla se midió con un estadímetro Seca 214 (Hamburgo, Alemania), con alcance de 207 cm y variaciones de 1 mm. El IMC se calculó como el peso (kg/talla en m<sup>2</sup>). Los puntos de corte para peso adecuado (IMC de 23 a 29.9) o inadecuado (IMC < 23) se establecieron de acuerdo con criterios propuestos por la Sociedad Internacional de Metabolismo y Nutrición Renal para pacientes en HD y diálisis peritoneal.<sup>26</sup>

Para conocer el estado nutricional se empleó la puntuación de desnutrición para pacientes en hemodiálisis.<sup>25</sup> Este método incluye siete reactivos en los que se analiza cambio de peso, ingestión dietética, síntomas gastrointestinales, capacidad física funcional, tiempo en tratamiento sustitutivo, presencia de comorbilidades y signos de modificaciones en los compartimientos musculares y grasos. Los valores de DMS ≤ 13 se consideraron indicadores del estado nutricional adecuado y cifras más altas de este valor fueron consideradas indicativas de riesgo elevado de desnutrición, de acuerdo con datos previamente publicados en pacientes con ERT.<sup>25,28</sup>

La BIE multifrecuencia se realizó con equipo Quad-Scan 4000 (Isla de Mann, Islas Británicas), con rango de frecuencias de 5 a 200 kHz. Dado que los participantes acuden al tratamiento de HD tres veces por semana, se seleccionó el día intermedio para efectuar la BIE, que además se llevó a cabo en los primeros 30 a 60 minutos posteriores a la HD, como se ha sugerido.<sup>29</sup> Para la evaluación, los pacientes se mantuvieron en posición supina al menos cinco minutos y tenían ayuno de cuatro horas. Los electrodos se colocaron con base en el protocolo descrito previamente.<sup>30,31</sup> Los datos obtenidos fueron ACIC, ACEC, ACT, R y Xc. Las mediciones del diferencial en el potencial eléctrico (R y Xc) obtenidas por BIE se estandarizaron de acuerdo con la talla de los sujetos (R/H y Xc/H). Esta corrección permite calcular el AF como  $TAN^{-1} = [Xc/H]/[R/H]$ , con variación ± 0.1°. El AF de 5 a 7° se consideró como normal y valores < 5° se definieron como anormales.<sup>32</sup>

Los pacientes se estratificaron de acuerdo con el estado nutricional adecuado (DMS ≤ 13) o inadecuado (DMS > 13). Las variables se expresan como medias ± desviación estándar, número de sujetos o porcentaje. Las comparaciones de medias y frecuencias se realizaron por t Student o chi cuadrada, respectivamente.

Se realizó análisis de correlación simple de Pearson para conocer la relación del DMS con variables clínicas, composición corporal y datos bioeléctricos de los pacientes. El análisis de regresión lineal múltiple se llevó a cabo con el DMS como variable dependiente y edad, sexo, IMC, AF, etiología del daño renal y acceso vascular como covariables. Los análisis se efectuaron con el programa estadístico SPSS versión 15.0. Los valores de p < 0.05 se consideraron estadísticamente significativos.

## Resultados

La población estudiada incluyó a 99 pacientes en tratamiento con hemodiálisis (58.8 % varones), con edad de 43.6 ± 17.2 años e IMC 22.3 ± 3.7 kg/m<sup>2</sup>. El tiempo de tratamiento con hemodiálisis fue de 3 a 144 meses (mediana de 42 y rango intercuartílico de 21 a 68), en 59.6 % de los pacientes el acceso vascular fue con catéter central y en 40.4 % con fistula arteriovenosa interna. La etiología del daño renal fue de causa desconocida en la mayoría los casos (58.6 %), seguida por diabetes mellitus tipo 2 (20.2 %), hipertensión arterial (6.1 %), combinación de diabetes e hipertensión (6.1 %), glomerulopatías (4.0 %) y otras causas (5.0 %). El análisis de la integridad celular corporal y del estado nutricional de los participantes mostró que el valor promedio del primero estuvo por debajo (AF = 4.77° ± 1.21°) y el segundo por arriba (DMS = 15.2 ± 5.4) de lo considerado como adecuado.

La Tabla 1 muestra que comparados con los pacientes que tenían un estado nutricional adecuado, aquellos con DMS > 13 presentaron cifras significativamente menores de peso corporal, MLG y AF. Adicionalmente, el grupo con DMS elevado se caracterizó por mayor edad, valores más altos de MG y resistencia o resistencia/altura, así como menor hidratación (ACIC, ACEC y ACT). Finalmente, los resultados también indicaron que en comparación con los sujetos que tuvieron DMS ≤ 13, aquellos con desnutrición (DMS > 13) tuvieron mayor prevalencia de AF < 5°, pero similar IMC bajo (< 23) (Figura 1).

El análisis de correlación de Pearson para conocer la relación entre los marcadores de composición corporal y el estado nutricional de los pacientes mostró que a diferencia del IMC y la MG, el AF y la MLG correlacionaron significativamente con la puntuación DMS (Figura 2). El análisis multivariado para conocer los factores determinantes del DMS, incluyendo las variables asociadas en la correlación simple y las

**Tabla 1.** Características de pacientes con enfermedad renal terminal en hemodiálisis, estratificados por estado nutricional normal ( $\leq 13$ ) o deficiente ( $> 13$ ), considerando la puntuación de desnutrición para pacientes en hemodiálisis (DMS)

	DMS $\leq 13$ (n = 43)	DMS $> 13$ (n = 56)	p*
DMS (UA)	10.6 $\pm$ 1.9	18.7 $\pm$ 4.4	< 0.001
Hombres (%)	70.0	51.9	0.080
Edad (años)	37.9 $\pm$ 15.5	47.9 $\pm$ 18.0	0.004
Peso corporal (kg)	63.7 $\pm$ 12.8	56.7 $\pm$ 10.9	0.003
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22.8 $\pm$ 3.8	22.3 $\pm$ 3.8	0.476
Masa grasa (kg)	12.2 $\pm$ 6.4	15.0 $\pm$ 6.4	0.045
Masa libre de grasa (kg)	51.4 $\pm$ 11.0	41.8 $\pm$ 10.6	< 0.001
Resistencia ( $\Omega$ )	497 $\pm$ 104	555 $\pm$ 110	0.012
Reactancia ( $\Omega$ )	45.7 $\pm$ 14.8	43.1 $\pm$ 15.3	0.409
Resistencia/altura ( $\Omega$ )	304 $\pm$ 70	353 $\pm$ 77	0.002
Reactancia/altura ( $\Omega$ )	28.0 $\pm$ 9.3	27.3 $\pm$ 9.8	0.771
Agua intracelular (L)	20.7 $\pm$ 4.4	17.5 $\pm$ 4.2	0.001
Agua extracelular (L)	17.2 $\pm$ 2.9	15.2 $\pm$ 2.7	0.002
Agua corporal total (L)	39.3 $\pm$ 7.7	33.9 $\pm$ 7.0	0.001
Ángulo fase ( $^\circ$ )	5.2 $\pm$ 1.0	4.4 $\pm$ 1.2	0.002

\*t de Student o chi cuadrada.  
Los valores expresan media  $\pm$  desviación estándar o número de sujetos (porcentaje).  
DMS = Dialysis Malnutrition Score, UA = unidades arbitrarias, IMC = índice de masa corporal.

condicionantes clínicas con plausibilidad biológica, mostró que el AF fue la única variable que se asoció independiente y significativamente con el estado nutricional de los pacientes (coeficiente beta estandarizado  $-0.372$ ,  $p < 0.001$ ). Esta asociación se mantuvo estrecha e independiente al incluir los parámetros de hidratación en el análisis (coeficiente beta estandarizado  $-0.391$ ,  $p < 0.001$ ). Los datos indican que el AF explica hasta 13.8 % de la variación en el DMS y que, por cada unidad de incremento en el AF, el DMS disminuye 1.651 unidades (Tabla 2).

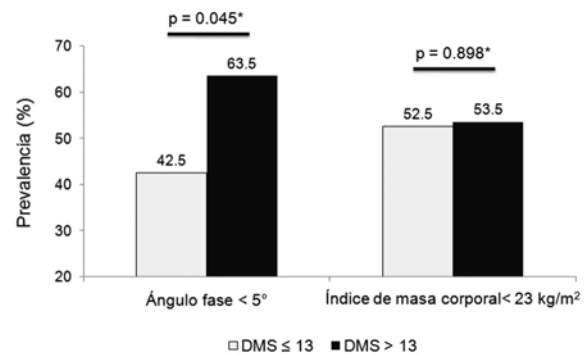
## Discusión

Múltiples estudios han descrito una relación inversa entre los factores de riesgo cardiovascular y la mortalidad en pacientes con ERT.<sup>6,7</sup> Entre los factores de mayor importancia, el IMC ha mostrado una relación directa con la supervivencia.<sup>8</sup> Sin embargo, este método de evaluación de la composición corporal no permite diferenciar la proporción de masa grasa y masa muscular, lo que pudiera parcialmente explicar

**Tabla 2.** Asociación de edad y composición corporal con la puntuación de desnutrición para pacientes con enfermedad renal terminal en hemodiálisis

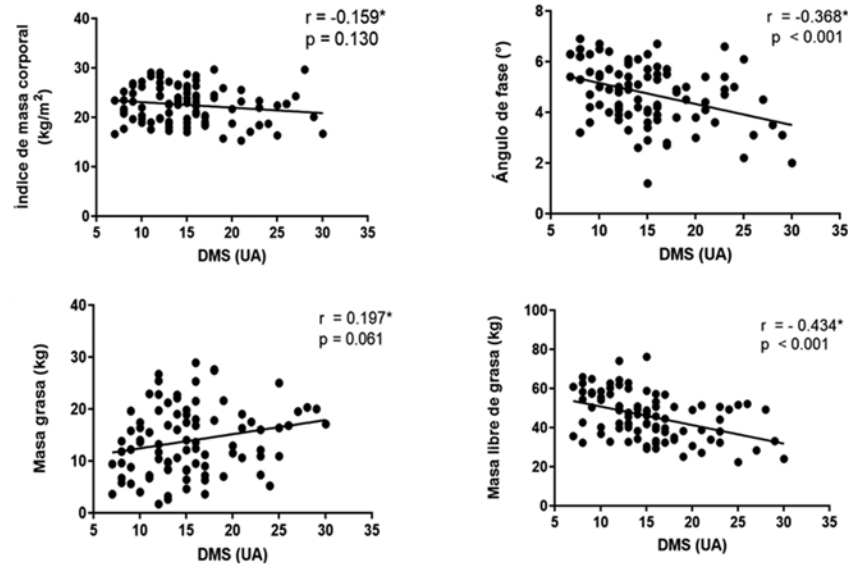
	Coeficiente de Pearson		Regresión lineal múltiple*	
	r	p	Coefficiente beta	R <sup>2</sup> (%)
Edad (años)	0.195	0.064	—	—
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	-0.159	0.130	—	—
AF ( $^\circ$ )	-0.368	< 0.001	-1.651	13.8
Xc ( $\Omega$ )	-0.105	0.321	—	—
R ( $\Omega$ )	0.334	0.001	—	—
Xc/H ( $\Omega$ )	-0.056	0.599	—	—
R/H ( $\Omega$ )	0.374	< 0.001	—	—
ACIC (L)	-0.386	< 0.001	—	—
ACEC (L)	-0.363	< 0.001	—	—
ACT	-0.382	< 0.001	—	—

\*El modelo incluye edad, sexo, IMC, tipo de acceso vascular, etiología de la enfermedad renal y el ángulo fase como covariables. IMC = índice de masa corporal, AF = ángulo fase; Xc = reactancia, R = resistencia, Xc/H = reactancia/altura, R/H = resistencia/altura, ACIC = agua intracelular, ACEC = agua extracelular, ACT = agua corporal total.



**Figura 1.** Prevalencia de ángulo fase ( $< 5^\circ$ ) e índice de masa corporal ( $< 23$  kg/m<sup>2</sup>) anormales en pacientes con enfermedad renal terminal en hemodiálisis estratificados por estado nutricional normal (DMS  $\leq 13$ ) o deficiente (DMS  $> 13$ ). DMS = Dialysis Malnutrition Score. \*Chi cuadrada.

dicha relación.<sup>11-14</sup> La BIE es un método validado para estimar la proporción de músculo, líquidos y grasa corporal, que además refleja el acondicionamiento físico a través de la determinación del AF.<sup>21</sup> El presente trabajo destaca que el AF se asocia significativamente con el DMS, el cual ha mostrado tener una relación inversa con la supervivencia en pacientes con ERT.<sup>13,33</sup> Además, los datos del presente estudio muestran que independientemente del IMC y otras variables clínicas, el AF explicó casi 14 % de la variación en el DMS. Esta información sugiere que la



**Figura 2.** Correlación entre marcadores de composición corporal y el estado nutricional de pacientes con enfermedad renal terminal en hemodiálisis. \*Coeficiente de correlación de Pearson. DMS = Dialysis Malnutrition Score, UA = unidades arbitrarias.

paradoja de la obesidad, descrita en el paciente con ERT, pudiera deberse a una distribución de masa muscular más favorable en los sujetos con IMC elevado.

La ERT es un problema de salud pública importante. En 2017, la Sociedad Internacional de Nefrología reportó que cerca de 10 % de la población mundial presenta enfermedad renal crónica.<sup>1</sup> En México se ha descrito un incremento anual de 7 a 10 % en el número de pacientes con ERT y específicamente en Jalisco, en 2013 se encontró una prevalencia de 1654 casos por cada millón de habitantes; lo que representa un incremento de la ERT de 122 % entre 2000 y 2013.<sup>34,35</sup> Lo anterior coloca a México en los primeros lugares en el mundo. Se ha reportado que la diabetes es la principal causa de ERT en el orbe (> 50 %); sin embargo, los datos del presente trabajo indican que en la muestra estudiada, 58.6 % de los casos fueron originados por causas no determinadas, 32.4 % por diabetes o hipertensión y 9 % por otras causas. Estas diferencias pudieran ser explicadas por factores como edad, sexo, grupo étnico y otros factores ambientales que determinan la función renal.<sup>35</sup> Existe poca información sobre las posibles causas de ERT en México y, al igual que los datos del presente trabajo, la información previamente reportada proviene de Jalisco, una localidad ubicada en el occidente del país.<sup>35</sup> Por tanto, se requiere mayor información que permita describir adecuadamente las características de la población mexicana con ERT.

Además de ser frecuente, la desnutrición en pacientes con ERT en HD se asocia con pobre calidad de vida y mayor morbilidad y mortalidad.<sup>3,4,26</sup> Entre los principales factores asociados con la predicción de mortalidad en esta población, el IMC ha generado datos controversiales.<sup>8-10</sup> Los resultados del presente trabajo muestran que el estado nutricional de los participantes, evaluado a través del DMS que refleja el desgaste proteico-energético, no fue estadísticamente diferente al estratificar a los sujetos por IMC (IMC < 23,  $15.9 \pm 5.8$  versus IMC 23-29.9,  $14.4 \pm 4.7$ ,  $p = 0.181$ ). Por otro lado, al comparar a sujetos con AF con valores considerados como normales ( $5-7^\circ$ ) y sujetos con AF bajo ( $< 5^\circ$ ), los segundos tuvieron un mayor grado de desnutrición ( $13.6 \pm 4.8$  versus  $16.5 \pm 5.5$ ,  $p = 0.009$ ). En un análisis adicional se encontró que más de la mitad (56.6 %) de los pacientes estudiados tenía riesgo elevado de desnutrición (DMS > 13) y esta prevalencia incrementó gradualmente al estratificar a los pacientes por IMC y AF normales (44.4 %), IMC bajo (45.8 %), AF bajo (64.0 %) y en aquellos con ambos parámetros anormales (68.0 %). Aunque el IMC ha sido empleado para evaluar el desgaste proteico-energético, este es un parámetro altamente influido por la masa grasa o el estado de hidratación, que frecuentemente se encuentran alterados en pacientes con ERT.<sup>26</sup> El uso de herramientas complementarias como el AF evaluado a través de BIE parece ser una alternativa más adecuada en la valoración de los pacientes con ERT, en quienes la progresión del daño metabólico y el

desgaste proteico-energético severo se encuentra acelerado y posiblemente enmascarado por el perfil clínico que incluye estado de hidratación, tratamiento dialítico, farmacológico y estilo de vida.

Aunque la paradoja de la obesidad sugiere que la adiposidad se asocia inversamente con la mortalidad de pacientes con ERT,<sup>8</sup> esta relación se fundamenta en el IMC que no es capaz de diferenciar la composición corporal (MLG y MG).<sup>14,36</sup> La Sociedad Internacional de Metabolismo y Nutrición Renal ha establecido que el IMC < 23 kg/m<sup>2</sup> pudiera ser marcador de desgaste proteico-energético en pacientes con ERT, sin embargo, el mismo panel reconoce que este punto de corte pudiera necesitar ajustes adicionales.<sup>26</sup> Estudios recientes han propuesto el uso de la BIE como una herramienta útil en la determinación de la composición hídrica, grasa y muscular corporal.<sup>37,38</sup> Con la BIE se puede conocer la resistencia y reactancia corporal ajustadas por altura (R/H y Xc/H), lo que permite calcular el AF que se asocia con el estado nutricional y con la mortalidad de los pacientes con ERT.<sup>33</sup> En el análisis del presente trabajo se muestra que a diferencia del IMC, el AF si correlacionó con el DMS; el cual ha sido validado como marcador del estado nutricional de pacientes con ERT.<sup>25</sup>

El hallazgo más relevante del presente estudio indica que el AF fue el único factor asociado independientemente con el DMS, lo que explica hasta 14 % de su variación. Cabe señalar que esta asociación también fue independiente del estado de hidratación que en pacientes con ERT se encuentra frecuentemente elevado y subestimado por el IMC.<sup>18,37</sup> Consistente con estos resultados, datos previos sugieren que el desgaste proteico-energético observado en pacientes con enfermedad renal está incrementado durante el tratamiento con HD,<sup>26</sup> condición que tiene un impacto importante sobre la composición corporal (líquidos corporales, masa grasa y masa libre de grasa) y pudiera explicar, al menos en parte, nuestros resultados.

Entre las fortalezas más importantes del presente estudio destaca el número de sujetos incluidos, que permitió el análisis de los cuatro grupos en condiciones similares, y la determinación de la composición corporal que se realizó después de la sesión de HD, lo que hizo posible obtener datos más precisos de la composición corporal.<sup>39</sup> Sin embargo, el presente trabajo también tiene algunas limitaciones:

- Debido al diseño transversal del estudio, los datos no permiten identificar causalidad de la relación del AF con el estado nutricional de los pacientes.

- Aunque el DMS no incluye la evaluación de parámetros bioquímicos como transferrina y albúmina, es un método usado y validado para conocer el estado nutricional del paciente con ERT,<sup>25,28</sup> que ha mostrado resultados similares a los reportados por la puntuación de inflamación y desnutrición<sup>6</sup> o por la valoración global subjetiva,<sup>40</sup> herramientas recomendadas por la Sociedad Internacional de Nutrición Renal y Metabolismo, que sí requieren datos bioquímicos.
- La falta de datos respecto al estilo de vida no hace posible descartar el efecto de la dieta y la actividad física en la relación encontrada.

## Conclusiones

El AF se asoció inversa e independientemente con el riesgo de desnutrición en pacientes con ERT. Este resultado sugiere que la composición corporal evaluada por BIE pudiera ser importante en la valoración clínica de los pacientes con ERT y posiblemente explicar la relación inversa de la obesidad con la mortalidad, sin embargo, estos resultados deben ser confirmados por estudios de seguimiento en los que se incluya la mortalidad como punto final de análisis.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la participación de Itziri P. Mendoza Preciado, Miriam G. Nuño-Radillo y Anabel Salazar, por su apoyo para la recolección de datos. También agradecemos la participación de los pacientes incluidos en el presente estudio.

## Bibliografía

1. Bello AK, Levin A, Tonelli M, Okpechi IG, Feehally J, Harris D, et al. Global Kidney Health Atlas: a report by the International Society of Nephrology on the current state of organization and structures for kidney care across the globe. Bélgica: International Society of Nephrology; 2017.
2. Agarwal R. Defining end-stage renal disease in clinical trials: a framework for adjudication. *Nephrol Dial Transplant*. 2016;31:864-867.
3. Su CT, Yabes J, Pike F, Weiner DE, Beddhu S, Burrowes JD, et al. Changes in anthropometry and mortality in maintenance hemodialysis patients in the HEMO study. *Am J Kidney Dis*. 2013;62:1141-1150.
4. den Hoedt CH, Bots ML, Grooteman MPC, van der Weerd NC, Penne EL, Mazairac AHA, et al. Clinical predictors of decline in nutritional parameters over time in ESRD. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2014;9:318-325.
5. Collins AJ, Foley RN, Chavers B, Gilbertson D, Herzog C, Ishani A, et al. US renal data system 2013 annual data report. *Am J Kidney Dis*. 2014;63:A7.
6. Kalantar-Zadeh K, Block G, Humphreys MH, Kopple JD. Reverse epidemiology of cardiovascular risk factors in maintenance dialysis patients. *Kidney Int*. 2003;63:793-808.
7. Kopple JD. The phenomenon of altered risk factor patterns or reverse epidemiology in persons with advanced chronic kidney failure. *Am J Clin Nutr*. 2005;81:1257-1266.
8. Kalantar-Zadeh K, Kopple JD, Kilpatrick RD, McAllister CJ, Shinaberger CS, Gjertson DW, et al. Association of morbid obesity and

- weight change over time with cardiovascular survival in hemodialysis population. *Am J Kidney Dis.* 2005;46:489-500.
9. Kalantar-Zadeh K, Kopple JD. Obesity paradox in patients on maintenance dialysis. *Contrib Nephrol.* 2006;151:57-69.
  10. Lavie CJ, De-Schutter A, Parto P, Jahangir E, Kokkinos P, Ortega FB, et al. Obesity and prevalence of cardiovascular diseases and prognosis: the obesity paradox updated. *Prog Cardiovasc Dis.* 2016;58:537-547.
  11. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond).* 2008;32:1-11.
  12. Castellano S, Palomares I, Moissl U, Chamney P, Carretero D, Crespo A, et al. Identificar situaciones de riesgo para los pacientes en hemodiálisis mediante la adecuada valoración de su composición corporal. *Nefrología.* 2016 (3);36:268-274.
  13. Prasad N, Sinha A, Gupta A, Bhadauria D, Manjunath R, Kaul A, et al. Validity of nutrition risk index as a malnutrition screening tool compared with subjective global assessment in end-stage renal disease patients on peritoneal dialysis. *Indian J Nephrol.* 2016;26:27-32.
  14. Steene-Johannessen J, Anderssen SA, Kolle E, Andersen LB. Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:1361-1367.
  15. Ng TP, Jin A, Chow KY, Feng L, Nyunt MSZ, Yap KB. Age-dependent relationships between body mass index and mortality: Singapore longitudinal ageing study. *PLoS One.* 2017;12:e0180818.
  16. Berrington-De-González A, Hartge P, Cerhan JR, Flint AJ, Hannan L, MacInnis RJ, et al. Body-mass index and mortality among 1.46 million white adults. *N Engl J Med.* 2010;363:2211-2219.
  17. Whitlock G, Lewington S, Sherliker P, Clarke R, Emberson J, Halsey J, et al. Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet.* 2009;373:1083-1096.
  18. Garagarza C, João-Matias P, Sousa-Guerreiro C, Amaral T, Aires I, Ferreira C, et al. Nutritional status and overhydration: can bioimpedance spectroscopy be useful in haemodialysis patients? *Nefrología.* 2013;33:667-674.
  19. Park J, Ahmadi SF, Streja E, Molnar MZ, Flegal Katherine M, Guillen D, et al. Obesity paradox in end-stage kidney disease patients. *Prog Cardiovasc Dis.* 2014;56:415-425.
  20. Earthman C, Traugher D, Dobratz J, Howell W. Bioimpedance spectroscopy for clinical assessment of fluid distribution and body cell mass. *Nutr Clin Pract.* 2007;22:389-405.
  21. Rodríguez-Rodríguez F, Cristi-Montero C, González-Ruiz K, Correa-austista JE, Ramírez-Vélez R. Bioelectrical impedance vector analysis and muscular fitness in healthy men. *nutrients.* 2016;8:407.
  22. Di-Gioia MC, Gallar P, Rodríguez I, Laso N, Callejas R, Ortega O, et al. Changes in body composition parameters in patients on haemodialysis and peritoneal dialysis. *Nefrología.* 2012;32:108-113.
  23. 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;19:238-247.
  24. Matthie JR. Bioimpedance measurements of human body composition: critical analysis and outlook. *Expert Rev Med Devices.* 2008;5:239-261.
  25. Kalantar-Zadeh K, Kleiner M, Dunne E, Lee GH, Luft FC. A modified quantitative subjective global assessment of nutrition for dialysis patients. *Nephrol Dial Transpl.* 1999;14:1732-1738.
  26. Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, Cano N, Chauveau P, Cuppari L, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. *Kidney Int.* 2008;73:391-398.
  27. World Medical Association. Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013;310:2192-2194.
  28. As'habi A, Tabibi H, Nozary-Heshmati B, Mahdavi-Mazdeh M, Hedayati M. Comparison of various scoring methods for the diagnosis of protein-energy wasting in hemodialysis patients. *Int Urol Nephrol.* 2014;46:999-1004.
  29. Di-Iorio BR, Scaffi L, Terracciano V, Bellizzi V. A systematic evaluation of bioelectrical impedance measurement after hemodialysis session. *Kidney Int.* 2004;65:2435-2440.
  30. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Buccianto G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. *Kidney Int.* 1994;46:534-539.
  31. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr.* 1985;41:810-817.
  32. Bosty-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer R-P, Later W, Wiese S, Muller MJ. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2006;30:309-316.
  33. Segall L, Moscalu M, Hogas S, Mititiuc I, Nistor I, Veisa G, et al. Protein-energy wasting, as well as overweight and obesity, is a long-term risk factor for mortality in chronic hemodialysis patients. *Int Urol Nephrol.* 2014;46:615-621.
  34. Cueto-Manzano AM, Cortés-Sanabria L, Martínez-Ramírez HR. Role of the primary care physician in diagnosis and treatment of early renal damage. *Ethn Dis.* 2009;19:S1-S68.
  35. Saran R, Li Y, Robinson B, Abbott KC, Agodoa LY, Ayanian J, et al. US renal data system 2015 annual data report: epidemiology of kidney disease in the United States. *Am J Kidney Dis.* 2016;67:S1-S305.
  36. Obi Y, Qader H, Kovesdy CP, Kalantar-Zadeh K. Latest consensus and update on protein energy-wasting in chronic kidney disease. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2015;18:254-262.
  37. Kim YJ, Jeon HJ, Kim YH, Jeon J, Ham YR, Chung S, et al. Overhydration measured by bioimpedance analysis and the survival of patients on maintenance hemodialysis: a single-center study. *Kidney Res Clin Pract.* 2015;34:212-218.
  38. Atilano-Carsi X, Miguel JL, Ara JM, Villanueva RS, García G, Gutiérrez S. Vectores de impedancia bioeléctrica como herramienta para la determinación y ajuste del peso seco en pacientes sometidos a hemodiálisis. *Nutr Hosp.* 2015;31:2220-2229.
  39. Espinosa-Cuevas MA, Rodríguez-Navarrete G, Villeda-Martínez ME, Atilano-Carsi X, Miranda-Alatríste P, Tostado-Gutiérrez T, et al. Body fluid volume and nutritional status in hemodialysis: vector bioelectric impedance analysis. *Clin Nephrol.* 2010;73:300-308.
  40. Steiber A, Leon JB, Secker D, McCarthy M, McCann L, Serra M, et al. Multicenter study of the validity and reliability of subjective global assessment in the hemodialysis population. *J Ren Nutr.* 2007;17:336-342.