

Cano, M.; Camousseigt, J.; Carrasco, F.; Rojas, P.; Inostroza, J.; Pardo, A.; Faundez, V.; Loncon, P.; Pacheco, A.; Sanhueza, M.a E.

Evaluación de la composición corporal en pacientes con insuficiencia renal crónica

Nutrición Hospitalaria, vol. 25, núm. 4, julio-agosto, 2010, pp. 682-687

Grupo Aula Médica

Madrid, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309226761023>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

**Original**

# Evaluación de la composición corporal en pacientes con insuficiencia renal crónica

M. Cano<sup>1</sup>, J. Camousseigt<sup>2</sup>, F. Carrasco<sup>2</sup>, P. Rojas<sup>2</sup>, J. Inostroza<sup>2</sup>, A. Pardo<sup>2</sup>, V. Faundez<sup>2</sup>, P. Loncon<sup>3</sup>, A. Pacheco<sup>3</sup> y M.ª E. Sanhueza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Grupo Effects 262. Departamento de Fisiología. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. España. Laboratorio de Fisiología del Ejercicio. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. <sup>2</sup>Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. <sup>3</sup>Sección de Nefrología. Departamento de Medicina. Hospital Clínico de la Universidad de Chile. Chile.

## Resumen

**Introducción:** La evaluación de la composición corporal es de gran importancia en la pesquisa temprana de alteraciones en el estado nutricional por déficit o por exceso, sin embargo existen pocos métodos de campo confiables para este objetivo en pacientes con insuficiencia renal crónica (IRC).

**Objetivo:** Evaluar la confiabilidad de estimaciones de composición corporal con distintos métodos en comparación con absorciometría de rayos X de doble energía (DEXA) como método de referencia, en pacientes portadores de IRC sometidos a hemodiálisis crónica periódica.

**Pacientes y métodos:** Se evaluó la composición corporal en 30 pacientes en hemodiálisis ( $46,9 \pm 15,1$  años (18-76); IMC  $25,9 \pm 5,7$  kg/m<sup>2</sup> (18,1-41,5)), observando la concordancia en el porcentaje de masa grasa (%MG) entre sumatoria de 4 pliegues (SP; calibrador Lange<sup>®</sup>) y bioimpedanciometría usando distintas ecuaciones (BIA; Biodynamics<sup>®</sup> 450) contra DEXA (Lunar DPX-L).

**Resultados:** ( $X \pm DE$ ) Según IMC, 3 individuos tenían bajo peso (10%), 14 normopeso (46,7%), 7 sobrepeso (23,3%) y 6 obesidad (20%). El %MG con SP ( $30,7 \pm 7,1\%$ ) difirió significativamente de DEXA ( $27,3 \pm 10,3\%$ ;  $p < 0,001$ ). Para BIA hubo diferencia significativa en %MG con ecuaciones de Deurenberg y Formica. El %MG obtenido con ecuaciones del equipo, de Segal, Lukaski y Kyle, no mostró diferencia significativa con DEXA. Con Kyle se observó la mejor concordancia (diferencia con DEXA:  $-0,58 \pm 4,2\%$ ).

**Conclusiones:** Se encontró un bajo porcentaje de pacientes con bajo peso con respecto a estudios previos. Los pliegues cutáneos muestran una baja confiabilidad para estimar la masa grasa. La bioimpedanciometría, utilizando la ecuación de Kyle, podría ser un buen método de campo para la evaluación de pacientes en hemodiálisis.

(*Nutr Hosp.* 2010;25:682-687)

**DOI:10.3305/nh.2010.25.4.4445**

Palabras clave: *Hemodiálisis. Composición corporal. Impedancia bioeléctrica. DEXA. Masa grasa.*

**Correspondencia:** Fernando Carrasco.

Departamento de Nutrición.  
Facultad de Medicina. Universidad de Chile.  
C/ Independencia, 1027.  
Santiago, Chile.  
E-mail: fcarrasc@med.uchile.cl

Recibido: 13-VII-2009.

Aceptado: 23-IX-2009.

## BODY COMPOSITION ASSESSMENT IN PATIENTS WITH CHRONIC RENAL FAILURE

## Abstract

**Introduction:** Assessment of body composition is paramount in early assessment of nutritional status impairments due to excess or deficit. There are, however, few field reliable methods for this objective for patients with chronic renal failure (CRF).

**Objective:** To assess the reliability of the estimations of body composition by different methods as compared to dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) as the gold standard method in patients with CRF and on regular chronic haemodialysis.

**Patients and methods:** We assessed body composition in 30 haemodialysis patients ( $46.9 \pm 15.1$  years (18-76); BMI  $25.9 \pm 5.7$  kg/m<sup>2</sup> (18.1-41.5)), observing agreement in the percentage of fat mass (%FM) between the sum of the 4 folds (SP; calibrator Lange<sup>®</sup>) and bioimpedanciometry by using different equations (BIA; Biodynamics<sup>®</sup> 450) versus DEXA (Lunar DPX-L).

**Results:** ( $X \pm SD$ ) By BMI, 3 subjects had low weight (10%), 14 normal weight (46.7%), 7 overweight (23.3%), and 6 obesity (20%). The %FM with SP ( $30.7 \pm 7.1\%$ ) significantly differed from DEXA ( $27.3 \pm 10.3\%$ ;  $p < 0.001$ ). With BIA there was a significant difference in %FM with the Deurenberg and Formica equations. The %FM obtained with the manufacturer's equations (Segal, Lukaski and Kyle) did not show a significant difference from DEXA. With Kyle's equation we observed a better agreement (difference with DEXA:  $-0.58 \pm 4.2\%$ ).

**Conclusions:** We found a low percentage of patients with low weight as compared to previous studies. The skin folds show low reliability to estimate the fat mass. The bioimpedanciometry, using Kyle's equation may be a good field method to assess haemodialysis patients.

(*Nutr Hosp.* 2010;25:682-687)

**DOI:10.3305/nh.2010.25.4.4445**

Key words: *Haemodialysis. Body composition. Bioelectrical impedance. DEXA. Fat mass.*

## Introducción

La insuficiencia renal crónica (IRC) es una enfermedad común en el mundo, estimándose que en el año 2010 habrá dos millones de pacientes en su etapa terminal, la que puede ser tratada sólo mediante diálisis o trasplante de riñón<sup>1</sup>. En este tipo de pacientes se observa una relación inversa entre el riesgo absoluto de muerte y la función renal lo que genera grandes costos en los sistemas de salud<sup>2</sup>.

Uno de los grandes problemas de los pacientes con enfermedad renal, y en especial los que están en diálisis, es la desnutrición, encontrándose una alta prevalencia que fluctúa entre un 16% y un 54%<sup>3,4</sup>. La desnutrición es un importante predictor de morbilidad y mortalidad en estos pacientes<sup>4-8</sup>. Distintos estudios han demostrado que los pacientes con IMC elevado presentan una mayor sobrevida<sup>9-12</sup>, encontrándose una correlación positiva entre sobrevida y masa grasa<sup>13</sup>.

La etiología de la desnutrición en esta población es multifactorial, siendo su causa más importante la ingesta nutricional insuficiente, y la anorexia es a su vez la causa más importante de esta ingesta reducida. Otras causas de desnutrición son el estado hipercatabólico que frecuentemente presentan estos pacientes y el procedimiento dialítico, proceso en el que se pierden aminoácidos, proteínas, vitaminas hidrosolubles y otros compuestos bioactivos<sup>3,14</sup>.

Por último, la prescripción dietaria inadecuada es un factor importante en la génesis de la desnutrición, ya que frecuentemente se privilegia la restricción de alimentos por sobre una adecuada consejería nutricional, lo que agrava aún más el estado nutricional<sup>8</sup>.

Para realizar una evaluación del estado nutricional se ha propuesto que es necesario combinar métodos<sup>8</sup>. Usualmente ésta se hace mediante mediciones antropométricas (peso, talla, medición de pliegues cutáneos), evaluación de ingesta (a través de encuestas) y marcadores bioquímicos tales como albúmina sérica, prealbúmina, creatinina, linfocitos, transferrina y colesterol<sup>15-17</sup>. Sin embargo, todos estos métodos tienen algunos problemas. Se ha planteado que las mediciones antropométricas podrían subestimar el grado de desnutrición proteica en estos pacientes<sup>17</sup>. Algunos marcadores bioquímicos como la albúmina y la creatinina han demostrado un mayor valor predictivo de mortalidad, y más recientemente también la prealbúmina<sup>18</sup>, aunque ellos, especialmente la albúmina, tienen la desventaja de que pueden ser alterados por la naturaleza, gravedad y extensión de varias patologías<sup>19</sup>. En la insuficiencia renal crónica, la sobrecarga de volumen puede causar una disminución en los niveles de albúmina y prealbúmina, a pesar de haber un estado nutricional adecuado. A pesar de esto la albúmina ajustada según estado inflamatorio ha seguido siendo, aunque con menor peso estadístico, un predictor independiente de mortalidad<sup>3</sup>.

En los pacientes con IRC, es frecuente la desnutrición con pérdida de masa muscular y se han ocupado diversos métodos para evaluarla: antropometría, ciné-

tica de creatinina, bioimpedanciometría y absorciometría de rayos X de doble energía (DEXA), habiéndose demostrado este último como el más confiable<sup>8,20</sup>.

El objetivo de este estudio fue evaluar, en pacientes portadores de insuficiencia renal crónica sometidos a hemodiálisis periódica, la concordancia de las estimaciones de composición corporal a través de antropometría y métodos de conductividad eléctrica, en comparación con DEXA como método de referencia.

## Material y método

### Sujetos

Se evaluaron 30 pacientes con insuficiencia renal crónica (IRC), sometidos a hemodiálisis periódica, mayores de 18 años, a los cuales se les explicó el propósito de la investigación y se les describió los procedimientos a los que serían sometidos, su duración, los eventuales beneficios y riesgos, el modo como se enfrentarían posibles complicaciones, la voluntariedad de la participación y la confidencialidad, a fin de obtener un consentimiento informado. El presente trabajo fue aprobado por los Comités de Bioética del Hospital Clínico de la Universidad de Chile y de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, y cumple con las normas éticas exigidas en la Declaración de Helsinki para estudios en seres humanos.

Las características de estos pacientes se presentan en la tabla I. La etiología de la IRC fue: nefropatía diabética: 5 pacientes (16,7%); hipertensión arterial: 3 pacientes (10%); pielonefritis crónica: 4 pacientes (13,3%); enfermedad poliquística: 2 pacientes (6,7%); lupus eritematoso sistémico: 2 pacientes (6,7%); vasculitis: 1 paciente (3,3%); síndrome hemolítico urémico: 1 paciente (3,3%); desconocida: 12 pacientes (40%). Los sujetos presentaban la siguiente distribución de IMC: 3 pacientes bajo peso (10%), 14 con normopeso (46,7%), 7 con sobrepeso (23,3%), 5 obesos (16,7%) y 1 paciente con obesidad mórbida (3,3%).

Se excluyeron del trabajo aquellos pacientes amputados de extremidades, hospitalizados recientes (1 mes), portadores de marcapasos, aquellos que tenían prótesis metálicas, embarazadas, y los pacientes con diagnósticos concomitantes de insuficiencia cardiaca congestiva, cirrosis hepática o cáncer terminal.

**Tabla I**  
Características generales de la muestra (n = 30)

Variable	Promedio ± desviación estándar (rango)
Sexo (F/M)	19/11
Edad (años)	47,6 ± 15,5 (18-76)
Peso (kg)	64,8 ± 14,5 (44,5-106)
Talla (m)	1,59 ± 0,09 (1,45-1,75)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25,8 ± 6,01 (18,1 - 41,4)

IMC: índice de masa corporal.

## Antropometría

Se registró el peso con precisión de 0,1 kg, inmediatamente después de la diálisis, con balanza digital SECA modelo 767 (Vogel & Halke GMBH & Co, Hamburg, Alemania). La estatura se determinó con un estadiómetro adosado a la balanza (con precisión de 0,5 cm). Las mediciones fueron hechas sin calzado y con ropa ligera. El perímetro braquial se registró con una cinta métrica estándar para antropometría. Se midieron los pliegues bicipital, tricipital, subescapular, y suprailíaco, con un calibrador de pliegues cutáneos Lange, aproximado al milímetro más cercano. Con estos valores se efectuó la suma de 4 pliegues y se analizó la composición corporal según las tablas de Durnin y Womersley<sup>21</sup>.

## Determinaciones de composición corporal

Se efectuó análisis de absorciometría de rayos X de doble energía (DEXA) de cuerpo entero. Las mediciones se hicieron 1 hora post-diálisis, con equipo Lunar DPX-L (Lunar Corporation, Madison, WI, USA). Se midió porcentaje de masa grasa, tejido libre de grasa y masa mineral ósea. Además se registró la densidad mineral ósea en columna lumbar (segmentos L2-L4) y cuello femoral. La información entregada fue analizada con el software del fabricante versión 4.7e para todas las determinaciones.

Se realizó análisis de impedanciometría bioeléctrica (BIA) con un sistema tetrapolar de frecuencia única (50 kHz, 800 mA), con un equipo Biodynamics® modelo 450 (Biodynamics Corp. Seattle, Washington, USA). La BIA se efectuó en el hemicuerpo contralateral al que presentaba el acceso vascular para la hemodiálisis y se realizó inmediatamente después del DEXA. Para estimar el porcentaje de masa libre de grasa y de masa grasa se empleó la ecuación del equipo. Además se emplearon ecuaciones desarrolladas en población normal: Segal<sup>22</sup>, Lukaski<sup>23</sup>, Deurenberg<sup>24</sup>, Kyle<sup>25</sup>, y en población con IRC en hemodiálisis: Fornica<sup>26</sup>.

## Análisis estadístico

Se determinó la distribución normal de los datos a través del test de Kolmogorov-Smirnov. Para evaluar la concordancia entre los diferentes métodos de determinación de la composición corporal se utilizó el método de Bland y Altman<sup>27</sup>. Los parámetros con distribución normal se analizaron con test *t* de Student de muestras dependientes. Se ocupó el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la correlación entre variables. Para todas las pruebas anteriores, se consideró significativo un valor de *p* < 0,05. El análisis estadístico fue realizado con el programa computacional SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago Illinois).

**Tabla II**  
*Evaluación de la composición corporal por absorción de rayos X de doble energía (DEXA) (n = 30)*

Variable	Promedio ± desviación estándar (rango)
Masa libre de grasa (g)	43.828,8 ± 7.628,8 (31.350-60.502)
Masa grasa (g)	17.607,2 ± 9.898,7 (2.376-45.520)
Contenido mineral óseo (g)	2.268,3 ± 501,0 (1.316-3.554)
Masa grasa (%)	27,3 ± 10,3 (5,2-49,3)

## Resultados

Todas las variables analizadas presentaron una distribución normal y se resumen como promedio ± desviación estándar. Los resultados obtenidos con DEXA se muestran en la tabla II, obteniéndose un porcentaje de masa grasa (%MG) de 27,3 ± 10,3%. El porcentaje de masa grasa (%MG) obtenido por sumatoria de pliegues cutáneos fue de 30,7 ± 7,1%. En la tabla III se presentan los valores de %MG utilizando las distintas ecuaciones de estimación para impedanciometría, los valores obtenidos de la sumatoria de pliegues y se comparan con los valores obtenidos mediante DEXA. Se observa que el %MG estimado por sumatoria de pliegues (*p* < 0,001), y los obtenidos por BIA con las ecuaciones de Deurenberg (*p* < 0,001) y Formica (*p* < 0,001) presentaron diferencias significativas con el %MG medido por DEXA.

Se usaron 3 criterios para analizar la mejor concordancia en el %MG entre la estimación y el estándar: menor promedio de diferencia entre estimación y medición con DEXA (residual); menor dispersión de los residuales (menor valor de ± 2 DE) y ausencia o baja correlación entre la diferencia entre métodos y la media entre la estimación y la medición con DEXA. Los resultados de este análisis se resumen en tabla IV. Los métodos que presentaron una mejor concordancia fueron BIA con las ecuaciones de Lukasky y de Kyle.

**Tabla III**  
*Comparación del porcentaje de masa grasa obtenido por distintos métodos y ecuaciones en comparación con absorción de rayos X de doble energía (DEXA)*

Método	% de masa grasa	
	Promedio ± desviación estándar (rango)	<i>p</i>
<b>DEXA</b>		<b>27,3 ± 10,3 (5,2-49,3)</b>
Sumatoria de pliegues	30,7 ± 7,1 (14,9-43,9)	< 0,001
Equipo Biodynamics®450	26,6 ± 7,9 (13,1-43,6)	NS
Ecuaciones de Segal	26,7 ± 12,0 (5,7-47,9)	NS
Ecuación de Deurenberg	33,9 ± 9,1 (12,9-51,5)	< 0,001
Ecuación de Lukaski	26,8 ± 9,1 (10,0-47,0)	NS
Ecuación de Formica	35,7 ± 10,0 (16,2-56,1)	< 0,001
Ecuación de Kyle	26,7 ± 9,1 (5,2-44,8)	NS

**Tabla IV**

Concordancia entre distintos métodos de estimación del porcentaje de masa grasa y la medición realizada con absorción de rayos X de doble energía (DEXA)

Método	Promedio residual	Desviación estándar	Correlación* entre residual y promedio medición-estimación
BIA Biodynamics®450	-0,67	5,29	$r = -0,48$ ; $p < 0,01$
BIA Segal	-0,52	4,86	$r = 0,34$ ; $p = 0,06$
BIA Lukaski	-0,48	5,95	$r = -0,22$ ; $p = NS$
BIA Kyle	-0,58	4,19	$r = -0,31$ ; $p = NS$

Residual: diferencia en % de masa grasa entre estimación por BIA y medición por DEXA; BIA: bioimpedanciometría.

\*Correlación positiva indica una mayor **sobreestimación** del método a mayor % de masa grasa del sujeto; correlación negativa indica una mayor **subestimación** a mayor % de masa grasa del sujeto.

Esta última presentó la menor desviación estándar de los promedios de la diferencia estimación-medición. En las figuras 1 y 2 se muestra la representación gráfica de Bland y Altman de concordancia entre dos métodos que no presentaron diferencia significativa con el %MG medido por DEXA.

Además del %MG, con BIA se registraron algunas propiedades bioeléctricas observándose una resistencia de  $523,8 \pm 91,3$  ohms (306,3-747,9), reactancia de  $65,5 \pm 16,9$  ohms (28,8-93,3) y ángulo de fase de  $7,1 \pm 1,0$  radº (4,5-9,0).

Se realizó análisis de regresión lineal para identificar los mejores predictores del %MG. Las variables sexo, peso, talla, reactancia y ángulo de fase explicaron un 87% de la variabilidad en el %MG ( $p < 0,01$ ;  $r^2 = 0,87$ ).

## Discusión

En el presente trabajo destaca que sólo un 10% de los pacientes presentó bajo peso, lo que contrasta con la mayoría de los estudios que muestran una mayor prevalencia de desnutrición<sup>3,4</sup>. Sin embargo, en un reciente estudio realizado en población hispánica (con etiologías de IRC comparables) la prevalencia de desnutrición es similar (7%) a la encontrada en nuestra serie<sup>28</sup>, y en otra serie, también en España, sólo el 3,2% de los pacientes mostraban bajo peso y el 84% tenía IMC normal<sup>29</sup>.

Para comparar los distintos métodos y ecuaciones se ocupó como parámetro el porcentaje de masa grasa, dado a que esta variable sufre menor variación por efecto de los cambios en el estado de hidratación corporal que la masa libre de grasa<sup>30,31</sup>. Este hecho es especialmente relevante en los pacientes en hemodiálisis que pueden presentar grandes diferencias de hidratación, lo que podría alterar la estimación y la adecuada comparación entre los métodos. Además la masa grasa presenta para el DEXA un menor coeficiente de variación intramuestral independiente de la velocidad de barrido utilizada<sup>32</sup>.

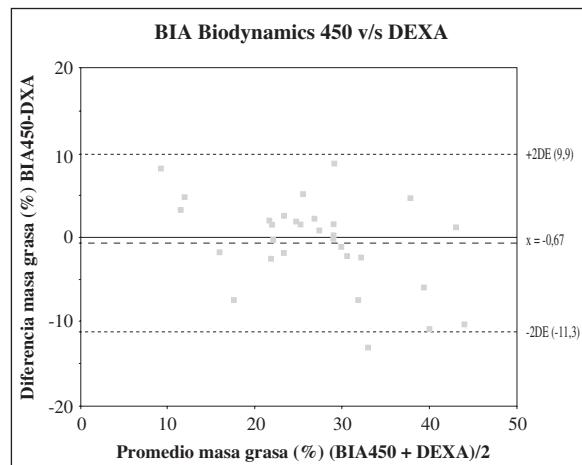


Fig. 1.—Gráfico de concordancia de Bland & Altman entre el porcentaje de masa grasa (%MG) estimado por bioimpedanciometría (BIA) con la ecuación del equipo y el %MG medido por DEXA.

La estimación de masa grasa por sumatoria de pliegues cutáneos presentó una diferencia significativa con respecto a la medición por DEXA. Además su comportamiento fue diferente para los distintos grados de IMC, sobreestimando la masa grasa en los sujetos delgados y subestimándola en los obesos, lo que no permite realizar un ajuste de la ecuación empleada para mejorar la estimación de la masa grasa. Por esta razón sería desaconsejable utilizar este método en la evaluación de la composición corporal en pacientes con IRC en hemodiálisis. Contrariamente, un estudio concluye que es aconsejable el uso de medición de pliegues corporales, aunque en él no se evaluó si la exactitud de la estimación era homogénea en todo el rango de IMC de los pacientes<sup>33</sup>.

Entre las características bioeléctricas de la muestra destaca que el ángulo de fase promedio es superior a los valores publicados para pacientes de similares características<sup>34</sup>, lo que podría explicarse por un menor dete-

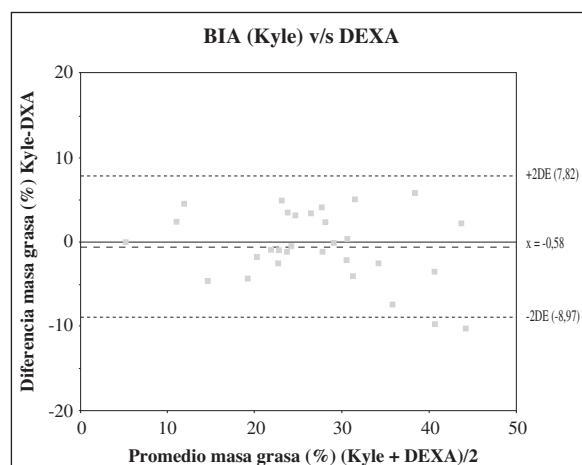


Fig. 2.—Gráfico de concordancia de Bland & Altman entre el porcentaje de masa grasa (%MG) estimado por bioimpedanciometría (BIA) con la ecuación de Kyle y el %MG medido por DEXA.

rior de la masa libre de grasa en nuestra población.

El porcentaje promedio de masa grasa obtenida por BIA tuvo una gran variabilidad según la ecuación empleada, fluctuando entre 27 y 36%. La fórmula del equipo sobreestimó la masa grasa en pacientes con bajo peso y la subestimó en aquellos con sobrepeso, lo que le resta confiabilidad para su uso en esta población. La fórmula de Segal tuvo una tendencia a subestimar el %MG en los pacientes delgados y sobreestimarlo en los obesos, por lo que tampoco sería recomendable para los pacientes en hemodiálisis.

Las ecuaciones de Lukaski y Kyle presentaron la mejor concordancia con el método de referencia, por la menor diferencia en el promedio de %MG, y correlaciones no significativas entre el promedio y la diferencia estimación-medición, lo que significa que no hubo una sub o sobreestimación de la masa grasa dependiente del estado nutricional del paciente. De estas 2 ecuaciones, la de Kyle tuvo una menor desviación estándar de las diferencias estimación-medición, por lo que sería la más apropiada para estimar el porcentaje de masa grasa mediante bioimpedanciometría en una población de pacientes con IRC en hemodiálisis.

Existen pocos estudios que comparan la evaluación de la composición corporal realizada mediante antropometría, BIA y DEXA en una población con características similares a las del presente trabajo. En un estudio publicado por Chertow y cols.<sup>35</sup> se concluye que BIA tiene una buena concordancia en la estimación de la masa celular corporal en comparación con un modelo que combina DEXA con mediciones de agua corporal total y extracelular. Más aún, no se encuentran en la literatura trabajos que comparan las distintas ecuaciones desarrolladas para estimar la composición corporal por BIA en pacientes con IRC en hemodiálisis.

En nuestra serie un 87% de la variabilidad del porcentaje de masa grasa se puede predecir conociendo las variables sexo, peso, talla, reactancia y ángulo de fase, variables que concuerdan en su valor predictivo con lo encontrado en otros estudios<sup>36</sup>, lo cual explica porque se logró una mejor concordancia con la ecuación de Kyle, que incluye 4 de esas variables, en vez de una ecuación específica para pacientes hemodializados, como es la de Formica, que considera sólo las variables sexo, talla y resistencia.

## Conclusiones

La bioimpedanciometría como método de evaluación de la masa grasa, presenta la mejor concordancia con el método de referencia (DEXA) cuando se utiliza la ecuación de Kyle, en comparación con la estimación por pliegues cutáneos y con otras fórmulas empleadas usualmente para la evaluación de composición corporal en sujetos sanos y en pacientes con IRC. Por lo anterior, se sugiere aplicar la ecuación de Kyle cuando se utilice BIA como método de evaluación de la composición corporal en pacientes con IRC en hemodiálisis.

## Agradecimientos

Agradecemos a la Unidad de Nefrología del Hospital Clínico de la Universidad de Chile por facilitar la realización de la presente investigación; y al Grupo Effects 262 del Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada por su incondicional apoyo y asesoría en la realización de este trabajo.

## Referencias

1. Zhang Q-L, Rothenbacher D. Prevalence of chronic kidney disease in population-based studies: Systematic review. *BMC Public Health* 2008; 8: 117-29.
2. Tonelli M, Wiebe N, Culleton B, House A, Rabbat C, Fok M, McAlister F, Garg A. Chronic Kidney Disease and Mortality Risk: A Systematic Review. *J Am Soc Nephrol* 2006; 17: 2034-47.
3. Kopple JD, McCollum Award Lecture, 1996: Protein-energy malnutrition in maintenance dialysis patients. *Am J Clin Nutr* 1997; 65: 1544-57.
4. Alvestrand A, Gutiérrez A. Relationship between nitrogen balance, protein, and energy intake in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1996; 11 (Supl. 2): 130-3.
5. Izkizler TA, Wingard RL, Harvell J, Shyr Y, Hakim RM. Association of morbidity with markers of nutrition and inflammation in chronic hemodialysis patients: a prospective study. *Kidney Int* 1999; 55: 1945-51.
6. Kato A, Odamaki M, Yamamoto T, Yonemura K, Maruyama Y. Influence of body composition on 5 year mortality in patients on regular haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18: 333-40.
7. Galindo P, Pérez de la Cruz A, Cerezo S, Martínez T, López P, Asensio C. Malnutrición y mortalidad en pacientes en hemodiálisis. *Nutr Hosp* 2001; XVI: 27-30.
8. Locatelli F, Fouque D, Heimburger O, Drueke TB, Cannata-Andia JB, Hori WH, Ritz E. Nutritional status in dialysis patients: a European consensus. *Nephrol Dial Transplant* 2002; 17: 563-72.
9. Leavey SF, Strawderman RL, Jones CA. Simple nutritional indicators as independent predictors of mortality in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1998; 31: 997-1006.
10. Fleischmann E, Teal N, Dudley J, May W. Influence of excess weight on mortality and hospital stay in 1346 hemodialysis patients. *Kidney Int* 1999; 55: 1560-7.
11. Johansen KL, Young B, Kaysen GA, Chertow GM. Association of body size with outcomes among patients beginning dialysis. *Am J Clin Nutr* 2004; 80: 324-32.
12. Beddhu S, Pappas LM, Ramkumar N, Samore M. Effects of body size and body composition on survival in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2003; 14: 2366-72.
13. Kalantar-Zadeh K, Kuwae N, Wu DY, Shantouf RS, Fouque D, Anker SD, Block G, Kopple JD. Associations of body fat and its changes over time with quality of life and prospective mortality in hemodialysis patients. *Am J Clin Nutr* 2006; 83: 202-10.
14. Bergstrom J. Nutrition and mortality in hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 1995; 6: 1329-41.
15. Guarneri G, Faccini L, Lipartiti T, et al. Simple methods for nutritional assessment in hemodialyzed patients. *Am J Clin Nutr* 1980; 33: 1598-607.
16. Carvounis CP, Carvounis G, Hung MH. Nutritional status of maintenance hemodialysis patients. *Am J Clin Nutr* 1986; 43: 946-54.
17. Bergstrom J. Nutrition and mortality in hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 1995; 6: 1329-41.
18. Chertow GM, Ackert K, Lew NL, Lazarus JM, Lowrie EG. Prealbumin is as important as albumin in the nutritional assessment of hemodialysis patients. *Kidney Int* 2000; 58: 2512-7.

19. De Kruif J, Vos A. An algorithm for the clinical assessment of nutritional status in hospitalized patients. *Br J Nutr* 2003; 90: 829-36.
20. Abrahamsen B, Hansen TB, Hogsberg IM, Pedersen FB, Beck-Nielsen H. Impact of hemodialysis on dual X-ray absorptiometry, bioelectrical impedance measurements, and anthropometry. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 80-6.
21. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32: 77-96.
22. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr* 1988; 47: 7-14.
23. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* 1986; 60: 1327-32.
24. Deurenberg P, Weststrate JA, Hautvast JGAJ. Changes in fat-free mass during weight loss measured by bioelectrical impedance and by densitometry. *Am J Clin Nutr* 1989; 49: 33-6.
25. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, et al. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition* 2001; 17: 248-53.
26. Formica C, Atkinson MG, Nyulasi I, McKay J, Heale W, Seeman E. Body composition following hemodialysis: studies using dual-energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis. *Osteoporos Int* 1993; 3: 192-7.
27. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-10.
28. Pérez-García R, Martín-Malo A, Fort J, Cuevas X, Lladós F, Lozano J, García F; ANSWER study. Baseline characteristics of an incident haemodialysis population in Spain: results from ANSWER—a multicentre, prospective, observational cohort study. *Nephrol Dial Transplant* 2009; 24: 578-88.
29. Palomares Bayo M, Quesada Granados JJ, Osuna Ortega A, Asensio Peinado C, Oliveras López MJ, López G<sup>a</sup> de la Serrana H, López Martínez MC. Estudio longitudinal del índice de masa corporal (IMC) en pacientes en diálisis. *Nutr Hosp* 2006; 21: 155-62.
30. Going SB, Massett MP, Hall MC, Bare LA, Root PA, Williams DP, Lohman TG. Detection of small changes in body composition by DEXA. *Am J Clin Nutr* 1993; 57: 845-50.
31. Georgiou E, Virvidakis K, Douskas G, et al. Body composition changes in chronic hemodialysis patients before and after hemodialysis as assessed by dual-energy x-ray absorptiometry. *Metabolism* 1997; 46: 1059-62.
32. Guo Y, Franks PW, Brookshire T. The intra- and inter-instrument reliability of DXA based on ex vivo soft tissue measurements. *Obes Res* 2004; 12: 1925-9.
33. Kamimura MA, Avesani CM, Cendoroglo M, Canziani ME. 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.
34. Johansen KL, Kaysen GA, Young BS, Hung AM, da Silva M, Chertow GM. Longitudinal study of nutritional status, body composition, and physical function in hemodialysis patients. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 842-6.
35. Chertow GM, Lowrie EG, Wilmore DW, Gonzalez J, et al. Nutritional assessment with bioelectrical impedance analysis in maintenance hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 1995; 6: 75-81.
36. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 16-23.