



# Control de la dosis de diálisis mediante dialisancia iónica y bioimpedancia

J. L. Teruel\*, L. E. Álvarez Rangel\*\*, M. Fernández Lucas\*, J. L. Merino\*, F. Liaño\*, M. Rivera\*, R. Marcén\* y J. Ortuño\*

\*Nefrología. Hospital Ramón y Cajal. \*\*Nefrología. Hospital La Raza. Méjico.

## RESUMEN

**Introducción:** El monitor de dialisancia iónica permite obtener el Kt de cada sesión de diálisis de forma automática. La técnica de bioimpedancia proporciona el parámetro correspondiente al contenido corporal total de agua que es similar al volumen de distribución de la urea (V). Si dividimos el Kt de la dialisancia iónica entre el V calculado por la bioimpedancia conseguimos un Kt/V (Kt/VDiBi).

**Objetivo:** El objetivo del presente trabajo es estudiar la concordancia existente entre el Kt/VDiBi y el Kt/V simplificado obtenido por las ecuaciones de Daugirdas correspondientes a los modelos monocompartmental (Kt/Vm) y equilibrado (Kt/Ve).

**Material y métodos:** El estudio se realizó en 38 enfermos en los que se calculó en la misma sesión de hemodiálisis el Kt/VDiBi, el Kt/Vm y el Kt/Ve. Se trata de 27 varones y 11 mujeres que se dializaban 3 veces a la semana, en sesiones de 3,5 – 4 horas de duración. El V se calculó al finalizar la sesión de hemodiálisis con técnica de bioimpedancia vectorial de monofrecuencia.

**Resultados:** Los resultados de Kt/VDiBi, Kt/Vm y Kt/Ve fueron:  $1,29 \pm 0,26$ ,  $1,54 \pm 0,29$  y  $1,36 \pm 0,25$  respectivamente ( $p < 0,001$  entre Kt/VDiBi y Kt/Vm, y  $p < 0,001$  entre KtV/DiBi y Kt/Ve). El coeficiente de correlación intraclase mostró una mejor concordancia entre Kt/VDiBi y Kt/Ve (coeficiente 0,88, concordancia excelente), que entre Kt/VDiBi y Kt/Vm (coeficiente 0,65, concordancia buena). La diferencia relativa del Kt/VDiBi fue  $8,3 \pm 6,4\%$  con respecto al Kt/Ve, y  $18,4 \pm 7,8\%$  con respecto al Kt/Vm ( $p < 0,001$ ). La diferencia relativa entre Kt/VDiBi y Kt/Ve fue inferior a 15% en el 84% de los enfermos, e inferior a 10% en el 64% de los enfermos.

**Conclusiones:** Si introducimos en el monitor de dialisancia iónica el V obtenido por bioimpedancia, podemos obtener en cada sesión de hemodiálisis un Kt/V para cada enfermo que es equiparable al Kt/V equilibrado de la ecuación de Daugirdas.

Palabras clave: **Dialisancia iónica. Bioimpedancia. Dosis de hemodiálisis. Kt/V.**

## CONTROL OF THE DIALYSIS DOSE BY IONIC DIALYSANCE AND BIOIMPEDANCE

### SUMMARY

**Introduction:** The ionic dialysance monitor allows an automated measure of Kt in each dialysis session. Bioelectrical impedance analysis (BIA) determines the total body water which it is equivalent to the urea volume of distribution (V). If the Kt, determined by ionic dialysance, is divided by the V, estimated by bioelectrical impedance, a Kt/V at the end of dialysis session (Kt/VDiBi) is obtained.

**Aim of the Study:** To evaluate the agreement between the Kt/VDiBi and the Kt/V obtained by two simplified formulas: the monocompartmental (Kt/Vm) and the equilibrated (Kt/Ve) Daugirdas equations.

**Methods:** The Kt/VDiBi, the Kt/Vm and the Kt/Ve were determined in 38 hemodialysis patients (27 males and 11 females) in the same hemodialysis session. The patients were on dialysis three times a week for 3.5 to 4 hours. The V was determined by monofrequency bioelectrical impedance (50 kHz) at the end of the dialysis session.

**Results:** The Kt/VDiBi, Kt/Vm and Kt/Ve were  $1.29 \pm 0.26$ ,  $1.54 \pm 0.29$  and  $1.36 \pm 0.25$ , respectively ( $p < 0.001$  between the Kt/VDiBi and the Kt/Vm, and  $p < 0.001$  between the KtV/DiBi and the Kt/Ve). The intraclass correlation coefficient showed better concordance between the KtV/DiBi and the Kt/Ve (coefficient 0.88) than between the Kt/VDiBi and the Kt/Vm (coefficient 0.65). The relative difference of the Kt/VDiBi was  $8.3 \pm 6.4\%$  with respect to the Kt/Ve and  $18.4 \pm 7.8\%$  with respect to the Kt/Vm ( $p < 0.001$ ). The relative difference between the Kt/VDiBi and the Kt/Ve was lower than 15% in the 84% of the patients and lower than 10% in the 64% of the patients.

**Conclusions:** If the V obtained by bioelectrical impedance analysis is included in the ionic dialysance monitor, we can obtain a Kt/V for each patient in real time, which is similar to the equilibrated Kt/V obtained from the Daugirdas equation.

Key words: **Ionic dialysance. Bioelectrical impedance. Dose of dialysis. Kt/V.**

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad hay monitores de hemodiálisis que calculan de forma automática la dialisancia iónica del dializador durante la sesión de diálisis<sup>1</sup>. La dialisancia iónica es equivalente al aclaramiento de urea<sup>2,3</sup>, con independencia del tipo de dializador utilizado<sup>4</sup>. Asumiendo que la dialisancia iónica y el aclaramiento de urea (K) son similares, el monitor proporciona el Kt a lo largo de la sesión de diálisis. Dividiendo dicho valor por el volumen de distribución de la urea (V), podemos obtener un Kt/V por dialisancia iónica (KtVDi) en tiempo real<sup>5-7</sup>.

El valor de V introducido habitualmente en el monitor de dialisancia es el derivado de la fórmula antropométrica de Watson. El Kt/VDi obtenido así es diferente al proporcionado por las fórmulas simplificadas habituales<sup>8</sup>. Dificultad similar tuvieron otros autores que calcularon el valor de V mediante un porcentaje del peso seco<sup>6,9</sup>.

Una forma de resolver este problema consiste en calcular el V de cada enfermo dividiendo el Kt obtenido por dialisancia iónica en una sesión de hemodiálisis por el Kt/V obtenido en la misma sesión por una fórmula simplificada<sup>10</sup>. De esta forma se consigue un valor V de cada enfermo que una vez introducido en el programa debe permitir la obtención de un Kt/VDi similar al Kt/V simplificado utilizado. El valor V así calculado no corresponde al volumen real de distribución de la urea; se trata un valor virtual, que será diferente según el Kt/V simplificado usado para su cálculo. Un estudio preliminar nos demostró que este procedimiento era útil, ya que la concordancia entre los dos métodos era excelente<sup>11</sup> y permite el control de la dosis de diálisis administrada en cada sesión tanto con técnica de hemodiálisis convencional<sup>12</sup> como de hemodiafiltración<sup>13</sup>.

Los análisis de bioimpedancia proporcionan diferentes datos de la composición corporal que entre

ellos el agua corporal total<sup>14</sup>, que es equivalente al volumen de distribución de la urea. La bioimpedancia constituye otro procedimiento para calcular el V.

El objetivo del presente trabajo es comparar el Kt/V obtenido mediante el Kt de la diálisis iónica y el V proporcionado por bioimpedancia (Kt/VDiBi), con el Kt/V simplificado obtenido por las ecuaciones de Daugirdas para los modelos monocompartmental y equilibrado, que son las más utilizadas en la práctica clínica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron inicialmente todos los enfermos de la unidad de hemodiálisis que utilizan un monitor con lector de diálisis iónica (Integra® con módulo Diascan®, Hospal), que estuvieran en situación clínica estable, con un tiempo de permanencia en diálisis superior a 3 meses y sin edema aparente. De los 43 enfermos que reunían estas condiciones, 3 fueron descartados de entrada por amputación de miembro inferior.

En los 40 enfermos restantes se determinó en la misma sesión de hemodiálisis el Kt/V monocompartmental (Kt/Vm) y equilibrado (Kt/Ve) por las fórmulas simplificadas de Daugirdas<sup>15</sup>, el Kt de la sesión de diálisis proporcionado por el Diascan (KtDi) y el volumen de agua corporal por bioimpedancia (VBi). El cociente entre el KtDi y el VBi, proporcionó el Kt/VDiBi. Todos los análisis de bioimpedancia fueron realizados por el mismo observador (L.E.A.R.) inmediatamente después de haber finalizado la sesión de hemodiálisis, tras la desconexión del enfermo del circuito extracorpóreo.

Todos los estudios se hicieron en la primera sesión de hemodiálisis de la semana. La concentración de urea postdiálisis se determinó en una muestra de sangre obtenida de la línea arterial tras haber bajado el flujo de bomba a 50 ml/min durante 2 minutos, inmediatamente antes de la reinfusión de la sangre contenida en el circuito extracorpóreo. En cada enfermo se anotó el peso seco teórico y el peso postdiálisis. El índice de masa corporal (IMC) se calculó con el peso seco teórico.

En dos enfermos se produjo un fallo en la lectura del Diascan y fueron excluidos de análisis posterior. El estudio se hizo en 38 enfermos (27 varones y 11 mujeres), con edades que oscilaban entre 30 y 82 años ( $64 \pm 15$ , media y DS) y un tiempo en diálisis comprendido entre 4 meses y 15 años (mediana 27 meses). Todos los enfermos se dializaban 3 veces a la semana en sesiones de 3,5 o 4 horas de duración, con un flujo arterial de 300 ml/min. Todos

los enfermos utilizaban dializadores de fibra hueca con membrana biocompatible de alta permeabilidad: AN69 de 1,65 m<sup>2</sup> (7 enfermos), poliamida de 2,1 m<sup>2</sup> (8 enfermos), polisulfona de 1,8 m<sup>2</sup> (9 enfermos) y poliarietersulfona de 2,1 m<sup>2</sup> (14 enfermos). En 29 enfermos el acceso vascular era una fístula arteriovenosa y en 9 enfermos un catéter venoso central permanente.

El análisis de bioimpedancia vectorial se realizó con la técnica clásica tetrapolar distal, con corriente sinusoidal de 50 kHz de frecuencia (modelo Quantum/S®, Akern, Florencia, Italia). Los electrodos se colocaron en el hemicuerpo contralateral al acceso vascular (fístula arteriovenosa o catéter yugular permanente). El cálculo del agua corporal total se efectuó con el programa Bodygram 1,3®. El vector de impedancia de cada enfermo fue confrontado por vía gráfica (Grafo RXc) con la distribución de los vectores de la población sana de referencia. El grado de hidratación de cada enfermo fue asignado a una escala ordinal de 7 puntos (de 0 a  $\pm 3$ ) dependiendo de la localización del vector de impedancia en los percentiles 50%, 75%, 95% o  $> 95\%$  del eje mayor de la elipse de tolerancia de referencia<sup>14</sup>.

Análisis estadístico: En cada enfermo se analizó la diferencia entre el Kt/VDiBi y los Kt/Vm y Kt/Ve (sesgo) y la diferencia absoluta. El cociente entre la diferencia absoluta y la media aritmética del Kt/VDiBi y el Kt/V simplificado correspondiente, expresado en porcentaje (diferencia relativa), es un dato de dispersión que indica la variabilidad intermétodo. Los estudios de concordancia se completaron con el coeficiente de correlación de Pearson, el coeficiente de correlación intraclase<sup>16</sup> y la construcción de Bland-Altman<sup>17</sup>. Los resultados se expresan como media y desviación standard. Para la comparación de medias se utilizó el test de Student. El valor de  $p < 0,05$  fue considerado estadísticamente significativo.

## RESULTADOS

El peso seco teórico para los 38 enfermos era de  $65,8 \pm 12,6$  kg, y el peso postdiálisis del día del estudio fue de  $66,1 \pm 13$  kg. El IMC era de  $25 \pm 4,5$ , sin diferencia según sexo ( $24,5 \pm 3,6$  en varones y  $26,4 \pm 6$  en mujeres,  $p = ns$ ). Según la escala de hidratación, 23 enfermos estaban incluidos en el percentil 50 (grado de hidratación 0, normohidratados), 1 enfermo estaba en el percentil 95 de hiperhidratación (grado de hidratación +2), y 14 enfermos superaban el percentil 50 de deshidratación (grado de hidratación -1 en 4, grado -2 en 5 y grado -3 en los 5 enfermos restantes).

En el grupo total el VBi era de  $33,3 \pm 7,5$  litros (varones  $35,9 \pm 7,1$ ; mujeres  $27 \pm 3,7$  litros,  $p < 0,01$ ). Expresado en porcentaje del peso postdiálisis corresponde al  $50,6 \pm 5,7\%$  en el grupo total (varones  $52,6 \pm 4,9\%$ ; mujeres  $45,4 \pm 4,3\%$ ,  $p < 0,001$ ).

Los resultados de Kt/VDiBi, Kt/Vm y Kt/Ve fueron:  $1,29 \pm 0,26$ ,  $1,54 \pm 0,29$  y  $1,36 \pm 0,25$  respectivamente ( $p < 0,001$  entre Kt/VDiBi y Kt/Vm, y  $p < 0,001$  entre KtV/DiBi y Kt/Ve). Hay una buena correlación entre Kt/VDiBi y Kt/Vm ( $r = 0,9268$ ,  $p < 0,001$ ) y entre Kt/VDiBi y Kt/Ve,  $r = 0,9274$ ,  $p < 0,001$ ). El coeficiente de correlación intraclase entre Kt/VDiBi y Kt/Vm fue de 0,65 (concordancia buena) y entre el Kt/VDiBi y el Kt/Ve fue 0,88 (concordancia excelente). En la tabla I están expresadas las diferencias entre los diferentes modelos del Kt/V. La menor variabilidad intermétodo se consiguió con el Kt/Ve.

En la figura 1 se representa la construcción de Bland-Altman que muestra la concordancia entre el Kt/VDiBi y el Kt/Ve.

De los datos previos se deduce que hay una buena concordancia entre el Kt/VDiBi y el Kt/Ve. El grado de concordancia entre ambos procedimientos no está influido por el sexo (diferencia relativa  $8,8 \pm 7\%$  en varones y  $7 \pm 4,7\%$  en mujeres,  $p = ns$ ), ni por el grado de hidratación (diferencia relativa  $8,7 \pm 7,1\%$  en los 23 enfermos normohidratados,  $8,1 \pm 5,2\%$  en los 14 enfermos que estaban incluidos en la parte de la escala que corresponde a estado de deshidratación,  $p = ns$ ), ni por la masa corporal (correlación de Pearson entre diferencia relativa e IMC:  $r = 0,0271$ ,  $p = ns$ ). Hay una correlación negativa entre la diferencia relativa y el Kt/Ve ( $r = -0,3745$ ,  $p < 0,05$ ) indicando que a mayor dosis de diálisis, menor variabilidad intermétodo. La variabilidad intermétodo fue mayor en enfermos con catéter venoso central como acceso vascular (diferencia relativa  $11,8 \pm 8\%$ ) que en enfermos con fístula arteriove-

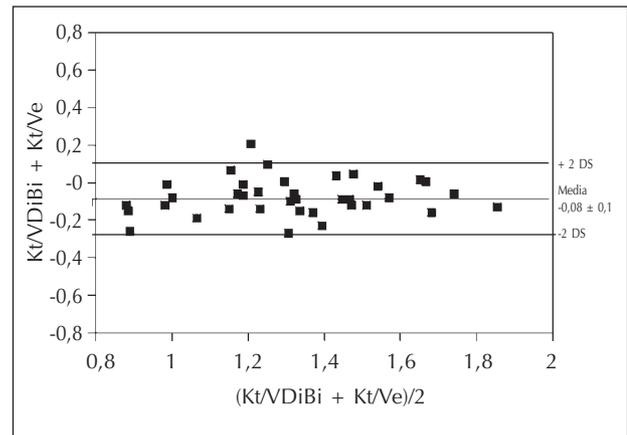


Fig. 1.—Construcción de Bland-Altman para mostrar el grado de concordancia entre el Kt/V obtenido por dialisancia iónica y bioimpedancia (Kt/VDiBi) y el Kt/V equilibrado según la ecuación de Daugirdas (Kt/Ve).

nosa ( $7,2 \pm 5,5\%$ ,  $p < 0,05$ ); esta diferencia puede ser explicada porque la dosis de diálisis recibida fue menor en los enfermos con catéter venoso central (Kt/Ve  $1,22 \pm 0,25$  vs  $1,4 \pm 0,24$ ,  $p < 0,05$ ).

**DISCUSIÓN**

El monitor de dialisancia iónica proporciona de forma automática el Kt en cada sesión de diálisis. Para obtener el Kt/V por dialisancia iónica (Kt/VDi) se tiene que introducir en el programa un valor de V. Aquí reside la mayor dificultad de este procedimiento. Se asume que el volumen de distribución de la urea es similar al contenido corporal total de agua y lo habitual es calcular V mediante un porcentaje del peso corporal<sup>6,9</sup> o a través de la ecuación antropométrica de Watson<sup>8,13</sup>. El Kt/VDi así obtenido es diferente al Kt/V simplificado logrado con las fórmulas al uso, aunque en cada caso hay una buena correlación entre ellos<sup>8</sup>.

El mejor procedimiento para el cálculo de V es a través de la relación entre la cantidad de urea eliminada en una sesión de diálisis y la disminución de su concentración plasmática<sup>18</sup>. Cuando hemos utilizado este método para obtener el Kt/VDi hemos conseguido una buena correlación con el Kt/V simplificado monocompartimental de Daugirdas<sup>19</sup>. Este procedimiento no se puede llevar a cabo en la rutina clínica ya que exige la recogida del dializado.

En el presente trabajo el valor de V que hemos utilizado es el contenido corporal total de agua calculado por bioimpedancia eléctrica. La bioimpedancia es una técnica de sencilla aplicación, con un

**Tabla I.** Grado de concordancia del Kt/VDiBi con el Kt/Vm y el Kt/Ve

	Kt/VDiBi-Kt/Vm	Kt/VDiBi-Kt/Ve	
Diferencia	$-0,25 \pm 0,11$	$-0,08 \pm 0,10$	$p < 0,001$
Diferencia relativa (%)	$18,4 \pm 7,8$	$8,3 \pm 6,4$	$p < 0,001$
Intervalo confianza	15,8-21	6,2-10,4	
Con Diferencia relativa < 10%	4/38 (11%)	26/38 (68%)	
Con Diferencia relativa < 15%	13/38 (34%)	32/38 (84%)	

Kt/VDiBi: Kt/V conseguido a partir del Kt obtenido por dialisancia iónica y del V obtenido por bioimpedancia.  
Kt/Vm y Kt/Ve: Ecuaciones de Daugirdas para los modelos de Kt/V monocompartimental y equilibrado respectivamente.

bajo coeficiente de variación sobre todo cuando se utiliza la técnica estándar en monofrecuencia<sup>14</sup>. Si averiguamos el contenido de agua corporal total de cada enfermo por bioimpedancia, e introducimos este dato en el programa de dialisancia iónica del monitor, obtenemos de forma automática un Kt/V por dialisancia iónica (Kt/VDiBi) cuyo valor es muy parecido al del Kt/V equilibrado proporcionado por la fórmula de Daugirdas (Kt/Ve).

El Kt/VDiBi es ligeramente menor que el Kt/Ve ( $1,29 \pm 0,26$  vs  $1,36 \pm 0,25$ ). Aunque la diferencia entre ambos es estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ), el sesgo ( $-0,08 \pm 0,10$ ) y la variabilidad intermétodo ( $8,3 \pm 6,4\%$ ) son pequeños. En el 84% de los enfermos la variabilidad intermétodo era inferior a 15% y en el 68% de ellos, inferior a 10%. Estos datos indican que el grado de concordancia entre el Kt/VDiBi y el Kt/Ve es muy alto y que la diferencia entre ellos es totalmente asumible en la práctica clínica. La variabilidad intermétodo entre el Kt/VDiBi y el Kt/Ve no está influida por el sexo, por la masa corporal ni por el estado de normo o deshidratación. Hay que destacar que según el análisis de la bioimpedancia solo un enfermo estaba en el lado de la escala correspondiente a estado de hiperhidratación.

Los estudios que analizan la correlación entre el contenido corporal total de agua calculado por bioimpedancia y por los métodos de dilución muestran resultados controvertidos. Mientras que en algunos trabajos los resultados son similares<sup>20,21</sup>, en otros se ha observado una variabilidad significativa<sup>22,23</sup>. Pero lo mismo sucede con los métodos antropométricos. El contenido corporal total de agua según la bioimpedancia es similar al volumen de distribución de la urea obtenido a partir del modelo formal de la cinética de la urea<sup>24,25</sup>. Si dividimos el Kt obtenido por la dialisancia iónica por el Kt/V simplificado que se utilice en cada unidad de hemodiálisis conseguimos un V de cada enfermo que introducido en el monitor de dialisancia iónica permite obtener un Kt/VDi que es útil para el seguimiento de los enfermos<sup>12</sup>. Si utilizamos el V obtenido por bioimpedancia, el módulo de dialisancia iónica nos proporciona un Kt/V (Kt/VDiBi) similar al Kt/V equilibrado de Daugirdas.

Para obviar el problema de V algunos autores han sugerido la conveniencia de calcular la dosis de diálisis a través del Kt<sup>26</sup>. Utilizando el Kt se consigue una buena correlación entre dosis de diálisis y supervivencia, obviando la curva J debida al aumento espúreo del Kt/V en casos de desnutrición<sup>27</sup>. Este procedimiento tiene el inconveniente de impedir la comparación de dosis de diálisis en enfermos con tamaño corporal diferente y de momento no se ha extendido su aplicación en la práctica clínica.

La bioimpedancia es una técnica que está mostrando utilidad progresiva en la valoración del estado de nutrición y de hidratación de los enfermos dializados<sup>28</sup>. Es muy sensible a las modificaciones del contenido corporal de agua, pudiendo detectar variaciones de 0,87 kg<sup>29</sup>. Al igual que en otros trabajos<sup>25</sup>, hemos realizado el estudio de bioimpedancia inmediatamente después de haber finalizado la sesión de hemodiálisis, cuando los enfermos estaban en su peco seco teórico. De hecho únicamente en uno de los enfermos, el vector de bioimpedancia estaba incluido en la zona de hiperhidratación. Recientemente se ha comprobado que los diferentes parámetros que proporciona la bioimpedancia, entre ellos el agua corporal total, no varían en determinaciones repetidas realizadas durante las dos primeras horas del periodo postdialítico, siempre que el enfermo permanezca en ayunas<sup>30</sup>. Estos resultados indican que la bioimpedancia es una técnica con buena reproductibilidad que no se modifica por los fenómenos de rebote de la concentración de solutos plasmáticos.

Podemos concluir que mediante el Kt de la dialisancia iónica y el V de cada enfermo obtenido por bioimpedancia, se consigue de forma automática en cada sesión de hemodiálisis un Kt/V que es superponible al Kt/V equilibrado de la ecuación de Daugirdas. Se trata de un procedimiento de control de la dosis de diálisis que queda limitado a las unidades de hemodiálisis que dispongan de ambas tecnologías.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Petitclerc T, Goux N, Reynier AL, Béné B. A model for non-invasive estimation of *in vivo* dialyzer performances and patient's conductivity during hemodialysis. *Int J Artif Organs* 16: 585-591, 1993.
2. Teruel JL, Fernández-Lucas M, Rodríguez JR, López Sánchez J, Marcén R, Rivera M, Liaño F, Ortuño J: Relación entre la dialisancia iónica y el aclaramiento de urea. *Nefrología* XX: 145-150, 2000.
3. Lindsay RM, Béné B, Goux N, Heidenheim A.P, Landgren Ch, Sternby J: Relationship between ionic dialysance and *in vivo* urea clearance during hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 38: 565-574, 2001.
4. Holgado R, Martín-Malo A, Álvarez-Lara MA, Rodríguez A, Soriano S, Espinosa M, Aljama P: Estudio comparativo entre la dialisancia iónica y el aclaramiento de pequeñas moléculas con diferentes dializadores. *Nefrología* XVIII: 401-407, 1998.
5. Petitclerc T, Béné B, Jacobs C, Jaudon MC, Goux N: Non-invasive monitoring of Effective dialysis dose delivered to the haemodialysis patient. *Nephrol Dial Transplant* 10: 212-216, 1995.
6. Manzoni C, DiFilippo S, Corti M, Locatelli F: Ionic dialysance as a method for the on-line monitoring of delivered dialysis without blood sampling. *Nephrol Dial Transplant* 11: 2023-2030, 1996.

7. García-Valdecasas J, Navas-Parejo A, Manjón M, Hornos C, Varón MT, Gallardo A, Álvarez MT, García M, Arias MA, Cerezo S: Medición on-line a tiempo real de la cuantificación de la diálisis. Valor del biosensor Diascan. *Nefrología XVII* (Supl. 2): 52, 1997.
8. Teruel JL, Fernández Lucas M, Marcén R, Rodríguez JR, Rivera M, Liaño F, Ortuño J: Cálculo de la dosis de diálisis mediante dialisancia iónica. *Nefrología XXI*: 78-83, 2001.
9. De Francisco ALM, Escallada R, Fernández Fresnedo G, Rodrigo E, Setién M, Heras M, Ruiz JC, Arias M: Medida continua de la dosis de diálisis mediante dialisancia iónica. *Nefrología XVIII*: 408-414, 1998.
10. Maduell F, Hdez.-Jaras J, García H, Calvo C, Navarro V: Seguimiento de la dosis de hemodiálisis en tiempo real. El futuro inmediato. *Nefrología XVII* (Supl. 2): 51 (Abstract). 1997.
11. Arambarri M, Merino JL, Echarri R, Alarcón C, Teruel JL, Fernández Lucas M, Rivera M, Marcén R, Ortuño J: Control de la sesión de diálisis mediante KT/V obtenido a través de la dialisancia iónica. *Nefrología XXII* (Supl. 6): 51 (Abstract), 2002.
12. Teruel JL, Fernández Lucas M, Arambarri M, Merino JL, Echarri R, Alarcón C, Marcén R, Rivera M, Ortuño J: Utilidad de la dialisancia iónica para control de la dosis de diálisis. Experiencia de un año. *Nefrología XXIII*: 444-450, 2003.
13. Maduell F, Puchades MJ, Navarro V, Torregrosa E, Rius A, Sánchez JJ: Valoración de la medición de la dosis de diálisis con dialisancia iónica en hemodiafiltración on-line. *Nefrología 25*: 521-526, 2005.
14. Piccoli A, Nescolarde LD, Rosell J: Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrología XXII*: 228-238, 2002.
15. Daugirdas JT, Van Stone JC: Bases fisiológicas y modelo cinético de la urea. En: Daugirdas JT, Blake PG y Ing TS (Eds): Manual de Diálisis. Masson S.A. (Barcelona). pp. 15-48, 2003.
16. Prieto L, Lamarca R, Casado A: La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. *Med Clin* 110: 142-145, 1998.
17. Bland JM, Altman DG: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1: 307-310, 1986.
18. Kopple J.D, Jones MR, Keshaviah P.R, Bergström J, Lindsay RM, Morán J, Nolph KD, Teehan BP: A proposed glossary for diálisis kinetics. *Am J Kidney Dis* 26: 963-981, 1995.
19. Teruel JL, Merino JL, Fernández Lucas M, Tenorio M<sup>a</sup>T, Rivera M, Marcén R, Ortuño J: Cálculo del volumen de distribución de la urea mediante dialisancia iónica. *Nefrología 26*: 123-129, 2006.
20. Hannan WJ, Cowen SJ, Plester CE, Fearon KHC, DeBeau A: Comparison of bio-impedance spectroscopy and multi-frequency bio-impedance analysis for the assessment of extracellular and total body water in surgical patients. *Clin Sci* 89: 651-658, 1995.
21. Van den Ham EC, Kooman JP, Christiaans MH, Nieman FH, Van Kreel BK, Heidendal GA, Van Hooff JP: Body composition in renal transplant patients: bioimpedance analysis compared to isotope dilution, dual energy X-ray absorptiometry, and anthropometry. *J Am So Nephrol* 10: 1067-1079, 1999.
22. De Fijter WM, De Fijter CWH, Oe PL, Ter Wee PM, Donker AJM: Assessment of total body water and lean body mass from anthropometry, Watson formula, creatinine kinetics, and body electrical impedance compared with antipyrine kinetics in peritoneal dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 12: 151-156, 1997.
23. Cox-Reijven PL, Coman JP, Soeters PB, Van der Sande FM, Leunissen KML: Role of bioimpedance spectroscopy in assessment of body water compartments in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 38: 832-838, 2001.
24. Wuepper A, Tattersall J, Kraemer M, Wilkie M, Edwards L: Determination of urea distribution volume for Kt/V assessed by conductivity monitoring. *Kidney Int* 64: 2262-2271, 2003.
25. Dumler F: Best method for estimating urea volume of distribution: comparison of single pool variable volume kinetic modeling measurements with bioimpedance and anthropometric methods. *ASAIO J* 50: 237-241, 2004.
26. Lowrie EG, Chertow GM, Lew NL, Lazarus JM, Owen WF: The urea (clearance x diálisis time) product (Kt) as an outcome-based measure of hemodialysis dose. *Kidney Int* 56: 729-737, 1999.
27. Chertow GM, Owen WF, Lazarus JM, Lew NL, Lowrie EG: Exploring the reverse J-shaped curve between urea reduction ratio and mortality. *Kidney Int* 56: 1872-1878, 1999.
28. Piccoli A: Whole body-single frequency bioimpedance. *Contrib Nephrol* 149: 150-161, 2005.
29. Kraemer M, Rode C, Wizemann V: Detection limit of methods to assess fluid status changes in dialysis patients. *Kidney Int* 69: 1609-1620, 2006.
30. Di Iorio BR, Scalfi L, Terracciano V, Bellizzi V: A systematic evaluation of bioelectrical impedance measurement after hemodialysis session. *Kidney Int* 65: 2435-2440, 2004.