



# Relación entre la dialisancia iónica y el aclaramiento de urea

J. L. Teruel, M. Fernández Lucas, J. R. Rodríguez, J. López Sánchez\*, R. Marcén, M. Rivera, F. Liaño y J. Ortuño

Servicio de Nefrología. \*Unidad de Bioestadística Clínica. Hospital Ramón y Cajal. Madrid.

## RESUMEN

**Introducción:** La determinación de la dialisancia iónica es un procedimiento de monitorización continua de la dosis de diálisis que tiene la ventaja de ser automático y no precisar extracciones sanguíneas. Para extrapolar los resultados obtenidos con la dialisancia iónica y compararlos con los métodos habituales de medición de la dosis de diálisis se requiere conocer la correlación entre la dialisancia iónica y el aclaramiento de urea.

**Material y métodos:** En 18 enfermos (13 dializados con membrana de cuprofan y 5 con AN69) se ha determinado la dialisancia iónica y el aclaramiento de urea calculado por 6 métodos diferentes: aclaramiento de urea de sangre total según diferencia arteriovenosa de urea utilizando el flujo arterial medido por la bomba (KBAVb) o el flujo arterial medido por ultrasonidos (KBAVu). Aclaramiento de urea de sangre total medido por la concentración de urea en el dializado (KBD). Aclaramiento de urea del componente acuoso de la sangre medido por la diferencia arteriovenosa de urea utilizando el flujo arterial marcado por la bomba (KwBAVb) o el flujo arterial medido por ultrasonidos (KwBAVu). Aclaramiento de urea del componente acuoso de la sangre medido por la concentración de urea en el dializado (KwBD).

**Resultados:** El flujo medio arterial de sangre fue  $314,4 \pm 16,2$  ml/min según la bomba del monitor y  $275,1 \pm 13,8$  ml/min por medición ultrasónica ( $p < 0,001$ ). Los datos de la dialisancia iónica y aclaramientos de urea eran los siguientes (ml/min): dialisancia iónica  $185,6 \pm 11,7$ ; KBAVb  $245,7 \pm 15,7$ ; KBAVu  $215,4 \pm 13,2$ ; KBD  $213,6 \pm 13,1$ ; KwBAVb  $218,1 \pm 14$ ; KwBAVu  $191,2 \pm 11,8$ ; KwBD  $183,1 \pm 11,7$ . La diferencia absoluta de la dialisancia iónica con el KwBAVu fue de  $8,4 \pm 6$  ml/min (rango  $-17,8$  y  $11,5$  ml), y con el KwBD es de  $7,6 \pm 5,4$  ml/min (rango  $-12,9$  y  $21,4$  ml).

**Conclusiones:** La dialisancia iónica se correlaciona con el aclaramiento de urea del componente acuoso de la sangre. Las mejores concordancias se obtienen cuando se calcula el aclaramiento a través de la concentración de urea en el dializado, o con la diferencia arteriovenosa de urea cuando se considera el flujo arterial ultrasónico.

Palabras clave: **Dialisancia iónica. Aclaramiento de urea.**

Recibido: 1-VII-99.

En versión definitiva: 22-IX-99.

Aceptado: 27-IX-99.

**Correspondencia:** Dr. J. L. Teruel  
Servicio de Nefrología  
Hospital Ramón y Cajal  
Carretera de Colmenar, km. 9,100  
28034 Madrid

## RELATIONSHIP BETWEEN IONIC DIALYSANCE AND UREA BLOOD WATER CLEARANCE

### SUMMARY

*Introduction: Ionic dialysance is a method of continuous on-line monitoring of delivered dialysis without blood sampling. To compare the results obtained by ionic dialysance and those obtained by the traditional measurements of the dialysis dose, it is necessary to know the relationship between the ionic dialysance and urea clearance.*

*Material and methods: Ionic dialysance and the urea clearance were determined in 18 patients (13 dialyzed with cuprophane and 5 patients with AN69). Urea clearance was measured by 6 different methods: urea clearance in whole blood calculated with the arteriovenous difference in the urea concentration rates and the arterial flow measured by the rolling pump (KBAVb) or by ultrasounds (KBAVu); urea clearance in whole blood measured by the urea concentration in the dialysate (KBD); urea blood water clearance measured by the arteriovenous difference in the concentration rates using the arterial flow measured by the roller pump (KwBAVb) or by ultrasounds (KwBAVu) and urea blood water clearance measured by the urea concentration in dialysate (KwBD).*

*Results: The mean arterial flow measured by the roller pump was  $314.4 \pm 16.2$  ml/min and  $275.1 \pm 13.8$  ml/min when measured by ultrasounds ( $p < 0.001$ ). The data of ionic dialysance and urea clearances were as follow (ml/min): ionic dialysance  $185.6 \pm 11.7$ ; KBAVb  $245.7 \pm 15.7$ ; KBAVu  $215.4 \pm 13.2$ ; KBD  $231.6 \pm 13.1$ ; KwBAVb  $218.1 \pm 14$ ; KwBAVu  $191.2 \pm 11.8$ ; KwBD  $183.1 \pm 11.7$ . The absolute difference of ionic dialysance with the KwBAVu was  $8.4 \pm 6$  ml/min (range between  $-17.8$  and  $11.5$  ml) and with the KwBD was  $7.6 \pm 5.4$  ml (range between  $-12.9$  and  $21.4$  ml).*

*Conclusions: There was a relationship between ionic dialysance and urea blood water clearance. The best concordance was obtained when the clearance was calculated with the urea concentration of dialysate, or with the arteriovenous difference of the urea concentration rates and the arterial blood flow measured by ultrasounds.*

**Key words: Ionic dialysance. Urea clearance.**

### INTRODUCCIÓN

El monitor Diascan (Hospal) es un biosensor que funciona en el circuito del baño de diálisis mediante dos sondas que analizan la conductividad a la entrada y a la salida del dializador. La conductividad del líquido de diálisis a la salida del dializador depende de la conductividad del líquido de diálisis a la entrada del dializador, de la conductividad plasmática y de la dialisancia iónica. Realizando dos lecturas sucesivas con dos niveles distintos de conductividad a la entrada del dializador, el Diascan determina tanto la conductividad plasmática como la dialisancia iónica<sup>1</sup>.

La dialisancia iónica es debida fundamentalmente a la dialisancia del cloruro sódico; como el clo-

ruro sódico y la urea tienen casi el mismo peso molecular, se asume que dialisancia iónica y aclaramiento de urea son similares. A partir de esta premisa se considera que el Diascan permite determinar el Kt y el Kt/V a lo largo de la sesión de diálisis y conocer la dosis de diálisis en tiempo real, con la gran ventaja sobre otros métodos de no necesitar reactivos ni tener por tanto coste adicional<sup>2-5</sup>.

El objetivo del presente trabajo fue analizar la concordancia entre la dialisancia iónica y el aclaramiento de urea. Para ello hemos calculado el aclaramiento de urea tanto en sangre total como en el componente acuoso de la sangre y hemos utilizado tanto la fórmula de aclaramiento basada en la diferencia de arteriovenosa de concentraciones de soluto como la fórmula basada en la concentración de soluto en el líquido de

diálisis. La primera fórmula precisa conocer el flujo de sangre a la entrada del dializador. Habitualmente se considera como tal el flujo de sangre indicado por la bomba del monitor de diálisis. El flujo de sangre indicado por la bomba es siempre superior al flujo real<sup>6,7</sup>. El mejor método actual para determinar el flujo arterial real es el basado en la velocidad de transmisión ultrasónica<sup>8</sup>. Para subsanar esta posible fuente de error, hemos calculado los aclaramientos considerando los flujos de sangre total y el componente acuoso de la sangre según el flujo de bomba y según el flujo arterial medido por ultrasonidos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 18 enfermos (12 varones y 6 mujeres) con edad comprendida entre 25 y 77 años (mediana 62 años) y tiempo en diálisis que oscilaba entre 9 y 216 meses (mediana 34 meses). Se respetó el tipo de dializador que estaban utilizando habitualmente: 13 se dializaban con un dializador de membrana de cuprofan de 1,7 m<sup>2</sup> de superficie (Disscap 180 SE, Hospal) y 5 con un dializador de membrana AN69 1,7 m<sup>2</sup> de superficie (Filtral 16, Hospal). La máquina de diálisis fue una Integra (Hospal) que lleva incorporado el biosensor Diascan. El baño era de bicarbonato y el flujo del dializado de 500 ml/min. Los 18 enfermos se dializaban a través de una fístula arteriovenosa nativa con técnica de bipunción.

En todos los monitores utilizados se verificó el correcto funcionamiento de la bomba de sangre y el flujo del dializado, sin ser necesario realizar corrección alguna. La recirculación del acceso vascular se investigó por el método ultrasónico<sup>9</sup> y fue nula en todos ellos.

El Diascan efectúa una lectura de la dialisancia iónica a los 10 minutos de iniciada la diálisis y la repite cada 30 minutos. Coincidiendo con la segunda lectura se tomaron muestras simultáneas de sangre a la entrada y salida del dializador y del líquido de diálisis a la salida del dializador, para la determinación de las concentraciones de urea y creatinina. El hematocrito se determinó en la muestra de sangre obtenida a la entrada del dializador. En el momento de realizar el cálculo del aclaramiento de solutos, todos los enfermos estaban en una situación hemodinámica estable y en ninguno de ellos había sido necesario infundir previamente suero salino fisiológico o hipertónico, ya que esta medida puede alterar la lectura de la dialisancia iónica.

Para el cálculo del aclaramiento se han tenido en cuenta dos flujos de sangre: el flujo indicado por la bomba (QBb) y el flujo de sangre medido por ultrasonidos (QBu) mediante un aparato Transonic Flow-QC

(Transonic Systems Inc, Ithaca, NY, USA) según procedimiento habitual<sup>6,7</sup>.

Para la correcta determinación de los aclaramientos de solutos hemos seguido las normas descritas por Kopple<sup>10</sup> y Van Stone<sup>11</sup>. De acuerdo con dichas normas hemos calculado el aclaramiento con las siguientes fórmulas:

Fórmula 1: aclaramiento de sangre total calculado a partir de las concentraciones arteriovenosas de soluto en sangre total y considerando como flujo de sangre el indicado por la bomba del monitor:

$$KBAVb = QBb \frac{CBi-CBo}{CBi} + Qf \frac{CBo}{CBi}$$

Fórmula 2: aclaramiento de sangre total calculado a partir de las concentraciones arteriovenosas de soluto en sangre total y considerando como flujo de sangre el flujo arterial medido por ultrasonidos:

$$KBAVu = QBu \frac{CBi-CBo}{CBi} + Qf \frac{CBo}{CBi}$$

Fórmula 3: aclaramiento de sangre total calculado a partir de la concentración de soluto en el líquido de diálisis:

$$KBD = (QDi + Qf) \frac{CDo}{CBi}$$

Fórmula 4: aclaramiento del componente acuoso de la sangre calculado a partir de las concentraciones arteriovenosas de soluto en el agua del plasma y calculando el flujo del componente acuoso de la sangre a partir del flujo de sangre indicado por la bomba del monitor:

$$KwBAVb = QwBb \frac{CwPi-CwPo}{CwPi} + Qf \frac{CwPo}{CwPi}$$

Fórmula 5: aclaramiento del componente acuoso de la sangre calculado a partir de las concentraciones arteriovenosas de soluto en el agua del plasma y calculando el flujo del componente acuoso de la sangre a partir del flujo de sangre ultrasónico:

$$KwBAVu = QwBu \frac{CwPi-CwPo}{CwPi} + Qf \frac{CwPo}{CwPi}$$

Fórmula 6: aclaramiento del componente acuoso de la sangre calculado a partir de la concentración de soluto en el líquido de diálisis:

$$KwBD = (QDi + Qf) \frac{CDo}{CwPi}$$

$$QwBb = [0,93 \times QBb \times (1-Hto)] + (0,80 \times QBb \times Hto)$$

$$QwBu = [0,93 \times QBu \times (1-Hto)] + (0,80 \times QBu \times Hto)$$

$$CBi = CPi [(1-Hto) + Hto \times Er]$$

$$CBo = CPo [(1-Hto) + Hto \times Er]$$

$$CwPi = CPi/0,93$$

$$CwPo = CPo /0,93$$

*Descripción de siglas:*  
 KB: aclaramiento de sangre total (ml/min). KwB: aclaramiento del componente acuoso de la sangre (ml/min). QBb: flujo de sangre a la entrada del dializador, marcado por la bomba. QBu: flujo de sangre a la entrada del dializador, medido por ultrasonidos. Qf: tasa de ultrafiltración (ml/min). QwBb: flujo del componente acuoso de la sangre a la entrada del dializador calculado a partir del flujo de la sangre medido por la bomba. QwBu: flujo del componente acuoso de la sangre a la entrada del dializador calculado a partir del flujo de la sangre medido por ultrasonidos. QDi: flujo de líquido de diálisis a la entrada del dializador (500 ml/min). CBi: concentración de soluto en sangre total a la entrada del dializador. CBo: concentración de soluto en sangre total a la salida del dializador. CPi: concentración de soluto en plasma a la entrada del dializador. CPo: concentración de soluto en plasma a la salida del dializador. CwPi: concentración de soluto en el agua del plasma a la entrada del dializador. CwPo: concentración de soluto en el agua del plasma a la salida del dializador. CDo: concentración de soluto en el líquido de diálisis a la salida del dializador. Hto: hematocrito (en fracción de unidad). Er: razón de equilibrio del soluto entre las concentraciones de soluto en hematíe y plasma: 0,77 para urea y 0,73 para creatinina<sup>12</sup>.

Las concentraciones de urea y creatinina en plasma y el dializado se determinaron mediante un autoanalizador automático Beckman CX7. El coeficiente de variabilidad intramétodo es inferior a 2% en ambas determinaciones.

Estadística: los datos se expresan como media ± DS. En cada enfermo se determinó la diferencia (normal y absoluta) entre la dialisancia iónica y los diversos aclaramientos estudiados. El cociente entre la diferencia absoluta de cada determinación y el valor de la dialisancia iónica, expresado como porcentaje (diferencia relativa o desviación) fue utilizado para establecer el grado de concordancia entre la dialisancia iónica y cada uno de los aclaramientos analizados. Para la comparación de medias se utilizó el test ANOVA con la prueba de Newman-Keuls y el test de Student según procediera. Los valores de p < 0,05 fueron considerados estadísticamente significativos.

## RESULTADOS

El flujo arterial según la bomba fue de 314,4 ± 16,2 (rango 300-360 ml/min) y el flujo arterial medido por ultrasonidos de 275,1 ± 13,8 (rango 255-305 ml/min) (p < 0,001). El hematocrito osciló entre 29,6 y 44 (34,9 ± 5,7) y la tasa de ultrafiltración entre 2,3 y 19 ml/min (14,9 ± 4,6).

En la tabla I están expresados los datos de la dialisancia iónica y de los diferentes aclaramientos de urea de cada enfermo.

La tabla II muestra los resultados de la dialisancia iónica y de los aclaramientos de urea y creatinina en

**Tabla I.** Datos de la dialisancia iónica (DI, ml/min) y de los diferentes aclaramientos de urea (ml/min) en cada uno de los enfermos

Caso	DI	KBAVb	KBAVu	KBD	KwBAVb	KwBAVu	KwBD
1	185	253,7	223,7	220,4	225,5	198,9	189,6
2	195	268,2	227,8	237,1	234,9	199,6	198,7
3	186	239,8	213	201,8	212,8	189,1	173
4	198	245,5	213,4	211,4	221,5	192,5	186,5
5	190	228,5	211,2	211	201,1	186	178
6	172	219,6	180,3	201	195,3	160,4	172,3
7	205	266,4	232,6	215,9	235,2	205,5	183,5
8	170	233,6	214,4	200,6	204,5	187,8	167,7
9	171	240,1	207,7	210,4	210,7	182,3	177,3
10	171	249,2	212,3	200,1	221,4	188,6	171,9
11	191	234,9	210,3	214,7	208,3	186,5	183,7
12	193	248	223,6	236,6	222	200,1	205,9
13	168	257,6	208,4	208,9	227,9	184,4	178,2
14	173	215,3	194,3	187,7	192,5	173,8	162,7
15	196	250,8	219,7	213,7	224,5	196,7	185,9
16	193	272,8	232,8	218,1	243,7	207,9	189,6
17	197	249,6	227,3	232,3	222,9	203,1	201,3
18	187	248,1	222,7	221,6	220	197,5	190

Los casos 2, 5, 7, 8 y 11 utilizaban membrana de AN69 y los restantes membrana de cuprofan.

**Tabla II.** Resultados de la dialisancia iónica y de los aclaramientos de urea y creatinina (ml/min) en el grupo de 18 enfermos

	KBAVb	KBAVu	KBD	KwBAVb	KwBAVu	KwBD
Urea	245,7 ± 15,7	215,4 ± 13,2	213,6 ± 13,1	218,1 ± 14	191,2 ± 11,8	183,1 ± 11,7
Cr	207,3 ± 17,8	181,9 ± 13,8	170,8 ± 9,8	184,3 ± 15,8	161,8 ± 12,2	144,4 ± 10,1

Dialisancia iónica: 185,6 ± 11,7 ml/min.

los 18 enfermos. Los aclaramientos de urea dan resultados diferentes en función de la fórmula utilizada ( $p < 0,001$ , ANOVA). En la comparación múltiple de medias todas las diferencias entre ellas fueron estadísticamente significativas con un valor de  $p < 0,01$ , excepto en las tres siguientes parejas: KBD vs KwBAVb, KBAVu vs KwBAVb y KBD vs KBAVu ( $p = ns$ ). Lo mismo sucede con los aclaramientos de creatinina ( $p < 0,001$ , ANOVA). Al comparar la dialisancia iónica con los diversos aclaramientos de urea las diferencias de las medias fueron estadísticamente diferentes con todos ellos excepto con el aclaramiento de urea del componente acuoso de la sangre medido por la concentración de urea en el líquido de diálisis (KwBD) ( $p < 0,05$  con el KwBAVu, y  $p < 0,01$  con los 4 aclaramientos de urea restantes).

En la tabla III se representa la diferencia, la diferencia absoluta y la diferencia relativa (desviación) entre la dialisancia iónica y los diferentes aclaramientos de urea. La desviación media entre la dialisancia iónica y los aclaramientos de urea del componente acuoso de la sangre, calculados ya sea con las concentraciones arteriovenosas de urea en el agua del plasma y considerando el flujo del componente acuoso de la sangre a partir del flujo de sangre ultrasónico (KwBAVu, fórmula 5) o ya sea a partir de la concentración de urea en el líquido de diálisis (KwBD, fórmula 6), es inferior al 5%, y el rango superior de la desviación es de 10,5 y 10,4%,

**Tabla III.** Diferencia (ml/min, media y rango), diferencia absoluta (ml/min, media y DS) y desviación (% , media y rango) entre la dialisancia iónica y los aclaramientos de urea

	Diferencia	Diferencia absoluta	Desviación
KBAVb	-60,1 (-89,7, -38,5)	60,1 ± 14,2	32,6 (20,3-53,4)
KBAVu	-29,7 (-44,5, -8,3)	29,7 ± 10	16,2 (4,8-26,2)
KBD	-28 (-43,7, -11)	28 ± 10,1	15,2 (5,4-24,4)
KwBAVb	-32,5 (-60, -11,2)	32,5 ± 12,6	17,7 (5,9-35,7)
KwBAVu	-5,56 (-17,8, 11,5)	8,4 ± 6	4,7 (0,3-10,5)
KwBD	2,5 (-12,9, 21,4)	7,6 ± 5,4	4,1 (0,2-10,4)

Desviación =  $100 \times \text{diferencia absoluta} / \text{dialisancia iónica}$ .

respectivamente. La desviación media entre la dialisancia iónica y el resto de los aclaramientos de urea es superior al 15% y los rangos superiores de la misma oscilan entre el 24,4 y el 53,4%.

No hemos observado influencia de la membrana de diálisis en la relación entre dialisancia iónica y aclaramiento de urea. Desviación media del aclaramiento de urea del componente acuoso de la sangre:  $5,1 \pm 3,3\%$  para la membrana de cuprofan y  $3,5 \pm 4\%$  para membrana de AN69 ( $p = ns$ ) según la fórmula 5, y  $3,8 \pm 2,4\%$  para la membrana de cuprofan y  $4,7 \pm 3,7\%$  para la membrana de AN69 ( $p = ns$ ) según la fórmula 6.

## DISCUSIÓN

El Diascan es un monitor de conductividad que funciona en el circuito del baño de diálisis y que permite calcular la dialisancia iónica del dializador durante la sesión de hemodiálisis. El soluto de mayor presencia en el baño de diálisis es el cloruro sódico y representa el 94% de la conductividad global del mismo. La dialisancia iónica global comprende fundamentalmente la dialisancia del cloruro sódico. Como los pesos moleculares de la urea y del cloruro sódico son casi iguales (60 vs 58) se asume que el aclaramiento de urea debe ser similar a la dialisancia iónica. El objetivo del presente trabajo fue analizar la concordancia entre la dialisancia iónica y el aclaramiento de urea.

Según nuestros resultados, la dialisancia iónica es estadísticamente diferente de los diversos aclaramientos de urea, excepto del aclaramiento de urea del componente acuoso de la sangre calculado por la concentración de urea en el líquido de diálisis. Los aclaramientos de urea de la sangre total con cualquiera de las fórmulas utilizadas o del componente acuoso de la sangre cuando se tiene en cuenta el flujo de sangre indicado por la bomba del monitor, son muy superiores a la dialisancia iónica con una desviación media que oscila entre el 15,2 y el 32,6%. En cambio hay una buena concordancia entre la dialisancia iónica y el aclaramiento de urea del componente acuoso de la sangre cuando se considera el flujo arterial medido por ultrasonidos o se

calcula el aclaramiento con la concentración de urea en el dializado. En estos casos la desviación media es baja (4,7 y 4,1%, respectivamente) y nunca supera el 10,5%. Estas diferencias son asumibles desde el punto de vista clínico, y por tanto podemos concluir que la dialisancia iónica es similar al aclaramiento de urea del componente acuoso de la sangre, medido por las fórmulas 5 ó 6.

Cuando se calcula el aclaramiento de urea según la diferencia de sus concentraciones arteriovenosas, el flujo de sangre a la entrada del dializador es un factor determinante. El flujo de sangre considerado habitualmente es el que indica la bomba del monitor, el cual siempre es superior al flujo real<sup>6,7</sup>. Los aclaramientos de urea calculados con el flujo de sangre indicado por la bomba del monitor están siempre sobreestimados y son erróneos. Si no se dispone de un procedimiento para medir el flujo arterial renal, es preferible calcular los aclaramientos *in vivo* mediante la concentración de soluto en el dializado.

La relación entre dialisancia iónica y aclaramiento de urea ha sido analizada por otros autores. Holgado y cols.<sup>13</sup> observaron que la dialisancia iónica era inferior al aclaramiento de urea calculado a partir de la concentración de soluto en el dializado (fórmula similar a nuestra fórmula número 3). Sus resultados son similares a los nuestros: el valor medio del cociente dialisancia iónica/aclaramiento de urea fue de 0,82 con membrana de hemofan y flujo de bomba de 300 ml/min; en nuestro caso el cociente dialisancia iónica/aclaramiento de urea según la fórmula 3 fue de 0,87 al flujo medio de bomba de 314,4 ml/min). De Francisco y cols.<sup>5</sup> objetivaron que la dialisancia iónica era un 15,4% menor que el aclaramiento de urea calculado con una fórmula similar a nuestra fórmula 1 (en nuestros resultados la variación media con esta fórmula fue del 32,6%). Petitclerc y cols.<sup>2</sup> relacionaron la dialisancia iónica y el aclaramiento global de la urea del componente acuoso de la sangre calculado mediante la recolección de todo el dializado, y obtuvieron una desviación del 5% muy parecida a la observada por nosotros.

Se ha sugerido que la composición de la membrana, sobre todo la carga de su superficie, podría influir en la dialisancia iónica y por tanto en la relación de la misma con el aclaramiento de urea<sup>14,15</sup>. Este fenómeno no fue observado por otros autores<sup>13</sup>. En nuestro estudio hemos empleado dos membranas diferentes: una de ellas de carga neutra (cuprofan) y otra de carga de superficie negativa (AN69) y la relación entre la dialisancia iónica y el aclaramiento de urea fue la misma con ambas. El número de enfermos asignados a cada membrana fue desigual, ya que se respetó el tipo de dializador que estaban utilizando habitualmente.

En resumen, y según nuestros resultados, el valor de la dialisancia iónica es similar al aclaramiento de urea del componente acuoso de la sangre, siempre que éste se calcule con la concentración de urea en el dializado o se tenga en cuenta el flujo arterial real cuando se calcule el aclaramiento mediante la concentración arteriovenosa de soluto. La carga de la membrana no influye en estos resultados.

## 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. Petitclerc T, Béné B, Jacobs C, Jaudon MC, Goux N: Non-invasive monitoring of effective dialysis dose delivered to the hemodialysis patient. *Nephrol Dial Transplant* 10: 212-216, 1995.
3. Manzoni C, Di Filippo 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.
4. 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.
5. 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.
6. Depner Th A, Rizman S, Stasi TA: Pressure effects on roller pump blood flow during hemodialysis. *ASAIO Transaction* 31: M456-M459, 1990.
7. Sands J, Glidden D, Jacavage W, Jones B: Difference between delivered and prescribed blood flow in hemodialysis. *ASAIO J* 42: M717-M719, 1996.
8. Gleed RD, Harvey HJ, Dobson A: Validation in the sheep of an ultrasound velocity dilution technique for haemodialysis graft flow. *Nephrol Dial Transplant* 12: 1464-147, 1997.
9. Depner Th A, Krivitski N, MacGibbon D: Hemodialysis access recirculation measured by ultrasound dilution. *ASAIO J* 41: M749-M753, 1995.
10. Kopple JD, Jones MR, Keshaviah PR, Bergtröm J, Lindsay RM, Morán J, Nolph KD, Teehan BP: A proposed glossary for dialysis kinetics. *Am J Kidney Dis* 26: 963-981, 1995.
11. Van Stone JC, Daugirdas JT: Bases fisiológicas de la hemodiálisis. En: Daugirdas JT y Ing TS (eds.) *Manual de diálisis*. Barcelona: Masson, S.A. pp. 13-28, 1996.
12. Descombes E, Perriard F, Fellay G: Diffusion kinetics of urea, creatinine and uric acid in blood during hemodialysis. Clinical implications. *Clin Nephrol* 40: 286-295, 1993.
13. 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.
14. Ebben J, Ruan J, Keshaviah P, Emerson P: Sodium (conductivity) dialysance is membrane dependent. *ASAIO J* 42: 81, 1996.
15. Mercadal L, Petitclerc T, Béné B, Goux N, Jacobs C: Ionic dialysance and urea clearance: alike or not? *Nephrol Dial Transplant* 12 (9): A134 (abstract), 1997.