



# Utilidad del módulo de «Biofeedback» Diacontrol™ en la programación automática de la conductividad plasmática y la transferencia de masa iónica

J. Hernández-Jaras, H. García-Pérez, E. Torregrosa, C. Calvo y V. Cerrillo

Servicio de Nefrología. Hospital General de Castellón.

## RESUMEN

La utilización de perfiles descendentes de conductividad en el dializado (CD) ha disminuido el número de complicaciones intradiálisis. No obstante, la presencia de una mayor concentración de sodio puede originar un balance positivo de este catión y favorecer los episodios de sed y el desarrollo de hipertensión arterial. El objetivo de este estudio fue comparar la tolerancia, así como la evolución de la Conductividad Plasmática (CP) y la Transferencia de Masa Iónica (TMI), al pasar de un tipo de sesión con alto contenido en Na (perfiles de CI) y UF a otro tipo de sesión que emplea un sistema de «biofeedback» (Diacontrol™) y repetir el proceso inverso.

Se han estudiado 120 sesiones de diálisis en 10 pacientes durante cuatro períodos de tratamiento (PF1-DC1-DC2-PF2). Durante los períodos PF1 y PF2 los pacientes se dializaban con perfiles logarítmicos descendentes de conductividad (CI) al inicio de la sesión 15,7 mS/cm, a la mitad 14,4 mS/cm y 13,8 mS/cm al final) y UF (1,7 l/h al inicio y 0,1 l/h al final) y en los períodos DC1 y DC2 se realizaron con el sistema Diacontrol™, fijando la CP final en 14 mS/cm.

No se detectaron diferencias significativas en la TAS, TAM y TAD pre o post-sesión entre los cuatro períodos. El porcentaje de sesiones con al menos un episodio de hipotensión fue del 33,3% en PF1, 20% en DC1, 23,3% en DC2 y 26,6% en PF2 (ns).

El descenso del VP fue de  $-4,04 \pm 3,26\%$  en PF1,  $-6,53 \pm 3,31\%$  en DC1,  $-6,67 \pm 3,12\%$  en DC2 y  $4,36 \pm 2,7\%$  en PF2 ( $p < 0,001$  PF1 y PF2 vs DC1 y DC2). La CP fue significativamente superior tanto a los 30', mitad de sesión, post-HD, así como a lo largo de toda la sesión, en los períodos PF1 y PF2 vs DC1 y DC2 ( $p < 0,001$ ). En las sesiones con Diacontrol, la diferencia media entre la CP final conseguida y programada fue de  $0,01 \pm 0,07$  mS/cm (intervalo de confianza al 95%  $-0,03-0,008$ ). Asimismo se apreció una correlación inversa entre los valores de CD media y los de la CP prediálisis ( $r: -0,42$ ,  $p < 0,05$  en DC1 y  $r: -0,65$ ,  $p < 0,001$  en DC2). La TMI fue de  $420,73 \pm 126,9$  mEq en PF1,  $311,96 \pm 161,75$  en DC1,  $278,34 \pm 153,14$  en DC2 y  $417,66 \pm 152,17$  en PF2 ( $p < 0,001$  PF1 y PF2 vs DC1 y DC2).

Recibido: 22-IV-2002.

En versión definitiva: 9-IX-2002.

Aceptado: 9-IX-2002.

**Correspondencia:** J. Hernández-Jaras

Servicio de Nefrología  
Hospital General de Castellón  
Avda. de Benicassim, s/n.  
12004 Castellón de la Plana

Podemos concluir que el sistema «biofeedback» Diacontrol permite programar un valor de conductividad plasmática al final de la sesión de hemodiálisis, en lugar de programar los valores de conductividad en el dializado. Por tanto, permite mantener una CP plasmática y una TMI inferior a aquellas logradas en las sesiones con perfiles descendentes de conductividad en el líquido de diálisis, manteniendo una estabilidad hemodinámica similar.

**Palabras clave: Volumen Plasmático. Programación conductividad. Hipotensión. Sistemas «Biofeedback». Transferencia de masa iónica.**

### BIOFEEDBACK DIACONTROL™ MODULE IN THE AUTOMATIC PROGRAMATION OF PLASMATIC CONDUCTIVITY AND IONIC MASS TRANSFER

#### SUMMARY

Programmed variable sodium in the dialysate can improve hypotension during hemodialysis but may also alter sodium balance and thus resulting in a increase of water intake and weight gain between dialysis sessions. The aim of this study was to evaluate the changes on plasma volume (PV), Ionic Mass Transfer (IMT) and plasma conductivity (PC) with two different hemodialysis techniques.

We studied 10 patients during a four-period protocol (one week each: PF1-DC1 -DC2/PF2): 120 dialysis sessions. During periods PF1 and PF2, the dialysis procedure was as usual, with exponential decrease of dialysate conductivity (DC) profile (15.7 mS/cm at start, 14.4 mS/cm at middle and 13.8 mS/cm at the end of the session) and UF profile (1.7 l/h at start and 0.1 l/h at the end). During periods DC1 and DC2, DC was automatically determined by a biofeedback module (Diacontrol™) in order to reach a plasma water conductivity fixed at 14 mS/cm. All hemodialysis parameters were the same for the four periods: duration, blood and dialysate flow rates, dialysis membrane.

A lower reduction of PV was evident on PF1 and PF2 ( $104 \pm 3.26\%$  and  $-4.36 \pm 2.7\%$ ) compared with DC 1 and DC 2 ( $-6.53 \pm 3.31\%$  and  $-6.67 \pm 3.12\%$ ) ( $p < 0.001$ ). No significant differences were seen in systolic, mean and diastolic blood pressure pre-HD or post-HD, UF, and weight gain, between the four periods. Hypotensive episodes were seen in 33.3% of PF1, 20% of DC1, 23.3% of DC2 and 26.6% of PF2 sessions (NS). PF1 and PF2 periods resulted in a significantly higher 30', mid and post-dialysis PC as compared to DC1 and DC2 periods ( $p < 0.001$ ). The mean difference between the actual value and the prescribed value of PC at the end of the session was  $-0.01 \pm 0.07$  mS/cm (n: 60). There was a negative correlation between the mean DC during session and the PC at 30' of session. IMT was  $420.73 \pm 126.9$  mEq in PF1,  $311.96 \pm 161.75$  in DC1,  $278.34 \pm 153.14$  in DC2 and  $417.66 \pm 152.17$  in PF2 ( $p > 0.001$  PF1 and PF2 vs. DC1 and DC2).

Diacontrol™ determines automatically an individualized DC profile for each patient, and accurately reaches the prescribed PC target. By reaching both the dry weight and PC settings, the water and sodium pool is maintained lower in the hemodialysis session using a biofeedback module. Clinical tolerance was similar in the two different dialysis procedures.

**Key words: Biofeedback. Blood volume. Conductivity modeling. Hypotension. Watersodium balance.**

## INTRODUCCIÓN

La hipotensión sintomática intradiálisis es una complicación común en los pacientes en hemodiálisis. Alrededor de un 30% de las sesiones presentan este tipo de complicación<sup>1</sup> y puede llegar al 50% en cierto tipo de pacientes y de tratamientos<sup>2-4</sup>.

La fisiopatología de estos eventos mórbidos es compleja y multifactorial. No obstante parece que la hipovolemia ejerce un papel fundamental en su génesis<sup>5-7</sup>.

En los últimos años se ha propuesto la utilización de perfiles de conductividad en el dializado (CD) para prevenir estas complicaciones. Estos perfiles descendentes de conductividad en el dializado y de UF han disminuido el número de hipotensiones. No obstante, la presencia de una mayor concentración de sodio puede originar un balance positivo de este catión y favorecer los episodios de sed y el desarrollo de hipertensión arterial<sup>8-10</sup>.

La reciente introducción de sistemas de «biofeedback» capaces de determinar la conductividad plasmática (CP), reflejo de la concentración de sodio plasmático, permite regular adecuadamente el «pool» total de sodio y agua corporal mediante el ajuste del peso seco y la concentración de sodio plasmático<sup>11-14</sup>.

El objetivo de este estudio fue comparar la tolerancia, así como la evolución de la CP y la transferencia de masa iónica, al pasar de un tipo de sesión con alto contenido en Na (perfiles de C1) y UF) a otro tipo de sesión que emplea un sistema de «biofeedback» (Diacontrol<sup>TM</sup>) y repetir el proceso inverso.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron 10 pacientes (8 V/2M) con una edad media de  $69,1 \pm 11,23$  años (rango 50-81), en programa de hemodiálisis 3 veces por semana y con un tiempo de permanencia en hemodiálisis de 34,4 meses (rango: 6-161). El peso seco era de  $65,18 \pm 9,04$  k. La duración de la sesión fue de  $255 \pm 33,6$  min. (rango: 180-300). Todos los pacientes habían estado en hemodiálisis con perfiles logarítmicos descendentes de conductividad (CD al inicio de la sesión 15,7 mS/cm, a la mitad 14,4 mS/cm y 13,8 mS/cm al final) y UF (1,7 <1/h al inicio y 0,1 1/h al final), al menos 6 meses antes de comenzar el estudio.

El estudio se realizó durante cuatro semanas. En la primera semana se mantuvieron los perfiles descendentes de conductividad en dializado y UF (PF1). La segunda (DC1) y tercera semana (DC2) se realizaron con el sistema Diacontrol<sup>TM</sup>, fijando la CP final en 14 mS/cm. De nuevo en la cuarta semana se aplicaron los mismos perfiles que en la primera semana (PF2). El diseño del protocolo fue del tipo ABBA.

Todas las sesiones se realizaron con el mismo monitor (Integra<sup>TM</sup> Hospal SA) que disponía de los siguientes módulos:

- Hemoscan<sup>TM</sup>: mide los valores de Hb y posteriormente estima el porcentaje de cambio en el volumen plasmático (% AVP).

- Diascan<sup>TM</sup>: mide de manera automática y repetida los valores de CP y la dialisancia iónica.

- Diacontrol<sup>TM</sup>: elabora un perfil automático de CD con objeto de lograr un valor de CP final programado, independiente de la CP de inicio.

La seguridad de estos módulos ha sido validada en múltiples estudios tanto técnicos como clínicos<sup>11, 15-18</sup>.

Se determinaron cada 30 min los siguientes parámetros: TAS, TAM, TAD, frecuencia cardíaca (FC), % $\Delta$ Vp, UF, CD, CP y la transferencia de masa iónica (TMI). Asimismo se recogieron los valores de peso Pre-FID, Pos-HD, pérdida de peso, Ganancia de peso y los episodios de hipotensión ocurridos durante la sesión. La hipotensión se definió como un descenso de > 30 mmHg en la TAS o cifras: 590 mmHg acompañado de síntomas que requirieron la colocación del paciente en posición de Trendelenburg o la infusión de líquidos intravenosos.

Todos los datos fueron recogidos con el sistema de tarjetas electrónicas (Dialpass) y el programa Passmaster (Hospal SA). No se realizaron determinaciones analíticas.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los valores se expresan como media  $\pm$  DS. La comparación de los cambios intradiálisis en las variables cuantitativas se realizó mediante la *t*-student para datos pareados. Para analizar los cambios en las variables entre los distintos tipos de tratamiento se utilizó el análisis de la varianza para un factor con comparación múltiple de Newman-Keuls. Posteriormente se realizó el análisis de la varianza para dos factores con objeto de analizar las diferencias entre variables para los factores «tipo de tratamiento» y «día de la semana». La diferencia entre las variables cualitativas se determinaron mediante el test de la Chi-cuadrado. La relación entre variables numéricas se determinó por análisis de correlación de Pearson. El nivel de significación estadística se fijó en una probabilidad de error menor a 0,05 ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

### Tensión Arterial y episodios de hipotensión sintomática

La TAS, TAM, TAD y FC pre y Post-HD fueron similares en los 4 períodos, con descensos significativos de la TAS, TAM y TAD post-sesión (tabla I).

El porcentaje de sesiones con al menos un episodio de hipotensión fue del 33,3% en PF1, 20% en DC1, 23,3% en DC2 y 26,6% en PF2 (ns)

**Cambios en el VP y UF durante el tratamiento**

El descenso del VP post-HD fue de  $-4,04 \pm 3,26\%$  en PF1,  $-6,53 \pm 3,31\%$  en DC1,  $6,67 \pm 3,12\%$  en

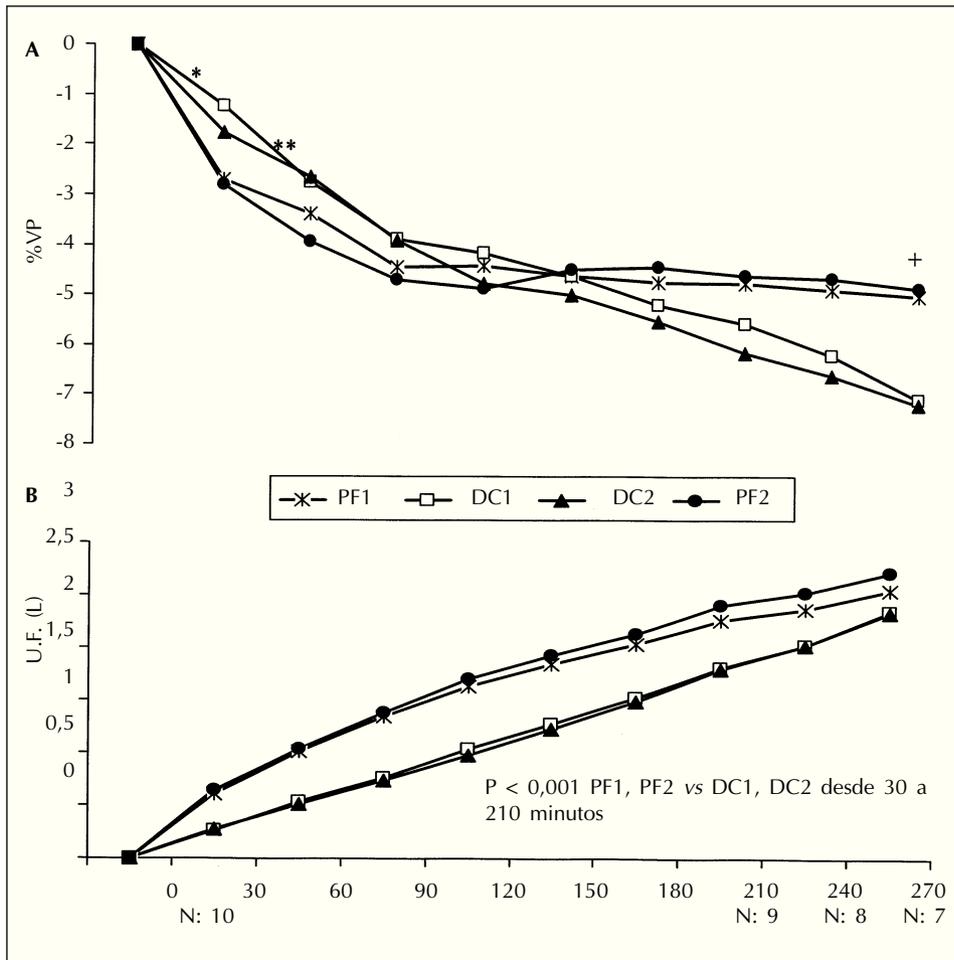
DC2 y  $-4,36 \pm 2,7\%$  en PF2 ( $p < 0,001$  PF1 y PF2 vs. DC1 y DC2). En la figura 1a se puede apreciar la evolución del descenso del  $\% \Delta VP$  durante la sesión. En la primera hora el descenso fue significativamente superior en los períodos con PF vs DC. A los 270' el descenso es mayor en el período DC1.

El volumen de UF fue de  $2,28 \pm 0,82$  L en PF1,  $2,15 \pm 0,92$  L en DC1,  $2,12 \pm 0,94$  L en DC2 y  $2,44$

**Tabla I.** Tensión arterial (mmHg) pre y post-HD en los cuatro períodos

	PF1	DC1	DC2	PF2	P
TAS Pre-HD	141,86 ± 19,45*	141,86 ± 22,42*	137,46 ± 20,29*	144,06 ± 24,25*	ns
TAM Pre-HD	101,35 ± 12,9*	100,4 ± 16,52*	98,44 ± 13,56*	102,26 ± 16,02*	ns
TAD Pre-HD	81,1 ± 11,6*	79,6 ± 15,16**	78,93 ± 12,64*	81,36 ± 14,44**	ns
TAS Post-HD	128,66 ± 18,54	122,86 ± 14,49	125,9 ± 19,63	131,33 ± 20,77	ns
TAM Post-HD	91,51 ± 11,43	90,84 ± 10,58	89,18 ± 12,14	93,64 ± 13,33	ns
TAD Post-HD	72,93 ± 11,62	74,83 ± 11,33	70,83 ± 11,45	74,8 ± 12,06	ns

\*p < 0,01 vs Post-HD.  
\*\*p < 0,05 vs Post-HD.



*Fig. 1.—A) Evolución del  $\% \Delta VP$  y B) la UF (L) durante las sesiones de hemodiálisis con perfiles (PF1, PF2) y con el módulo automático Diacontrol™ (DC1, DC2). \*p < 0,001 PF1, PF2 vs DC1, DC2. \*\*p < 0,05 PF2 vs DC1, DC2. +p < 0,05 PF1 vs DC1.*

± 1,06 L en PF2 (ns). En la figura 1b se muestra la evolución de la UF acumulada a lo largo de la sesión en los 4 períodos, esta fue significativamente superior en las sesiones realizadas en los períodos PF vs DC, desde lo 30, a los 210'.

**Cambios en el peso corporal durante la hemodiálisis**

No se apreciaron diferencias significativas en los pesos Pre, Pos-HD, ganancia de peso ni pérdida de

peso entre los 4 períodos de tratamiento (tabla II). En la figura 2a se aprecia la evolución de los pesos pre y post-HD a lo largo de los días de la semana y los 4 períodos de tratamiento sin que se observen diferencias significativas. Si que se objetivaron diferencias significativas en la ganancia de peso ( $p < 0,01$ ) y la UF ( $p < 0,05$ ) entre los días de la semana, pero no entre los períodos de tratamiento. Tampoco se objetiva ningún efecto de interacción entre los días ni los períodos (figura 2b).

**Tabla II.** Cambios en el peso corporal (kg) durante los tratamientos

	PF1	DC1	DC2	PF2	P
Peso Pre-HD	64,85 ± 9,45	64,68 ± 9,57	64,69 ± 9,49	65,06 ± 9,72	ns
Peso Post-HD	63,11 ± 9,2	62,93 ± 9,3	62,7 ± 9,17	63,01 ± 9,28	ns
Ganancia Peso	1,74 ± 0,71	1,69 ± 0,9	1,7 ± 0,94	1,92 ± 1	ns
Pérdida Peso	1,73 ± 0,69	1,75 ± 0,8	1,72 ± 1	2,01 ± 1,02	ns

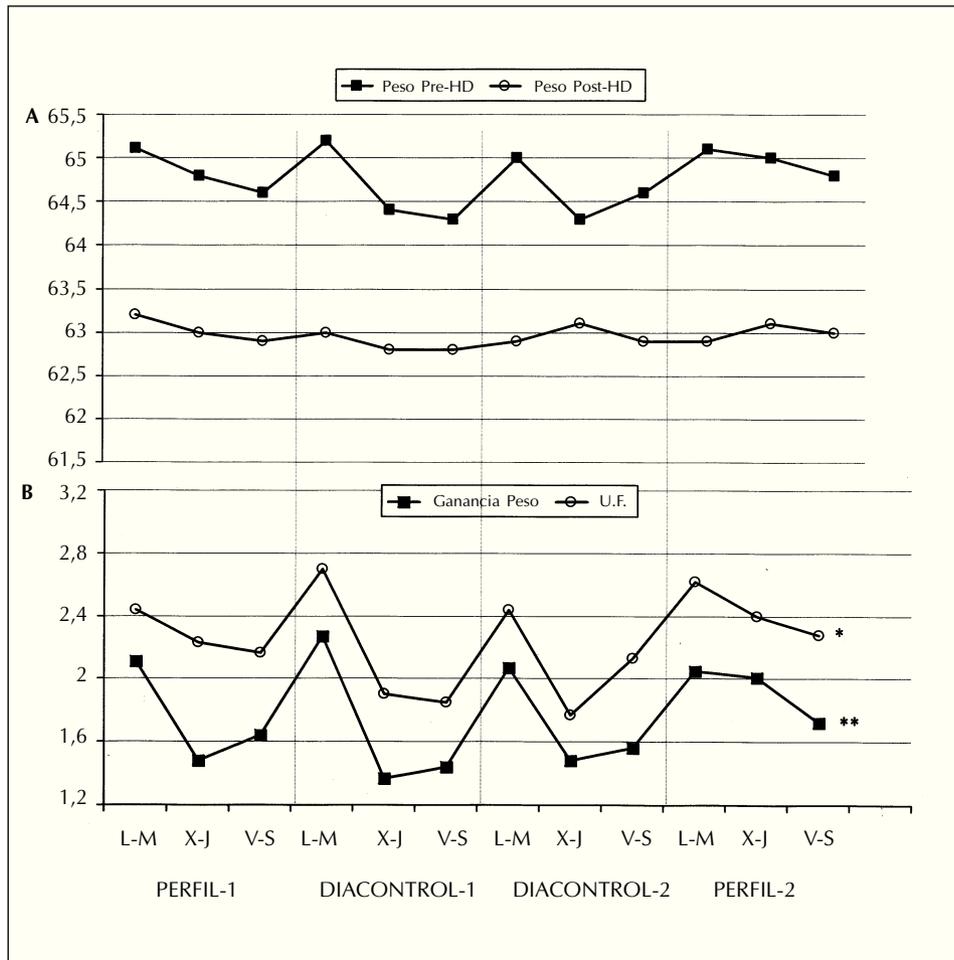


Fig. 2.—A. Evolución del peso pre y post-HD y B de la ganancia de peso (kg) y UF (L) durante las sesiones semanales y los cuatro períodos de tratamiento. \* $p < 0,01$ , \*\* $p < 0,05$  para el día de la semana.

**Conductividades y transferencia de masa iónica**

En la tabla III se muestran los valores de las conductividades del dializado y plasmáticas pre-HD, en la mitad de la sesión y post-HD. La CD pre-HD y en la mitad de la sesión fueron superiores en PF1 y

PF2 vs. DC1 y DC2 ( $p < 0,001$ ). Por el contrario la CI post-HD fue mayor en DC1 y DC2 vs PF1 y PF2 ( $p < 0,001$ ). La CD medias a lo largo de la sesión fueron superiores en los períodos con PF ( $p < 0,001$ ). En la figura 3a se aprecia la evolución de la CI a lo largo de la sesión en los 4 períodos.

**Tabla III.** Conductividades del dializado (CD) y plasma (CP) (mS/cm) durante las sesiones

	PF1	DC1	DC2	PF2	P
CD Pre-HD	15,55 ± 0,07	14,04 ± 0,08	14,02 ± 0,07	15,55 ± 0,06	< 0,001
CD Inter-HD	14,33 ± 0,07	14,23 ± 0,17	14,23 ± 0,19	14,35 ± 0,07	< 0,001
CD Post-HD	13,8 ± 0,02	14,03 ± 0,2	13,99 ± 0,24	13,81 ± 0,04	< 0,001
CD Media	14,39 ± 0,02	14 ± 0,08	13,99 ± 0,06	14,39 ± 0,02	< 0,001
CP 30'	14,43 ± 0,16	14,18 ± 0,19	14,14 ± 0,18	14,4 ± 0,16	< 0,001
CP Inter-HD	14,43 ± 0,13	14,1 ± 0,09	14,09 ± 0,08	14,41 ± 0,12	< 0,001
CP Post-HD	14,17 ± 0,11	14,01 ± 0,09	14 ± 0,05	14,19 ± 0,11	< 0,001

$p < 0,001$ : DC1, DC2 vs PF1, PF2.

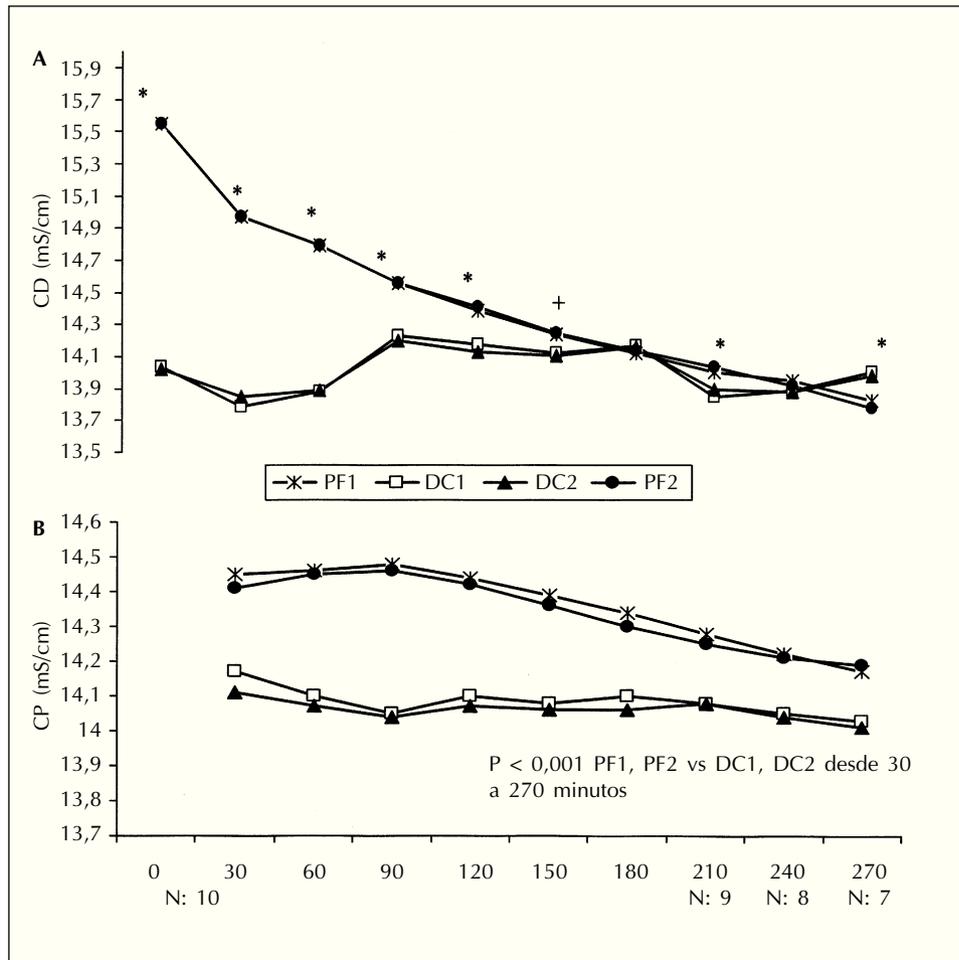


Fig. 3.—A) Conductividad del dializado y B) Conductividad plasmática durante la sesión de hemodiálisis en los períodos con perfiles (PF1, PF2) y con el módulo automático Diacontrol™ (DC1, DC2). \* $p < 0,001$  PF1, PF2 vs DC1, DC2. + $p < 0,05$  PF1 vs DC1.

La CP medida al finalizar la sesión fue de  $14,01 \pm 0,09$  (Intervalo de confianza al 95%: 13,98-14,05) en el período DC1 y  $14,00 \pm 0,05$  (intervalo de confianza al 95% 13,98-14,02) en DC2. La diferencia media entre la CP final conseguida y programada fue de  $0,01 \pm 0,07$  mS/cm (intervalo de confianza al 95% -0,03-0,008). La CP fue significativamente superior tanto a los 30', mitad de sesión, post-HD, así como a lo largo de toda la sesión, en los períodos PF1 y PF2 vs DC1 y DC2 (fig. 3b). En las sesiones con Diacontrol se apreció una correlación inversa entre los valores de CD media y los de la CP a los 30' (r: -0,42,  $p < 0,05$  en DC1 y r: -0,65,  $p < 0,001$  en DC2), pero no con los valores de la CP postdiálisis (r: 0,28 en DC1 y r: 0,06 en DC2). Al analizar la CP a los 30' de la diálisis y post-dialisis en los diferentes días de la semana y períodos de tratamiento, solamente se apreciaron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los períodos de tratamiento (fig. 4a).

La TMI fue de  $420,73 \pm 126,9$  mEq en PF1,  $311,96 \pm 161,75$  en DC1,  $278,34 \pm 153,14$  en DC2 y  $417,66$

$\pm 152,17$  en PF2. Tanto los días de la semana ( $p < 0,05$ ), como los períodos de tratamiento ( $p < 0,001$ ) influyen en la TMI, sin que exista ningún efecto de interacción entre ambos (fig. 4b).

## DISCUSIÓN

La hipotensión intradiálisis es una de las complicaciones más frecuentes durante la sesión. La causa fundamental de esta complicación es el descenso del volumen plasmático como consecuencia del desbalance entre la tasa de UF y la tasa de rellenado vascular.

La utilización de líquidos con bicarbonato y monitores con UF controlada mejoraron la tolerancia, aunque su frecuencia todavía alcanza el 30% de las sesiones<sup>1-7</sup>.

En los últimos años, con la utilización de monitores de hemodiálisis que permiten la programación de perfiles de conductividad y UF, se ha conseguido

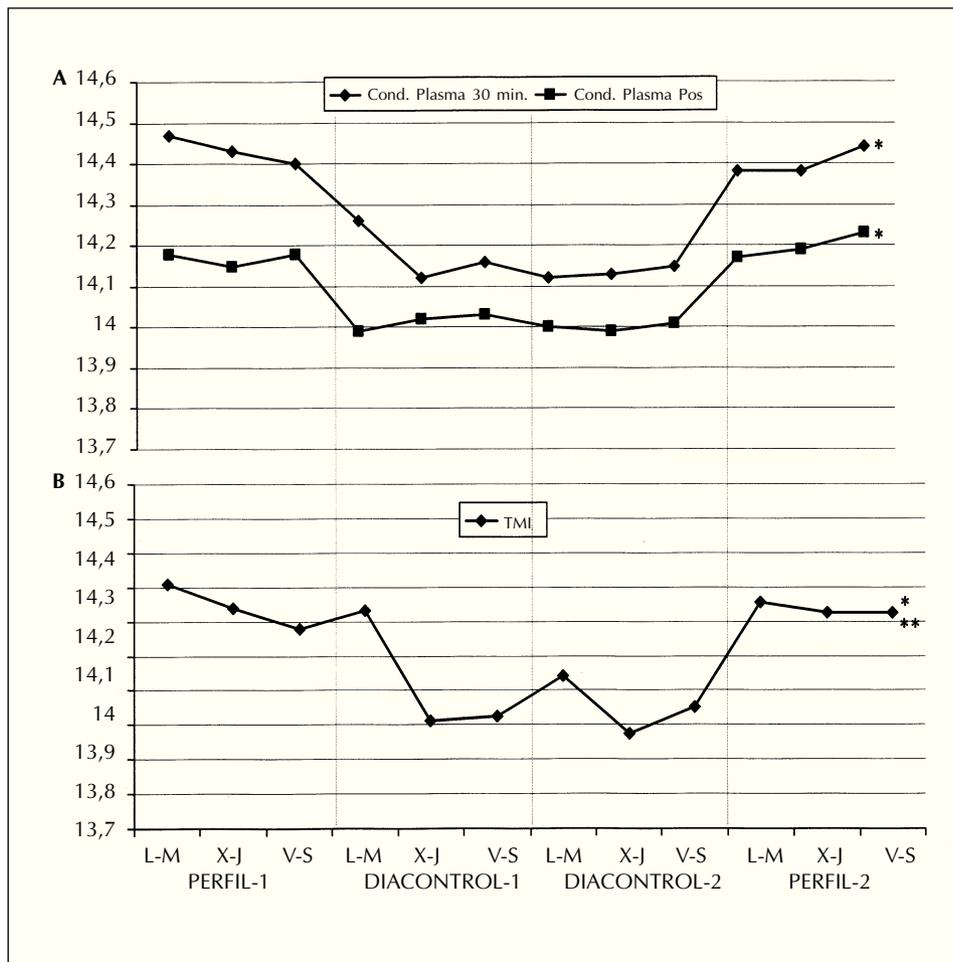


Fig. 4.—A) Evolución de la conductividad plasmática a los 30' intrasesión y post-HD (mS/cm) y B) la transferencia de masa iónica (mEq) durante los días de la semana en los cuatro períodos de tratamiento. \* $p < 0,001$  para el período de tratamiento \*\* $p < 0,05$  para el día de la semana.

do la coincidencia en el tiempo de altas tasa de UF junto a elevadas concentraciones de Na en el líquido de diálisis. Este tipo de sesiones ha mostrado una mayor estabilidad en las cifras de TA y en descenso del VP. No obstante también se ha descrito una mayor sensación de sed, así como un incremento en las cifras de Na sérico.

Los líquidos de diálisis con altos contenidos de Na, establecen gradientes de concentración que favorecen la difusión de Na desde el líquido de diálisis a la sangre y parte de este Na puede pasar al espacio intracelular. El consiguiente incremento en el contenido corporal de Na puede favorecer el desarrollo o agravamiento de la HTA<sup>19</sup>.

En nuestro estudio hemos analizado varias herramientas integradas en la misma máquina de hemodiálisis, que monitorizan las siguientes funciones: A. La estabilidad hemodinámica mediante la medida de la TA y la variación del VP (Hemoscan™). B. La medida de la dialisancia iónica, CP y TMI (Diascan™). C. La programación de un valor de CP al finalizar la sesión, independiente de la CP al inicio de la misma (Diacontrol™).

El diseño elegido de cuatro semanas con una secuencia ABBA, pretende valorar la estabilidad vascular y las transferencias de Na, al pasar de un tipo de sesión con alto contenido de Na en el líquido de diálisis, a otro tipo de sesión en la cual, mediante la programación de unos valores de CP y de peso final se logra mantener un «pool» de agua y de Na estables y se evitaría la sobrecarga de ambos. Posteriormente se repetiría la secuencia de manera inversa. Esta secuencia permite captar los cambios agudos como consecuencia del cambio. No obstante se precisaría períodos más prolongados para lograr el equilibrio.

Los períodos con perfiles (PFI y PF2) mostraron un mayor descenso en el VP en la primera hora como consecuencia de las altas tasas de UF, a partir de la primera hora el descenso se estabiliza y finaliza la sesión con descensos de VP inferiores a las sesiones con Diacontrol. El mayor incremento en la CP, reflejo de la mayor transferencia difusiva de Na, puede explicar esta mayor estabilidad en el VP<sup>20</sup>. Pese a ello, no se detectaron diferencias significativas en las cifras de TA ni en el porcentaje de hipotensiones entre los distintos períodos. Algunos estudios han mostrado que los cambios en el VP *per se* no son relevantes en la identificación de los episodios de hipotensión<sup>21,22</sup>. Los estudios de validación clínica a medio plazo (3-4 meses) han puesto de manifiesto la mejor tolerancia y mayor estabilidad hemodinámica al utilizar el sistema de Diacontrol, no obstante en estos estudios se compara este tipo de sesiones con otras que mantienen una CD constante<sup>23-25</sup>.

No hemos apreciado diferencias significativas en la ganancia de peso ni en la UF, aunque al retomar al período con perfiles (PF2) tras el Diacontrol, ambos parámetros se incrementan. Tal vez una mayor prolongación del período con Diacontrol y por tanto una menor transferencia de Na, hubiera puesto de manifiesto un incremento significativo en la ganancia de peso al retomar a un tipo de sesión con incrementos en la CD<sup>9</sup>.

La medida de la CD muestra el típico perfil descendente en este tipo de sesiones<sup>3</sup>. Por el contrario en ambos períodos con Diacontrol el módulo elabora un perfil muy similar. Se aprecia un descenso significativo en la CD en la primera y la cuarta hora de la sesión, y un incremento en la segunda y tercera hora. Un descenso similar de la CD en la primera hora se ha descrito en uno de los primeros estudios de validación clínica de este sistema<sup>26</sup>. Este perfil de CD permite lograr con gran precisión el valor de CP programado, que se fijó en 14 mSm/cm. Por tanto los valores de CD media en las sesiones con Diacontrol se correlacionan inversamente con los valores de la CP a los 30' de la sesión, a diferencia de las sesiones con CD fija (14 mSm/cm) en las que la CD media se correlaciona directamente con la CP postdiálisis. Al igual que en los estudios clínicos preliminares, también en nuestros pacientes la conductividad plasmática programada se logró con gran precisión<sup>13,14</sup>.

La HD con este sistema de «biofeedback» consigue de manera efectiva la CP final programada, de forma que la cantidad de agua y sal acumulada durante el período interdiálisis puede ser removida de manera eficaz durante la sesión<sup>14</sup>. Así al observar la evolución de las CP a los 30', post y de la TMI (figs. 4 a y b a lo largo de las 4 semanas, se puede apreciar el descenso en estos parámetros al pasar del período PF1 a DC1; se mantiene estable durante el período DC2 y vuelve a incrementarse al pasar a un régimen de alta CD en PF2. Esto demuestra que la transferencia de sodio es adecuadamente regulado al utilizar el módulo Diacontrol manteniendo una adecuada estabilidad intradiálisis.

El sistema Diacontrol permite también el cálculo exacto de la ingesta de Na en el período interdiálisis. Efectivamente, al conseguir de manera eficaz fijar unos valores de CP final, junto a un peso seco estable en dos sesiones de diálisis consecutivas, la TMI en la última de ellas ha de corresponder exactamente a la ingesta de Na acumulada por el paciente, siempre que la administración de suero salino sea similar en ambas sesiones. La monitorización de la TMI en aquellas sesiones que no empleen el sistema Diacontrol no será el reflejo exacto de la ingesta de Na interdiálisis, ya que la CP final se verá

influida de manera directa por la CD media mantenida durante la sesión.

Podemos concluir que el sistema «biofeedback» Diacontrol permite al médico programar un valor estable de conductividad plasmática al final de la sesión de hemodiálisis, en lugar de programar los valores de conductividad en el líquido de diálisis. Por tanto, permite mantener una CP plasmática y una transferencia de Na inferior a aquellas logradas en las sesiones con perfiles descendentes de conductividad en el líquido de diálisis, manteniendo una estabilidad hemodinámica similar.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Daugirdas M Preventing and managing hypotension. *Semin Dial* 7: 276-283, 1994.
2. Leunissen KML, Kooman AJ, van Kuijk W, Van der Sande F, Luik AJ, Van Hooff JP: Preventing haemodialysis instability in patients at risk for intra-dialytic hypotension. *Nephrol Dial Transplant* 11 (Supl. 2): 11-15, 1996.
3. Hernández-Jaras, J, García H, Maduell F, Cerrillo V, Carreras RM: Efecto, de los perfiles logarítmicos descendentes de conductividad y ultrafiltración sobre la estabilidad vascular durante, la hemodiálisis. *Nefrología* XIX: 147-153, 1999.
4. Hampl H, Berweck S, Ludat K, Fisher HC, Hertel J: How can hemodialysis associated hypotension and dialysis-induced symptoms be explained and controled particularly in diabetic and arteriosclerotic patients? *Clin Nephrol* 53 (Supl. I): S-69S-79, 2000.
5. Daugirdas M Dialysis hypotension: a hemodynamic analysis. *Kidney Int* 39: 233-246, 1991.
6. Jaeger JQ, Metha RL: Dry weight and body composition in hemodialysis: a proposal for an index of fluid removal. *Semin Dial* 12: 164-174, 1999.
7. Iimura O, Tabei K, Nagashima H, Asano Y: A study on regulating factors of plasma refilling during hemodialysis. *Nephron* 74: 19-25, 1996.
8. Sang GLS, Kovithavongs C, Ulan R, Kjellstrand CM: Sodium ramping in hemodialysis: a study of beneficial and adverse effects. *Am J Kidney Dis* 29: 669-677, 1997.
9. Mann H, Stiller S: Sodium modeling. *Kidney Int* 58 (Supl. 76): S-79-S-88, 2000.
10. Oliver MJ, Edwards LLU, Churchill DN: Impact of sodium and ultrafiltration profiling on hemodialysis-related symptoms. *J Am Soc Nephrol* 12: 151-156, 2001.
11. Petittlerc Th, Béné B, Jacobs C, Jaudon MC, Goux N: Non-invasive monitoring of effective dialysis dose delivered to the haemodialysis patient. *Nephrol Dial Transplant* 10: 121-216, 1995.
12. Di Filippo S, Manzoni C, Andrulli S, Pontoriero G, Dell'Oro C, La Milia V, Bacchini G, Crepaldi M, Bigi MC, Locatelli F: How to determine ionic dialysance for the online assessment of delivered dialysis dose. *Kidney Int* 59: 774-782, 2001.
13. Petittlerc T, Goux N, Hamani A, Béné B, Jacobs C: Biofeedback technique through the variations of the dialysate sodium concentration. *Nefrología* XVII (Supl. 1): 50-55, 1997.
14. Bosseto A, Béné B, Petittlerc Th: Sodium management in dialysis by conductivity. *Adv Ren Replace Ther* 6: 243-254, 1999.
15. Santoro A, Mancini E, Paolini F, Zuchelli P: Blood volume monitoring and control. *Nephrol Dial Transplant* 11 (Supl. 2): 42-47, 1996.
16. 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.
17. Petittlerc Th, Trombert JC, Coevoet B, Jacobs C: Electrolyte modelling Sodium. Is dialysate sodium profiling actually usefútil? *Nephrol Dial Transplant* 11 (Supl. 2): S35-S-38, 1996.
18. Di Giulio S, Meschini L, Friggi A, Stortoni F, Cherubini C, Paolis P, Rosa M: Sodium transport with different dialysis ultrafiltration schedules using a biofeedback module (BFB). *Nephrol Dial Transplant* 13 (Supl. 6) S-39-S-42, 1998.
19. Stiller S, Bonnie-Schorn E, Grassmann A, Uhlenbusch-Körwer I, Mann H: A critical review of sodium profiling for hemodialysis. *Semin Dial* 14: 337-347, 2001.
20. Movilli E, Camerini C, Viola FB, Bossini N, Strada A, Maiorca R: Blood volume changes during three different profiles of dialysate sodium variation with similar intradialytic sodium balances in chronic hemodialyzed patients. *Am J Kidney Dis* 30: 58-63, 1997.
21. Mancini E, Santoro A, Plantanida M, Atti M, Polacchini M: On behalf of the Italian Multicenter Study on VBT. Analysis of the blood volume (BV) intradialytic trend in patients with dialysis hypotension (DH): Multicenter Study. *Nephrol Dial Transplant* 14: A187, 1999.
22. Basile C, Giorano R, Vernaglione L, Montanaro A, De Maio P, De Pdova F, Marangi AL, Di Marco L, Santese D, Semeraro A, Ligorio VA: Efficacy and safety of hemodialysis treatment with the Hemocontrol™ biofeedback system: a prospective medium-term study. *Nephrol Dial Transplant* 16: 328-334, 2001.
23. Sanz-Moreno C, Sánchez-Sobrino B, Botella J. The Diascan: a biofeedback module with automatical variation of dialysate conductivity to obtain the best clinical tolerance and target plasma conductivity. *Nephrol Dial Transplant* 10: 1023, 1995 (abstract).
24. Di Giulio S, Meschini L, De Paolis P, Cherubini C, Friggi A, Rosa M, Stortoni: Impeoved cardiovascular stability with biofeedback module for automatic prescription of electrolyte transport during hemodialysis. *Blood Purif* 12: 174-175, 1994 (abstract).
25. Splendiani G, Costanzi S, Passalacqua S, Fulignati P, Sturmiolo A. Sodium and fluid modulation in dialysis: new approach. *Nephron* 89: 377-380, 2001.
26. Petittlerc Th. Recent developments in conductivity monitoring of haemodialysis session. *Nephrol Dial Transplant* 14: 2607-2613, 1999.