

# Hemodiálisis con dializador de polisulfona de gran permeabilidad

N. R. Robles, S. Galván, J. F. Espárrago y E. Sánchez Casado

Sección de Nefrología. Hospital Infanta Cristina. Badajoz.

## RESUMEN

Se ha seguido clínica y analíticamente durante un año a un grupo de 10 enfermos tratados con dializador de polisulfona de gran permeabilidad a flujos de sangre normales (media, 312 ml/min). La pauta de diálisis se estableció usando el  $Kt/V = 1$  (entre 0,8 y 1,2) como objetivo independientemente de los valores de TAC o PCR.

Al final del estudio se apreció un empeoramiento del control de la TA, con baja incidencia de complicaciones intradiálisis (hipotensión, 7,2%; cefaleas, 7,6%; calambres, 6,5%; vómitos, 4,9%). No se apreciaron cambios clínicos o analíticos de importancia, salvo una ligera elevación de la glucemia ( $96,1 \pm 24,3$  frente a  $111,9 \pm 18,0$  mg/dl,  $p < 0,01$ ) y un descenso significativo de la  $\beta_2$ -microglobulina ( $40,8 \pm 12,1$  frente a  $21,5 \pm 8,1$  mg/l,  $p < 0,01$ ). Se obtuvo una reducción significativa del tiempo de diálisis ( $234,1 \pm 12,6$  frente a  $196,5 \pm 19,3$  minutos,  $p < 0,001$ ). Tampoco hubo variaciones del PCR ( $0,96 \pm 0,06$  frente a  $0,96 \pm 0,30$  g/kg/día). No se encontró ninguna correlación entre  $Kt/V$  y PCR a lo largo del estudio.

Se concluye que la hemodiálisis a corto plazo con este tipo de dializadores permite una reducción del tiempo de diálisis manteniendo una diálisis adecuada, según demuestran los resultados clínicos y analíticos. El  $Kt/V$  parece un parámetro adecuado de control de diálisis.

Palabras clave: **Hemodiálisis. Membranas artificiales. Modelo cinético de la urea.**

## HEMODIALYSIS WITH HIGH PERMEABILITY POLYSULFONE DIALYZERS

### SUMMARY

We report the clinical and analytical results of the follow-up of a group of 17 patients treated with a high-permeability polysulfone dialyzer without increasing blood flow (average  $Q_b$ , 321 ml/min). The  $Kt/V$  target for the treatment was 1 (from 0.8 to 1.2), regardless of TAC and PCR values.

When the study concluded an impairment of blood pressure control was detected, with low incidence of acute intradialytic complications (hypotension 7.2%; headache 7.6%; cramps 6.5%; emesis 4.9%). There were no clinical or analytical changes in spite of a significant increase of glycemia ( $96.1 \pm 24.3$  vs.  $111.9 \pm 18.0$  mg/dl,  $p < 0.01$ ) and a significant decrease of plasma  $\beta_2$ -microglobulin levels ( $40.8 \pm 12.1$  vs.  $21.5 \pm 8.1$  mg/l,  $p < 0.01$ ). No significant changes on  $Kt/V$  ( $0.98 \pm 0.11$  vs.  $0.96 \pm 0.06$ , N.S.) or  $TAC_{urea}$

Recibido: 14-IV-92.  
En versión definitiva: 14-IX-92.  
Aceptado: 8-X-92.

Correspondencia: Dr. N. R. Robles Pérez.  
Apdo. 20054.  
06080 Badajoz.

(52.9 ± 12.8 vs. 49.1 ± 10.2 mg/dl) were produced, although a significant reduction of the dialysis time was achieved (234.1 ± 12.6 vs. 196.5 ± 19.3 min.,  $p < 0.001$ ). There were no significant differences on PCR (0.96 ± 0.06 vs. 0.96 ± 0.30 g/kg/día). We could not find any correlation between Kt/V and PCR.

It is concluded that hemodialysis with this dialyzer achieves a decrease of the dialysis time without impairment of dialysis adequacy. The Kt/V seems to be a good parameter for assessing the adequacy dialysis, when this technique is used.

Key words: **Hemodialysis. Polysulfone. High-permeability dialyzer.**

## Introducción

La polisulfona (PSF) es una membrana semipermeable capaz de conseguir una mayor eliminación de moléculas de pequeño y gran tamaño que la membrana clásica de cuprofán<sup>1,4</sup> y que además induce escasa estimulación del sistema inmunitario durante la hemodiálisis<sup>5,6</sup>, a diferencia de las membranas celulósicas.

Como consecuencia de estas virtudes, los dializadores de PSF de gran superficie han permitido el acortar el tiempo de diálisis, aumentando incluso la calidad de ésta en cuanto a biocompatibilidad. No obstante, la experiencia clínica con este tipo de membranas sigue siendo limitada y, en especial, aún permanecen interrogantes sobre la aplicabilidad de los actuales parámetros de diálisis adecuada (en especial los derivados del modelo cinético de la urea) a esta membrana.

Queremos aportar nuestra experiencia con este tipo de membranas obteniendo reducciones significativas del tiempo de diálisis sin utilizar flujos de sangre elevados y escogiendo el tiempo de diálisis en base al Kt/V.

## Material y métodos

Entre octubre de 1989 y julio de 1990 iniciaron hemodiálisis crónica con membrana de PSF 17 enfermos; de ellos, 13 permanecen actualmente con dicha técnica y 10 pacientes han sobrepasado el año de tratamiento continuado. El tiempo medio de seguimiento de los enfermos que han completado doce meses fue de 14,7 ± 2,3 meses. Cuatro interrumpieron el tratamiento por causas variadas (trasplante, hipersensibilidad al óxido de etileno, problemas de acceso vascular, fallecimiento). Los 10 enfermos que han completado el estudio tienen una edad media de 45,70 ± 15,43 años (oscilando entre veintiuno y setenta años), con un período de tratamiento con hemodiálisis entre seis y ciento ochenta y cuatro meses (media, 44,90 ± 54,68 meses).

Nueve de los enfermos realizaban hemodiálisis con cuprofán (1,3 m<sup>2</sup>, Discap 140<sup>®</sup>, Hospal, Basilea) y uno era dializado con poliacrilonitrilo (1,2 m<sup>2</sup>, Filtral 12<sup>®</sup>, Hospal, Basilea). Los enfermos eran dializados durante una media de 234,0 ± 12,65 minutos por sesión tres veces a la semana (oscilando entre doscientos diez y doscientos cuarenta mi-

nutos por cada sesión). Solamente un enfermo presentaba diuresis residual en pequeña cantidad (habitualmente menos de 150 ml/día). Los valores de los parámetros de diálisis adecuada han sido recogidos en la tabla I.

Seis enfermos eran dializados con acetato y los restantes (n = 4) con bicarbonato en el líquido de diálisis. Como dializador se utilizó un filtro capilar de PSF (Hemoflow HF-80<sup>®</sup> suministrado por Fresenius AG). El flujo del baño de diálisis fue de 500 ml/min. La composición del baño está representada en la tabla III.

Para el cálculo del tiempo de diálisis se ha utilizado el programa de ordenador «cinético» creado por Luño y Del Castillo<sup>7</sup> y proporcionado por Climedica. Este programa utiliza diversas fórmulas simplificadas para el cálculo de estos parámetros:

PCR (índice de catabolismo proteico):  $9,35 \times V (BUN_1 - BUN_2) / T_{id}$

TAC (concentración media de urea):  $1/2 (BUN_1 + BUN_2)$

$Kt/V = 1n (BUN_1/BUN_2)$

Siendo: K, aclaramiento del dializador; t, tiempo de diálisis;  $t_{id}$ , tiempo interdiálisis;  $BUN_1$ ,  $BUN$  prediálisis;  $BUN_2$ ,  $BUN$  posdiálisis; V, volumen corporal de distribución de la urea (asumiendo éste como 0,58 × peso del individuo).

Para este estudio se consideraron como Kt/V deseable aproximadamente 1 (entre 0,9 y 1,1), con un TAC deseable inferior a 50. Asimismo se consideraron valores aconsejables de PCR entre 0,8 y 1,2 g/kg/día. Los controles de estos parámetros fueron realizados inicialmente de forma quincenal durante tres meses y posteriormente bimestral. El efecto rebote de la urea fue estudiado semestralmente.

**Tabla I.** Parámetros de diálisis

	Dializador previo	Polisulfona
Tiempo real .....	234,1 ± 12,6	196,5 ± 19,3@
Tiempo para Kt/V = 1 .....	243,6 ± 26,4	202,7 ± 16,7@
Tiempo para TAC = 50 .....	230,3 ± 54,8	189,9 ± 55,0§
Kt/V .....	0,98 ± 0,11	0,96 ± 0,06
TAC (mg/dl) .....	52,9 ± 12,8	49,1 ± 10,2
PCR (g/kg/día) .....	0,96 ± 0,30	0,96 ± 0,30

Tiempos expresados en minutos. @:  $p < 0,001$  respecto a cuprofán. §:  $p < 0,05$  respecto a cuprofán.

**Tabla II.** Bioquímica y hematología

	Inicial	Final
Urea (mg/dl) .....	181,2 ± 33,4	186,0 ± 29,1
Creatinina (mg/dl) .....	12,6 ± 2,2	12,1 ± 2,3
Glucemia (mg/dl) .....	96,1 ± 24,3	111,9 ± 18,0@
Colesterol (mg/dl) .....	172,9 ± 37,8	171,4 ± 32,3
Triglicéridos (mg/dl) .....	161,2 ± 69,5	151,2 ± 140,1
Acido úrico (mg/dl) .....	7,5 ± 1,7	7,3 ± 1,0
Proteínas totales (g/dl) .....	6,8 ± 0,6	6,9 ± 0,5
Albumina (g/dl) .....	4,2 ± 0,4	4,2 ± 0,6
Na (mmol/l) .....	138,5 ± 4,9	139,6 ± 3,6
K (mmol/l) .....	5,5 ± 0,6	5,5 ± 0,5
Calcio (mg/dl) .....	9,9 ± 1,3	9,3 ± 0,7
Fósforo (mg/dl) .....	5,8 ± 2,4	6,0 ± 2,0
Fosfatasa alcalina (UI/l) .....	220,4 ± 98,3	211,8 ± 141,8
PTH (pg/l) .....	175,8 ± 236,9	230,1 ± 334,9
Hematíes (por 10 <sup>9</sup> /l) .....	3,39 ± 0,77	3,42 ± 0,50
Hematócrito (%) .....	27,74 ± 5,15	29,15 ± 4,38
Hemoglobina (g/dl) .....	9,31 ± 1,93	9,85 ± 1,59
Leucocitos (por 10 <sup>3</sup> /l) .....	6,35 ± 1,10	6,38 ± 1,53
Plaquetas (por 10 <sup>3</sup> /l) .....	191,6 ± 71,8	199,2 ± 66,5

@p &lt; 0,01.

El flujo de sangre fue siempre igual o superior a 300 ml/min (entre 300 y 350 ml/min, con una media de 312,50 ± 23,15). La resistencia venosa media era de 141,75 ± 33,61 mmHg, oscilando entre 106 y 220 mmHg. Para evitar la aparición de fenómenos de retrofiltración se programó siempre una tasa de ultrafiltración horaria igual o superior a 800 ml/h. Cuando la ganancia de peso interdialisis no era suficiente se infundía al enfermo la diferencia necesaria a lo largo de la hemodiálisis con suero salino 0,9 %.

Al comienzo del estudio y cada dos meses se evaluaron los parámetros bioquímicos habituales (tabla II) y hemograma completo. Todas las determinaciones fueron realizadas antes del comienzo de la sesión de hemodiálisis correspondientes a la mitad de la semana (miércoles o jueves).

Se realizaron determinaciones basales (prediálisis) de  $\beta_2$ -microglobulina cada seis meses; de la misma manera se realizaron en dos ocasiones análisis de dicha sustancia

**Tabla III.** Composición del líquido de diálisis

	Acetato	Bicarbonato
Na .....	138,0	139,0
K .....	1,0	1,5
Cl .....	105,25	106,0
Mg .....	1,0	0,5
Ca .....	3,25	1,75
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	0,0	39,0
Acetato .....	38,0	4,0
Glucosa .....	13,8	8,3
Osmolaridad .....	300,0	302,0

Valores expresados como mmol/l, menos la osmolaridad (mOsm/l).

antes y después de realizar la sesión de hemodiálisis. En todos los casos se efectuó la determinación mediante radioinmunoanálisis. La PTH intacta también fue determinada de forma semestral. El índice cardiotorácico fue valorado al principio y final del estudio, realizándose simultáneamente un registro electrocardiográfico.

Se han realizado estudios trimestrales de gasometría arterial, registrándose las variaciones de la concentración de bicarbonato antes y después de la sesión de hemodiálisis con membrana de PSF. En todos los casos se recolectó sangre procedente de la fístula arteriovenosa para el estudio gasométrico.

Se han realizado registros electroneurográficos (ENG) antes de iniciar el tratamiento con PSF, a los tres meses del inicio y cuando se completó el primer año de tratamiento.

Para el estudio estadístico se ha utilizado el programa informático Sigma (suministrado por Horus Informática). Los valores analíticos y el índice cardiotorácico se compararon mediante la prueba de la «t» de Student para datos apareados. Los valores tensionales se compararon mediante la prueba no paramétrica de Friedman.

## Resultados

Solamente un enfermo precisó ingreso, falleciendo por hemorragia subaracnoidea. La tasa de hospitalización es de 0,09 ingresos por enfermo y año. Sólo se han producido en tres ocasiones consultas de urgencia, con una tasa media de consulta de 0,27 ocasiones por enfermo y año.

Se han comparado el tiempo de diálisis real y los tiempos de diálisis teóricos (ajustados para Kt/V igual a 1 y para TAC<sub>urea</sub> igual a 50 mg/dl) con dializador de cuprofan, inmediatamente después de comenzar con PSF y al finalizar el año de tratamiento. Los valores medios y las significaciones se han recogido en la tabla I.

La TA prediálisis de los enfermos no varió a lo largo del estudio (TAS inicial, 149,0 ± 14,5; final, 150,0 ± 18,3; TAD inicial, 85,5 ± 9,6; final, 84,0 ± 9,7 mmHg, NS). Sin embargo, la TA posdiálisis mostraba una elevación casi significativa (TAS inicial, 134,0 ± 20,7; final, 138,5 ± 24,3; TAD inicial, 71,5 ± 8,1; final, 74,5 ± 8,1 mmHg, p < 0,1). Cuatro de los 10 enfermos padecían de hipertensión arterial al comienzo del estudio y seis eran normotensos. Al final del estudio, un enfermo había pasado a ser hipertenso y tres de los hipertensos habían requerido aumento de la medicación.

Ninguno de los pacientes sufrió episodios de pericarditis, insuficiencia coronaria, arritmia o insuficiencia cardíaca a lo largo del periodo de seguimiento. Asimismo, tampoco se hallaron variaciones significativas en el índice cardiotorácico medio: al inicio del estudio éste era de 0,468 ± 0,018; al final del periodo, 0,475 ± 0,019. No se produjeron variaciones significativas en el ECG de los enfermos a lo largo del estudio.

No hubo tampoco variaciones en los parámetros he-

matológicos a lo largo del seguimiento (tabla II). Cuatro enfermos eran tratados con eritropoyetina al comenzar el estudio y ningún enfermo inició el tratamiento después. Los valores de los enfermos tratados con eritropoyetina no mostraron diferencias respecto a los no tratados.

No se ha encontrado ninguna variación de importancia estadística en los parámetros estudiados del metabolismo óseo (PTH, Ca, P, fosfatasa alcalina) (valores en la tabla II). No se han detectado tampoco variaciones relevantes en la cantidad de quelantes del fósforo o calcitriol ingeridos por los enfermos.

El estudio evolutivo de los valores de los ENG efectuados prediálisis a lo largo del estudio no ofrece grandes diferencias. La VCS no se modifica de forma significativa a lo largo del estudio ni tampoco lo hace la VCM.

Los principales parámetros bioquímicos (tabla II) no variaron significativamente a lo largo del estudio; no obstante, se detectó un aumento significativo de la glucemia.

No se produjeron variaciones significativas de los parámetros de diálisis a lo largo del estudio (tabla I). No se detectó ninguna correlación significativa entre el PCR y el Kt/V inicialmente ni a lo largo del período de tratamiento con PSF.

El rebote medio de urea fue de  $0,11 \pm 0,05$ . En ningún caso fue inferior al 5 % ni superior al 20 %. No se ha podido encontrar ninguna correlación entre la intensidad del

rebote de urea y los parámetros de diálisis: TAC, Kt/V y PCR.

La incidencia de complicaciones intradiálisis ha sido especialmente baja en nuestro estudio. Ha aparecido hipotensión (entendida como caída sintomática de la TA superior a 30 mmHg) en un 7,2 % de sesiones y cefalea en un 7,6 % de las sesiones de diálisis. La incidencia de calambres fue del 6,5 %. La frecuencia de aparición de vómitos fue de un 4,9 %. Solamente hemos detectado dos ocasiones en las que se produjo un cuadro sugerente de retrofiltración (0,19 %). Ambas reacciones ocurrieron en el mismo enfermo en los tres primeros meses del estudio, no habiéndose repetido en meses posteriores. La ganancia de peso interdiálisis no se modificó a lo largo del estudio ( $1,82 \pm 0,7$  frente a  $1,84 \pm 0,42$  kg).

No hubo cambios en el bicarbonato sérico prediálisis de los enfermos a lo largo del estudio ( $24,7 \pm 2,1$  frente a  $22,7 \pm 2,8$  mmol/l) tanto en aquellos dializados con bicarbonato ( $25,5 \pm 0,7$  frente a  $24,2 \pm 4,1$  mmol/l) como con acetato ( $24,3 \pm 2,5$  frente a  $22,07$  mmol/l, (Fig. 1) casi significativo  $p < 0,1$ ).

Se aprecia un descenso significativo de  $\beta_2$ -microglobulina a los seis y doce meses de tratamiento con PSF (inicial,  $40,8 \pm 12,1$ ; sexto mes,  $28,7 \pm 10,2$ ,  $p < 0,05$ ; final,  $21,5 \pm 8,1$  mg/l,  $p < 0,01$ ) en los enfermos tratados inicialmente con cuprofán ( $n = 9$ ).

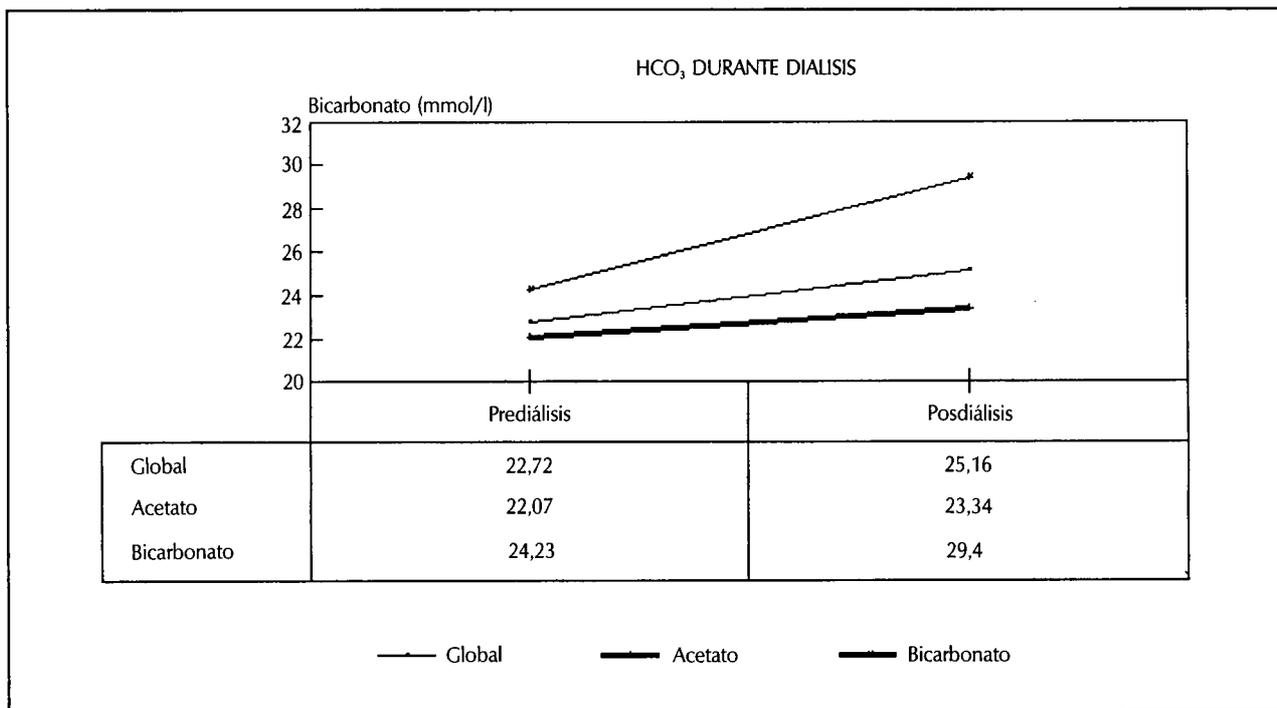


Fig. 1.—Niveles séricos de bicarbonato antes y después de diálisis a los tres meses. El aumento de bicarbonato sérico es significativo con el baño de bicarbonato ( $p < 0,01$ ); no así el aumento con acetato.

## Discusión

Nuestra experiencia sugiere que la PSF permite disminuir el tiempo de diálisis requerido por cada paciente, consiguiendo que no haya variaciones en el estado clínico de los enfermos. Nuestros resultados clínicos y bioquímicos son similares a otras casuísticas previamente publicadas<sup>8-12</sup>. La supervivencia de los enfermos en la técnica puede considerarse excelente. Asimismo, la mortalidad a lo largo del tratamiento es inferior a la media habitual en hemodiálisis<sup>8, 11-15</sup>.

Hemos de destacar la reducción del tiempo de hemodiálisis obtenida (aproximadamente cuarenta minutos por sesión). Estos resultados son semejantes a los de otras experiencias similares con la misma clase de dializador, aunque la reducción obtenida en nuestro caso sea inferior; la diferencia es debida, sin duda, a los diferentes flujos de sangre obtenidos (más reducidos en nuestro caso, nunca superiores a 350 ml/min)<sup>16, 17</sup>.

Por otra parte, la PSF disminuye de forma significativa los niveles de  $\beta_2$ -microglobulina a corto<sup>18-21</sup> y largo plazo<sup>17</sup>, efecto que no consigue la hemodiálisis con celuloasa modificada. Nuestro resultado no hace sino confirmar los ya conocidos.

La mayor parte de las experiencias con hemodiálisis corta (nueve horas por semana) se han encontrado con un aumento de la TA atribuido en buena parte a la mayor tasa de ultrafiltración horaria requerida, no siempre compatible con la estabilidad hemodinámica del enfermo. Es más, cuando la duración de la hemodiálisis es aumentada a doce horas por semana, el porcentaje de pacientes que precisan medicación hipotensora disminuye<sup>22</sup>. Nuestros resultados, desgraciadamente, son coincidentes con lo ya expuesto; sin embargo, el empeoramiento del control de la TA no es demasiado severo y parece tener escasa repercusión a nivel cardíaco, juzgando por métodos de baja sensibilidad como es el índice cardiorrástico o el electrocardiograma. En cualquier caso, dado el corto tiempo de seguimiento, es imposible aventurar las consecuencias a largo plazo de este fenómeno.

Además, el aumento del tiempo de diálisis no sólo disminuye la prevalencia de hipertensión arterial, sino también la incidencia de hipotensión durante diálisis<sup>23</sup>. Esto es especialmente importante si tenemos en cuenta que la hipotensión intradiálisis podría ser una causa infraestimada de muerte cardiovascular en los enfermos en hemodiálisis<sup>24, 25</sup>. La incidencia de hipotensión intradiálisis y otros fenómenos relacionados (vómitos, calambres, cefaleas) ha sido especialmente baja, sobre todo si se compara con otros estudios en los cuales la reducción del tiempo de hemodiálisis ha sido mayor<sup>17</sup>.

Las membranas de diálisis con alta permeabilidad, como es la PSF, pueden permitir el paso de endotoxinas del dializado hacia la sangre por retrofiltración<sup>26, 27</sup>. Creemos que la mínima incidencia de retrofiltración observada en nuestro estudio no representa obstáculo para la rea-

lización de la técnica; no obstante, es aconsejable extremar las medidas para su prevención.

Nuestra experiencia, al igual que otras<sup>28</sup>, sugiere un empeoramiento del equilibrio ácido-base, aunque no intenso, cuando se acorta el tiempo de diálisis y se utiliza acetato como tampón del baño. Parece aconsejable que se utilice siempre baño de bicarbonato en estos casos o, al menos, que se monitoricen cuidadosamente los niveles de bicarbonato en sangre.

Por último, debemos reseñar un sorprendente aumento de la glucemia media de los enfermos al final del seguimiento. Es conocido desde hace tiempo que en el enfermo urémico existe un estado de resistencia a la insulina<sup>29-31</sup>; es posible que este tipo de diálisis, por mecanismos desconocidos, contribuya a exacerbar esta resistencia. Cabe aquí especular en la interrelación entre hipertensión arterial y resistencia a la insulina<sup>32, 33</sup>, habida cuenta del empeoramiento del control de la tensión arterial observado.

A partir de los resultados del National Cooperative Dialysis Study (NCDS), la monitorización de la urea (o del BUN) se ha convertido en uno de los parámetros más utilizados de diálisis adecuada<sup>34, 35</sup>. Sin embargo, debemos recordar que en el NCDS se utilizaron de forma exclusiva membranas celulósicas; por tanto, la generalización de los resultados obtenidos en aquel estudio a otros tipos de membrana no puede realizarse con absoluta seguridad<sup>35, 36</sup>.

La importancia de las moléculas de mediano tamaño en la patogenia de las complicaciones urémicas no ha sido excluida por el NCDS. Recordemos que el aclaramiento de las moléculas de mayor peso molecular es proporcional tanto a la duración de la hemodiálisis como a la superficie del dializador. En este sentido se ha destacado<sup>37</sup> el efecto significativo de la duración de la diálisis sobre la morbilidad en el grupo con TAC elevado. Además, uno de los medios utilizados por el NCDS para acortar el tiempo de diálisis fue incrementar la superficie de la membrana de diálisis. En consecuencia, parece conveniente escoger la membrana que ofrezca mayores aclaramientos de moléculas de mediano tamaño y de pequeñas moléculas a la vez<sup>36</sup>, y esto claramente favorece el uso de las membranas similares a la PSF.

Se ha sugerido que el Kt/V como método de evaluación de la idoneidad del tratamiento con hemodiálisis permite con mayor facilidad la extensión de los resultados del NCDS a las membranas no celulósicas<sup>38</sup>. Las nuevas membranas, a causa de su mayor aclaramiento de urea y medianas moléculas, podrían permitir la obtención de los valores óptimos de Kt/V con sesiones de hemodiálisis de duración más corta, bastando obtener valores de Kt/V superiores a 0,8 para conseguir una diálisis adecuada<sup>39</sup>.

En nuestra experiencia, el ajuste del Kt/V a un valor alrededor de 1 parece ser un objetivo suficientemente fiable como para garantizar una hemodiálisis adecuada. Hay que tener en cuenta, no obstante, que aunque no se uti-

lizara el TAC como parámetro de diálisis adecuada, el TAC medio no se modificó a lo largo del estudio, siendo al final ligeramente inferior a 50 mg/dl (sólo tres enfermos superaban este valor). Por tanto, este parámetro parece igualmente utilizable para el control efectivo del tiempo necesario de diálisis.

Una de las conclusiones del NCDS fue que el segundo mejor parámetro para evaluar la idoneidad de la pauta de diálisis utilizada es el PCR, siendo especialmente elevada la morbilidad cuando el PCR es bajo y disminuyendo cuando éste se eleva<sup>34</sup>. Evidentemente, un PCR elevado significa mayor cantidad de diálisis para obtener el Kt/V deseado *a priori*. Por otra parte, Lindsay y cols.<sup>40</sup> han sugerido que el PCR está directamente correlacionado con la cantidad de diálisis recibida, es decir, del Kt/V, y, en consecuencia, un PCR bajo sería indicativo de diálisis inadecuada. Sin embargo, no hemos sido capaces de establecer en nuestros datos una correlación matemática entre los valores de PCR y Kt/V de nuestros enfermos a lo largo del seguimiento, por lo cual no podemos apoyar el uso del PCR como un parámetro seguro de diálisis adecuada.

En conclusión, la diálisis con membrana de PSF permite reducir el tiempo necesario de diálisis sin que se produzca aumento de la morbilidad relacionada con diálisis inadecuada ni otros efectos secundarios de importancia. No obstante, aparecen algunos efectos indeseables, como el empeoramiento de la hipertensión arterial. Tanto Kt/V como TAC parecen ser parámetros útiles de la idoneidad de la pauta de hemodiálisis para membranas de diálisis no celulósicas; no así el PCR.

## Bibliografía

- Leonard EF: Dialysis membranes. *Proc EDTA-ERA*, 21:99-100, 1984.
- Martín Malo A: ¿Está justificado el empleo significativo de las «membranas especiales»? *Nefrología*, 8:98-100, 1988.
- Rockel A, Abdelhamid S, Fliegel P y Walb D: Elimination of low molecular weight proteins with high flux membranes. *Contr Nephrol*, 46:69-74, 1985.
- Toupance O, Lavaud S, Roujoule H, Melin JP y Chanard J: Time-related changes in inulin sieving coefficient of hemofiltration membranes measured in vivo. En Man NK, Mion C y Henderson LW (eds.). *Blood purification in perspective. New insights and future trends*. ISAO Press. Cleveland, pp. 67-69, 1987.
- Hoenich NA, Woffindin C, Fawcett S, Ward MK y Kerr DNS: Biocompatibility studies on cellulose and synthetic haemodialysis membranes. *Nefrología*, 7 (Supl. 3):46-52, 1987.
- Bustamante R, Aguirre B, Bustamante J, Palencia A y Brisomontiano JM: Biocompatibilidad de las membranas de diálisis: Efecto sobre la beta-2-microglobulina y la activación del complemento. *Nefrología*, 7 (Supl. 3):121-125, 1987.
- Luño J y Del Castillo D: El modelo cinético de la urea. *Nefrología*, 10:126-131, 1990.
- González Martínez C, Enríquez R, Amorós F, Cabezuelo J, Reyes A y Lacueva J: Hemodiálisis corta de nueve horas por semana. Dos años de seguimiento. *Nefrología*, 10:411-416, 1990.
- Collins AJ y Kjellstrand CM: Shortening of the hemodialysis procedure and mortality in «Healthy» dialysis patients. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*, 36:M145-M148, 1990.
- Flanigan MJ, Fangman J y Lim VS: Quantitating hemodialysis: A comparison of three kinetics models. *Am J Kidney Dis*, 17:295-302, 1991.
- Rubin JE, Friedmann P y Berlyne GM: Rapid blood flow short dialysis does not adversely affect clinical, biochemical or nutritional status of patients. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*, 32:377-378, 1986.
- Levin NW, Philip JH, Diamond LH, Boubjerg RR y Pauly MV: Mortality impacts of shorter dialysis procedures. *Kidney Int*, 35:254, 1989.
- Brunner FP, Fassbinder W, Broyer M, Oules R, Brynger H, Rizzoni G, Challah S, Selwood NH, Dykes SR y Wing AJ: Survival on renal replacement therapy: Data from the EDTA Registry. *Nephrol Dial Transplant*, 3:109-122, 1988.
- Valles M y García García M: Informe anual del registro de pacientes en diálisis y trasplante en España (1987). *Nefrología*, 9 (Supl. 1):1-8, 1989.
- Kjellstrand CM y Shideman J: On the impact of and need for chronic dialysis and renal transplantation. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*, 34:328-333, 1988.
- Daugirdas JT, Ing TS y Humayn HH: Two hour, high surface area hemodialysis. A feasibility study. *Int J Artif Organs*, 4:13-16, 1981.
- Luño J, Ahijado F, De Vinuesa SG, Martínez MT, Callego E, Valderábano F, Junco E y Pérez R: Hemodiálisis rápida de alta eficacia. Estudio prospectivo de dos años de seguimiento. *Nefrología*, 10 (Supl. 3):54-61, 1990.
- Petersen J, Moore RM, Kaczmarek RG, Singh B, Yeh I, Hamburger S y Kankam M: The effects of reprocessing cuprophane and polysulfone dialyzers on beta<sub>2</sub>-microglobulin removal from hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*, 17:174-178, 1991.
- Chanard J, Lavaud S, Toupance O, Melin JP y Gillyer P:  $\beta_2$ -microglobulin-associated amyloidosis in chronic haemodialysis patients. *Lancet*, i:1212, 1986.
- Bommer J, Seeling P, Seelig R, Geerlings W, Bommer G y Ritz E: Determinants of plasma  $\beta_2$ -microglobulin concentration: a possible relation to membrane biocompatibility. *Nephrol Dial Transplant*, 2:22-25, 1987.
- Junco E, Franco A, Luño J, Pérez R, Robles R, Rengel M, Caballero V, Niembro E y Valderábano F: Beta<sub>2</sub>-microglobulina ( $\beta_2M$ ) en diálisis. Cinética con diferentes membranas. *Nefrología*, 8 (Supl. 2):59, 1988.
- Wizemann V y Kramer W: Short-term dialysis long-term complications. *Blood Purification*, 5:193-201, 1987.
- Laurent G, Calemard E y Charra B: Long dialysis: a review of fifteen years experience in one centre 1968-1983. *Proc EDTA*, 20:122-129, 1983.
- Ritz E, Ruffmann K, Rambauser M, Mall G y Schmidli M: Dialysis hypotension-Is it related to diastolic left ventricular malfunction? *Nephrol Dial Transplant*, 2:293-297, 1987.
- Pedersen T, Rasmussen K y Cleemann-Rasmussen K: Effects of hemodialysis on cardiac performance and transmural myocardial perfusion. *Clin Nephrol*, 19:31-36, 1983.
- Ronco C: Problems related to backfiltration in hemodialysis. *Nefrología*, 10 (Supl. 3):33-44, 1990.
- Baummeister U, Travers M, Vienken J, Harding G y Wright R: Dialysate contamination and backfiltration may limit the use of high-flux dialysis membranes. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*, 35:519-522, 1989.
- Martín García J, Álvarez de Lara MA, Ortega O y Ferreras I: Hemodiálisis rápida de alta eficacia con acetato. *Nefrología*, 9 (Supl. 1):60, 1989.
- De Fronzo RA, Smith D y Alvestrand A: Insulin action in uremia. *Kidney Int*, 24 (Supl. 16):S102-S114, 1983.
- De Fronzo RA: Pathogenesis of glucose intolerance in uremia. *Metabolism*, 27 (Supl. 2):1866-1880, 1978.
- De Fronzo RA y Alvestrand A: Glucose intolerance in uremia: Site and mechanism. *Am J Clin Nutr*, 33:1438-1445, 1980.
- Reaven GM: Insulin resistance, hyperinsulinemia and hypertriglyceridemia in the etiology and clinical course of hypertension. *Am J Med*, 90 (Supl. 2A):75-125, 1991.
- Izzo JL y Swislocki LM: Insulin resistance: Is it truly the link. *Am J Med*, 90 (Supl. 2A):265-315, 1991.
- Lowrie EG, Laird NM, Parker TF y Sargent JA: The effect of hemo-

- dialysis prescription on patient morbidity: Report from the National Cooperative Dialysis Study. *N Engl J Med*, 305:1176-1181, 1981.
35. Levine J y Bernard DB: The role of urea kinetic modeling,  $TAC_{urea}$  and  $Kt/V$  in achieving optimal dialysis: A critical reappraisal. *Am J Kidney Dis*, 15:285-231, 1990.
  36. Lindsay RM y Henderson LW: Adequacy of dialysis. *Kidney Int*, 23 (Supl. 13):S11-S18, 1983.
  37. Henderson LW: Of time,  $TAC_{urea}$ , and treatment schedules. *Kidney Int*, 33 (Supl. 24):S105-S106, 1988.
  38. Gotch FA: Dialysis of the future. *Kidney Int*, 33 (Supl. 24):S100-S104, 1988.
  39. Lindsay RM: Optimization of dialysis by membrane type. *Nefrología*. 10 (Supl. 3):6-10, 1990.
  40. Lindsay RM, Burton HG y Heidenheim P: An evaluation of the Hospital dialysis system and its role in safety reducing dialysis time. A pilot study. A report to Hospal Ltd. Basel. Switzerland, UWO Press, pp. 1-43, 1986.