

# Estabilidad hemodinámica en hemodiálisis. Influencia del dializado y de la biocompatibilidad de la membrana

C. Quereda, L. Orofino, R. Marcén, J. Sabater, R. Matesanz y J. Ortuño

Servicio de Nefrología. Hospital Ramón y Cajal. Madrid.

## RESUMEN

Se estudia la contribución relativa en el mantenimiento de la estabilidad hemodinámica en hemodiálisis de la membrana utilizada y de la temperatura y concentración de sodio del dializado. Para ello, ocho pacientes con altos índices de hipotensión en diálisis fueron tratados con ocho diferentes pautas de hemodiálisis, resultantes de combinar entre sí, de todas las maneras posibles, los siguientes elementos: membrana, cuprofán o poliacrilonitrilo; temperatura del dializado, 37 ó 35° C, y concentración de sodio, 133 ó 139 mEq/l. Las fases del estudio fueron ordenadas aleatoriamente en cada caso. La incidencia de hipotensión sintomática fue inferior a 35° C en el conjunto del estudio (30 % vs 47 %,  $p < 0,001$ ), objetivándose esta mejoría con ambas membranas y concentraciones de sodio. Fue también inferior con un dializado de 139 mEq/l. de sodio (29 vs 49 %,  $p < 0,001$ ), lo que sucedía igualmente con las dos membranas y temperaturas utilizadas. Por el contrario, la diferencia encontrada al dializar con una u otra membrana no fue significativa. Concluimos que la estabilidad tensional en hemodiálisis parece depender más de las características fisicoquímicas del dializado que de la biocompatibilidad de la membrana.

Palabras clave: **Hemodiálisis. Hipotensión sintomática. Morbilidad en hemodiálisis. Líquido de hemodiálisis. Biocompatibilidad.**

## HEMODYNAMIC STABILITY IN HEMODIALYSIS. INFLUENCE OF DIALYSATE AND MEMBRANE BIOCOMPATIBILITY

### SUMMARY

The relative contribution of membrane biocompatibility, dialysate temperature and sodium concentration to hemodynamic stability during a hemodialysis session was studied in 8 stable patients with a high incidence of hemodialysis-induced symptomatic hypotension. Patients were treated in 8 different periods randomly ordered in each case, resulting from the combination of 3 variables: membrane, Cuprophane or Polyacrylonitrile; dialysate temperature: 37° C or 35° C, and sodium concentration: 133 or 139 mEq/l. Incidence of symptomatic hypotension was lower at 35° C in the whole of the study (30 % vs 47 %,  $p < 0.001$ ) and with both membranes and dialysate sodium concentrations. It was also lower when a sodium of 139 mEq/l was used (29 % vs 49 %,  $p < 0.001$ ) with whatever membrane or temperature. On the contrary, differences between membranes were not significant.

---

Correspondencia: Dr. C. Quereda Rodríguez-Navarro.  
Servicio de Nefrología.  
Hospital Ramón y Cajal.  
Carretera de Colmenar Viejo, km. 9,1.  
28034 Madrid.

---

*We conclude that changes in physicochemical parameters of dialysate allow important improvement of symptomatic hypotension in hemodialysis patients, while the role of membrane biocompatibility is scarcely relevant.*

**Key words:** *Hemodialysis. Symptomatic hypotension. Morbidity in hemodialysis. Dialysate. Biocompatibility.*

## Introducción

En la revisión del concepto de biocompatibilidad realizada por Klinkmamm y cols.<sup>1</sup> se incluyen, como parte de este fenómeno, no sólo los cambios biológicos inducidos por el contacto de la columna sanguínea con superficies artificiales, sino también las consecuencias fisiopatológicas que, directa o indirectamente, se derivan de ellos. Aunque estas alteraciones son cada vez mejor conocidas, los esfuerzos por asociarlas con las manifestaciones clínicas han proporcionado aún escasos resultados. No obstante, algunos síntomas de la sesión de diálisis han sido claramente relacionados con fenómenos de biocompatibilidad de la membrana en estudios controlados<sup>2, 3</sup>, y la hipotensión sintomática (HS), que, sin duda, es el síntoma clave en la tolerancia dialítica, ha sido también hipotéticamente ligada a éstos por medio de la teoría de las interleukinas<sup>4</sup>. Sin embargo, no conocemos que exista constatación clínica de esta última presunción.

Hemos iniciado una serie de trabajos para conocer la contribución relativa de los cambios en la composición del dializado y en la biocompatibilidad de la membrana en el mantenimiento de la estabilidad tensional en hemodiálisis (HD), de los que este trabajo constituye una comunicación preliminar.

## Material y método

Se analizan 384 sesiones de HD, realizadas en ocho enfermos durante un período de cuatro meses. El estudio se dividió en ocho grupos de 48 sesiones cada uno, resultantes de combinar entre sí, de todas las maneras posibles, los siguientes elementos: membrana, cuprofán (CU) o poliacrilonitrilo (PAN); temperatura del líquido de diálisis (TD), 35 ó 37° C, y concentración de sodio del dializado (NaD), 133 ó 139 mEq/l. Las fases resultantes son: 1 = CU + NaD 133 + TD 37; 2 = CU + NaD 133 + TD 35; 3 = CU + NaD 139 + TD 37; 4 = CU + NaD 139 + TD 35; 5 = PAN + NaD 133 + TD 37; 6 = PAN + NaD 133 + TD 35; 7 = PAN + NaD 139 + TD 37; 8 = PAN + NaD 139 + TD 35. El orden de realización de las sesiones se determinó aleatoriamente, siendo diferente para cada enfermo. En la mitad de las diálisis se obtuvieron muestras de sangre para la determinación seriada de leucocitos y plaquetas (cero, treinta, sesenta y doscientos cuaren-

ta minutos), utilizando un autoanalizador Hemalog; de sodio, potasio, cloro, urea y creatinina (cero y doscientos cuarenta minutos), por medio de un autoanalizador Astra 8; osmolalidad (cero y doscientos cuarenta minutos), con un osmómetro Fiske OS, y gasometría (cero y doscientos cuarenta minutos), empleando un autoanalizador de gases. De los enfermos, seis eran mujeres y dos varones, con una edad media de  $58 \pm 9$  años y con un tiempo de permanencia en programa de  $27 \pm 22$  meses. La incidencia de HS durante los seis meses previos al estudio fue de  $42 \pm 18$  %. La enfermedad que llevó a la insuficiencia renal fue: glomerulonefritis en tres casos, nefroangiosclerosis en tres, nefropatía intersticial en uno y poliquistosis renal en uno. Ninguno de ellos era diabético. Todos permanecieron estables, sin modificaciones sustanciales del peso seco (tabla I), medicación recibida o pauta de HD. Ninguno recibía hipotensores.

Se utilizaron dializadores capilares de cuprofán, con una superficie de 0,9 m<sup>2</sup> y volumen sanguíneo de 75 ml., y dializadores planos de poliacrilonitrilo, con una superficie de 0,7 m<sup>2</sup> y un volumen sanguíneo de 88 ml. Los monitores utilizados están dotados de un sistema de ultrafiltración controlada por sistema volumétrico, programándose la extracción de fluido de forma homogénea a lo largo de la sesión. La composición del líquido de diálisis se mantuvo inalterada a lo largo del estudio, excepto en la concentración de sodio: potasio, 2 mEq/l.; calcio, 3,5 mEq/l.; magnesio, 1,5 mEq/l.; cloro, 107 mEq/l.; acetato, 38 mEq/l., y glucosa, 2,5 mg/dl. La diálisis fue siempre controlada por las mismas dos enfermeras. La temperatura del dializado se controló en períodos semanales con un termistor de sonda. La concentración de sodio del líquido de diálisis se determinó en cada sesión en el laboratorio de Nefrología. La presión arterial se midió cada hora, así como la frecuencia del pulso (central) y temperatura (oral). La sintomatología era registrada sólo cuando fue manifestada espontáneamente por el enfermo.

Se define hipotensión como el descenso de la presión arterial sistólica por debajo de 90 mmHg, que requiere la intervención de la enfermera. El peso seco ideal se estableció en base a criterios clínicos por el médico encargado del enfermo. El peso a perder es la diferencia entre el peso prediálisis y el peso seco ideal, y constituye la pérdida programada para cada tratamiento. Se define como descenso máximo de la presión arterial sistólica a la diferencia entre la PA

sistólica al inicio del procedimiento y la mínima registrada en algún momento de la HD.

Todos los enfermos presentaron alteraciones al aplicarles una batería de pruebas no invasivas para el estudio de la neuropatía autonómica (variación latido-latido en el electrocardiograma y test R-R 30/15, variación de PA tras ortostatismo y respuesta de la misma y de la frecuencia cardíaca con la maniobra de Valsalva y tras la contracción muscular sostenida).

Para el tratamiento estadístico se utiliza el análisis de varianza, test del chi-cuadrado y test t de Student para datos pareados y no pareados.

### Resultados

La figura 1 muestra la incidencia de HS en los ocho grupos estudiados. Puede observarse cómo ésta disminuye al utilizar sodio alto en el líquido de diálisis (139 mEq/l.) y temperatura baja (35° C), siendo el descenso máximo cuando ambas circunstancias se asocian. Este hecho se presenta con ambas membranas, y aunque es algo más pronunciado con PAN, las diferencias no son significativas.

En la tabla I se indica el peso seco, peso a perder y peso perdido en cada uno de los períodos; las diferencias entre ellos no son significativas. También se

muestra el salino infundido, significativamente inferior en los períodos con menos prevalencia de HS.

En la figura 2 se representa el porcentaje de HD con HS al considerar globalmente las realizadas con una u otra temperatura, concentración de sodio o membrana. También se indica el descenso máximo de presión arterial sistólica durante el procedimiento.

La incidencia de HS fue del 47 % a 37° C y del 30 % a 35° C ( $p < 0,001$ ). Esta mejoría se observó con las dos membranas: CU (51 % vs 34 %,  $p < 0,02$ ) y PAN (43 % vs 26 %,  $p < 0,02$ ) y con ambas concentraciones de sodio: 139 mEq/l. (35 % vs 21 %,  $p < 0,05$ ) y 133 mEq/l. (58 % vs 40 %,  $p < 0,01$ ).

La temperatura no modificó el descenso medio de leucocitos y plaquetas ni los cambios en los gases sanguíneos, inducidos por una u otra membrana (tabla II). Por otra parte, ninguno de estos parámetros se correlaciona con la HS o con el descenso máximo de PA durante la HD.

La HS se presentó en el 48 % de las HD realizadas con una concentración de sodio en el dializado de 133 mEq/l. y en el 28 % de las realizadas con 139 mEq/l. ( $p < 0,001$ ). La mejoría fue semejante con las dos membranas, CU (52 % vs 32 %,  $p < 0,01$ ) y PAN (45 % vs 24 %,  $p < 0,01$ ).

En la figura 3 se indica el porcentaje de casos con

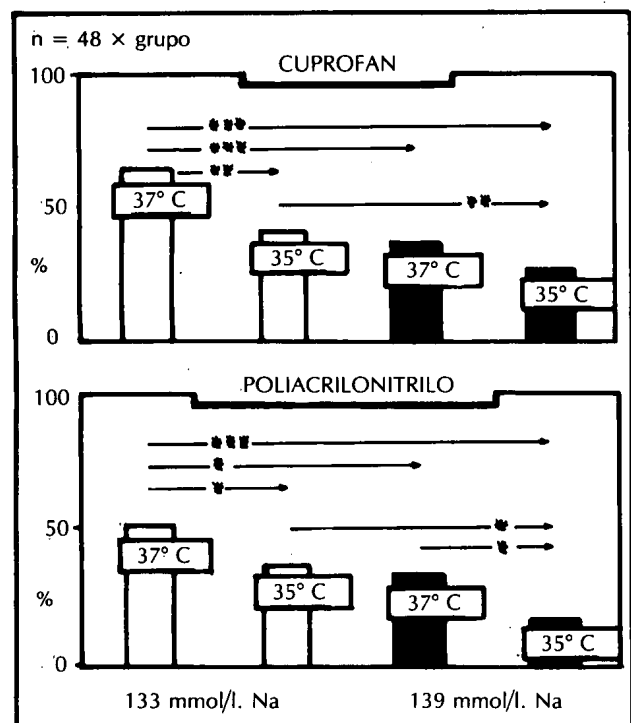


Fig. 1.—Prevalencia de hipotensión sintomática en las distintas fases del estudio. En rectángulos blancos se indican las diálisis realizadas con 133 mEq/l. de sodio y en rectángulos negros las realizadas con 139 mEq/l. La temperatura del dializado se indica, recuadrada, en cada columna. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

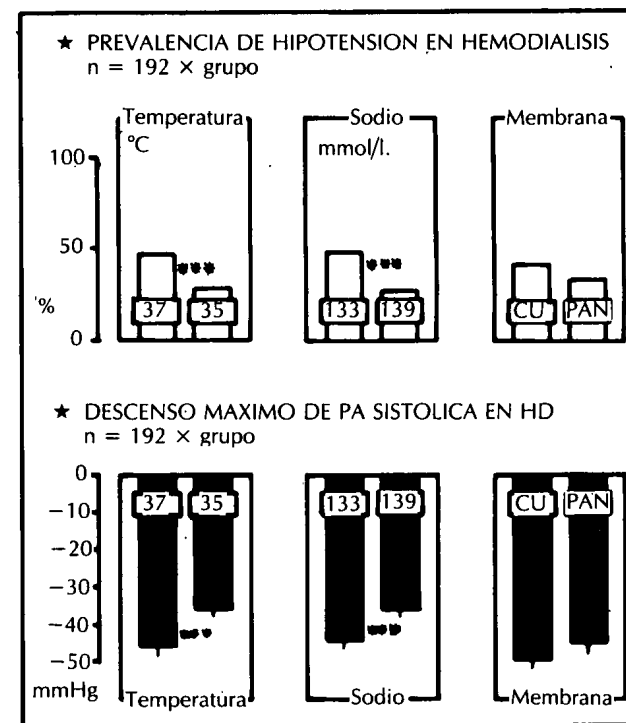


Fig. 2.—Prevalencia de hipotensión sintomática en rectángulos blancos y descenso máximo de presión arterial sistólica ( $\bar{X} \pm EEM$ ) en rectángulos negros. En el conjunto de las sesiones de HD realizadas a una u otra temperatura, concentración de sodio o membrana. \*\*\*  $p < 0,001$ .

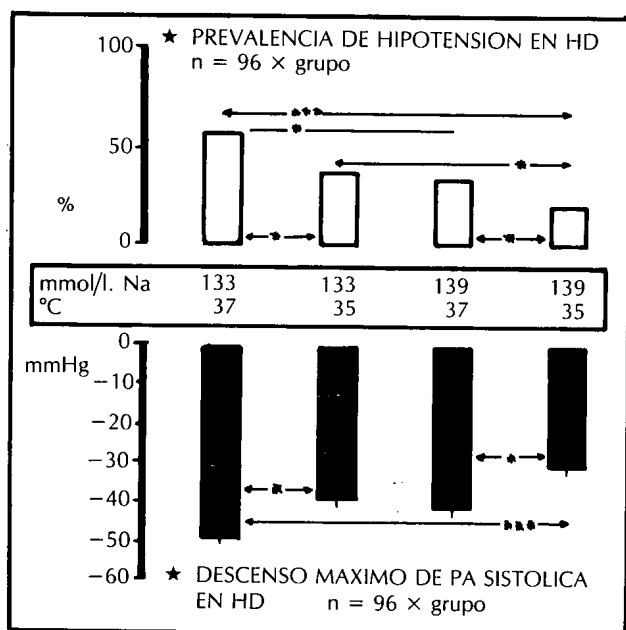


Fig. 3.—Prevalencia de hipotensión sintomática en rectángulos blancos y descenso máximo de presión arterial sistólica ( $X \pm EEM$ ) en rectángulos negros, en las distintas asociaciones de sodio y temperatura (independientemente de la membrana utilizada).  
\*  $p < 0,05$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

HS y el descenso máximo de PA sistólica en las distintas combinaciones de sodio y temperatura del líquido de HD (e independientemente de la membrana utilizada). La asociación de sodio alto (139 mEq/l.) y temperatura baja (35° C) da lugar a los mejores resultados, mientras que los peores se obtienen con la opción que agrupa una temperatura alta (37° C) con sodio bajo (133 mEq/l.).

En el conjunto de las HD realizadas con CU se dio HS en el 43 % de las ocasiones, mientras que fue del 34 % en las realizadas con PAN. Esta diferencia no es significativa.

### Discusión

Este trabajo pone de manifiesto que la concentración de sodio y la temperatura del líquido de hemodiálisis son factores condicionantes de la estabilidad

vascular durante el procedimiento. Por el contrario, las diferencias observadas al utilizar una u otra membrana han sido pequeñas y sin significación estadística.

Como en nuestro caso, numerosos estudios describen que el aumento de la concentración de sodio en el dializado disminuye la incidencia de HS<sup>5-9</sup>. Con esta medida se consigue el mantenimiento o una menor disminución de la osmolaridad plasmática durante la HD, lo que determina unas mejores condiciones para el llenado vascular a partir del espacio intersticial («plasma refilling rate») y la anulación o disminución de los flujos de líquido hacia el espacio intracelular<sup>7-10</sup>.

También se ha considerado por la mayoría de los autores que la disminución de temperatura en el líquido de diálisis contribuye eficazmente al mantenimiento de la estabilidad tensional durante la sesión<sup>11-18</sup>. Nosotros comprobamos este hecho en un trabajo previo<sup>19</sup>. El estudio ahora realizado muestra que esta mejoría se mantiene al utilizar diferentes membranas y concentraciones de sodio.

Por otra parte, tiene gran interés comprobar que la asociación de una temperatura baja del dializado con un aumento en la concentración de sodio potencia los resultados de ambos. En relación a la peor de las opciones (NaD = 133 mEq/l. + TD = 37° C), la utilización de la alternativa más alta de sodio o más baja de temperatura, disminuye la incidencia de HS alrededor del 20 %. La utilización conjunta de las dos lo hace en un 37 %. Esta observación, de gran interés clínico, no había sido previamente descrita.

Clásicamente se ha propuesto que la utilización de membranas más biocompatibles podría mejorar el control tensional durante la hemodiálisis<sup>20</sup>. Sin embargo, esta hipótesis no puede considerarse definitivamente probada al ser escasos los estudios controlados sobre el tema. Ivanovich y cols.<sup>2, 3</sup>, en un estudio comparativo de dializadores de cuprofán y acetato de celulosa, encuentran que algunos síntomas (astenia, prurito, sensación de bienestar) son mejor valorados por los enfermos cuando son tratados con la última membrana, concluyendo que esta mejor tolerancia se debe a una menor activación del complemento y de los granulocitos. Sin embargo, los autores no refieren diferencias en la incidencia de HS ni ana-

Tabla I. Pesos y salino infundido en las distintas fases del estudio

Dializador	Cuprofán				PAN			
	Fases	1	2	3	4	5	6	7
Peso seco estimado (kg.)	63,1 ± 14,5	63,2 ± 14,5	63,4 ± 15,5	63,6 ± 13,8	63,3 ± 14,5	63,2 ± 14,5	63,2 ± 14,4	63,3 ± 14,4
Peso a perder (kg.)	2,05 ± 0,66	1,94 ± 0,60	1,98 ± 0,66	2,02 ± 0,69	2,01 ± 0,73	1,91 ± 0,77	2,06 ± 0,72	2,01 ± 0,75
Peso perdido (kg.)	1,66 ± 0,69	1,70 ± 0,59	1,74 ± 0,60	1,80 ± 0,64	1,85 ± 0,67	1,85 ± 0,67	1,99 ± 0,68	2,04 ± 0,71
Suero salino infundido (ml.)	377 ± 239	406 ± 165	287 ± 129	282 ± 113	281 ± 163	278 ± 121	224 ± 183	226 ± 88

**Tabla II.** Cambios producidos por la hemodiálisis según la temperatura del dializado

Membrana	Temperatura	Leucocitos (1)	Plaquetas (1)	pO <sub>2</sub> (2)	pCO <sub>2</sub> (2)
Cuprofán . . . . .	35° C n = 96	-3.910 ± 1.610	28.340 ± 3.027	-8,79 ± 10,7	-1,32 ± 4,3
	37° C n = 96	-4.110 ± 1.530	26.870 ± 2.954	-7,36 ± 9,46	-1,71 ± 3,39
PAN . . . . .	35° C n = 96	-810 ± 117	1.225 ± 1.828	-5,46 ± 9,8	-1,32 ± 4,26
	37° C n = 96	-510 ± 88	5.820 ± 2.077	-8,64 ± 11,07	-1,37 ± 3,96

(1) Diferencia en el número de células/mm<sup>3</sup> a tiempo cero y sesenta minutos.

(2) Diferencia en mmHg en tiempo cero y doscientos cuarenta minutos.

Se indica  $\bar{x} \pm 1$  DS. Las diferencias a 35° C vs 37° C, no significativas.

lizan la evolución de la presión arterial durante el procedimiento. Aljama y cols.<sup>21</sup>, en un trabajo realizado para evaluar la técnica de la diálisis corta, observan una mayor incidencia de HS al utilizar dializadores de bobina de gran superficie (1,5 m<sup>2</sup>) y membrana de cuprofán, que otro dializador plano de cuprofán con menor superficie (1 m<sup>2</sup>) y uno de poliacrilonitrilo (1 m<sup>2</sup>). Sin embargo, estos dos últimos dializadores, que son comparables, al presentar superficie y estructura semejante con diferente membrana, dan lugar a una incidencia similar de HS y a valores semejantes de PA posdiálisis. En el mismo sentido, otros autores no encuentran diferencias en la tolerancia a la depleción de volumen en HD cuando se emplean membranas más biocompatibles que el cuprofán<sup>22</sup>. Por el contrario, otros describen mejor tolerancia a la ultrafiltración al utilizar dializadores de poliacrilonitrilo, polisulfona u otros<sup>23-26</sup>. Sin embargo, es importante destacar que las conocidas diferencias hemodinámicas entre ultrafiltración aislada, hemofiltración y hemodiálisis son independientes de la membrana utilizada y dependen, fundamentalmente, de la cantidad y características del transporte convectivo<sup>28, 29</sup>. En determinadas membranas de alto flujo, la presencia de una mejor biocompatibilidad y tolerancia hemodinámica pueden ser fenómenos coincidentes, no necesariamente interrelacionados.

La menor incidencia de HS encontrada por nosotros al utilizar una membrana más biocompatible es pequeña y estadísticamente no significativa. Por otra parte, no objetivamos una relación entre el descenso de leucocitos y plaquetas o la evolución gasométrica con la evolución tensional. La alta susceptibilidad de la población seleccionada a la hipotensión podría ser un elemento diferencial con otras series. Asimismo, no puede descartarse que, dada la etiología múltiple de la hipotensión en diálisis, existan casos individuales con hipersensibilidad crónica al cuprofán, formas menores del síndrome de primer uso, en los que la membrana tenga un papel decisivo en la estabilidad hemodinámica<sup>30, 31</sup>. No obstante, son necesarios estudios a más largo plazo para comprobar si la pequeña reducción en el número de episodios de HS encontrada por nosotros al dializar con poliacriloni-

trilo adquiere significación estadística al aumentar el número de tratamientos o se objetiva con otro tipo de membranas.

En cualquier caso, nuestro trabajo pone también de manifiesto que al constituir los distintos elementos que conforman la diálisis (sangre, membrana, dializado) una unidad funcional, es importante tratar de mejorar no sólo factores aislados, sino también investigar la asociación más favorable y la dinámica del procedimiento en su conjunto.

### Bibliografía

1. Klinkmann H, Wolf H y Schmitt E: Definition of biocompatibility. *Contr Nephrol* 37:70-77, 1984.
2. Ivanovich P, Chenoweth DE, Schmidt R, Klinkmann H, Boxer LA, Jacob HS y Hammerschmidt DE: Symptoms and activation of granulocytes and complement with two dialysis membranes. *Kidney Int* 24:758-763, 1983.
3. Ivanovich P, Chenoweth DE, Schmidt R, Klinkmann H, Boxer LA, Jacob HS y Hammerschmidt DE: Cellulose acetate hemodialysis membranes are better tolerated than Cuprophane. *Contr Nephrol* 37:78-82, 1984.
4. Henderson LW, Koch KM, Dinarello CA y Shaldon S: Hemodialysis hypotension. The interleukin hypothesis. *Blood Purification* 1:3-8, 1983.
5. Wehle B, Asaba H, Castenford, Gunnarsson B y Bergström J: Influence of dialysate composition in isovolemic hemodialysis. *Proc EDTA* 18:153-159, 1981.
6. Cybulsky AVE, Matni A y Hollomby DJ: Effects of high sodium dialysate during maintenance hemodialysis. *Nephron* 47:51-61, 1984.
7. Van Stone JC, Bacer J y Carey J: The effect of dialysate sodium concentration on body fluid distribution during maintenance hemodialysis. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 26:383-385, 1980.
8. Bijaphala S, Bell AJ, Bennett CA, Evans SM y Dawborn JK: Comparison of high and low sodium bicarbonate and acetate dialysis in stable chronic hemodialysis patients. *Clin Nephrol* 23:179-183, 1985.
9. Henrich WL, Woodard TD y McPhaul JJ: The chronic effect of high sodium dialysate: double-blind, cross-over study. *Am J Kidney Dis* 3:349-353, 1982.
10. Rouby JJ, Rottembourg J, Durande JP, Basset JY y Legrain M: Importance of the plasma refilling rate in the genesis of hypovolemic hypotension during regular dialysis and controlled sequential ultrafiltration-hemodialysis. *Proc EDTA* 15:239-244, 1978.
11. Maggiore Q, Pizarelli F, Sisca S, Zocalli G, Parlono S, Ni-

- colo F y Creazzo G: Blood temperature and vascular stability during hemodialysis and ultrafiltration. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 28:523-527, 1982.
12. Maggiore Q, Pizarelli F, Sisca S, Catalano C y Delfino D: Vascular stability and heat in dialysis patients. *Contr Nephrol* 41:398-402, 1984.
  13. Sherman RA, Faustino EF, Bernhole AS y Eisenger RP: Effect of variations in dialysate temperature on blood pressure during hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 4:66-68, 1984.
  14. Lindholm T, Thysell H, Yamamoto Y, Forsberg B y Gullberg C: Temperature and vascular stability in hemodialysis. *Nephron* 39:130-133, 1985.
  15. Coli U, Landini S, Lucatello S, Fracasso A, Morachiello P, Righetto F, Scanferla F, Onesti G y Bazzato G: Cold as cardiovascular stabilizing factor in hemodialysis: hemodynamic evaluation. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 29:71-75, 1983.
  16. Bazzato G, Coli U, Landini S, Lucatello S, Fracasso A, Morachiello P, Righetto F y Scanferla F: Vascular stability and temperature monitoring in dialysis induced hypotension. *Contr Nephrol* 41:394-397, 1984.
  17. Bazzato G, Coli U, Landini S, Fracasso A, Morachiello P, Righetto F y Scanferla F: Temperature monitoring in dialysis induced hypotension. *Kidney Int* 17:S-161-S-165, 1985.
  18. Mahida BH, Dumler F, Zasuwa G, Fleig G y Levin NW: Effect of cooled dialysate on serum catecholamines and blood pressure stability. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 29:384-389, 1983.
  19. Quereda C, Marcén R, Orofino L, Lamas S, Sabater J, Villafuella JJ y Ortuño J: Temperatura del dializado y estabilidad hemodinámica en hemodiálisis. *Nefrología* 7 (en prensa), 1987.
  20. Henderson LW: Symptomatic hypotension during hemodialysis. *Kidney Int* 17:571-576, 1980.
  21. Aljama P, Conceição S, Ward MK, Feest TJ, Martin AM, Craig M, Bird PAE, Sussman M y Kerr DNS: Comparison of three short dialysis schedules. *Dial Trans* 7:334-337, 1978.
  22. Barrè P, Chang TMS, Goltzman D, Frezza N y Francoeur R: A comparative *in vivo* study of polyacrylonitrile and cuprophane filters in hemodialysis. *Proceedings I American AN-69 Membrane Scientific Exchange*, 15-18, 1982.
  23. Melin JP: AN-69 membrane and short dialysis. Tesis doctoral. Universidad Renè Descartes. Facultad de Medicina Necker-Enfants Malades. Reims, 1978.
  24. Shinaberger JH: Four year's experience with RP-dialyzer-Central system: special indications for use. *Proceedings I AN-69 Membrane Scientific Exchange*, 47-51, 1982.
  25. Gago E, Gómez E, Ortega F, Fernández F, Navarro R y Alvarez Grande J: Evolución de la neuropatía urémica en pacientes dializados con AN-69. Control neurofisiológico. *Libro Simposium AN-69*. Palma de Mallorca, 21-25, 1982.
  26. García S, Giménez E y Olivares J: Tolerancia clínica de la diálisis. Estudio comparativo. *Libro Simposium AN-69*. Palma de Mallorca, 63-64, 1982.
  27. Piazzolo P y Brech W: Clinical tolerance test of a new polysulfone membrane. *Contr Nephrol* 46:22-28, 1984.
  28. Quellhorst E, Schunemann B, Hildebrand U y Faida Z: Response of the vascular system to different modifications of hemofiltration and hemodialysis. *Proc EDTA* 17:197-201, 1980.
  29. Schmidt M, Schoeppe W y Baldamus CD: Hemodynamics during hemodialysis with dialyzers of high hydraulic permeability. *Contr Nephrol* 46:29-35, 1984.
  30. Aljama P, Brown P, Turner P, Ward MK y Kerr DNS: Hemodialysis-triggered asthma. *Br Med J* 2:251-252, 1978.
  31. Stephens GW, Bernard DB e Idelson BA: Anaphylaxis: an unusual complication of hemodialysis. *Clin Nephrol* 24:99-102, 1985.