

Hemofiltración veno-venosa en el tratamiento de la insuficiencia renal aguda.

Veno-venous hemofiltration in the treatment of acute renal failure

ESTREMADOYRO Luis¹, LOZA César², y CIEZA Javier³

¹Médico asistente del Servicio de Nefrología, Universidad Peruana Cayetano Heredia.

²Residente de Nefrología, Universidad Peruana Cayetano Heredia.

³Médico asistente del Servicio de Nefrología, Hospital Nacional Cayetano Heredia. Profesor Asociado, Universidad Peruana Cayetano Heredia.

SUMMARY

We describe and analyze 30 veno-venous hemofiltration procedures in 22 adult patients with diagnosis of acute renal failure, between September 1991 and July 1992. We used Hospal Polycrylonitrile AN-69 filters (1.0, 1.2 and 1.7m²) and Duodial machines, designed and made in Peru. The procedure efficiency was evaluated through low weight solute (urea, creatinine, uric acid) clearances and the correlation between the basal concentration of seric electrolytes (sodium, calcium and phosphorus) and the deltas obtained at the end of the sessions. The clearances were: urea 62.6 ±17.5, creatinine 56.7±23.4 and uric acid 47.5±15.6 ml/min. The solutes clearances improved by increasing the venous resistance in the extracorporeal circuit (r=0.63, p<0.005). the electrolyte imbalances were adequately corrected: natremia r=0.54, p<0.05, kalemia r=0.65, p<0.05, calcemia r=0.76, p<0.05, phosphatemia r=0.27, p ns. The hemodynamic evolution was studied through the correlation between the sistolic and diastolic basal pressures and the deltas at the end of the session. Our dates confirm the low risk of hemodynamic disequilibrium in hemofiltration. The sistolic blood pressure correlation was -0.62 (p<0.05) and -0.54 (p<0.05) for the diastolic pressure. Low costs and efficiency make possible to set up decentralized renal units where hemofiltration could be used as substitution therapy for patients with renal failure. (Rev Med Hered 1994; 5:75-79).

KEY WORDS: Hemofiltration, acute renal failure, cholera.

RESUMEN

Describimos y analizamos la experiencia obtenida en treinta procedimientos de Hemofiltración veno-venosa (HFVV) realizados en veintidós pacientes adultos con insuficiencia renal aguda, entre setiembre de 1991 y Julio de 1992. Utilizamos filtros Hospal-poliacrilonitrilo AN-69 (1.0, 1.2 Y 1.7m²) y máquinas Duodial de diseño y fabricación nacional. Evaluamos la eficiencia del procedimiento a través de los aclaramientos de solutos de pequeño peso molecular (úrea, creatinina y ácido úrico) y de la comparación entre las concentraciones basales de electrolitos (sodio, potasio,

calcio y fósforo) y los deltas observados al momento de finalizar las sesiones. Se obtuvieron los siguientes aclaramientos: úrea 62.6 ± 17.5 , creatinina 56.7 ± 23.4 y ácido úrico 47.5 ± 15.6 ml/min. El aclaramiento de solutos mejoró significativamente aumentando la resistencia venosa en el circuito extracorpóreo ($r=0.63$, $p<0.05$). Se corrigieron adecuadamente los desequilibrios de la natremia ($r=0.54$, $p<0.05$), kalemia ($r=0.65$, $p<0.05$), calcemia ($r=0.76$, $p<0.05$) y fosfatemia ($r=0.27$, p ns). La evolución hemodinámica fue evaluada por la correlación entre las presiones sistólicas (PAS) y diastólica (PAD) basales y los deltas al finalizar los procedimientos. Comprobamos que el riesgo de desequilibrio hemodinámico es mínimo, aún en pacientes hipotensos; la correlación para la PAS fue de -0.62 ($p<0.05$) y de -0.54 ($p<0.05$) para la PAD. El mínimo requerimiento de infraestructura, hace factible la instalación descentralizada de unidades que brinden hemofiltración como terapia de sustitución para pacientes con insuficiencia renal. (Rev Med Hered 1994; 5: 75-79).

PALABRAS CLAVE: Hemofiltración, insuficiencia renal aguda, cólera.

INTRODUCCIÓN

La epidemia del cólera ha incrementado la incidencia de insuficiencia renal aguda (IRA) en el país (1). La hemofiltración (HD) y la diálisis peritoneal (DP) tienen algunas desventajas cuando son utilizadas en pacientes críticos: insuficiente aclaramiento de solutos en pacientes hipercatabólicos en el caso de la PD e inestabilidad hemodinámica en el de la HD con los baños de acetato (2).

La hemofiltración (HF) es un procedimiento alternativo, que consiste en hacer circular la sangre del paciente a través de filtros de muy alta permeabilidad. El gran volumen de plasma filtrado se repone con una solución fisiológica, siendo necesario tener un sistema seguro de control de balance hídrico. Las principales ventajas de la HF son: rápida corrección de la sobrehidratación, tolerancia hemodinámica superior a HD, adecuado aclaramiento de solutos de pequeño y mediano peso molecular y el obviar sistemas de tratamiento de agua (3,4,5,6).

La letalidad por IRA secundaria a cólera ha sido menor en los centros hospitalarios capaces de brindar alguna modalidad de terapia de sustitución renal (7). Es necesario encontrar algún procedimiento técnico y económicamente adecuado para ser utilizado en forma descentralizada en hospitales de referencia para el manejo de pacientes con insuficiencia renal.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

1. Evaluar la factibilidad de realizar hemofiltración utilizando máquinas de fabricación nacional y control manual de la ultrafiltración y la reposición de líquidos
2. Estudiar la eficacia del procedimiento para aclarar solutos, corregir disturbios del medio interno y conseguir balances negativos de agua sin ocasionar desequilibrio hemodinámico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron todos los procedimientos de HF en pacientes con diagnóstico de IRA y necesidad de terapia de sustitución renal realizado en el Hospital Nacional Cayetano

Heredia entre los meses de Setiembre de 1991 y Julio de 1992. Se hizo el diagnóstico de IRA en presencia creatinina sérica >1.4 mg/dl por más de 24 horas después de recuperado el estado de hidratación. Los criterios de necesidad de terapia de sustitución renal fueron los convencionalmente aceptados (8). Se utilizaron máquinas de diálisis diseñadas y fabricadas en la Universidad Peruana Cayetano Heredia. El control de los procedimientos y el balance hídrico estuvo a cargo de un médico y una enfermera.

Usamos cuatro modelos de filtro de marca HOSPAL, dos de fibra hueca (FILTRAL -16 de 1.7 m² y FILTRAR-12 de m² de superficie) y dos de placa paralela (B-3000 de 1.2 y B-2400 de 1.0 m²).

La membrana de los cuatro filtros está compuesta por poliacrilonitrilo AN-69.

El flujo de sangre en el circuito (Qb en cc/mm) fue medido por el método de la burbúja y la resistencia venosa (RV en mmHg) fue medida con un manómetro anaeroide. Los coeficientes de ultrafiltración (Kuf en cc/h/mmHg) fueron calculados con el flujo de líquido hemofiltrado (Qhf en cc/min) y la RV medidos en los primeros 15 minutos de las sesiones (9).

Como solución de reemplazo usamos lactato de Ringer infundido pro la línea arterial (pre-dilución).

El volumen infundido dependió de la meta de balance hídrico fijada y de la tolerancia hemodinámica del paciente. Se registraron los balances hídricos y las presiones arteriales por lo menos cada 30 minutos durante todos los procedimientos. Se utilizó heparina a la dosis total de 30-40 UI/kg de peso corporal/hora, 50% al iniciar el procedimiento y el resto fraccionado en dosis horarias.

Se obtuvieron muestras simultáneas de sangre venosa y de líquido hemofiltrado al momento de iniciar, a la primera hora y al finalizar el procedimiento. En cada muestra se dosaron la concentraciones de úrea, creatinina, ácido úrico, sodio, potasio, calcio y fósforo.

Calculamos los aclaramientos de U, Cr y AU por la fórmula:

$$Cl \times Qhf \left(\frac{[x]_{hf}}{[x]_p} \right) \quad (10)$$

Para evaluar el efecto de la hemofiltración sobre las concentraciones de solutos plasmáticos y la evolución de la presión arterial se compararon los valores basales con los deltas. Se definieron los deltas como la diferencia entre los valores finales menos los basales.

El análisis estadístico se hizo por regresión lineal o logarítmica y la prueba de Kruskal-Wallis.

Se consideró como significativo un valor $p < 0.05$.

Los datos fueron procesados con el paquete estadístico EPI-INFO v.5.00

RESULTADOS

Se realizaron 30 procedimientos de HF en 22 pacientes, 14 varones y 8 mujeres. La edad promedio fue de 57.5 ± 15.7 años (rango 28-85).

Ningún paciente falleció durante el procedimiento.

La etiología de la IRA fue deshidratación por diarrea coleriforme en 17 pacientes, sepsis en 3, eclampsia en 1 e infarto agudo miocárdico en el restante.

El cuadro N° 1 muestra los valores de los principales parámetros de hemofiltración utilizados con los diferentes filtros. El promedio de balance hídrico final de -738 ± 1219 ml.

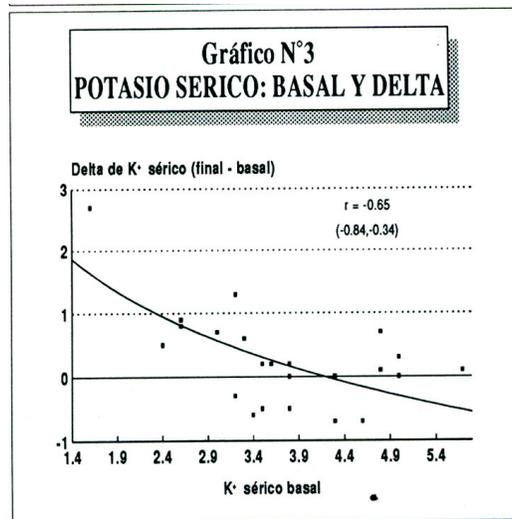
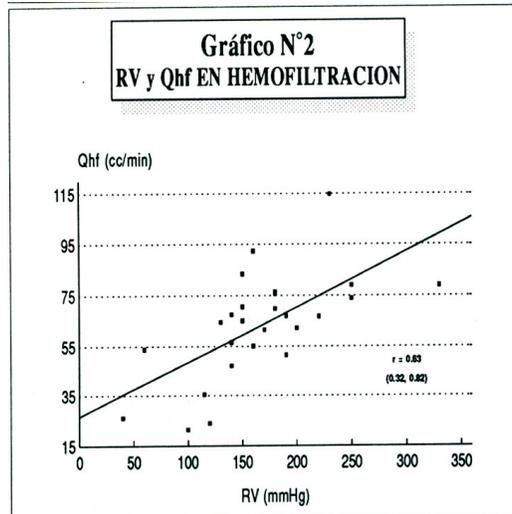
Cuadro N°1 PARAMETROS DE HEMOFILTRACION					
FILTRO	n	TIEMPO (h)	Qb (cc/min)	RV (mmHg)	Qhf (cc/h)
FILTRAL-16	14	2.38 (1.05-4.00)	275 (200-360)	180 (120-250)	4221 (2050-6888)
FILTRAL-12	7	2.67 (1.08-3.83)	300 (270-320)	190 (160-330)	4733 (3304-5896)
B-3000	6	2.79 (1.58-3.05)	285 (200-330)	140 (60-190)	3546 (2524-4533)
B-2400	3	3.00 (2.00-3.17)	300 (300-350)	150 (115-170)	3695 (2117-3900)
Mediana (mín.-máx)					
p = n.s.					

Las medianas y el rango del Kuf de los filtros en su primer uso fueron, en cc/mmHg/h: Filtral-16: 24.8 (19.0-33.3), Filtral -12: 19.6 (14.3-21.1), B3000: 27.1 (16.2-29.8) y B2400: 21.7 (18.4-26.0).

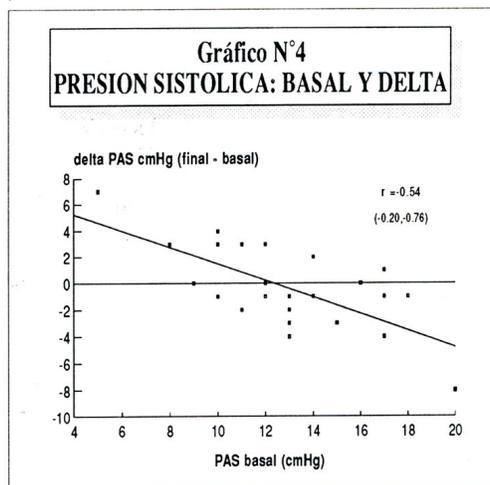
El aclaramiento de úrea fue 62.6 ± 17.5 ml/min. El de creatinina $56.7 + 23.4$ ml/min y el de ácido úrico $17.5 + 15.6$ ml/min. La relación entre el flujo de sangre en el circuito (Qb) y el flujo de hemofiltrado (Qhf) no alcanzó significancia estadística, en cambio si la hubo entre la resistencia venosa (RVV) el Qhf (Gráfico N° 1).

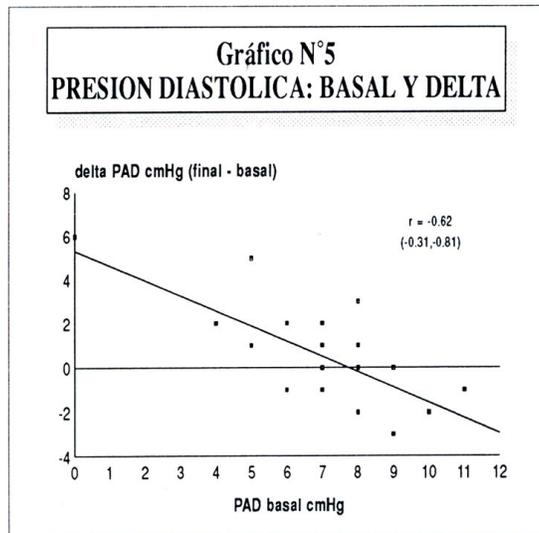
Se encontró una relación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre el Qhf y los aclaramientos de úrea ($r = 0.91$), creatinina ($r = 0.64$), ácido úrico ($r = 0.70$) y fósforo ($r = 0.60$).

El gráfico N° 2 y gráfico N° 3 muestra la relación entre los niveles basales y los deltas de potasio tuvo significancia estadística ($p < 0.05$); al igual que la tuvo la misma relación cuando se evaluaron al sodio ($r = 0.54$), calcio ($r = 0.76$), úrea ($r = 0.65$), creatinina ($r = 0.72$) y ácido úrico ($r = 0.80$). Esta relación no fue significativa para el fósforo.



Los pacientes que basalmente tenían cifras tensionales en valores extremos bajos o altos tuvieron respectivamente incrementos o caídas de estas cifras significativamente mayores (gráficos 4 y 5).





El comportamiento de la presión arterial, evaluado por su delta, no se relacionó de manera significativa con el balance hídrico final, con el diagnóstico etimológico de la IRA ni con el modelo de filtro utilizado.

DISCUSIÓN

Los polutos se aclaran en hemodiálisis por difusión a través de membranas permeables para sustancias de hasta 300-500 daltons (11). El riñón humano, en cambio, aclara solutos por ultrafiltración de un gran volumen de plasma y transporte convectivo de sustancias de peso molecular inferior al de la albúmina (69 000 daltons). Se ha asociado esta diferencia con algunos de los síntomas urémicos que persisten en pacientes de programas de hemodiálisis crónica intermitente. Motivados por ello, Henderson y Quellhorst desarrollaron los principios básicos de la técnica de aclaramiento plasmático por transporte convectivo utilizando filtros de alta permeabilidad que fue dominada hemofiltración (4,13).

Se ha reportado una sobrevida mayor a ocho años en pacientes con insuficiencia renal crónica mantenidos en programas de hemofiltración crónica intermitente, siendo escasos los reportes sobre su uso en IRA (5). En esta última situación se ha aplicado con éxito técnicas derivadas como hemofiltración continua arteriovenosa, hemofiltración continua veno-venosa o hemodiafiltración continua arteriovenosa (14,15,16,17,18).

Los coeficientes de ultrafiltración (K_{uf}) medidos tuvieron valores, similares a los reportados en la literatura y equivalen a cuatro a diez veces los valores obtenidos con filtros convencionales de hemodiálisis (5,19,20).

El aclaramiento de solutos por transporte convectivo puede aumentarse incrementando el flujo de agua plasmática hemofiltrada (Q_{hf}). El incremento de la resistencia venosa provoca mayor Q_{hf} por aumento de la gradiente de presión hidráulica entre las cámaras internas y externa del filtro, lo que explica la asociación estadísticamente significativa que encontramos entre las dos variables. Manteniendo una RV determinada existe una

relación positiva entre el Qb y Qhf (20). Esta relación no alcanzó significancia en nuestros procedimientos por las distintas RV con que se realizaron.

El análisis de la evolución de la concentración plasmática de residuos nitrogenados mostró una relación significativa entre los mayores niveles basales y los mayores deltas, lo cual significa un mayor beneficio para los pacientes con mayor asoemia.

Encontramos una relación similar cuando se analizaron los cuatro electrolitos estudiados. Las concentraciones finales tendieron a estabilizarse en valores cercanos a los de lactato Ringer. Entre las alteraciones del potasio predominó la hipokalemia basal, lo que se explica porque la IRA de la mayoría de pacientes fue causada por diarrea coleriforme (1). Todas las hipokalemias menores de 3 mEq/L se resolvieron satisfactoriamente, quedando los niveles séricos al final de la hemofiltración entre 3.4 y 4.3 mEq/l.

Hemos confirmado la gran estabilidad hemodinámica que muestran los pacientes en hemofiltración aún a pesar de mantenerlos en balance negativo de agua (3,4,5,6,7,21). Esta mayor estabilidad hemodinámica está asociada a varios factores: No se produce desequilibrio osmótico ni redistribución del agua corporal hacia el espacio intracelular (22); las membranas biocompatibles disminuyen el riesgo de hipoxemia y de vasodilatación periférica (22,23,24,25,26,27) y finalmente a que se aclaran sustancias vasodilatadoras, como el péptido atrial natriurético (PM 3000), que no son aclaradas por los filtros convencionales de hemodiálisis (10).

El mayor riesgo asociado a la hemofiltración es el desequilibrio hídrico (5). Hemos comprobado que con el control de un médico y una enfermera la reposición manual de volumen es segura y no es indispensable el uso de sofisticados y costosos sistemas automatizados de control de volumen.

El costo principal de procedimiento recae en dos insumos: los filtros, cuyo precio internacional es aproximadamente el doble que los filtros convencionales de hemodiálisis (5), y la solución polielectrolítica estéril utilizada en la reposición endovenosa de volumen. El costo de instalación es menor que para hemodiálisis convencional por obviarse la necesidad de sistemas de tratamiento de agua, por lo que resulta factible la utilización de HF como terapia de sustitución renal en hospitales periféricos.

Agradecimiento:

El trabajo fue financiado integralmente por el Laboratorio Universitario de Nefrología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Correspondencia:

Dr. Luis Estremadoyro Staganaro
Servicio de Nefrología, Hospital Nacional Cayetano Heredia. Av. Honorio Delgado s/n.
San Martín de Porras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cieza J, Gutiérrez R, Estremadoyro L, Miyahira J: Insuficiencia renal aguda secundaria a cólera: Aspectos epidemiológicos. *Rev Med Hered* 1992; 3: 140-147.
2. Kjellstrand CM, Jacobson S, Lins LE: Acute renal failure. En: *Replacement of renal function by dialysis*. Maher JF. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, Lancaster. 1989, 616-649.
3. Man NK, Funck -Brentano JL: Hemofiltration, an alternative method for treatment of end-stage renal failure. *Adv Nephrol* 1977; 7: 293-310.
4. Quellhorst E, Schuenemann B, Doht B: haemofiltration - A new method for the treatment of chronic renal insufficiency. En *Technical aspects of renal dialysis*. Frost TH. Pitman Medical publishing Co Ltd. Kent, 1978, 96-105.
5. Baldamus CA, Pollow M: Ultrafiltración and hemofiltration, practical applications. En: *Replacement of renal function by dialysis*. Maher JF. Academic Publisher. Dordrecht, Boston, Lancaster. 1989, 327-346.
6. Torrente J: Hemofiltración. *Nefrología* 1990; 10 (sup. 3): 79-81.
7. Cieza J, Gamarra G, Torres C. Letalidad y riesgo de insuficiencia renal pro cólera en el Hospital Nacional Cayetano Heredia de Lima. Perú. *Rev Med Hered* 1991; 2: 75-78.
8. Brezis M, Rosen S and Epstein FH: Acute renal failure. En: *The kidney*. Brenner BM and Rector FC. W.B. Saunders. Company. Philadelphia. 1991, 993-1061.
9. Keshaviah PR and Shaldon S: Hemodialysis monitors and monitoring. En: *Replacement of renal function by dialysis* Maher JF. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston Lancaster. 1989, 276-299.
10. Henderson LW: Biophysics of ultrafiltration and hemofiltration. En: *Replacement of renal function by dialysis*. Maher JF. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, Lancaster 1989; 300-326.
11. Sargent JA and Gotch FA: Principles and biophysics of dialysis. En: *Replacement of renal function by dialysis*. Maher JF. Kluwer Academic Publishers . Dordrecht, Boston, Lancaster 1989, 87-143.
12. Maddox DA and Brenner BM: Glomerular ultrafiltration En: *the kidney*. Brenner BM and Rector FC. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 1991, 205-244.
13. Henderson LW. Hemofiltration. *Kidney Int* 1978; 13 (sup 8): S145-S149.
14. Golper TA: Continous arteriovenous hemofiltration in acute renal failure. *Am J Kidney Dis* 1985; 6: 373-386.
15. Bosch JP, Ronco C: Continous arteriovenous hemofiltration and other continous replacement therapies: operational characteristics and clinical use. En: *Replacement of renal function by dialysis*. Maher JF. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, Lancaster, 1989, 347-359.
16. Macias WL, Mueller BA, Scarim SK, Robinson M, Rudy DW: Continous venovenous hemofiltration: an alternative to continous arteriovenous hemofiltration and hemofiltration inacute renal failure. *Am J Kidney Dis* 1991; 18: 451-458.
17. Estremadoyro L, Gutiérrez R, Cieza J. Informe del primer paciente con insuficiencia renal aguda con compromiso multisistémico mantenido con hemofiltración arteriovenosa continúa en el país. Libro de resúmenes del IV Congreso Peruano de Nefrología. Lima-Perú. 1991.
18. Bellomo R and Boyce N: Acute continous hemofiltration: A prospective study of 110 patients and a review of the literature. *Am J Kidney Dis* 1993; 21: 508-518.
19. Van Stone JC: Hemodialysis apparatus. En: *Handbook of Dialysis*. Daugirdas JT, Ing TS. Little, Brown and Company. Boston. Toronto 1988; 21-39.

- 20.Hoenich NA, Woffindin C, Ward MK: Dialysers. En: Replacement of renal function by dialysis. Maher JF, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, Lancaster. 1989, 144-180.
- 21.Davison AD, Roberts TG, Macie-Taylor BH, Lewins AM: Haemofiltration for profound dialysis induced hypotension: removal of sodium and water without blood-pressure change. Br Med J 1982; 285: 87-89.
- 22.Henrich WL, Woodward TD, Blachley JD, Gómez-Sánchez C, Pettinger W, Cronin RE: Role of osmolality in blood pressure stability after dialysis and ultrafiltration. Kidney Int. 1980; 18: 480-488.
- 23.Amadori A, Candi P, Sasdelli M, Massai G, Favilla S, Passaleva A, Ricci M: Hemodialysis leukopenia and complement function with different dialyzers. Kidney Int 1983; 24: 775-781.
- 24.Chenoweth DE, Cheung AK, Henderson LW: Anaphylptoxin formation during hemodialysis: Effects of different dialyzer membranes. Kidney Int 1983; 24: 764-769.
- 25.Aljama P: Biocompatibilidad. Nefrología 1990; 10 (sup 3): 18-22.
- 26.Wauters JP, Markert M: New aspects biocompatibility of hemodialysis membranes. Adv Nephrol 1991; 20: 275-280.
- 27.Davenport A, Davison AM, Will EJ. Membrane biocompatibility: Effects on cardiovascular stability in patients on hemofiltration. Kidney Int 1993; 43 (sup 41): S230-S234.