

Influencia de la hemofiltración venovenosa continua sobre la hemodinámica de los pacientes críticos

J. A. Sánchez-Izquierdo, E. Alted, M. J. Lozano, J. L. Pérez Vela, R. Caballero y P. Cobo
Departamento de Cuidados Intensivos. Hospital Universitario 12 de Octubre.

RESUMEN

Fundamento: *la hemofiltración continua es una técnica ampliamente difundida en pacientes críticos. Nos proponemos investigar los efectos de la hemofiltración venovenosa continua (HFVVC) sobre la hemodinámica y el intercambio gaseoso de pacientes críticos con disfunción multiorgánica (FMO).*

Método: *diseñamos un estudio prospectivo sobre 55 pacientes consecutivos con FMO que requirieron hemofiltración continua. Todos ellos tenían monitorización invasiva con catéter de Swan-Ganz para el manejo de la hemodinámica o la hipoxemia. Determinamos los perfiles hemodinámicos inmediatamente antes, a las 3 horas, 6 horas y 12 horas tras el inicio de la hemofiltración (media de 3 determinaciones cada vez). Todos los pacientes se encontraban en situación de anasarca cuando se comenzó la HFVVC y estaban recibiendo soporte inotrópico.*

Resultados: *la edad media fue de 46 + 17 años (rango 18-77). Todos se mantuvieron hemodinámicamente estables durante la técnica. Veinte pacientes (36 %) sobrevivieron. La tensión arterial media (TAM) se elevó desde 79 ± 12 hasta 92 ± 15 mmHg ($p < 0,001$); la relación PaO_2/FiO_2 desde 106 ± 43 hasta 145 ± 52 ($p < 0,001$); el consumo de oxígeno desde 172 ± 50 hasta 207 ± 60 ml/min*m² ($p < 0,01$); y la extracción de oxígeno desde 24 ± 7 hasta 27 ± 7 % ($p < 0,01$). Encontramos un descenso significativo en el shunt pulmonar (37 ± 10 hasta 30 ± 9 % $p < 0,01$).*

Conclusiones: *la HFVVC se asocia con una mejoría significativa en varios parámetros hemodinámicos y respiratorios, en pacientes críticos con FMO durante el período estudiado. Se necesitan otros estudios que demuestren si esta técnica puede reducir la alta mortalidad asociada a esta patología.*

Palabras clave: **Hemofiltración venovenosa continua. Fracaso multiorgánico. Hemodinámica. Depuración renal. Insuficiencia respiratoria.**

INFLUENCE OF CONTINUOUS VENOVENOUS HEMOFILTRATION ON THE HEMODYNAMICS OF CRITICALLY ILL PATIENTS

SUMMARY

Objective: *to investigate the effects of continuous venovenous hemofiltration on the hemodynamics of critically ill patients with multiple organ dysfunction syndrome.*

Design: prospective, descriptive study of hemodynamic, respiratory and clinical data.

Setting: tertiary university referral hospital. Multidisciplinary Intensive Care Unit (ICU).

Patients: 55 consecutive patients with multiple organ dysfunction syndrome (DODS) requiring venovenous hemofiltration who had invasive hemodynamic monitoring for management of hypotension and/or hypoxemia.

Interventions: Hemodynamic profile was recorded immediately before, at 3 hours, 6 hours and 12 hours after the hemofiltration was started (mean of 3 set data each time).

*Measurements and main results: Fifty five patients with MODS who required hemodynamic monitoring and CVVH were analyzed. The mean age was 46 ± 17 years (range 18-77 years). All patients were in marked positive fluid balance and were grossly edematous when CVVH was begun. All of them received inotropic support. Twenty of these 55 patients (36 %) recovered from their MODS, and survived to leave the intensive care unit. All patients were hemodynamically stable during hemofiltration. Mean arterial pressure rose from a mean of 79 ± 12 to 92 ± 15 mmHg ($p < 0,001$); PaO_2/FiO_2 index from 106 ± 43 to 145 ± 52 ($p < 0,001$); tissue oxygen uptake index from 172 ± 50 to 207 ± 60 ml/min*m² ($p < 0,01$); and tissue oxygen extraction from 24 ± 7 to 27 ± 7 % ($p < 0,01$). There was a significant decrease in the mean pulmonary venous to arterial shunt fraction (37 ± 10 to 30 ± 9 %) ($p < 0,01$). Mean arterial pressure before starting treatment was reduced in the dying group, but rose during the treatment and remained stable. Systemic vascular resistance index was significantly reduced in the dying group before starting treatment, but also rose after hemofiltration began.*

Conclusions: continuous venovenous hemofiltration is associated with a significant improvement in several hemodynamic and respiratory variables in critically ill patients with MODS. We presume that the mechanism of action involves the clearance of vasoactive mediators. Further work is necessary to decide whether this technique can reduce the high mortality of this condition.

Key Words: Continuous venovenous hemofiltration. Multiple organ dysfunction. Hemodynamics. Renal replacement therapy. Respiratory failure.

INTRODUCCION

El fracaso renal que requiere tratamiento sustitutivo es un problema frecuente en pacientes críticos. La hemodiálisis convencional tiene varios problemas cuando se usa sobre estos pacientes, y con frecuencia no puede eliminar la sobrecarga de volumen que presentan, debido a inestabilidad hemodinámica e hipotensión.

Durante la pasada década, las técnicas continuas de depuración renal han sido aceptadas para el tratamiento de pacientes críticos con fracaso renal¹⁻⁶. Estas ofrecen ventajas importantes sobre la hemodiálisis convencional, particularmente su estabilidad hemodinámica, la posibilidad de administrar nutrición artificial sin restricción de volumen y la posibilidad de ser realizada por personal no especializado^{5,7-9}.

La combinación de acceso venovenoso y las técnicas de hemodiafiltración permiten combinar baja invasividad y altos aclaramientos de solutos^{5,7,9-11}. Esta técnica posee la capacidad de eliminar solutos de bajo peso molecular y mediadores de inflamación del espacio intravascular, mediadores que parecen responsables del desarrollo del FMO y del distrés respiratorio¹²⁻¹⁷.

Muchos estudios han confirmado la tolerancia hemodinámica a la HFVVC en pacientes críticos²⁻⁶, pero pocos han estudiado específicamente la respuesta hemodinámica y respiratoria a esta técnica en este tipo de pacientes.

Nos proponemos analizar de forma prospectiva el efecto de la hemofiltración continua sobre la hemodinámica y la función respiratoria de pacientes críticos con FMO durante las primeras horas tras el inicio de la técnica.

MATERIAL Y METODO

Analizamos de forma prospectiva durante un período de 2 años a todos los pacientes ingresados en nuestra UCI que desarrollaron FMO y precisaron HFVVC en algún momento durante su enfermedad. Sólo consideramos a aquellos pacientes que estaban monitorizados con catéter de arteria pulmonar. El estudio fue aprobado por el comité ético de nuestro hospital. En el momento del comienzo del estudio, todos los pacientes presentaban un FMO establecido, con dos o más fracasos orgánicos (consideramos fracaso de un órgano cuando se alcanzaba la máxima puntuación para ese órgano en la escala de Goris¹⁸). Todos estaban ventilados mecánicamente con PEEP mayor a 10 cmH₂O y FIO₂ superior a 0,6 y tenían soporte inotrópico. Todos los pacientes se encontraban con un balance hídrico positivo marcado y estaban muy edematosos cuando se comenzó la HFVVC. La técnica se indicó cuando la diuresis se consideraba inadecuada a la situación del paciente a pesar del tratamiento diurético o éste no se consideraba indicado debido a la situación hemodinámica. Treinta y cinco pacientes (64 %) presentaban fracaso renal anúrico. El Apache II al ingreso era de 30 ± 7. La tensión arterial era medida continuamente a través de un catéter arterial. No se realizó ningún cambio en los parámetros respiratorios durante el período de estudio.

En todos los casos la técnica utilizada fue la hemofiltración venovenosa. Usamos un hemofiltro de placas y membrana de poliacrilonitrilo (Hospal AN 69) en todos los casos. Utilizamos una bomba sanguínea de doble rodillo (Hospal BSM 22-SC) con flujo inicial de 130 ml/minuto, que se modificaba en función de la situación del paciente y el volumen de ultrafiltrado deseado. Como líquido de reposición utilizamos Ringer-Lactado comercial, en cantidad variable en función de la situación de cada paciente y el balance hídrico deseado. La anticoagulación del circuito extracorpóreo se realizó con heparina sódica, de forma convencional.

Se analizó en todos los casos el perfil hemodinámico realizado inmediatamente antes, a las 3 horas, 6 horas y 12 horas tras el inicio de la HFVVC. Consideramos el valor medio de tres determinaciones cada vez. El perfil hemodinámico incluye: tensión arterial media (TAM); presión media de la arteria pulmonar (PAPM); presión de enclavamiento (PCP); presión venosa central (PVC), en mmHg; frecuencia cardíaca (FC), en lpm; gasto cardíaco (GC); índice cardíaco (IC), en l/min*m²; resistencia vascular sistémica (RVS); resistencia vascular pulmonar (RVP), en dinas*seg/cm⁵*m²; transporte de oxígeno (DO₂); consumo de oxígeno (VO₂), en ml/min*m²; extracción de oxígeno (EO₂) %; relación PaO₂/FIO₂ y

shunt pulmonar (Qs/Qt %). El GC se midió por termodilución (se consideró la media de tres determinaciones). Los valores de RVS, RVP, DO₂, VO₂, EO₂ y Qs/Qt se determinaron con las fórmulas estándar. También analizamos el volumen de ultrafiltrado y el balance hídrico conseguido durante el período de estudio.

El análisis estadístico fue realizado utilizando el programa estadístico RSIGMA, de Horus Hardware. Los valores se expresan como media ± desviación estándar. Los cambios de los datos en el tiempo se compararon con el análisis de la varianza para mediciones repetidas, con la corrección de Newman-Keuls. Se consideraron estadísticamente significativos unos valores de probabilidad < 0,05.

RESULTADOS

Analizamos durante el período de estudio (julio 1992-junio 1994) a 55 pacientes. La edad media de la muestra fue de 46 ± 17 años (rango 18-77 años). Todos estaban recibiendo soporte inotrópico con dopamina (infusión media de 12,4 ± 8 µg/kg/min [rango 2-33]); 42 pacientes (80 %) recibían dobutamina (12,5 ± 8 µg/kg/min [rango 2-42]) y 15 pacientes recibían noradrenalina a 2,1 ± 4 µg/kg/min (rango 0,05-16,6). Dicho soporte no se modificó durante el estudio. El volumen medio de ultrafiltrado durante el período de estudio (12 horas) fue de 6.000 ± 900 ml (rango 3.000-10.000); con un balance hídrico negativo de 750 ± 1.000 ml. Veinte pacientes (36 %) sobrevivieron.

Todos los enfermos se mantuvieron estables hemodinámicamente durante la HFVVC. En la tabla I y en la figura 1 se reflejan los principales hallazgos hemodinámicos y respiratorios de los pacientes durante la HFVVC. La hemofiltración mejoró significativamente varios parámetros hemodinámicos y respiratorios desde su valor basal hasta la determinación a las 12 horas: la TAM se elevó desde 79 ± 12 hasta 92 ± 15 mmHg (p < 0,001); la relación PaO₂/FIO₂ desde 106 ± 43 hasta 145 ± 52 (p < 0,001); VO₂ desde 172 ± 50 hasta 207 ± 60 ml/min*m² (p < 0,01); y la EO₂ desde 24 ± 7 hasta 27 ± 7 % (p < 0,01). Apreciamos un descenso significativo en el shunt pulmonar (37 ± 10-30 ± 9 %) (p < 0,01).

Aunque existió una pérdida neta de fluidos a través de los filtros de hemofiltración, no encontramos ningún cambio en los valores de PVC ni PCP. Tampoco ocurrió ningún cambio significativo en la frecuencia cardíaca, presiones de arteria pulmonar, índice cardíaco, resistencias vasculares sistémicas (p = 0,07), resistencia vascular pulmonar y transporte de oxígeno.

Tabla I. Parámetros hemodinámicos, respiratorios y de transporte de oxígeno (media ± desviación estándar) en el grupo estudiado

Parámetros	Previo	3 horas	6 horas	12 horas
FC	117 ± 22	116 ± 15	116 ± 16	111 ± 19
TAM	79 ± 12	85 ± 14	88 ± 15	92 ± 15*
PAPM	34 ± 8	34 ± 7	33 ± 6	33 ± 7
PCP	16 ± 4	15 ± 4	15 ± 3	15 ± 3
PVC	14 ± 4	14 ± 3	13 ± 3	13 ± 3
IC	5,5 ± 1	5,7 ± 2	5,8 ± 2	6,0 ± 2
RVS	1,025 ± 365	1,081 ± 441	1,103 ± 401	1,163 ± 395
RVP	528 ± 239	508 ± 208	479 ± 147	480 ± 151
DO ₂	747 ± 217	749 ± 220	798 ± 207	767 ± 235
VO ₂	172 ± 50	185 ± 54	199 ± 49	207 ± 60*
EO ₂ %	24 ± 7	25 ± 7	25 ± 6	27 ± 7*
PaO ₂ /FIO ₂	106 ± 43	121 ± 50	133 ± 49	145 ± 52*
Qs/Qt %	37 ± 10	34 ± 10	33 ± 10	30 ± 9*

Todas las siglas y unidades de medida utilizadas están referidas en el texto. Análisis estadístico: análisis de la varianza para mediciones repetidas (basal 12 horas): estadísticamente significativo: p < 0,05*.

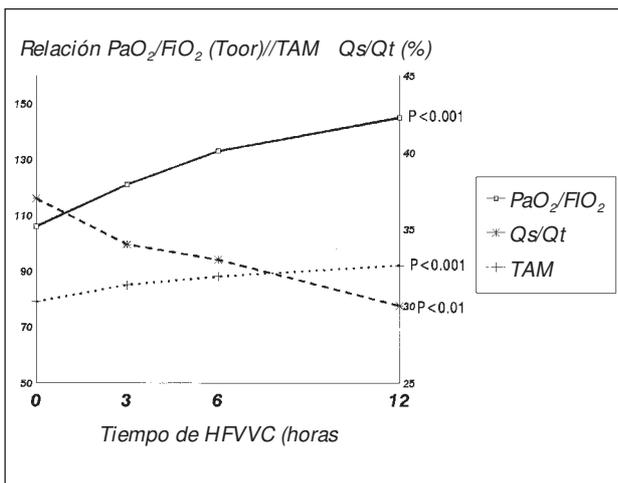


Fig. 1.—Presión arterial media (TAM) y parámetros de oxigenación sanguínea (índice PaO₂/FIO₂ y Qs/Qt) en los pacientes estudiados antes y durante la hemofiltración. Los tres parámetros mejoraron significativamente durante el período de estudio.

DISCUSION

A pesar de la mejoría en el soporte hemodinámico y respiratorio de los últimos años, el pronóstico de los pacientes con FMO continúa siendo muy pobre. La introducción de la HFVVC representa un importante avance en el manejo del paciente con fracaso renal en este contexto, ya que conlleva importantes ventajas frente a la diálisis convencional, especialmente su estabilidad hemodinámica^{2, 5, 6, 9}.

En este estudio analizamos prospectivamente el efecto de la HFVVC sobre la hemodinámica y la fun-

ción respiratoria de pacientes críticos durante las primeras 12 horas tras el inicio de la técnica. El inicio de la hemofiltración no se asoció a ningún cambio en el estado hemodinámico o respiratorio, como otros autores han comprobado^{2-6, 14}. La eliminación de 6,0 ± 0,9 l de líquido corporal en el plazo de 12 horas fue bien tolerado por todos los pacientes (balance hídrico negativo de 750 + 1.000 ml). No observamos cambios significativos en la PCP ni en la PVC. Presumiblemente el volumen intravascular se mantenía gracias al reclutamiento de fluido del intersticio hacia el espacio intravascular¹⁹⁻²¹. Nuestra supervivencia media del 36 % parece razonable debido a la selección de pacientes, severamente comprometidos.

La hemofiltración mejoró algunas variables hemodinámicas y respiratorias (tabla I). Esta experiencia se sustenta con las de algunos autores: Coraim y cols.²⁰ encontraron una mejoría en el IC, con una evolución similar a la nuestra en TAM, RVS y RVP. Sin embargo, la observación más interesante fue la medición del factor depresor miocárdico, que descendió desde 70 ± 16 unidades hasta 33 ± 1. Estos investigadores concluyeron que la eliminación de sustancias tóxicas con la hemofiltración descendía el daño a los órganos, mejorando la supervivencia. Davenport y cols.²² comparan la hemofiltración continua con la intermitente, encontrando diferencias sensibles entre ambas técnicas. La técnica intermitente provocaba alteraciones sobre la TAM, RVS e IC. La hemofiltración continua mantenía estables dichos parámetros. Gotloib y cols.²³, en un grupo reducido de pacientes con distrés respiratorio secundario a sepsis severa, encuentran una mejoría en los parámetros hemodinámicos analizados, similar a la encontrada en nuestro estudio. Sin embargo, estos mismos autores²⁴ describieron su experiencia con hemofiltración en 24 pacientes críticos en los que «había fallado la terapéutica convencional» para el manejo del distrés (por sepsis). Con un balance hídrico positivo, observaron una mejoría importante del gasto cardiaco en la mayoría de sus pacientes. No hubo diferencias significativas en la PCP ni en las RVS, aunque el estudio se hizo de forma más prolongada que el nuestro y se obtuvo un balance positivo, que podría justificar los hallazgos encontrados. Garzía y cols.²⁵ encontraron una mejoría en el IC con descenso en RVS, RVP y TAM; aunque en el estudio se utilizaban medidas terapéuticas activas (volumen y soporte inotrópico) para intentar mejorar el IC hasta alcanzar un estado de «no dependencia» del consumo de oxígeno frente al transporte, lo que podría haber artefactuado las medidas de TAM y resistencias. Bellomo y cols.⁵ no apreciaron ningún cambio en FC, TA, GC ni RVS tras 0,25-24 horas de HFVVC, aunque el estudio no se realizó con el objetivo de valorar estos cambios. La escasa descripción del tipo de paciente y el método utiliza-

do hace difícil la comparación con nuestros datos. Lauer y cols.²¹ demostraron que la eliminación de aproximadamente 7 l de líquido corporal en varios días, no cambiaba ni la TAM ni la PCP. También encontraron una mejoría en la función cardíaca en 9 de 10 tratamientos. La RVS descendió desde 1693 ± 309 hasta 1355 ± 261 sólo en aquellos pacientes con mala función ventricular de base. No se refiere si durante un período de estudio tan prolongado se realizan o no cambios en el soporte inotrópico o ventilatorio. Los pacientes no eran comparables a los analizados en nuestro estudio. Parece, pues, que en conjunto, nuestra experiencia confirma los cambios hemodinámicos esperables con la HFVVC en este tipo de pacientes; aunque diferencias en el tipo de paciente analizado, tiempo de estudio, membrana utilizada, etc., podría justificar las diferencias con nuestros hallazgos, encontradas en otros estudios.

Cuando analizamos parámetros respiratorios y de transporte de oxígeno, encontramos, como otros autores^{20, 22, 23, 25, 26}, una mejoría significativa en el cociente $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$, el shunt pulmonar, el consumo de oxígeno y extracción, sin mejoría en el transporte de oxígeno. Este hecho puede reflejar una mejoría en el flujo sanguíneo con una mejor redistribución a nivel periférico, hasta células previamente hipóxicas. Es posible que factores circulantes sean responsables de la inadecuada extracción periférica de oxígeno en esta situación. Es asimismo posible que la hemofiltración elimine estos factores circulantes, permitiendo a los tejidos la extracción adecuada de oxígeno, aumentando el consumo de oxígeno^{12, 14-17}.

CONCLUSIONES

La hemofiltración venovenosa continua se asocia con una mejoría significativa de varios parámetros hemodinámicos y respiratorios en pacientes críticos con FMO (analizando las primeras 12 horas tras su instauración). Ofrece una alternativa en el manejo de estos pacientes ya que consigue la eliminación de una alta cantidad de volumen sin descenso en la precarga, que podría tener un efecto deletéreo sobre el transporte de oxígeno, comprometido habitualmente en este tipo de pacientes.

Se necesitan estudios posteriores que demuestren si esta mejoría apreciada con la técnica puede reducir la alta mortalidad asociada a este síndrome.

Agradecimientos

Queremos agradecer la colaboración de los médicos y enfermeras de nuestra unidad, sin cuya valiosa colaboración no hubiese sido posible llevar a cabo este trabajo.

Bibliografía

1. Reynolds HN, Borg U, Belzberg H y Wiles CE: Efficacy of continuous arteriovenous hemofiltration with dialysis in patients with renal failure. *Crit Care Med* 19:1387-1394, 1991.
2. Muñoz RI, Gaínza FJ, García-Erauzkin G y cols.: Hemodiálisis continua arteriovenosa en el fracaso renal agudo con fallo multiorgánico. *Nefrología* 11:340-344, 1991.
3. Voerman HJ, Strack van Schijndel RJM y Thijs LG: Continuous arterial-venous hemodiafiltration in critically ill patients. *Crit Care Med* 18:911-914, 1990.
4. Weiss L, Danielson BG, Wikstrom B, Hedstrand U y Wahlberg J: Continuous arteriovenous hemofiltration in the treatment of 100 critically ill patients with acute renal failure: report on clinical outcome and nutritional aspects. *Clin Nephrol* 31:184-189, 1989.
5. Bellomo R, Parkin G, Love Jy Boyce N: Management of acute renal failure in the critically ill with continuous venovenous hemodiafiltration. *Renal Failure* 14:183-186, 1992.
6. Sánchez R, Alcázar JM, Mazuecos A, Campos C, Mosquera JR, Praga M, y cols.: Tratamiento del fracaso renal agudo en pacientes con fallo multiorgánico mediante hemodiálisis continua. *Nefrología* 12 (Suppl 4):301-305, 1992.
7. Mehta RL: Continuous hemofiltration/dialysis: Current status and future directions. *Nefrología* 12:276-286, 1992.
8. Lozano Quintana MJ, Sánchez-Izquierdo Riera JA, López Castillo MT y Cuenca Solanas M: Implantación de una nueva técnica en UCI. Estudio metodológico. *Enfermería intensiva* 4 (n.º esp):S29, 1993.
9. Sánchez-Izquierdo Riera JA, Lozano Quintana MJ, Ambrós Checa A, Pérez Vela JL, Caballero Cubedo R y Alted López E: Hemofiltración venovenosa continua en pacientes críticos. *Med Intensiva* 19:171-176, 1995.
10. Liaño F, Gámez C, Pascual Jy Ortuño J: Técnicas de depuración extracorpórea continua (TDEC). *Nefrología* 13:526-537, 1993.
11. Schneider NS y Geronemus R: Continuous arteriovenous hemodialysis. *Kidney Int* 33 (Suppl 24):S159-S162, 1988.
12. Jurnois D, Dru M, Chanu D y Safran D: Continuous hemofiltration: Comparison and indications of its different implementations. *Nefrología* 12:272-275, 1992.
13. Storck M, Hartl WH, Zimmerer E e Inthorn D: Comparison of pumpdriven and spontaneous continuous haemofiltration in postoperative acute renal failure. *Lancet* 337:452-455, 1991.
14. Wedel SK: Continuous arteriovenous hemofiltration and continuous arteriovenous hemodialysis. *Problems in Anesthesia* 3:245-257, 1989.
15. Stein B, Pfenninger E, Grunert A, Schmitz JE y Hudde M: Influence of continuous hemofiltration on hemodynamics and central blood volume in experimental endotoxic shock. *Int Care Med* 16:494-499, 1990.
16. Sánchez-Izquierdo Riera JA, Ambrós Checa A, Lozano Quintana MJ, Ortuño De Solo B, Pérez Vela JL y Alted López E: Eliminación de TNF en pacientes críticos con hemofiltración continua. *Med Intensiva* 18 (Suppl 1):26, 1994.
17. Bellomo R, Tipping P y Boyce N: Continuous veno-venous hemofiltration with dialysis removes cytokines from the circulation of septic patients. *Crit Care Med* 21:522-526, 1993.
18. Goris RJA, Boekhorst TPA, Nuytinck JKS y Gimbere JSF: Multipleorgan failure. Generalized autodestructive inflammation? *Arch Surg* 120:1109-1115, 1985.
19. Ossenkoppele GJ, Van Der Meulen J, Bronsveld W y Thijs LG: Continuous arteriovenous hemofiltration as an adjunctive therapy for septic shock. *Crit Care Med* 13 (2):102-104, 1985.
20. Coraim FJ, Coraim HP, Ebermann R y Stellwag FM: Acute respiratory failure after cardiac surgery: Clinical experience with the application of continuous arteriovenous hemofiltration. *Crit Care Med* 14 (6):714-718, 1986.

HEMODINAMICA Y HEMOFILTRACION CONTINUA

21. Lauer A, Alvis R y Avram M: Hemodynamic consequences of continuous arteriovenous hemofiltration. *Am JKid Dis* 12:110-115, 1988.
22. Davenport A, Will EJ y Davidson AM: Improved cardiovascular stability during continuous modes of renal replacement therapy in critically ill patients with acute hepatic and renal failure. *Crit Care Med* 21:328-338, 1993.
23. Gotloib L, Barzilay E, Shustak A y Lev A: Sequential hemofiltration in nonoliguric high capillary permeability pulmonary edema of severe sepsis: Preliminary report. *Crit Care Med* 12 (11):997-1000, 1984.
24. Gotloib L, Barzilay E, Shustak A, Wais Z, Jaichenko J y Lev A: Hemofiltration in septic ARDS: The artificial kidney as an artificial endocrine lung. *Resuscitation* 13:123-128, 1986.
25. Garzia F, Todor R y Scalea Th: Continuous arteriovenous hemofiltration countercurrent dialysis (CAVH-D) in acute respiratory failure (ARDS). *JTrauma* 31 (9):1277-1285, 1991.
26. Barzilay E, Kessler D, Berlot G, Gullo A, Geber D y Ben Zeev I: Use of extracorporeal supportive techniques as additional treatment for septic-induced multiple organ failure patients. *Crit Care Med* 17 (7):634-637, 1989.