



ORIGINAL

Monitorización de presiones en técnicas continuas de depuración extrarrenal[☆]

A. Guirao Moya*, M.E. Esteban Sánchez, N. Fernández Gaute, A. Murga González, L. Vergara Díez, M.P. Martínez García, J.E. Domínguez Domínguez, M.J. Frade Mera, A.M. Cruz Ramos y E. Molano Álvarez

UCI Polivalente, Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

Recibido el 5 de noviembre de 2009; aceptado el 18 de noviembre de 2009

Disponible en Internet el 25 de enero de 2010

PALABRAS CLAVE

Terapia de reemplazo renal;
Hemodiafiltración;
Monitoreo;
Presión

Resumen

Introducción: Las técnicas de depuración extrarrenal han obtenido grandes avances que han conseguido una ampliación de las indicaciones y una mejora en la tecnología de la monitorización continua de las presiones.

Objetivo: El objetivo del estudio es conocer si existe asociación entre el aumento de las presiones de los circuitos y la duración de éstos.

Material y métodos: Estudio analítico longitudinal prospectivo, realizado en una unidad de cuidados intensivos polivalente de un hospital terciario, desde octubre de 2008 hasta abril de 2009. Se recogieron datos de filiación de pacientes con técnicas de depuración extrarrenal y valores horarios de: presión de entrada (PE), presión de retorno (PR), presión transmembrana (PTM) y presión prefiltro (PPF). Se utilizó la correlación de Spearman y T de Student.

Resultados: Se analizaron 44 sets correspondientes a 11 pacientes (el 45,5% eran hombres y el 54,5% eran mujeres) con un media de edad de 62 años. Se utilizó el mismo catéter de doble luz: GamCath (11 Fr) y la misma terapia: hemodiafiltración venovenosa continua. La media de duración de los circuitos fue de 39 h. Los valores de media, mediana, máximo y mínimo de las presiones de la muestra fueron: PE (–52,17; –52,57; 160 y –256 [milímetros de mercurio] mmHg), PR (98,6; 95,3; 323 y –2 mmHg), PTM (58,57; 58,52; 245 y –20 mmHg) y PPF (161,76; 159,42; 375 y –13 mmHg), respectivamente.

Conclusiones: Se demuestra correlación negativa entre la duración de los sets y la media de PR y de PPF.

La muestra obtenida incluía tanto circuitos retirados por tratamiento completo (72 h) como por coagulación o cambio en presiones.

© 2009 Elsevier España, S.L. y SEEIUC. Todos los derechos reservados.

[☆]Premio especial EDWARDS LIFESCIENCES 2009: A la mejor comunicación o póster sobre el uso de técnicas continuas de depuración extrarrenal, presentado en el XXXV Congreso Nacional de la SEEIUC.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ameliaguirao@yahoo.es (A. Guirao Moya).

KEYWORDS

Renal replacement therapy;
Hemodiafiltration;
Monitoring;
Pressure

Pressure monitoring in continuous renal replacement therapy**Abstract**

Introduction: Continuous renal replacement therapy (CRRT) has experienced significant advances that have led to an increase of its indications and improved the technology used in continued pressures monitoring.

Aim: This study has aimed to discover if there are any associations between the increase of the circuit pressures and their duration.

Materials and methods: A prospective, longitudinal analytic pilot study was conducted in an Intensive Care Unit of a university hospital from October 2008 to April 2009. The study analyzed the patient's information with CRRT and the hourly values of entry pressure (EP), comeback pressure (CP), transmembrane pressure (TMP) and pre-filter pressure (PFP). The Spearman correlation and the Student's T test were used.

Results: The study analyzed 44 sets corresponding to 11 patients (45.5% men and 54.5% women) with a life expectancy of 62 years. The same light catheter GamCath (11 French) and Continuous Venovenous Hemodiafiltration (CVVHDF) therapy were used in all patients. The mean duration of the circuits was 39 h. Mean, median, maximum and minimum values of the sample pressures were: EP: -52.17; -52.57; 160; -256 (millimeters of mercury) mmHg; CP: (98.6; 95.3; 323; -2 mmHg); TMP: (58.57; 58.52; 245; -20 mmHg) and PFP: (161.76; 159.42; 375; -13 mmHg), respectively.

Conclusions: A negative correlation was demonstrated between the duration of the sets and the mean CP and PFP. The sample obtained circuits withdrawn due to finished treatment (72 h), and by coagulation or changes in pressures.

© 2009 Elsevier España, S.L. and SEEIUC. All rights reserved.

Introducción

Las técnicas continuas de depuración extrarrenal (TCDE) son terapias habituales en las unidades de cuidados críticos. Su indicación no es únicamente como sustitutiva de la función renal alterada, sino que son aplicadas en otras situaciones clínicas como intoxicaciones farmacológicas, fallo hepático, alteraciones hidroelectrolíticas o disfunción multiorgánica. Dentro de las TCDE se pueden incluir la ultrafiltración lenta continua, la hemofiltración venovenosa, la hemofiltración arteriovenosa continua, la hemodiálisis venovenosa continua y la hemodiafiltración venovenosa continua (HDFVVC). Existen además otras técnicas que se usan con menor frecuencia que las anteriores¹. Se realizan de forma lenta y continua, lo que permite mantener la estabilidad hemodinámica del paciente, con un recambio más progresivo de líquidos y electrolitos que la diálisis convencional. Por sus características, aunque conlleva la necesidad de formación en la técnica, no precisan la presencia constante de la enfermería nefrológica, sino que se integran en los complejos cuidados generales del paciente crítico².

Kramer en 1977³ describe la técnica de hemofiltración arteriovenosa continua en pacientes con fracaso renal agudo (FRA). Este hecho marca el comienzo de una época de avances tecnológicos y médicos que mejoran la implementación de estas terapias. En la década de 1980 surgieron técnicas más complejas, como la hemodiafiltración y las técnicas venovenosas. En la década de 1990 se generalizó el uso de las TCDE en unidades de intensivos debido al desarrollo técnico y a la ampliación de las indicaciones clínicas de las terapias⁴.

Los equipos actuales de TCDE dan una información detallada sobre los parámetros del tratamiento y la

evolución de las presiones del circuito extracorpóreo. La adecuada interpretación de estos valores puede mejorar el conocimiento de los sistemas y su rendimiento.

Apenas existen trabajos relacionados con la monitorización de las presiones en las TCDE y su relación con la optimización del rendimiento de las terapias⁴. En los escasos estudios publicados se indica la necesidad de valorar de forma continua la caída de presión del filtro, la presión transmembrana (PTM) y la presión en la línea del efluente debido a que son indicadores tempranos de coagulación del set⁵.

Se decidió realizar un estudio longitudinal prospectivo, con el objetivo de evaluar el manejo de las TCDE en nuestra unidad y conocer si existe relación entre la duración de los sets y las diferentes variables monitorizadas.

Material y métodos

Se realizó un estudio analítico longitudinal prospectivo en la Unidad de Cuidados Intensivos Polivalente del Hospital Universitario 12 de Octubre, desde octubre de 2008 hasta abril de 2009. Incluimos a todos los pacientes adultos con un tiempo de ingreso superior a 24 h que precisaron TCDE.

En todos los casos se utilizó el monitor de hemofiltración Aquarius[®] de Edwards Lifesciences[®], con filtro de polisulfona Aquamax[®] HF 12. En todas las terapias se administró la reposición posfiltro. Como dializante y solución de reposición se utilizó Multibic[®] (3 K⁺). Se empleó un acceso venoso central de doble luz modelo GamCath (Gambro[®]) de 11 Fr y 200 mm de longitud. Se protocolizó el cambio de set de hemofiltro cada 72 h siguiendo las especificaciones técnicas de la casa comercial.

De cada paciente se registraron las siguientes variables: edad, peso, sexo, motivo de ingreso, motivo de inicio de la TCDE, motivo de retirada de ésta, tipo, fecha de inserción y

localización del catéter. En relación con la monitorización de la terapia, se recogieron los valores horarios de: presión arterial o de entrada (PE), presión venosa o de retorno (PR), PTM y presión prefiltro (PPF), así como la dosis y la velocidad de anticoagulación del set tanto con heparina como de epoprostenol (tabla 1). Estos datos se expresaron como media, mediana, máximo y mínimo.

De la muestra estudiada diferenciamos un subgrupo con los sets retirados por coagulación con el fin de comprobar si existían correlaciones diferentes al grupo general. Con esta diferenciación para el grupo de sets retirados por coagulación, se utilizó como método estadístico la prueba de correlación de rangos de Spearman. Para el grupo general se utilizó la distribución T de Student, ya que el grado de libertad es mayor de 30.

Resultados

Se incluyó a 11 pacientes, el 54,5% (6 de los 11) fueron mujeres y el 45,5% fueron hombres. Su media de edad fue de 62 años (61,9%), la causa de ingreso más frecuente fue el shock séptico en 4 casos (33,4%), seguido de la neumonía (18,2%) y la pancreatitis aguda (18,2%). La indicación

Tabla 1 Datos analizados

Paciente	Set
Edad	PE
Peso	PR
Sexo	PTM
Motivo de ingreso en la UCI	PPF
Motivo de inicio de la TCDE	Dosis de heparina
Motivo de retirada de la TCDE	Velocidad de heparina
Tipo de catéter	Dosis de epoprostenol
Fecha de inserción del catéter	Velocidad de epoprostenol
Localización del catéter	

PE: presión de entrada; PPF: presión prefiltro; PR: presión de retorno; PTM: presión transmembrana; UCI: unidad de cuidados intensivos.

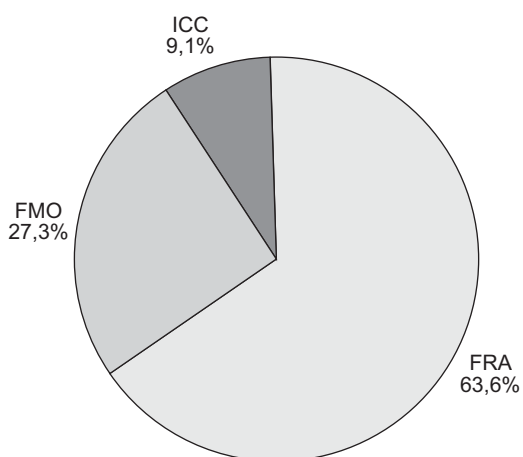


Figura 1 Indicaciones de las técnicas continuas de depuración extrarrenal en la Unidad de Cuidados Intensivos Polivalente.

principal de TCDE fue el FRA en 7 de los pacientes (fig. 1). El principal motivo de retirada fue el fallecimiento de los pacientes (6 casos).

La zona más frecuente de inserción de los catéteres fue la vena femoral derecha en 5 ocasiones, seguidos de la femoral izquierda en 2 casos y de la vena subclavia izquierda también en 2 pacientes.

Se analizó un total de 44 sets, con una media de 4 sets utilizados por paciente, la terapia utilizada fue la HDFVVC. La media de horas de uso de los sets fue de 39 h y 26 min, con un rango que fue desde las 6 hasta las 72 h. De todos los circuitos analizados, fue retirado por coagulación el 45,5% (20 sets). La media de circuitos coagulados por paciente fue de 2,9. La pérdida de sangre por set coagulado fue de 175 ml, según especificaciones del fabricante. Se calculó una pérdida de sangre total de 3.500 ml para los 20 circuitos coagulados (en 7 pacientes), estimando para cada paciente una pérdida de 500 ml.

En la tabla 2 se observan la media, la mediana, el máximo y el mínimo de las presiones y los flujos de todos los sets analizados. Los resultados del subgrupo de equipos retirados por coagulación se muestran en la tabla 3.

Analizamos por separado los sets que fueron retirados por coagulación. En estos últimos se puede observar un incremento de valores, tanto en los datos de presiones como de flujos, si se comparan con los obtenidos en el análisis general.

Utilizamos anticoagulación con heparina en 36 de los 44 circuitos. La dosis media empleada fue de 9,55 UI/kg/h. Cuando se administró epoprostenol, la dosis media fue de 3 ng/kg/min.

Encontramos correlación positiva con un nivel de confianza de 0,05 ($p=0,05$) entre la duración de los sets y la media de velocidad de la infusión de heparina sódica. Obtuvimos correlación negativa cuando comparamos la duración con la media de la PR y con la media de la PPF (figs. 2 y 3).

En el subgrupo de sets coagulados se encontró correlación negativa entre la duración y la media de la PR, la media de la PPF y con la media de la PTM (figs. 4-6).

Discusión

La mayor incidencia de pacientes con FRA se presenta en las unidades de cuidados intensivos, en éstas se implementan mayoritariamente las técnicas continuas, destacando la hemofiltración venovenosa continua (HFVVC) y la HDFVVC^{6,7}. En diversos estudios se demuestra que la recuperación del FRA es mejor y más rápida cuando se utilizan las TCDE. Actualmente son las técnicas de elección para el tratamiento del FRA en pacientes críticos^{8,9}. En España la técnica más empleada para la depuración extrarrenal es la HFVVC (79,6%) frente a la HDFVVC (68%)¹⁰. En nuestro estudio, como en los estudios mencionados, se demuestra que la indicación principal de la TCDE en nuestra unidad es el tratamiento de FRA y, dentro de estas terapias, la más frecuente es la HDFVVC. En relación con la dosis de convección, ésta se sitúa 35 ml/kg/h¹¹.

Un catéter de gran calibre proporciona mayor duración y menos interrupciones de tratamiento⁵, este tipo de terapias necesita una vía de acceso venoso que permita un alto flujo de sangre. Son de elección, con este orden, el acceso femoral derecho, femoral izquierdo y yugular derecho. No

Tabla 2 Valores de presiones y flujos de los circuitos

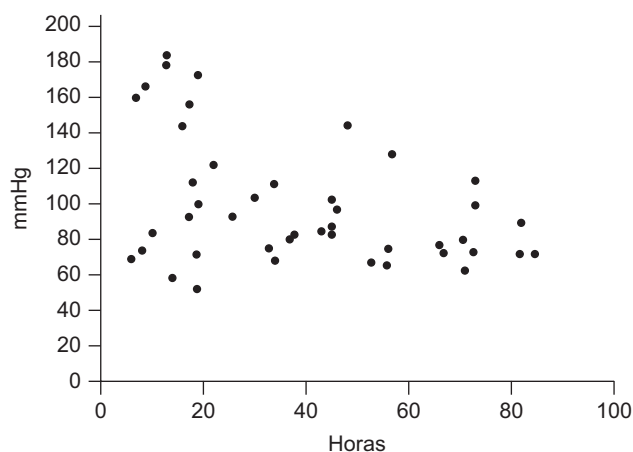
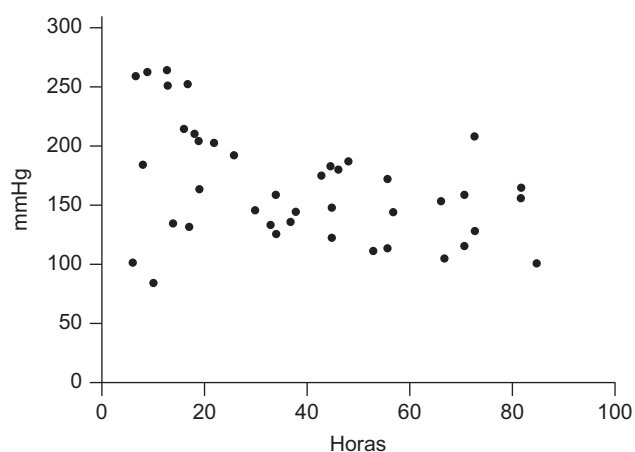
	Media	Mediana	Máximo	Mínimo
PE (mmHg)	-52,17	-52,57	160	-256
PR (mmHg)	98,60	95,30	323	-2
PTM (mmHg)	58,57	58,52	245	-20
PPF (mmHg)	161,76	159,42	375	-13
Flujo de sangre (ml/min)	163,11	162,95	300	50
Flujo de reposición (ml/h)	1.922,02	1.943,18	5.000	1.000
Flujo de diálisis (ml/h)	1.329,10	1.309,09	2.500	800
Flujo de extracción (ml/h)	129,83	128,52	300	0

PE: presión de entrada; PPF: presión prefiltro; PR: presión de retorno; PTM: presión transmembrana.

Tabla 3 Valores de presiones y flujos de los circuitos coagulados

	Media	Mediana	Máximo	Mínimo
PE (mmHg)	-63,45	-64,25	98	-256
PR (mmHg)	120,48	115,33	323	9
PTM (mmHg)	68,92	67,28	245	-4
PPF (mmHg)	194,74	188,55	375	-13
Flujo de sangre (ml/min)	169,35	171,00	210	110
Flujo de reposición (ml/h)	2.113,88	2.145,00	3.000	1.000
Flujo de diálisis (ml/h)	1.464,79	1.450,00	2.500	1.000
Flujo de extracción (ml/h)	126,64	124,00	300	0

PE: presión de entrada; PPF: presión prefiltro; PR: presión de retorno; PTM: presión transmembrana.

**Figura 2** Correlación entre la media de duración del set y la media de la presión retorno (grupo general).**Figura 3** Correlación entre la media de duración del set y la media de la presión prefiltro (grupo general).

es aconsejable el uso de la vena subclavia, tanto derecha como izquierda, por su alta frecuencia de estenosis.

Pudimos comprobar que en nuestro estudio la media de consumo de circuitos por paciente es menor a la publicada en estudios anteriores¹³, pero la pérdida de volumen de sangre estimada por paciente es mayor debido al empleo de diferentes monitores de hemofiltración.

Los parámetros más importantes para monitorizar en las terapias continuas incluyen el registro de presiones en diferentes puntos del circuito. Éstas son la PE, la PR, la PPF y

el cálculo de la PTM. También es necesaria la monitorización de los flujos de sangre, de extracción, de reposición y de líquido de diálisis, así como conocer la anticoagulación empleada en la terapia.

En nuestro estudio observamos que en los casos en los que los sets se han coagulado, las medias y las medianas de las presiones analizadas han sido mayores cuando se compararon con las del grupo general. Nosotros creemos que puede deberse al aumento de resistencias en los capilares coagulados.

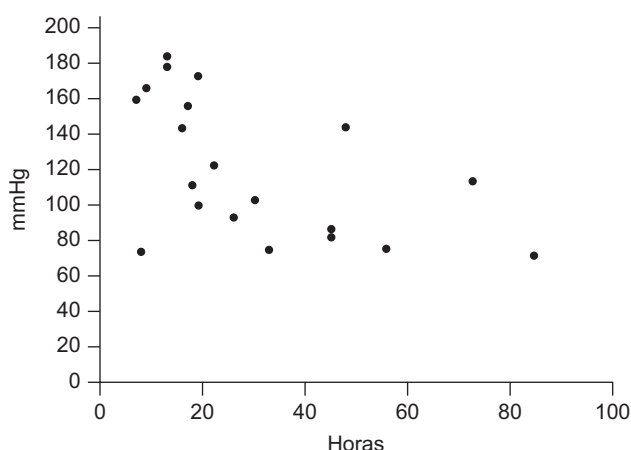


Figura 4 Correlación entre la media de la duración del set y la media de la presión retorno (subgrupo coagulado).

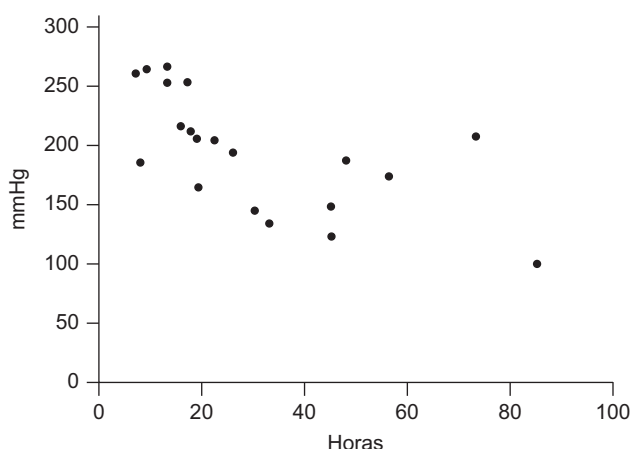


Figura 5 Correlación entre la media de duración del set y la media de presión prefiltro (subgrupo coagulados).

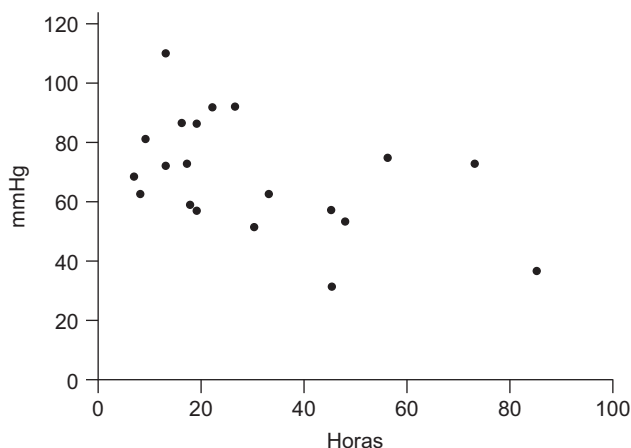


Figura 6 Correlación entre la duración del set y la presión transmembrana (subgrupo coagulado).

Si tomamos como referencia estudios previos¹³, debería existir una relación entre el flujo de sangre y la duración del set, pero nosotros no hemos podido demostrar esta

correlación. Sin embargo, encontramos relación inversa entre la PPF y la duración del set, es decir, a mayor PPF menor duración de set. La PPF depende, entre otras variables, del flujo de sangre y del estado de coagulación de éste. De este modo, un aumento de la presión significaría un aumento de la resistencia al paso de la sangre por la coagulación de algunos capilares. Esta relación ocurre tanto en el grupo general como en el subgrupo de sets retirados por coagulación.

Si comparamos la duración del set con la PR y la PTM, en los sets coagulados se muestra una correlación negativa. La PR indica la presión detectada desde el polo venoso del filtro de sangre hasta la luz venosa del catéter. En este trayecto se encuentra el “atrapa-burbujas” venoso que, al coagularse, produce un aumento de presión y la duración menor del set. En el caso de los sets coagulados, también se observa correlación negativa si relacionamos la duración con la PTM. Ésta aumenta cuando disminuye la permeabilidad de la membrana y se debe generar más diferencial de presión para obtener el ultrafiltrado. La PTM mayor de 200 mmHg nos indica un riesgo de coagulación inminente.

La coagulación de los sets constituye uno de los principales problemas de los hemofiltros debido a que casi la mitad de ellos no llega a cumplir el tiempo programado para su recambio y supone un aumento del gasto y de horas de tratamiento⁵. La forma más frecuente de anticoagulación del set se realiza con heparina sódica; las dosis recomendadas se sitúan entre 5–10 UI/kg/h^{5,12}. También se utiliza en algunos casos el epoprostenol para la anticoagulación, aunque no existe consenso sobre la dosis, Herrera et al la sitúan de 4 a 5 ng/kg/min¹⁴. En nuestro estudio la media de dosis de heparina sódica obtenida es de 9,55 UI/kg/h, lo que significa una correcta anticoagulación de los sets, pero en relación con la dosis de epoprostenol nuestra media se sitúa en 3 ng/kg/min debido a la escasa utilización de este fármaco como anticoagulante en los circuitos.

Los problemas de coagulación no ocurren solamente por el rango de anticoagulación, sino que también intervienen los catéteres, las líneas y los filtros⁵. Gainza et al explican en su estudio algunas medidas encaminadas para evitar la coagulación, como son un diseño de circuitos más cortos y sin recovecos, una utilización de catéteres más adecuados y la utilización de membranas de alta biocompatibilidad.

Conclusiones

En nuestro estudio observamos una correlación negativa entre la duración de los sets y la media de presión de retorno y presión prefiltro, lo que nos indica que cuando los valores de ambas presiones aumentan, la duración de los circuitos es menor. Se ha comprobado una relación directa entre la coagulación de los circuitos y la presión transmembrana.

Conflicto de intereses

Declaramos no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración desinteresada del equipo asistencial (enfermeros, médicos, auxiliares de enfermería y celadores) de la Unidad de Cuidados Intensivos Polivalente del Hospital Universitario 12 de Octubre por la ayuda prestada.

Bibliografía

1. Molano Álvarez E, Cornejo Bauer C, García Hernández R, Rojo Cabello S, Cuenca Solanas M, García Fuentes C. Enfermería de cuidados críticos y técnicas continuas de reemplazo renal de la Comunidad de Madrid. *Enferm Intensiva*. 2003;14:135–47.
2. Sánchez-Izquierdo JA, Lozano MJ, Ambrós A. Hemofiltración venovenosa continua en pacientes críticos. *Med Intensiva*. 1995;19:175–6.
3. Kramer P, Wigger W, Rieger J, Matthaei D, Scheler F. Arteriovenous haemofiltration: A new and simple method for treatment of over hydrated patients resistant to diuretics. *Klin Wochenschr*. 1977;55:1121–2.
4. Dorao P. Técnicas de hemofiltración continua. *An Pediatr Contin*. 2006;4:55–9.
5. Gainza FJ, Sánchez-Izquierdo JA, Poch E, Maduell F, Solozábal C, Otero A, et al. Tratamiento sustitutivo de la función renal. *Nefrología*. 2007;27:109–91.
6. Uchino S, Kellum JA, Bellomo R, Doig GS, Morimatsu H, Morgera S, et al. Beginning and Ending Supportive Therapy for the Kidney (BEST Kidney) Investigators. Acute renal failure in critically ill patients: A multinational, multicenter study. *JAMA*. 2005;294:813–8.
7. Herrera M, Seller G, Maynar J, Sánchez-Izquierdo JA, Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Nefrológicos de la SEMICYUC. Epidemiología del fracaso renal agudo en las UCI españolas. Estudio prospectivo multicéntrico FRAMI. *Med Intensiva*. 2006;30:260–7.
8. Silvester W. Outcome studies of continuous renal replacement therapy in the intensive care. *Kidney Int*. 1998;53:138–41.
9. Proceedings of the Second International Conference on Continuous Renal Replacement Therapy. *Am J Kidney Dis*. 1997;30:1–116.
10. Herrera ME, Daga D, Seller G, García A, De la Rubia C, Ruiz L. Uso de las técnicas continuas de reemplazo renal en las unidades de cuidados intensivos en España. Una encuesta a nivel nacional. *Med Intensiva*. 2000;24:341–7.
11. Ronco C, Bellomo R, Homel P, Dan M, Piccinni P, La Greca G. Effects of different doses in continuous veno-venous haemofiltration on outcomes of acute renal failure: A prospective randomised trial. *Lancet*. 2000;356:26–30.
12. Gainza FJ, Quintanilla N. La anticoagulación de los circuitos extracorpóreos: anticoagulación con heparina. En: Gainza FJ, editor. *Manual de Técnicas Continuas de Reemplazo Renal*. Madrid: Ergon; 2005.
13. García A, Hernández AI, Miralles FJ, Cortés J, Domínguez MA, Caro ME. Experiencia con las técnicas continuas de reemplazo renal en cuidados intensivos. Determinantes de la duración del hemofiltro. *Rev Soc Esp Enferm Nefrol*. 2008;11:259–64.
14. Fonseca F, Urturi JA, Maynar J. Monitorización de equipos de TCR. En: Maynar J, Sánchez-Izquierdo JA, editores. *Fallo renal agudo y técnicas de depuración extracorpórea*. Barcelona: EDIKA MED; 2001.