

# Técnicas de hemofiltración continua

PALOMA DORAO

Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Infantil La Paz. Madrid. España.  
ucip.hulp@salud.madrid.org

La hemofiltración (HF) continua es un sistema de depuración extrarrenal que se basa en un sistema de filtración por un gradiente de presión que se denomina transporte convectivo o ultrafiltración. Se hace circular la sangre de forma continua y constante a través de un filtro dializador de baja resistencia, y se produce un ultrafiltrado durante las 24 h del día.

Kramer describió este sistema en 1977, como HF arteriovenosa, y las técnicas venovenosas y la hemodiafiltración se iniciaron en los años ochenta del siglo pasado. Las primeras publicaciones de pacientes pediátricos datan de finales de los ochenta<sup>1,2</sup>. Durante la década de los años noventa, la utilización de las técnicas de HF en el paciente críticamente enfermo se generalizaron, gracias a la introducción de avances tecnológicos, sobre todo en máquinas de depuración extrarrenal continua y a la ampliación del espectro de indicaciones de las técnicas de depuración continua<sup>3,4</sup>.

## DEFINICIÓN

La depuración de solutos en las técnicas de HF se basan en 3 conceptos: ultrafiltración, difusión y adsorción.

### **Ultrafiltración**

Es el movimiento de soluto y solvente que se produce a través de una membrana semipermeable por un gradiente de presión aplicado a esta membrana. Se denomina transporte convectivo. Permite el paso de solutos y de agua. El índice de ultrafiltración es directamente proporcional a la diferencia de presión transmembrana y al área disponible para la ultrafiltración. Mediante la ultrafiltración se depuran sustancias entre 1.000-40.000 D.

### **Difusión**

Se caracteriza por el movimiento de moléculas a través de una membrana desde la zona de mayor concentración a la de menor. Permite el paso de solutos. El índice de difusión es directamente proporcional al producto del gradiente de concentración y al área de la membrana. Depura, sobre todo, moléculas pequeñas < 1.000 D.

### **Adsorción**

Mucho menos importante que los 2 procesos anteriores, se caracteriza por la “fijación” de determinadas moléculas a la membrana de los filtros, según las características de ésta.

### **Puntos clave**

- La hemofiltración continua es un sistema de depuración extrarrenal que utiliza un dializador de baja resistencia, que produce un ultrafiltrado durante las 24 h del día.
- La insuficiencia renal aguda en el paciente grave es el campo de acción de esta técnica, donde otros tratamientos no son bien tolerados.
- Los equipos de hemofiltración venovenosa han permitido la optimización de la técnica de depuración, una mayor seguridad en el tratamiento y una ampliación del espectro de indicaciones en el niño.
- La precocidad en la indicación de la técnica y la mayor depuración obtenida son factores que influyen en el pronóstico de los pacientes críticamente enfermos con técnicas de depuración extrarrenal continuas.

## VARIANTES DE HEMOFILTRACIÓN

### **Ultrafiltración espontánea continua (UFEC)**

Se utiliza para el robo de líquidos. Se produce una extracción de ultrafiltrado (UF) lenta, sin reposición de líquido y sin depurar el medio interno. Puede convertirse en arteriovenosa o venovenosa.

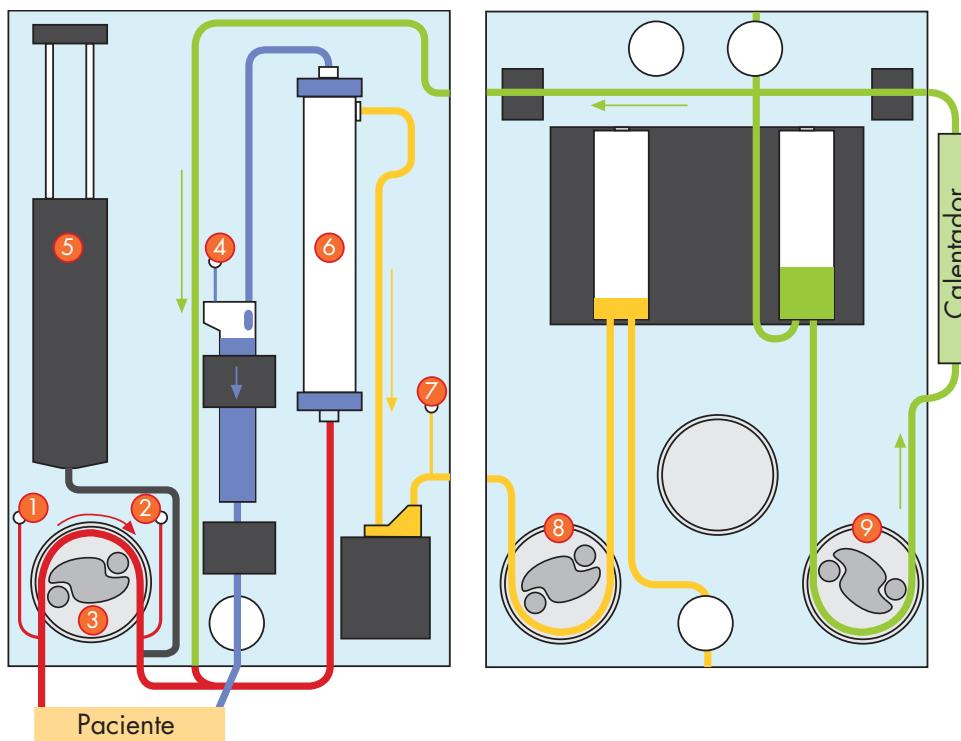
### **Ultrafiltración asistida por bomba**

Es el mismo sistema que el anterior, pero se añade una presión negativa en la cámara de ultrafiltración mediante una bomba, para aumentar la cantidad de UF.

### **Hemofiltración arteriovenosa continua (HFAVC)**

El movimiento de la sangre a través del filtro se debe a la diferencia de presión entre una arteria y una vena. Se administra líquido de reposición, “diluyendo” el medio interno y permitiendo así una depuración.

El volumen de UF y de líquido de reposición determinan la depuración. La capacidad de depuración está limitada por el flujo sanguíneo, que a su vez depende de la presión arterial media (PAM), el tamaño de los accesos vasculares, el hematocrito, la viscosidad, etc. Con un determinado flujo sanguíneo se produ-



**Figura 1.** Esquema de un dispositivo de hemofiltración.

1. Presión arterial
2. Presión prefiltro
3. Bomba sangre
4. Presión venosa
5. Heparina
6. Hemofiltro
7. Presión del ultrafiltrado
8. Bomba de ultrafiltrado
9. Bomba líquido de reposición

ce una extracción de UF que depende del tamaño del filtro y se repone el medio interno con la cantidad deseada de líquido, regulando el balance negativo deseado.

En niños, los catéteres deben ser lo más cortos y anchos posible para proporcionar el flujo de sangre suficiente. Se tolera bien y se autorregula, ya que depende de la PAM en cada momento. Su mayor limitación es la escasa depuración<sup>5</sup>.

#### Hemofiltración venovenosa continua (HFVVC) (figura 1)

La sangre se hace circular a través del filtro, propulsada por una bomba que extrae sangre de una vena y la retorna a otra. Se programa el flujo de sangre, la extracción del UF, la reposición de líquido y el balance negativo deseado.

La capacidad de depuración depende, sobre todo, de la cantidad de UF y del volumen de reposición. Ambos se programan. El flujo sanguíneo se programa, aunque puede estar limitado por un acceso venoso pequeño, que se monitoriza por las presiones arterial y venosa en los equipos. Los equipos de HFVVC precisan un flujo sanguíneo mínimo para obtener una determinada cantidad de UF. En niños pequeños, la mayor limitación son los accesos vasculares que dificultan un buen flujo sanguíneo, y el volumen extracorpóreo de los equipos, que al comienzo de la técnica pueden desestabilizar al paciente.

#### Hemodiafiltración venovenosa y arteriovenosa continua (HDFVVC)

Incorpora la difusión a la convección, para aumentar la depuración de solutos. En contracorriente al flujo sanguíneo, se añade un líquido de diálisis a flujo bajo. En adultos, se utilizan entre 1 y 2 l/h. En niños, utilizamos 250, 500 ml o 1 l/h, dependiendo de la necesidad de depuración y del tamaño del filtro. Los equipos de HF actuales permiten hacerlo de forma programada y fácil.

## INDICACIONES Y USO CLÍNICO

### Insuficiencia renal aguda en pacientes inestables

Es la indicación más habitual<sup>6</sup>. La HF permite una depuración lenta y continua sin producir cambios bruscos en la volemia. En pacientes críticos, no siempre se puede aplicar la hemodiálisis (HD) debido a su peor tolerancia hemodinámica, y, además, en pacientes muy pequeños hay impedimentos técnicos para su realización. La diálisis peritoneal puede no ser efectiva en situación de shock, y puede presentar complicaciones hemodinámicas y respiratorias, además de hiperglucemia.

### Depuración de toxinas y mediadores en el fallo multiorgánico y en el shock séptico

Numerosos autores han demostrado que los mediadores de la sepsis (IL-1, TNF, IL-6, PAF, etc.) se eliminan mediante el UF y la adsorción con técnicas de depuración continua, con lo que disminuyen los valores séricos de citocinas distales de la cascada inflamatoria, con beneficio en las funciones respiratoria y hemodinámica<sup>7</sup>. Algunos estudios aislados han demostrado disminución de la mortalidad en pacientes sépticos con técnicas continuas de HF<sup>8,9</sup>; sin embargo, no disponemos todavía de estudios del tipo clase I que asocien estos tratamientos y la eliminación de citocinas con una disminución de la mortalidad de los pacientes con síndrome de disfunción multiorgánica.

### Insuficiencia cardíaca

La utilización de técnicas de HF para el control de la sobrecarga hídrica en niños con fallo cardíaco posquirúrgico, bajo gasto y oligoanuria, permite una extracción lenta de líquido, con disminución de la presión venosa central y aumento de la PAM, lo que permite una disminución en el soporte inotrópico<sup>10</sup>.

Una modificación de esta indicación es la ultrafiltración modificada (conocida con las siglas en inglés MUF [*modified ultrafiltration*]), que se realiza al final de la circulación extracorpórea de cardiopatías congénitas para extraer líquido<sup>11</sup>.

En pacientes adultos con *shock* refractario, la HF permite mejorar los parámetros hemodinámicos y el pronóstico<sup>12</sup>.

### Errores congénitos del metabolismo

La depuración de los tóxicos acumulados es el tratamiento de elección en algunas acidemias orgánicas, alteraciones del ciclo de la urea y algunas aminoacidopatías, como la enfermedad de la orina con olor a jarabe de arce. En general, las técnicas de diálisis son más eficaces que las que tienen sólo HF<sup>13</sup>. La HD es el tratamiento más eficaz para eliminar el amonio, pero puede presentar dificultades técnicas en su aplicación y mala tolerancia en niños muy pequeños o inestables, por lo que la HDFVVC resulta muy útil para el mantenimiento de la depuración de forma continua<sup>14,15</sup>.

### Intoxicación por sustancias de bajo peso molecular y poca unión a proteínas

La vancomicina tiene un peso molecular de 1.448 daltons, y presenta un volumen de distribución en niños de 0,54-0,96 l/kg. No se hemodializa de forma significativa, ni se depura por diálisis peritoneal. Sólo un 10-40% se une a proteínas en sangre, por lo que su depuración por HFVVC es adecuada<sup>16</sup>.

### Hiperhidratación resistente a los diuréticos

El ejemplo tipo de esta indicación son los neonatos con hidropesía fetal<sup>17</sup>.

### Restricción hídrica y necesidad de nutrición

No suele ser una indicación única, generalmente se asocia a un cuadro de insuficiencia cardíaca y/o insuficiencia renal.

## FILTROS

Los filtros constan de 2 espacios: *a*) la cámara interna, por donde circula la sangre, y que se estructura en forma de capilares, y *b*) la cámara externa, que es a donde pasa el UF. A través de esta cámara externa se hace pasar el líquido de la diálisis.

Las membranas de los filtros son biocompatibles, de baja resistencia y de alta permeabilidad. Disponemos de diferentes materiales: polisulfona, poliacrilonitrilo y polimetilmetacrilato. En principio, a mayor superficie, mayor filtración. Los tamaños de los filtros oscilan entre 0,046 y 1,6 m<sup>2</sup>. En la tabla 1 se resumen las características de algunos de los filtros disponibles para pediatría.

## EQUIPOS DE HEMOFILTRACIÓN

Las bombas de depuración extrarenal continua de que disponemos actualmente son un complejo sistema de controles

**Tabla 1.** Filtros disponibles para pediatría, en función del peso del paciente, con algunas de sus características

Filtros		Superficie (m <sup>2</sup> )	Peso (kg)	FUF/FS	Volumen de cebado (ml)
<b>Polisulfona</b>	HPH® Mini	0,07	1-4	1,3/20	14
	Diafilter® NR20	0,26	5-25	6,1/48	38
	HPH 400	0,30	10-25	6,3/50	28
	Diafilter® NR30	0,66	> 30-35	15,5/100	65
	HPH 700	0,7	> 30-35	17,3/100	53
<b>Poliacrilonitrilo</b>	M 10®	0,042	2-4	0,95/20	3,5
	M 60®	0,6	> 30	15/100	60
	PAN-03®	0,3	10-25	16/200	33
	PAN-06®	0,6	> 30-35	25/200	63

FUF: flujo de ultrafiltración (ml/h/mmHg); FS: flujo sanguíneo (ml/min).

**Tabla 2.** Equipos de hemofiltración venovenosa de uso pediátrico

Monitor (control balance)	Bombas incluidas en el monitor					Comentarios
Hospital Prisma CCM® (balanzas)	Sangre 2-180 ml/min	UF	Diálisis h	Heparina	Reposición	Sets con filtros y líneas incluidos (50 ml M-10) (90 ml M-60)
Kimal Hygieia Plus® (volumétrico)	Sangre 2-500 ml/min	UF	Diálisis	Heparina	Reposición	Líneas neonatales (40 cc), pediátricas (50 ml) y adultos (8.100 ml)

Otros equipos, como HF 400-Infomed®, Medica Equasmart®, PrismaFlex Hospital®, Multifiltrate Fraeseniuss®, Edwards Aquarius®, se pueden utilizar en pediatría disponiendo de líneas de bajo volumen.

UF: ultrafiltrado.

de flujos y presiones, que permiten controlar, independientemente, el flujo de sangre, el UF, el líquido de reposición y, algunas de ellas, el líquido de diálisis y la perfusión de heparina. Casi todas tienen control gravimétrico de volúmenes de UF, reposición y diálisis, algunas tienen control volumétrico de fluidos. Disponemos de varios equipos con software neonatal y pediátrico. La tabla 2 muestra los equipos de HF de uso pediátrico.

**Tabla 3.** Catéteres de doble luz disponibles para pediatría

Catéter	Diámetro (F)	Longitud (cm)	Características
Hemoaccess (Hospal®)	6,5	7,5/10	
Mahurkar (Quinton®)	8	12,5/15	Luces paralelas
GamCath (Gambro®)	11	12,5/15/20	
Double lumen (Medcomp®)	7 9	10 12/15	Luces coaxiales
	11,5	15/20	
Prismaccess (Hospal®)	13	15/17/ 20/25	Cañón escopeta

F: french.

**Tabla 4.** Cálculo de los parámetros de funcionamiento de la hemofiltración venovenosa continua

#### Presión transmembrana (PTM)

$$PTM = \left( \frac{\text{presión prefiltro} + \text{presión venosa}}{2} \right) - (\text{presión UF})$$

#### Fracción de filtración (FF)

$$FF (\%) = \left( \frac{\text{flujo de UF} (\text{flujo de reposición [ml/min]} + \text{robo en [ml/min]})}{\text{flujo de sangre [ml/min]} \times (100-\text{Hto})/100} \right) \times 100$$

Si la reposición se realiza prefiltro:

$$FF (\%) = \left( \frac{\text{flujo de UF} (\text{flujo de reposición [ml/min]} + \text{robo [ml/min]})}{(\text{flujo de sangre [ml/min]} \times [100-\text{Hto}]/100) + (\text{flujo de reposición [ml/min]})} \right) \times 100$$

#### Coeficiente de ultrafiltración (CUF = [UF<sup>a</sup>]/[ART<sup>b</sup>])

$$Cl Cr (\text{ml/min}) \text{ para hemofiltración} = [[Cr UF]/[Cr art]] \times UF (\text{ml/min})$$

$$Cl Cr (\text{ml/min}) \text{ para hemodiafiltración} = \frac{[(UF) - (\text{líquido diálisis}^c)] \times \text{flujo UF (ml/min)}}{(\text{ART})}$$

<sup>a</sup>Concentración de una sustancia en el ultrafiltrado.

<sup>b</sup>Concentración de una sustancia en la entrada arterial del filtro.

<sup>c</sup>Concentración de una sustancia en el líquido de diálisis.

Hto: hematocrito

## CATÉTERES

Disponemos de catéteres dobles con luces paralelas de 6,5 hasta 11,5 french (F). Normalmente se utiliza la luz proximal, para extraer sangre hacia el filtro, y la luz distal, para retornarla hacia el paciente. En ocasiones, y sobre todo en niños pequeños, es preciso invertir las líneas, porque el extremo proximal se colapsa con la pared del vaso y no permite extraer sangre, sin embargo puede retornarla. Los catéteres concéntricos son menos trombogénicos. No disponemos de catéteres pequeños de luces en cañón de escopeta, pero los resultados en series de adultos apoyan su uso por su menor capacidad de obstrucción. En la tabla 3 se resumen algunos catéteres de uso pediátrico.

## ANTICOAGULACIÓN

Se perfunde heparina sódica de forma continua a 5-10 U/kg/h, con una dilución de 10 U/ml, para que se mezcle adecuadamente con la sangre. La conexión de la heparina se realiza en la línea arterial. El objetivo es evitar la agregación plaquetaria. No hemos conseguido una mayor duración de los filtros, ni mejores aclaramientos con dosis de heparina suficientes para alargar el tiempo de céfalina. En niños con coagulopatía por sepsis, disfunción hepática o plaquetopenia, recomendamos mantener una dosis de heparina de 2,5-5 U/kg/h. También se puede utilizar prostaciclina (5 ng/kg/min) como antiagregante. No se utiliza heparinización regional con protamina, y no hay datos para el uso de otras heparinas.

## LÍQUIDO DE REPOSICIÓN

Las soluciones de reposición son isoosmolares (290 mosmol/l) y las concentraciones de sodio oscilan entre 135 y 142 mEq/l, no contienen potasio y las concentraciones de calcio y magnesio oscilan entre 1,5-2 mmol/l y 0,5-1 mmol/l, respectivamente. De un modo evolutivo, hay que añadir potasio, 3-4 mEq/l, para evitar hipopotasemias. Contienen bicarbonato (35 mmol/l), lactato (44,5 mmol/l) o acetato (35 mmol/l) como tampón<sup>18</sup>. En situaciones de fallo hepático y alteración de la perfusión tisular, se recomienda utilizar bicarbonato como tampón. En niños utilizamos habitualmente las soluciones con bicarbonato en 2 compartimientos, que se mezclan al iniciar la técnica y se mantienen estables durante 24 h<sup>19</sup>. Hay soluciones comerciales (Hemosol -B0, Hospal®) disponibles, y recientemente se han comercializado soluciones que además tienen glucosa y potasio ya incorporados.

## PUESTA EN MARCHA

1. Montaje del filtro, líneas venosas, de UF, reposición y diálisis según los distintos monitores utilizados.
2. *Purgado del sistema:* infusión de 2 litros de SSF con heparina (5000 U/l).
3. *Heparinización:* heparina sódica en perfusión 5-10 U/kg/h. Dilución 10 U/ml. Si hay coagulopatía asociada, 2,5-5 U/kg/h.
4. *Flujo de bomba de sangre:* no superior a 10 ml/kg/min. En niños < 5 kg: iniciar 30-40 ml/min, niños de ≤ 10 kg: 50-60 ml/min; en niños > 15 kg, 70-90 ml/min: en niños mayores, 100 ml/min. Siempre está limitado por el tamaño del catéter y las presiones arterial y venosa que produce.
5. *Flujo de UF:* según la necesidad de depuración. Normalmente 0,3-0,5 ml/min/kg. Según las bombas se programa el total horario que se extrae (es decir, robo + reposición) o el balance horario que se desea (es decir, robo). No debe ser más de un 20% del flujo sanguíneo.
6. *Flujo del líquido de reposición:* se dosifica en función de la enfermedad, el aclaramiento deseado, etc. Puede realizarse prefiltro o posfiltro; nosotros recomendamos el prefiltro. Se utiliza 0,3-0,5 ml/min/kg. Por ejemplo, en niños > 10 kg iniciar 300 ml/h. Entre de 10-20 kg, 500 ml/h.
7. *Flujo del líquido de diálisis:* dependiendo del aclaramiento deseado y del tamaño del filtro, se perfunde entre 500-1.000 ml/h, etc.
8. *Conexión al paciente:* a) vía venosa de salida; b) al llegar sangre al lado de retorno venoso, conectar a paciente. En < 5 kg, valorar necesidad de expansión para evitar hipovolemia o purgar el sistema antes de conectar con seroalbúmina o sangre c) ajustar la bomba de líquido de reposición y de UF robo horario, según las necesidades de balance, y d) ajustar la bomba diálisis si la precisa.

Para realizar el seguimiento del funcionamiento de la técnica, controlamos las presiones arterial, prefiltro y venosa, así como la presión transmembrana y la presión del compartimiento del UF. En la tabla 4 se ha dispuesto un resumen de las ecuaciones que facilitan el cálculo de la fracción de filtración y del aclaramiento que conseguimos.

## ELECCIÓN DE LA TÉCNICA, EVOLUCIÓN Y PRONÓSTICO

En unidades de cuidados intensivos (UCI) de pacientes adultos, las técnicas de HF para el tratamiento de la insuficiencia renal son habituales. Parece claro que una mayor depuración condiciona una mejor supervivencia. Así, la HF de alto flujo (> 35 ml/kg/h) disminuye la mortalidad en la serie de Ronco et al, con 425 pacientes graves con insuficiencia renal<sup>20</sup>. Otros trabajos sugieren que la realización de HD continua con mayor aclaramiento proporciona mejores resultados en relación con la mortalidad.

Las técnicas de HF no están todavía instauradas de forma sistemática en UCI pediátricas (UCIP) y neonatales, aunque técnicamente disponemos de material adecuado<sup>21</sup>. Un sondeo realizado a nefrólogos pediátricos en 1995 en Estados Unidos reveló que el 50% de los centros pediátricos que trataba a niños con insuficiencia renal aguda (IRA) prefería técnicas de depuración extrarrenal continuas<sup>22</sup>. El estudio realizado por Gouyon et al en Francia, en 1996, en 126 niños de 29 UCIP, demuestra que entonces la diálisis peritoneal todavía era de elección como método de depuración extrarrenal en los niños menores de 10 años<sup>23</sup>. En el año 2001, se publicó una revisión de 226 niños con IRA y depuración extrarrenal, en la que se demostró que el 46,9% de los pacientes recibió HF, el 26,9%, HD, y el 26,1% diálisis peritoneal<sup>24</sup>.

En el momento actual, la elección de la técnica de depuración extrarrenal en niños graves debe considerar el mejor tratamiento de la sobrecarga hídrica, la mayor estabilidad hemodinámica de las técnicas de HF continua.

El niño con fracaso multiorgánico precisa un tratamiento multidisciplinario, y probablemente sea difícil determinar una mejoría en la supervivencia producida por un único tratamiento. La enfermedad de base del fracaso renal, así como la inestabilidad hemodinámica, determinan en gran parte el pronóstico, independientemente de la técnica de depuración elegida. La rapidez en la aplicación de estas técnicas puede determinar también la evolución<sup>25</sup>.

## BIBLIOGRAFÍA



● Importante    ●● Muy importante

■ Epidemiología

■■ Ensayo clínico controlado

1. Zobel G, Ring E, Zobel V. Continuous arteriovenous renal replacement systems for critically ill children. *Pediatr Nephrol*. 1989;3:140-3.
2. López-Herce J, Dorao P, Delgado MA, et al. Continuous arteriovenous hemofiltration in children. *Intensive Care Med*. 1989;15:224-7.
3. Bunchman T, Donckerwolcke R. Continuous arteriovenous hemodiafiltration and continuous venovenous hemodiafiltration in infants and children. *Pediatr Nephrol*. 1994;8:96-102.
4. ●● Werner H, Herbertson M, Sear M. Functional characteristics of pediatric vein-to-venous hemofiltration. *Crit Care Med*. 1994;22:320-5.
5. Jenkins RD, Kuhn RJ, Funk JE. Clinical implications of catheter variability on neonatal continuous arteriovenous hemofiltration. *ASAIO J*. 1988;34:108-11.
6. ●● Bellomo R, Ronco C. Continuous renal replacement therapy in the intensive care unit. *Intensive Care Med*. 1999;25:781-9.
7. Bellomo R, Tipping P, Boyce N. Continuous veno-venous hemofiltration with dialysis removes cytokines from the circulation of septic patients. *Crit Care Med*. 1993;21: 522-6.

8. Sánchez-Izquierdo J, Pérez JL, Lozano MJ. Cytokines clearance during venovenous hemofiltration in the trauma patient. *Am J Kidney Dis.* 1997;30:483-8.
9. Reeves J, Butt W. Blood filtration in children with severe sepsis. Self adjunctive therapy. *Intensive Care Med.* 1995;21:500-4.
10. Dorao P, Ruza F, Cabo J, et al. Insuficiencia renal post-cirugía mayor: utilidad de la hemofiltración arteriovenosa continua. *Cir Pediatr.* 1994;7:37-40.
11. ● Davies MJ, Nguyen K, Gaynor JW, et al. Modified ultrafiltration improves left ventricular systolic function in infants after cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998;115:361-9.
12. Honore P, James J, Wauthier M, et al. Prospective evaluation of short-term, high volume isovolemic hemofiltration on the hemodynamic course and outcome in patients with intractable circulatory failure resulting from septic shock. *Crit Care Med.* 2000;28:3581-7.
13. Schaefer F, Straube E, Oh J, et al. Dialysis in neonates with inborn errors of metabolism. *Nephrol Dial Transplant.* 1999;14:910-8.
14. Thompson G, Butt W, Shann F, et al. Continuous venovenous hemofiltration in the management of acute decompensation in inborn errors of metabolism. *J Pediatr.* 1991;118:879-84.
15. ● Jouvet P, Poggi F, Rabier D, et al. Continuous venovenous haemodiafiltration in the acute phase of neonatal maple syrup disease. *J Inherit Metab Dis.* 1997;20:463-72.
16. Goebel J, Ananth M, Lewy J. Hemodiafiltration for vancomycin overdose in a neonate with end-stage renal failure. *Pediatr Nephrol.* 1999;13:423-5.
17. Castillo F, Nieto J, Salcedo S, et al. Treatment of hidrops fetalis with hemofiltration. *Pediatr Nephrol.* 2000;15:14-6.
18. ● Heering P, Ivens K, Thümmer O, et al. The use of different buffer during continuous hemofiltration in critically ill patients with acute renal failure. *Intensive Care Med.* 1999;25:1244-51.
19. Roy D, Hogg R, Matthews N, et al. Continuous veno-venous hemodiafiltration using bicarbonate dialysate. *Pediatr Nephrol.* 1997;11:680-3.
20. ● Ronco C, Bellomo R, Homel P, et al. Effects of different doses in continuous veno-venous haemofiltration on outcomes of acute renal failure: a prospective randomised trial. *Lancet.* 2000;355:26-30.
21. Lowrie L. Renal replacement therapies in pediatric multiorgan dysfunction syndrome. *Pediatr Nephrol.* 2000;14:6-12.
22. Belsha C, Kohaut E, Warady B. Dialytic management of childhood acute renal failure: a survey of North American pediatric nephrologists. *Pediatr Nephrol.* 1995;9:361-3.
23. Gouyon J, Cochat P, Houzel C, et al. Survey on the practice of extrarenal hemofiltration in pediatrics. *Arch Pediatr.* 1996;3:769-74.
24. ● Bunchman TE, McBryde KD, Mottet TE, et al. Pediatric acute renal failure: outcome by modality and disease. *Pediatr Nephrol.* 2001;16:1067-71.
25. ● Goldstein S, Currier H, Graf J, et al. Outcome in children receiving continuous venovenous hemofiltration. *Pediatrics.* 2001;107:1309-12.