

Hemodiálisis continua arteriovenosa en el fracaso renal agudo con fallo multiorgánico

R. I. Muñoz*, F. J. Gáinza*, G. García-Erauzkin*, S. Zárraga*, J. R. Iruretagoyena**, R. Muñiz* e I. Lampreabe*

* Servicio de Nefrología. ** Servicio de Cuidados Intensivos. Hospital de Cruces. Bilbao.

RESUMEN

La hemodiálisis continua arteriovenosa (HDCAV) es actualmente la técnica más útil para el manejo terapéutico del fracaso renal agudo (FRA) del paciente grave en el que está contraindicada la hemodiálisis convencional por problemas hemodinámicos. Con la HDCAV se obtienen mejores aclaramientos que la hemofiltración continua al sumarse el mecanismo de difusión al de convección. Presentamos nuestra experiencia en la aplicación de la HDCAV en 15 pacientes admitidos en la Unidad de Cuidados Intensivos con FRA oligúrico y fallo multiorgánico; 14 de ellos precisaban ventilación mecánica y todos requerían fármacos vasoactivos. Se utilizó una membrana de 0,5 m² de poliacrilonitrilo (AN69S) y se hizo fluir la sangre, sin bomba, desde la arteria femoral hasta la vena femoral. Como líquido de diálisis se empleó Dianeal[®] 1,5% a un ritmo de 1.000 ml/h. La reposición del ultrafiltrado se realizó con Ringer lactato en la línea venosa del paciente. La anticoagulación se realizó con heparinización continua a dosis de 3 a 10 mg/hora. La HDCAV se mantuvo de uno a 18 días. Fallecieron 11 enfermos durante el tratamiento, uno de ellos en las primeras 24 horas. Los cuatro pacientes que sobrevivieron continuaron con hemodiálisis convencional después de 4-12 días con HDCAV y finalmente recobraron la función renal normal. Al inicio de la HDCAV, la media de BUN era 100 ± 37 mg/dl y la de creatinina 5,9 ± 1,8 mg/dl; estos valores disminuyeron en un 33% en 72 horas y en un 45% a la semana. La hipercaliemia y la hiponatremia se normalizaron en 24 y 72 horas, respectivamente. La media de ultrafiltración fue 330 ± 147 ml/h. La duración media del filtro fue 41 ± 14 horas.

La complicación más frecuente fue la hemorragia, en siete pacientes digestiva y en uno de la herida quirúrgica.

Palabras clave: **Hemodialisis continua arteriovenosa. Hemofiltración continua arteriovenosa. Fracaso renal agudo. Fallo multiorgánico.**

CONTINUOUS ARTERIOVENOUS HEMODIALYSIS IN MULTIPLE ORGAN FAILURE

SUMMARY

CAVHD achieves better clearances than continuous hemofiltration because of the addition of diffusion to convection, since dialysate is flowing through the filter. We reviewed our experience in applying CAVHD to 15 patients (pt) (5 females and 10 males), with ages

Recibido: 23-I-1991.
En versión definitiva: 22-IV-1991.
Aceptado: 22-IV-1991.

Correspondencia: Dra. Rosa Muñoz González.
Servicio de Nefrología.
Hospital de Cruces.
48901 Bacarcaldo (Vizcaya).

from 32 to 79 years ($\bar{x} = 63$) admitted to the intensive care ward with oliguric ARF and multiorgan failure, 14 of them with mechanical ventilation and all with vasoactive drugs. A 0,5 m² polyacrylonitrile (AN69) filter was used, Blood flowed without pump from the femoral artery to the femoral vein. Dianeal 1.5% at 1.000 ml/hour was used as the dialysate and the ultrafiltrate was replaced with Ringer's lactate in the venous line. Heparinization was continuous, at 3-10 mg/hour (in 10 pt at 5 mg/h). We studied their clinical and their usual analytical parameters. One patient died in the first 24 hours and 10 others died during the treatment. At the beginning of CAVHD, BUN was 100 ± 37 mg/dl and creatinine was 5.9 ± 1.8 mg/dl. The latter decreased 33% in 72 hours ($p < 0.5$, paired data, in 14 pt) and 45% in one week (8 pt alive). Hyperkalemia and hyponatremia were normalized in all but one patient in one week, and bicarbonate was greater than 18 mEq/l in all. The mean ultrafiltration was 330 ± 147 ml/hour. Treatment lasted from 1 to 18 days ($\bar{x} = 7$) and filters were used for a mean of 41 ± 14 hours. 10 patients had gastrointestinal haemorrhage (4 before CAVHD); the 4 patients who survived were transferred to conventional haemodialysis after 4-12 days of CAVHD and recovered normal renal function.

We conclude that CAVHD is an efficacious therapeutic alternative in the management of serious ARF. Gastrointestinal haemorrhage, not imputed exclusively to this technique, has been the most common complication.

Key words: *Continuous arteriovenous hemodialysis. Continuous arteriovenous hemofiltration. Acute renal failure. Multiple organ failure.*

Introducción

La hemofiltración continua arteriovenosa (HCAV), descrita en 1977¹, supuso el primer avance en el tratamiento del fracaso renal agudo (FRA) en pacientes muy graves y con una inestabilidad hemodinámica que contraindica la hemodiálisis convencional (HD). La HCAV se basa en un mecanismo de convección que resulta insuficiente para el aclaramiento de la urea y creatinina en los enfermos hipercatabólicos en los que la producción de urea está muy aumentada². La hemodiafiltración continua arteriovenosa o hemodiálisis continua arteriovenosa (HDCAV), descrita en 1984², añade al mecanismo de convección el de difusión de la HD. La HDCAV es una técnica eficaz para el control hidroelectrolítico y de la azotemia que puede aplicarse a pacientes con inestabilidad hemodinámica. Las complicaciones y efectos indeseables son escasos y su utilización sencilla.

Aportamos nuestra experiencia con esta técnica en 15 pacientes consecutivos ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI).

Material y métodos

Se seleccionaron para la aplicación de la HDCAV a 15 pacientes que consecutivamente ingresaron durante los años 1988-1990 en la UCI con fallo multiorgánico y FRA que precisaban diálisis y se les consideró incapaces de tolerar las alteraciones hemodinámicas que les pudiera producir la HD. La HDCAV se mantuvo hasta que los pacientes mejoraron lo suficiente para soportar una HD o hasta su fallecimiento.

El circuito de HDCAV estaba compuesto por una rama arterial y otra venosa con acceso en arteria y vena femoral (en todos los casos) conectados a un filtro compuesto por una membrana de poliacrilonitrilo AN69S con una superficie de 0,5 m². El lavado y purgado del sistema se realizó con suero salino fisiológico y heparina según las recomendaciones del fabricante. La arteria y la vena se conectaron de tal forma que, sin la necesidad de una bomba, el flujo sanguíneo seguía espontáneamente la dirección adecuada empujada por un gradiente de presión. Se utilizó como líquido de diálisis Dianeal[®] 1,5% (líquido comúnmente utilizado para la diálisis peritoneal), al que se le añadieron ClNa y ClK según los requerimientos de cada paciente. El líquido de diálisis se hizo circular a través del compartimento dializador del filtro a un ritmo de 1.000 ml/h mediante la utilización de una bomba. La reposición de líquidos al paciente se realizó con Ringer lactato intravenoso, cuyo control se realizó también con bomba. El volumen de reposición se calculó de la siguiente forma:

$$V_R = V_D - (1.000 \text{ ml} + \text{BN}),$$

donde V_R es el volumen de reposición en cada hora, V_D es el volumen recogido en las bolsas de drenaje cada hora y BN es el balance negativo deseado en cada hora según las necesidades de ultrafiltración de cada paciente. La reposición con Ringer lactato oscilaba entre 150 y 300 ml/h en la mayoría de las horas. No se utilizó la variación de la distancia entre el hemofiltro y la bolsa de drenaje para regular el ritmo de ultrafiltración, manteniendo una distancia mínima de 40 cm. Y nunca se empleó bomba para regular el ultrafiltrado.

La anticoagulación se hizo con heparina administrada

en perfusión continua mediante una bomba según los requerimientos de cada paciente. La pauta habitual de heparinización consistió en 20 mg inicialmente, seguido de una dosis de 5 mg/h en la rama arterial del sistema. El control de la dosis se realizó con la determinación del tiempo de tromboplastina parcial activada (APTT) en arteria y vena cada 12 horas, empezando seis horas después de cada cambio de filtro. Las cifras de APTT adecuadas en rama venosa oscilaban entre 45 y 90 segundos. Si se mantenían por debajo, se aumentaba la dosis progresivamente hasta un máximo de 10 mg/h (cuatro pacientes). Si las cifras de APTT superaban los 90 segundos se reducía la heparina hasta un mínimo de 3 mg/h (un paciente). Se logró mantener dosis constantes de 5 mg/h en 10 enfermos. A todos los pacientes se les practicaron diariamente los siguientes análisis hemáticos para el control de la técnica: BUN, creatinina, sodio, potasio, cloro, calcio, gases arteriales, bicarbonato y recuento hemático, como mínimo.

Resultados

La HDCAV se aplicó a 15 pacientes ingresados en la UCI con fallo multisistémico y fracaso renal agudo con indicación de diálisis. Las características clínicas del grupo están detalladas en la tabla I. La edad media de los pacientes era de 63 años (rango: 32-79). Cinco eran mujeres y 10 hombres.

Todos los enfermos estaban muy graves, con insuficiencia de varios órganos. Todos ellos precisaban fármacos vasoactivos (cinco pacientes más de uno) para intentar mantener las constantes hemodinámicas. Catorce enfermos presentaban una insuficiencia respiratoria grave y requirieron ventilación mecánica. En ocho pacientes se encontró una ictericia franca, con cifras de bilirrubina total en sangre entre 9,9 y 30 mg/dl.

La etiología del fracaso renal agudo fue: en cinco pacientes, multifactorial; en cuatro se debió a una sepsis, y en seis se consideró como factor desencadenante la in-

Tabla I. Características clínicas de la serie

Caso	Sexo	Edad	Etiología del FRA	Ventilación asistida	Drogas vasoactivas	Ictericia	Días de HDCAV	Hemorragia		Evolución
								Previa HDCAV	Durante HDCAV	
1	V	69	Postoperatorio cáncer gástrico, bajo gasto cardíaco, sepsis de origen múltiple, aminoglucósidos	+	Dopamina, dobutamida	No	4	Digestiva	Digestiva	Fallece
2	M	56	Sepsis urológica	-	Dopamina	No	7		Digestiva	Fallece
3	V	65	Sepsis de origen múltiple, aminoglucósidos, bajo gasto cardíaco	+	Dopamina	No	12	Digestiva	Digestiva	HD
4	M	32	Postoperatorio hernia crural, sepsis	+	Dopamina	No	7			HD
5	V	74	Postoperatorio by-pass aortobifemoral	+	Dopamina	No	3			Fallece
6	V	67	Postoperatorio cirugía extracorpórea, shock cardiogénico	+	Dopamina, dobutamida, amrinona	Sí	9			Fallece
7	V	62	Politraumatizado, postoperatorio aplastamiento craneal, shock hipovolémico	+	Dopamina	Sí	5			Fallece
8	M	63	Sepsis biliar	+	Dopamina, dobutamida, amrinona	Sí	2			Fallece
9	M	72	Tóxico medicamentoso, trombosis mesentérica	+	Dopamina	No	8		Digestiva	Fallece
10	M	44	Sepsis biliar	+	Dopamina, amrinona	Sí	5		Digestiva	HD
11	M	64	Sepsis urológica	+	Dopamina	Sí	4		Digestiva	HD
12	M		Postoperatorio ulcus sangrante	+	Dopamina	No	12	Digestiva	Digestiva	Fallece
13	V	53	Postoperatorio pseudoquiste pancreático, sepsis de origen múltiple, shock hipovolémico, aminoglucósidos	+	Dopamina, dobutamida	Sí	7	Herida	Herida	Fallece
14	M	70	Sepsis por hernia crural estrangulada	+	Dopamina	Sí	1			Fallece
15	M	79	Postoperatorio cáncer gástrico, sepsis, aminoglucósidos	+	Dopamina	Sí	18			Fallece

M = mujer; V = varón; HDCAV = hemodiafiltración continua arteriovenosa; HD = hemodiálisis convencional.

tervención quirúrgica y el postoperatorio. Una sepsis contribuyó al fallo renal en 10 de los casos. Antes del inicio de la HDCAV, 10 enfermos estaban en anuria y cinco en oliguria; la diuresis no se modificó en ningún caso durante la aplicación de la HDCAV.

Fallecieron 11 pacientes, 73,6 % del total, al cabo de una media de 6,9 días (rango: 1-18). En ningún caso la mortalidad fue secundaria a una complicación directa ni indirecta de la HDCAV. En los cuatro pacientes que sobrevivieron, la HDCAV se mantuvo durante una media de siete días (rango: 4-12); una vez que recuperaron la estabilidad hemodinámica y que no precisaban fármacos vasoactivos, se indicó el paso a HD convencional, que se suspendió con la recuperación de la función renal.

El volumen medio de ultrafiltración conseguido fue de 330 ± 147 ml/h, sin variaciones significativas a lo largo de los distintos días durante los que se aplicó la HDCAV. La cifra media de creatinina sérica antes e iniciar la HDCAV era de $5,9 \pm 1,8$ mg/dl (rango: 3,8-10,4), y la de BUN, de 100 ± 37 mg/dl (rango: 45-178). Estos dos parámetros descendieron a las 72 horas ($n = 13$) en un 33 % ($p < 0,5$) (creatinina, $3,8 \pm 1$ mg/dl; BUN, $68 \pm 25,4$ mg/dl) y al cabo de una semana ($n = 8$) en un 45 % (creatinina, $3,4 \pm 0,8$ mg/dl; BUN, $46 \pm 21,7$ mg/dl). Únicamente en tres enfermos el descenso de la creatinina sérica fue menor al 33 % (casos 1, 7, 13). La hiponatremia, con cifras entre 127-129 mEq/l que presentaban inicialmente seis pacientes, se normalizó en todos los casos al cabo de 72 horas con HDCAV. La hiperpotasemia inicial, entre 5-6,4 mEq/l que tenían siete enfermos, descendió en todos ellos a valores menores de 4,5 mEq/l en menos de 24 horas con hemodiafiltración. El bicarbonato se mantuvo en todos los casos siempre por encima de 18 mEq/l.

La tensión arterial media inicial diastólica era de 50-70 mmHg, y la sistólica, de 80-140 mmHg. No hubo fluctuaciones importantes ni bruscas de estos valores durante la HDCAV, salvo en la fase agónica.

En nuestra experiencia, la HDCAV no tuvo efectos indeseables, como descensos bruscos de la tensión arterial, desequilibrios electrolíticos, infecciones por la existencia de catéteres femorales, excepto los que pueden relacionarse con la anticoagulación. Durante la hemodiafiltración, siete pacientes sangraron por el tracto digestivo y uno por la herida quirúrgica, si bien en cuatro de ellos la hemorragia comenzó antes del inicio de la HDCAV.

La única complicación de esta técnica se presentó en un paciente con la coagulación repetida del filtro, lo que obligó a su recambio cada 24 horas aproximadamente (caso 12). Globalmente, la duración del filtro fue de 41 ± 14 horas y el cambio se realizó bien por su coagulación o porque decaía el ritmo de ultrafiltración. Los accesos vasculares no plantearon problemas, salvo su coagulación y obstrucción del sistema, que nos obligó a cambiarlos en varias ocasiones, sin que podamos determinar el número de catéteres utilizados en conjunto, por no encontrarse recogido este dato.

Discusión

La HDCAV es actualmente la técnica más útil para el manejo terapéutico del FRA en el paciente grave en el que está contraindicada la HD por problemas hemodinámicos³. El procedimiento es sencillo y no requiere instalaciones especiales de toma de agua, ni monitores de diálisis, ni personal especializado.

La HDCAV es eficaz para el control hídrico en enfermos con fallo renal oligoanúrico y una precaria situación hemodinámica, que a menudo reciben importantes cantidades de líquidos con la alimentación y fármacos parenterales^{4,5}. La cifra media de ultrafiltración que obtuvimos en nuestros enfermos, incluso en aquellos con la tensión arterial más baja, fue de 330 ± 147 ml/h y es similar a la descrita en otras series^{3,6}.

La HDCAV permite la depuración adecuada de la creatinina y urea^{3,6-12} incluso en situaciones hipercatabólicas en las que aumenta su producción y en las que la HCAV se ha demostrado incompetente. En todos nuestros casos, las cifras de creatinina y urea disminuyeron significativamente en las primeras 72 horas.

El ajuste de las concentraciones plasmáticas de Na, K y bicarbonato fue eficiente con la HDCAV. Se realizó adecuando las concentraciones de electrolitos del líquido de diálisis a las necesidades del paciente. En la serie expuesta, los desequilibrios séricos de Na y K se corrigieron en todos los casos en menos de 72 y 24 horas, respectivamente.

La tolerancia hemodinámica de la HDCAV fue excelente incluso en enfermos con una situación circulatoria precaria y que requerían previamente y durante la hemodiafiltración fármacos vasoactivos. Esta característica, que representa una de las principales ventajas de la técnica, ha sido ratificada en la literatura^{2,3,5,13,14}.

Las complicaciones de la HDCAV fueron escasas y poco severas. Las hemorragias que pueden derivarse de la necesidad de anticoagular el circuito no las hemos encontrado descritas en la literatura revisada^{3,5}. En nuestra serie, ocho de los pacientes sangraron antes y/o después de la HDCAV. En todos ellos la hemorragia fue leve y no condicionó el pronóstico final de los pacientes; es reseñable que tres de los cuatro enfermos que sobrevivieron tuvieron hemorragias. En los pacientes con trombocitopenia o coagulación intravascular diseminada se ha ensayado la HDCAV tanto sin anticoagulación³ como con anticoagulación mediante la asociación de prostaciclina y dosis bajas de heparina sódica⁵.

La mortalidad global en nuestra experiencia (73,6 %) es similar a la referida en la literatura³. Aunque es muy elevada se la considera favorable, dada la extrema gravedad de los pacientes sometidos a HDCAV^{3,10}. Es difícil valorar en qué medida la hemodiafiltración modifica el pronóstico. Resulta evidente que la HDCAV es un importante recurso terapéutico del FRA en pacientes en anuria, de edad avanzada o con fallo multisistémico e inestabilidad hemodinámica^{5,8}.

Bibliografía

1. Kramer P, Wigger W y Rieger J: Arteriovenous hemofiltration: A new and simple method for treatment of overhydrated patients resistant to diuretics. *Klin Wochenschr* 55:1121-1122, 1977.
2. Geronemus R y Schneider N: Continuous arteriovenous hemodialysis: A new modality for treatment of acute renal failure. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 30:610-612, 1984.
3. Schneider N y Geronemus R: Continuous arteriovenous hemodialysis. *Kidney Int* 33:S-159-S-162, 1988.
4. Daugirdas JT, Bregman H, Rahman MA, Ramanujama LS, Nawab ZM y Leehey DJ: Ultrafiltration control during continuous arteriovenous hemodialysis using paired volumetric dialysate pumps. *Int J Artif Organs* 9:273-274, 1986.
5. Stevens PE, Davies SP, Brown EA, Riley B, Gower PE y Kox W: Continuous haemodialysis in critically ill patients. *Lancet* 16:150-152, 1988.
6. Geronemus R y Schneider N: Continuous arteriovenous hemodiafiltration (CAVHD) in acute renal failure (ARF). *Blood Purif* 2:209, 1984.
7. Domoto DT, Brown WW y Bruggensmith P: Removal of toxic levels of N-Acetylprocainamide with continuous arteriovenous hemofiltration or continuous arteriovenous hemodiafiltration. *Ann Intern Med* 106:550-552, 1987.
8. Pettison M, Lee SM y Odgen DA: Continuous arteriovenous hemodiafiltration: An aggressive approach to the management of acute renal failure. *Am J Kidney Dis* 11:43-47, 1988.
9. Sigler MH, Teehan BP y Von Valkenburgh D: Solute transport in continuous hemodialysis: A new treatment for acute renal failure. *Kidney Int* 32:562-571, 1987.
10. Barzilay E, Weksler D, Kessler D y Prego J: The use of continuous arteriovenous hemodialysis in the management of patients with oliguria associated with multiple organ failure. *Intensive Care Med* 14:444-445, 1988.
11. Pallone TL, Hyver S y Petersen J: The simulation of continuous arteriovenous hemodialysis with a mathematical model. *Kidney Int* 35(1):125-133, 1989.
12. Daugirdas JT, Bregman H y Leehey DJ: Continuous arteriovenous hemodialysis. *Int J Artif Organs* 8 (3):117-118, 1985.
13. Lamer C, Valleaux T, Plaisance P, Kucharski K, Payen D y Menasche P: Continuous arteriovenous hemodialysis for acute renal failure after cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 99:175-176, 1990.
14. Kohen JA, Withley KY y Kjellstrand CM: Continuous arteriovenous hemofiltration: A comparison with hemodialysis in acute renal failure. *Trans Am Soc Artif Intern. Organs* 31:169-175, 1985.