

Revisión

Depuración extrarrenal mediante circuitos arteriovenosos continuos

Hemofiltración continua arteriovenosa Hemodiafiltración continua arteriovenosa

A. Morey, J. Martínez, P. Losada, J. Gasco, A. Alarcón, J. Bestard (*)

Introducción

Diálisis son los cambios producidos en dos soluciones diferentes, cuando se ven separadas por una membrana semipermeable (m. s.)

- Difusión: (movimiento de solutos), las moléculas en solución se mueven continuamente, esto favorece que atraviesen una m. s., a encontrar un poro lo suficientemente grande para permitir su paso, este movimiento está influenciado por el gradiente de concentración, el peso molecular y la temperatura.

- Convección o ultrafiltración: al ser el agua una pequeña molécula, atraviesa con facilidad la membrana, acompañándola en solución las moléculas de reducido tamaño, que no son retenidas por la membrana.

a) Ultrafiltración hidrostática: la permeabilidad de la membrana al agua, viene definida como los ml de fluido por hora, que serán transferidos a través de la

membrana por mmHg de gradiente de presión a través de ella, sea ejercida ésta a un lado u otro, tendrá signo positivo o negativo, y se denomina presión transmembrana

b) Ultrafiltración osmótica: si disponemos de dos soluciones iguales, separadas por una m. s., a una de ellas le agregamos una sustancia osmóticamente activa, ésta conllevará el paso del agua, de la solución menos concentrada a la más concentrada. Sobre estos principios se basan las técnicas de hemodiálisis y diálisis peritoneal.

La hemofiltración continua arteriovenosa (HCAV) y la hemodiafiltración continua arteriovenosa (HDCAV), son técnicas derivadas de la hemodiálisis, la primera descrita por Kramer 1977 (1) y la segunda por Geromeus 1984 (2). Ambas presentan como característica la utilización de la tensión arterial del paciente, como gradiente de presión arteria-vena, al intercalar un circuito. En el primer caso, tan solo se utiliza la convección, mientras que en el segundo se asocian convección y difusión, permitiendo obtener unos aclaramientos de creatinina aproximados de 15 y 25 ml/min respectivamente, así como volúmenes de ultrafiltrado entre 10 y 15 litros por día.

Indicaciones (3):

1) Insuficiencia renal aguda.

Pacientes

- Hemodinámicamente inestables, con o sin soporte adrenérgico, que toleran mal la hemodiálisis.

- Hipercatabólicos con diuresis conservada o sin ella.

- Con fallos multiorgánicos.

- Que precisan grandes aportes de líquidos (nutrición parenteral).

2) Corrección de anomalías hidroelectrolíticas.

- Hiperpotasemias (hemólisis, insuf. renal).

- Hipo-hipernatremias.

(*) Servicio de Nefrología. Hospital Son Dureta.

3) Tratamiento de la insuficiencia cardíaca refractaria a la terapéutica medicamentosa.

4) Encefalopatía hepática, cuyo principal factor desencadenante es una septicemia o derivación porto-cava (4)

5) Extracción de tóxicos del torrente sanguíneo.

6) En centros que no disponen de infraestructura nefrológica.

7) Insuficiencia renal aguda y síndromes edematosos refractarios, cuando la hemodiálisis o diálisis peritoneal no pueden ser aplicadas.

8) En catástrofes

Materiales:

Hemofiltro o dializador (H) de una superficie reducida (0,6 m²), compuesto de una membrana de alta permeabilidad y biocompatible. El Multiflow 60 Hospital de poliacrilonitrilo, con un coeficiente de ultrafiltración de 15 ml/mmHg/hora esterilizado por óxido de etileno, viene preparado en un set con todas las líneas, es uno de ellos.

- Líneas

a) Arterial (ART) se conectará un extremo al catéter que canaliza la arteria y el otro al hemofiltro, consta de botón para toma de muestras sanguíneas y dos líneas accesorias para infusión de heparina una y otra para líquidos de reposición (predilución).

b) Venosa (VEN), conecta el catéter venoso con la salida de la sangre del hemofiltro. presenta también botón destinado a extracción de muestras, cámara caza burbujas, con líneas accesorias para infusión de líquidos de reposición (postdilución).

c) Líneas de ultrafiltración (UF) se conecta al hemofiltro, por donde fluye el ultrafiltrado, consta además de un recipiente de recolección que facilita la medición.

d) Línea adaptadora para cebado: (no representada en la fig 1) se utiliza para

conectar el extremo proximal de la línea arterial (el extremo que posteriormente será conectado al catéter arterial), a la otra abertura que dispone el hemofílico, de situación opuesta a la salida del ultrafiltrado.

La figura 1 muestra la disposición y localización del filtro una vez montado en fase de cebado.

- Catéteres: MEDCOMP CAVH 7FX6", 15 cm. en número de dos. Disponibles en sets con todo el material necesario para su colaboración.

- Suero fisiológico.

- Heparina sódica.

- Pinzas.

- Líquidos de reposición:

Ringer lactato: Na 130 mmo1/l, K 4 mmo1/l, ca 1,5 mmo1/l, Cl 109 mmo1/l Lactato 28 mmo1/l.

Solución polielectrolítica Baxter (2 litros): Na 133 mEq/l, Ca 3,5 mEq/l, C1 110 mEq/l, Mg 1,5 mEq/l, Lactato 28 mEq/l.

Dianeal 1,5% Baxter (2 l): Na 132 mEq/l, Ca 3,5 mEq/l, C1 96 mEq/l, Mg 1,5 mEq/l Dextrosa 1,5 g%, Lactato 35 mEq/l.

Peritofundina N. O. Braun (1 l): Na 129 mEq/l, Ca 3,5 mEq/l, C1 94 mEq/l, Mg 1,5 mEq/l. Glucosa 0,7 g/l, Lactato 40 mEq/l.

Líquidos para HDCAV:

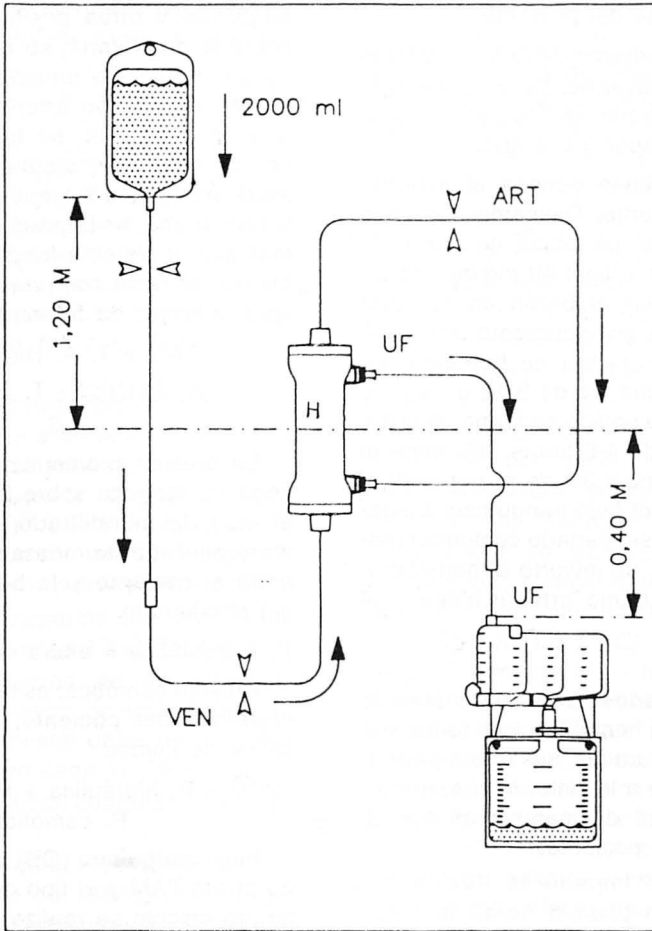
Dialisan CAVHD (5 l): Na 142 mmo1/l, Ma 142 mmo1/l, Ca 2 mmo1/l, Mg 0,75 mmo1/l, K 2 mmo1/l, C1 109,5 mmo1/l, Lactato 40 mmo1/l.

Hemofiltración continua arteriovenosa.

Metodología:

Mediante técnica habitual, se colocan sendos catéteres en arteria y vena femorales, procurando una buena fijación a la piel, se ceban con heparina sódica o solución heparinizada. Pueden ser utilizados shunts de Quinton-Scribner de gran calibre.

FIG. 1



Después de una atenta lectura de las instrucciones, se procede a su montaje, que en resumen consta de:

1) Cebado: conectar las líneas correctamente al hemofiltro, el extremo libre de la línea arterial (mediante línea de adaptación) a la otra conexión lateral del filtro, próxima a la conexión en la línea venosa. (fig. 1). El hemofiltro se coloca verticalmente a la altura del paciente, con el lado arterial arriba y el venoso abajo. El extremo libre de la línea venosa se conecta a dos litros de suero fisiológico con 5.000 u.

i. heparina sódica/litro, situada como mínimo a 1,20 m por encima del filtro, realizar el cebado de los circuitos sanguíneo y de ultrafiltrado, pinzar de forma intermitente la línea arterial y golpear suavemente el hemofiltro (para desprender las pequeñas burbujas aéreas que se adhieren en su interior), permitir circular los 2.000 c.c. de S. F. dejando pinzadas las líneas sanguíneas y de ultrafiltrado, el cebado tiene por misión desairear el circuito, humedecer la membrana, expandir sus poros y eliminar los restos de óxido de etileno.

2) Conexión al enfermo: vaciar la bolsa de ultrafiltrado y colocarla como mínimo a 40 cm por debajo del paciente.

Conectar el extremo de la línea arterial a la artera del paciente, habiéndose deshechado previamente la línea adaptadora (si existiera) y tapar dicha abertura.

Conectar la línea venosa al extremo venoso del paciente. Descamplar ambas líneas e inyectar un bolus de heparina sódica de 5-10 u. i. kg o 40 mg de Enoxaparina sódica, en el botón de la línea arterial; conectar seguidamente una bomba de infusión continua de heparina, infundiendo heparina Na de 3-12 u i kg/h o bien Enoxaparina sódica en forma de bolus de 10-40 mg cada 4-6 horas. (5), dejar el cazaburbujas lleno a 3/4 de su capacidad, permitiendo ver el flujo sanguíneo, posteriormente podrá ser llenado completamente; a los 10 min. se invierte el hemofiltro, colocando el extremo arterial abajo y el venoso arriba.

3) Manejo.

a) generalidades: una vez instalado correctamente el hemofiltro, con todas sus conexiones aseguradas, sus líneas permanecerán siempre a la vista de la enfermera, que no podrá dedicarse más que al control de dicho paciente.

Será preciso impedir la flexión del muslo, palpando cada 6 horas el pulso pedio de la extremidad utilizada. No se usará el hemofiltro para administrar medicación y no se pinzarán sus líneas bajo ningún concepto.

b) Balance hidroelectrolítico: conocida la pauta terapéutica podemos programar los balances negativos deseados, mediante una gráfica (fig. 2), se cumplimentará horariamente, que se resumirá en 4 períodos de 6 horas. Se anotará el ultrafiltrado obtenido en la primera hora, a continuación se programará la cantidad que deseamos reponer, que se infundirá en la hora siguiente. La gráfica deberá cumplimentarse con los aportes y pérdidas por otras vías.

La ultrafiltración es provocada por la suma de una serie de presiones, unas negativas y otras positivas, que inciden sobre la membrana, su resultado efectivo es la denominada presión transmembra (PTM). La presión arterial del paciente o presión hidráulica, se transmite (aunque no con su total intensidad, por la existencia de pérdidas a lo largo del circuito) sobre la membrana, en la práctica podemos afirmar que el sistema funciona con TA >60 mmHg, es decir con una TA media (TAM) igual o mayor de 50 mmHg.

$$TAM = T. A. Diastólica + \frac{T. A. Sistólica - T. A. Diastólica}{3}$$

La presión hidrostática, es la presión negativa ejercida sobre la membrana por el lado del ultrafiltrado, ésta puede ser incrementada aumentando el desnivel entre el paciente y la bolsa de recogida del ultrafiltrado.

$$P. hidrostática = altura \text{ cm} \times 0,74 \text{ mmHg}$$

Presión osmótica: es la ejercida por las proteínas del paciente, que impiden la salida de fluidos.

$$PTM = P. hidráulica + P. hidrostática - P. osmótica.$$

Flujo sanguíneo (QB) viene determinado por la TAM y el tipo de acceso vascular, su cálculo se realiza mediante la fórmula del Dr. Bosch (6)

$$QB = \frac{QUF \text{ ml/min} \times \text{Hto línea venosa}}{\text{Hto 1. venosa} - \text{hto 1 arterial}}$$

Se obtienen flujos entre 50-120 ml/min, el sistema funciona satisfactoriamente con 60-80 ml/min.

c) Anticoagulación: como norma general se utiliza heparina sódica al inicio un bolus de 5-10 u.i./kg en la línea arterial, seguidas de 3-12 u.i. kg/h en infusión continua mediante bomba o isoflux; se determinará, por norma cada 12 horas y siempre de aparezcan situaciones de sangrado o coagulación precoz del sistema, el tiempo parcial de tromboplastina

activado (PTTA), no deberá exceder de 1,5 - 2 veces del valor normal (35"- 40"). Otro cálculo para la dosificación de la heparina se obtiene mediante la siguiente fórmula (7).

$$\text{Heparina u.i./h.} = 6. \text{ QB} \times \frac{30}{\text{PTTA}}$$

Heparinas de bajo peso molecular: Dosis inicial de 40 mg (Enoxaparina sódica), seguidas de bolus de 10-40 mg cada 4-6 horas. Su actividad se mide mediante anti FXa que deberá permanecer entre 0,2 - 0,4 u.i./ml para pacientes con riesgo de sangrado y entre 0,5-1 u.i./ml. para el resto.

Heparinización regional: consiste en la infusión de heparina en la línea arterial y de protamina en la venosa, consiguiendo anticoagular tan solo la zona del hemofiltro, se realizan PTTA de la línea venosa y arterial o determinaciones del tiempo de coagulación en tubo pre y posthemofiltro.

(1000 u. i. de heparina son inactivadas por 1 ml de protamina 1000 Roche).

Pacientes afectos de insuficiencia hepática o con riesgo de sangrado pueden utilizarse mínimas dosis de heparina y cambios de filtro cada 12-24 h.

Signos que indican coagulación parcial del circuito.

- Disminución de la cantidad de ultrafiltrado (por debajo de 150-200 ml/h.), sin cambios en las constantes hemodinámicas del paciente.

$$\frac{\text{Urea de ultrafiltrado}}{\text{urea plasma}} < 0.6$$

- Precipitación de los hematíes en las líneas.

- Asimétricas térmicas entre la línea arterial y venosa.

d) Reposición de fluidos, solutos y nutrición parenteral.

El ultrafiltrado superará con creces el balance negativo que deseamos obtener, además el paciente precisa de la administración de nutrientes, agua y electrolitos. Para la reposición podemos utilizar el circuito y la vía general.

- Por vía general se administrará: la nutrición parenteral, que no tiene porqué sufrir ninguna modificación importante, tan sólo disminuir las cantidades de glucosa, ya que ésta será aportada por los líquidos de reposición, las pérdidas vitamínicas son inapreciables y los aminoácidos se pierden a razón de 2-9 g/ día. Se han descrito hipofosfatemias, será preciso vigilar su aparición y corregirlas.

El bicarbonato no puede utilizarse en los líquidos de reposición, por su contenido en Ca y Mg, en su defecto aportar lactato, que una vez metabolizado a nivel muscular y hepático, pasa a bicarbonato, si éste no fuese capaz de compensar la acidosis metabólica, se infundirá bicarbonato sódico por la vía general, así como toda la medicación adicional, antibióticos, cardiotónicos, analgésicos etc.

- Líquidos de reposición: teniendo en cuenta que la composición del ultrafiltrado es similar al del plasma sin proteínas (Na: 140 mEq/l, K4 mEq/l, Cl 100 mEq/l, Ca 3 mEq/l, P 3 mEq/l, Mg 1 mEq/l, Cr 10 mg/dl, urea 2 g/l). Si efectuamos una ultrafiltración de 10 litros/día el paciente perderá 1.400 mEq de Na, 1G de Cr, 20 g de urea etc. , el efecto beneficioso está bien claro, pero será preciso evitar la importante alteración del medio interno, como son las grandes pérdidas de iones. Las reposiciones podemos efectuarlas de dos formas:

1) antes de la entrada de la sangre al filtro (línea arterial), es la denominada predilución, aporta como ventaja la dilución de la sangre, por tanto disminuye su viscosidad y el riesgo de coagulación, facilita la salida de la urea del eritrocito, mejorando su aclaramiento (5); como inconveniente, parte del líquido de reposición es ultrafiltrado, se usa generalmente en pacientes con hematocritos mayores de 35% y en ultrafiltraciones mayores de 10 litros/día.

2) la postdilución, es la forma habitual de reposición, y se efectúa por la línea venosa. En cuanto a los diferentes tipos de líquidos utilizados para la reposición,

se encuentran reflejados en el apartado de materiales. El Ringer lactato tiene como inconveniente el alto contenido en K, la más fisiológica es la solución polielectrolítica en fórmula magistral de Baxter (8), a la que se le pueden adicionar el K, según necesidades.

Es imprescindible llevar correctamente la hoja de balances, así como el control de constantes vitales, que incluye la medición de la PVC. Determinaciones analíticas de hematimetría, Cl, Na, K, Ca, P, gasometría, Urea, Cr y parámetros de coagulación.

e) Cálculos de eficacia y ajuste, dosis de fármacos:

La concentración de solutos con peso molecular inferior a 100 daltons, es la misma en el plasma y ultrafiltrado. El cociente de las concentraciones en el ultrafiltrado y plasma es el llamado coeficiente de transmitancia (C.T.), que para la urea, Cr, Na, Cl, K, P, Mg, bicarbonato, ácido úrico, y glucosa equivale a la unidad. Otros C.T. conocidos (9) y usados en la práctica son:

Amikacina 0,88	Digoxina 0,96
Tobramicina 0,78	Fenitoina 0,45
Gentamicina 0,81	Eritromicina 0,37
Ampicilina 0,69	Clindamicina 0,98
Metronidazol 0,86	Cefotaxima 0,51
Vancomicina 0,69	Fenobarbital 0,86
Teofilina 0,85	

El QUF = cantidad de ultrafiltrado obtenido en 24 h. y que se expresa en ml/min.

Aclaramiento de creatinina (Ccr) = 1 x QUF

Ejemplo: QUF = 600 ml/h = 10 ml/min.

Ccr: 10 ml/min.

Ejemplo: si se han obtenido 10 litros de ultrafiltrado/24 h. el Ccr = 1 x 10.000 ml : 24 x 60 min. = 7 ml/min.

Si utilizamos la predilución, estamos diluyendo los solutos que deseamos aclarar, por lo tanto se deberá introducir un factor de corrección, determinado en 0,85 (10).

Ccr = 1 x 10.000 x 0,85: 24x60 min = 5,9 ml/min.

(utilizando el ejemplo anterior).

Si deseamos conocer la cantidad de drogad que podemos sustraer del plasma, usaremos la siguiente ecuación:

$S = Sa \times S1 \times QUF$

S = sustancia a sustraer en mg/24 h.

Sa = concentración arterial de S mg/ml

S1 = % de sustancia libre en plasma (11)

QUF = ultrafiltrado ml/24h.

Existen tablas y publicaciones que orientan sobre la administración de medicamentos en la insuficiencia renal (11), es de gran ayuda para el ajuste de dosis el conocer la concentración plasmática, de forma aproximada podemos dosificar múltiples drogas, teniendo en cuenta que la HCAV y la HDCAV conllevan un aclaramiento de creatinina de 15 y 25 ml/min. respectivamente.

f) Cambio de filtro:

Cuando el sistema se haya coagulado no se restituirá la sangre, será desconectada la arteria y vena y se desechará todo el circuito, se dejarán cebados ambos catéteres, comprobándose su permeabilidad y adecuado flujo.

Por regla general el cambio del filtro se realizará cuando existe una caída de ultrafiltrado por debajo de 150-200 ml/h, siempre que no hayan existido cambios hemodinámicos importantes y otros signos que indican coagulación parcial o total del circuito, su duración oscila entre 24-72 h.; mediante los cálculos de eficacia decidiremos en cada caso el momento adecuado del recambio.

Se desconecta el catéter arterial, previo pinzado de la línea arterial y venosa y del catéter arterial, se lava el catéter y se deja cebado con heparina sódica. Se conecta un suero fisiológico de 500 c.c. a la línea arterial y después de despinzar la línea venosa, por gravedad se deja pasar suero fisiológico por el filtro hasta que la

FIG. 2

HOJA DE CONTROL
HEMODIALISIS ARTERIO-VENOSA CONTINUA

	6 h.	12 h.	18 h.	24 h.
Nombre				
Diagnóstico				
Fecha				
Acceso vascular				
Diuresis ml/6 h.				
Ultrafiltración ml/6 h.				
Perfusiones ml/6 h.				
Flujo sanguíneo ml/min.				
Presión sanguínea mmHg				
Flujo UF ml/min.				
Temperatura °C				
TA sistólica				
TA diastólica				
Pulso				
PVC cm H ₂ O				
Tiempo coagulación min.				
Heparina UI/6 h.				
Hematocrito %				
Na mEq/l.				
K mEq/l.				
Proteínas grs/l.				
Urea mmol/l.				
Creatinina mmol/l.				
Cambio filtro				

línea venosa aparezca rosada, se pinzan ésta y el catéter venoso, se desconecta el circuito del catéter y se procede al lavado y heparinización del catéter venoso, dejándolo pinzado. Se desecha todo el circuito, teniendo la precaución de anotar en la hoja de balance la cantidad de ultrafiltrado y la de suero utilizado en el procedimiento.

g) Complicaciones:

- Arteriales y venosas: embolismos, trombosis, aneurismas, fístulas y hemorragias.

- Infecciones en las inserciones de los catéteres.

- Desequilibrios hidroelectrolíticos: en primer lugar evitarlos y posteriormente corregirlos oportunamente. Es imprescindible disponer de un apoyo propio de cuidados especiales y personal entrenado.

- Fugas sanguíneas del hemofiltro.: si son de escasa intensidad colorean el ultrafiltrado y se autolimitan. Cuando el líquido del ultrafiltrado es francamente rojo es imprescindible su recambio, indica rotura de algunos capilares.

- Reacciones de hipersensibilidad.

a) Debidas al óxido de etileno, sustancia utilizada para esterilización del filtro y sus líneas, éste actúa como haptemo al unirse a las proteínas plasmáticas; se presenta con una clínica de hipotensión arterial, calambres, vómitos, prurito, sensación de quemazón, sudoración, disnea e incluso parada cardíaca (12).

b) Ultimamente se han descrito reacciones anafilactoides, en relación con el uso concomitante de membrana de poliacrilonitrilo e inhibidores de la enzima de conversión (13), éstos últimos, son capaces de provocar un acúmulo de bradiquininas, la liberación de bradiquinina que tiene lugar al ponerse en contacto la sangre del paciente con la membrana, se verá potenciada, dando lugar a un cuadro clínico caracterizado por angioedema, broncoespasmo, calambres abdominales, vómitos, hipotensión y shock, apareciendo en los primeros momentos. El tratamiento en ambos casos es suprimir el procedimiento, sin retornar la sangre, corticoides, antihistamínicos y medidas de apoyo.

- Coagulaciones repetidas de los hemofiltros.

Investigar defecto de antitrombina III y replantearse la pauta de anticoagulación.

Hemodiafiltración continua arteriovenosa

Esta (HDCAV) consiste en la adición de la difusión a la (HCAV). mediante la utilización de un líquido de diálisis estéril, que baña las fibras capilares y circula lentamente, consiguiéndose casi un equilibrio con la sangre, en lo referente a las pequeñas moléculas. Su dirección de circulación es opuesta al flujo sanguíneo, esta sencilla modificación introduce una mejoría en la depuración de pequeñas moléculas y sus principales indicaciones residen en:

- Pacientes con elevado catabolismo, en los cuales son necesarias grandes cantidades de ultrafiltrado para mantener una urea plasmática sobre 150 mg%, esto es relativamente sencillo mediante la HCAV, en pacientes cuya generación de urea diaria no sobrepasa los 25 g, pero es imposible cuando existen catabolismos más pronunciados.

- Inadecuada ultrafiltración, principalmente por hipotensión.

- Cuando pretendemos aclarar grandes cantidades de urea con mínimas reposiciones de fluidos.

Generación de urea: Siguiendo el siguiente ejemplo: peso seco del paciente 60 Kg. Edemas día 1º = 10 Kg. Edemas día 2º = 14 Kg. Urea día 1º = 0,8 g/l. Urea día 2º = 1.10 g/l.

Día 1º: agua corporal del paciente 0,6x60 = 36 litros + edemas 10 litros = 46 litros.

Total urea corporal + 46 x 0,8 = 36,8 g/

Día 2º: agua corporal del paciente 0,6 x 60 = 36 l + edemas 14 = 50 l.

Total urea corporal = 50x1,12 = 56 g/l

A cada día se le añadirán los gramos de urea eliminada por la orina y por el ultrafiltrado, en los casos de diuresis conservada y/o ultrafiltración ya instaurada. Generalmente urea 24h = 56-36,8 = 19,2 g

Mediante las gráficas representadas en las figuras 3 y 4, podemos calcular la cantidad de volumen de intercambio necesarios para estabilizar la urea plasmática en 150 mg/dl, en cada caso, atendiendo a la generación de urea en 24 h.

Metodología

Utilizando la técnica anterior, una vez en funcionamiento la HCAV, se conecta a uno de los orificios del hemofiltro (el opuesto a la salida del ultrafiltrado), la solución de diálisis, que pueden ser las anteriormente descritas (Dilisan CAVHD o Dianeal 1,5% Baxter). Si queremos ejer-

cer un efecto osmótico mediante líquidos de diálisis podemos usar soluciones con elevadas concentraciones de glucosa, como el Dianeal 4,25% Baxter (glucosa 4,25 g/dl, Na 132 mmol/l, Ca 1,75 mmol/l, Cl 102 mmol/l, Lactato 35 mmol/l, osm. 486 mosm/l. Mediante este procedimiento, debido a la ausencia de K en los líquidos de diálisis, existe el riesgo de provocar hipopotasemias, para evitarlo, una vez obtenido un k normal en el plasma del paciente, efectuaremos una adición de k en el líquido de diálisis, generalmente 3,5 a 4 mEq/l, utilizando las ampollas de ClK de 24,8 mEq de 10 c.c., 0,40 c.c. añadidos a 1 litro de solución sin potasio, en su composición previa, ésta contendrá 1 mEq/l de K. El flujo del líquido de diálisis se puede adaptar a las necesidades del paciente (generalmente diaria); los flujos más corrientemente usados son los de 16-33 ml/min., este líquido se recoge en la bolsa de drenaje y deberá ser descontado del total, para obtener la verdadera cantidad de ultrafiltrado.

FIG. 3

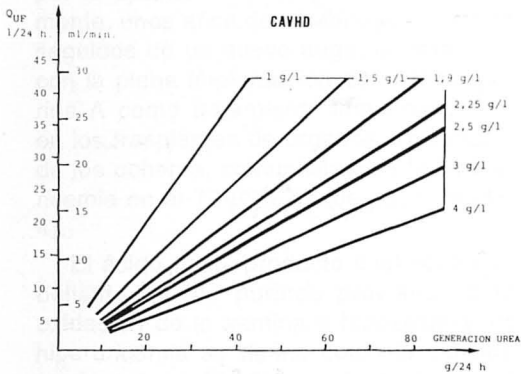
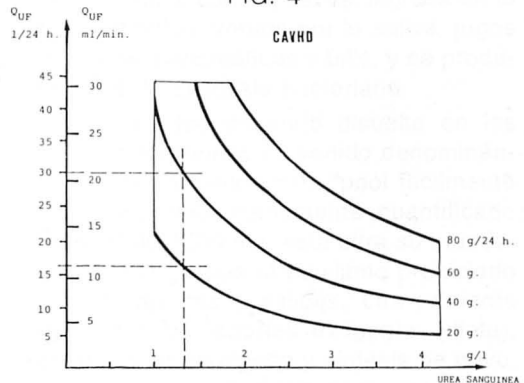


FIG. 4



Cálculos de eficacia:

$$\text{Aclaramiento de urea} = [U] dX Vd/[U]p$$

[U]d = concentración de urea en dializado.

Vd = volumen de dializado.

[U]p = concentración de urea en plasma.

Colocando el hemofiltro a menos de 40 cm de desnivel, se elimina la presión hidrostática necesaria para que se produzca ultrafiltración, los aclaramientos son referidos por tanto, a la hemodiálisis arteriovenosa continua.

Aclaramiento de fármacos; depende de su unión a las proteínas plasmáticas, del volumen de distribución y del tamaño de la molécula, un aclaramiento aproximado puede obtenerse:

$$\text{Aclaramiento F} = \text{Acl. urea} \times \text{PMurea} / \text{PMF}$$

PM = peso molecular.

Bibliografía:

1.- P. Kramer, Wippler W., Reiger J. Arteriovenous haemofiltration A new single method for treatment of overhydrated patients resistant to diuretics. *Klin Wochenschr* 1977, 55: 1121-1122.

2.- R. Geronemus, N. Scheider. Continous arteriovenous hemodialysis: a new modality for the treatment of acute renal failure. *Trans. Am. Soc. Artif. Intern Organs*. 1984, 30: 310-612

3.- P. Kramer, J. Boehler, A. Kehr, H. J. Groene, J. Schander, D. Matthaehel, F. Scheler. Intensive care potential of continous arteriovenous hemofiltration. *Trans Am. Soc. Artif. Interns Organs*. 1982, 28: 28.

4.- Mathien D., Gosselin B., Paris J. C., Dantreux M., Wattel F. Hemofiltration continue dans le traitement de l'encephalopathie h tatique. *Nouv. Presse Med*. 1982, 11: 1.921-1.925.

5.- Andreucci V. E., Fine L. G. *Internacional yearbook of Nephrology* 1992. Springer-Verlog, London 1991: 271-295.

6.- Bosch J. P. Continous arteriovenous hemofiltration (CAVH): operational characteristics and clinical use. *Proceeding of the Third International Symposium on Acute Continous Renal Replacement Therapy*. Fort Lauderdale, Florida, 1987: 3-22.

7.- Ronco C., Brendolan A. Continous arteriovenous hemofiltration with AN69S membrane; procedures and experience. *Kidney Int*. 1988; 33 (Supl. 24): S1 50-S1 53.

8.- L pez-Ferr  J., Abizanda R., Valle F., Jord  R., Raurich J. M., Iba ez J. Hemofiltraci n arteriovenosa continua. *Fundamento y aplicaci n*. *Medicina Intensiva*, 1989, 13 (4): 177-184.

9.- Golper T. A. Continous arteriovenous hemofiltration in acute renal failure. *Am. J. Kidney. Dis*. 1985, 6: 373-386.

10.- Daugirdas J. T., Told S. *Handbook of dialysis*. Little, Brown USA 1988: 121-145.

11.- Seyffart G. *Drug dosage in renal insufficiency*. Kluwer Academic Publishers Netherlands 1991.

12.- Alvarez-Lara M. A., Martin-Malo A. Aljama P. Reaccions de hipersensibilitat en hemodialisis. *Nefrolog a* 1992, 12 (3): 194-201.

13.- Tielemans C., Madhoun P., Leeners M., Schandene L., Goldman M., Vanherwegheinen J. L. Anaphylactoid reaction during hemodialysis on AN-69 membranes in patients receiving ACE inhibitions. *Kidney Int*. 1990, 38: 982-984.

Agradecimiento a la Unidad Administrativa 4^a H, del Hospital Son Dureta, por sus trabajos de transcripci n del manuscrito original.