

Alternativas a la hemodiálisis en la insuficiencia renal crónica

X. Sarrias, J. Gabas, O. Wuhl *

Resumen

En el momento actual existe una variada gama de sistemas de tratamiento de la insuficiencia renal crónica en su estadio terminal, que intentamos exponer de forma sucinta, haciendo hincapié en los puntos más interesantes de cada técnica.

Mencionaremos, pues, la hemodiálisis clásica, la hemoperfusión, los sorbentes gastrointestinales, el sistema REDY, la diálisis peritoneal y sus diversos tipos, la hemofiltración, la hemodiafiltración, la diálisis con bicarbonato, la ultrafiltración y, finalmente, dos aspectos singulares como la hemodiálisis por unipuntura y la hemodiálisis domiciliaria.

Alternatives to hemodialysis in chronic renal insufficiency

Nowadays a variety of systems for treatment of chronic renal insufficiency in its terminal stage exists. We attempt to explain them briefly, drawing attention to the most interesting points of each technique.

The we mention conventional hemodialysis, hemoperfusion, gastrointestinal sorbents, Redy system, peritoneal dialysis and its variations, hemofiltration, hemodiafiltration, bicarbonate dialysis, ultrafiltration and finally two singular aspects such as unipuncture and home dialysis.

Alternatives à l'hémodialyse dans l'insuffisance rénale chronique

Actuellement, il existe une gamme variée de systèmes de traitement de l'insuffisance rénale chronique à son stade terminal, que nous essayons d'exposer de façon succincte en mettant en évidence les points les plus intéressants de chaque technique.

Nous mentionnerons donc l'hémodialyse classique, l'hémo-perfusion, les sorbents gastrointestinaux, le système REDY, la dialyse péritonéale et ses divers types, l'hémo-filtration, l'hémodiafiltration, la dialyse avec bicarbonate, l'ultrafiltration et finalement deux aspects singuliers comme l'hémodialyse par unipuncture et l'hémodialyse domiciliaire.

La insuficiencia renal crónica terminal es una enfermedad que debe ser tratada mediante diálisis y/o trasplante renal (1) (tablas I y II).

Con la diálisis, podemos suplir algunas fun-

* Servicio Nefrología. Alianza Mataronense. Mataró (Barcelona).

TABLA I

Tratamiento de la IRCT	Diálisis:	42.367 enf. (80,46 %)
	Trasplante renal:	10.287 enf. (19,54 %)
Total enfermos en Europa (E. D. T. A.): 52.654 enfermos.		

TABLA II

Estadística de diálisis de la Sociedad Europea de Diálisis y Trasplante (E. D. T. A.) 1979

Enfermos sometidos a diálisis	42.367
1. Hemodiálisis clásica	40.163 (94,79 %)
Ultrafiltración mínima 1 semanal.	4.076 (10 %)
2. Hemofiltración.	513 (1,21 %)
3. Diálisis peritoneal	1.697 (4 %)
CAPD (39,2 %)	666 (1,5 %)
IPD (60,8 %)	1.031 (2,5 %)

ciones del riñón, como la de excreción y la de regulación del equilibrio hidroelectrolítico, pero no las funciones endocrinas y metabólicas para lo cual los enfermos deben seguir un tratamiento farmacológico y dietético aparte.

Con el trasplante renal se suplen todas las funciones, como es lógico.

Podemos hacer el tratamiento con la diálisis por dos vías: La vía sanguínea (hemodiálisis clásica, hemofiltración, etc...) y la vía peritoneal (diálisis peritoneal clásica, CAPD, etc.).

Comentaremos las diferentes técnicas, haciendo hincapié en los aspectos más interesantes.

Hemodiálisis clásica

Es la hemodiálisis periódica y nos referimos a ella cuando hablamos de la diálisis en general.

TABLA III

Alternativas a la hemodiálisis clásica

1. Hemoperfusión.
2. Sorbentes gastrointestinales.
3. Sistemas de regeneración del dializado (Redy).
4. Diálisis peritoneal.
5. Hemofiltración.
6. Hemodiafiltración (hemodiálisis y hemofiltración, simultáneos).
7. Hemodiálisis con bicarbonato en líquido de diálisis.
8. Ultrafiltración.
9. Hemodiálisis por unipuntura con bomba de doble cabeza.
10. Hemodiálisis domiciliaria.

Es una técnica que se basa en el sistema de difusión, a través de una membrana de celulosa, que se realiza tres veces por semana, por medio de una fistula arterio-venosa, usando un líquido de diálisis que contiene acetato y bajo el control de personal especializado (3).

Como ya es sabido, la técnica requiere una circulación de la sangre heparinizada por un circuito extracorpóreo, que se mueve mediante una bomba o dos según el sistema. En un punto del circuito va intercalado el riñón artificial, cuyo filtro es la membrana de celulosa que separa los compartimientos de sangre y del líquido de diálisis.

Al hablar de diálisis por difusión (o transferencia por conducción), nos referimos a la difusión pasiva de los solutos a través de una membrana entre la sangre y el líquido de diálisis. La difusión de un soluto dado depende no solamente de la superficie y naturaleza de la membrana, sino también del gradiente de concentración de este soluto a cada lado de la membrana.

La difusión es un proceso totalmente diferente a la ultrafiltración (o transferencia por convección), en la que hay un paso simultáneo de soluto y solvente a través de la membrana bajo un gradiente de presión hidrostática.

Actualmente, más de 125.000 personas viven en el mundo sin que les funcionen sus propios riñones y la experiencia actual arroja unas cifras de supervivencia superior a los 18 años, en pacientes que vienen tratándose con esta técnica de depuración extrarrenal.

A pesar de ello, la diálisis por difusión está muy lejos de ser el procedimiento ideal (5, 6, 7). La dependencia periódica de una máquina, la necesidad de efectuar la punción venosa para su conexión, la posibilidad de desagradables alteraciones durante la diálisis, la ingesta de gran cantidad de medicamentos, el problema de no disponer de un acceso vascular adecuado, etc., son varios de los inconvenientes de la hemodiálisis clásica.

Todo ello ha llevado al estudio de varios tratamientos alternativos a la hemodiálisis clásica, como la diálisis peritoneal en sus diferentes modalidades, la hemofiltración, la hemoperfusión, etcétera... (4, 8). (Tabla III.)

Hemoperfusión

Es un procedimiento en el que se usan sustancias adsorbentes (principalmente carbón activado y resina de amberlita), que pueden eliminar toxinas endógenas y exógenas de la sangre. El fundamento de la hemoperfusión es la adsorción. Ésta se produce por la propiedad, que tienen

unas determinadas sustancias, de retener en su superficie moléculas del líquido que las rodea.

La hemoperfusión (9) se efectúa prácticamente igual que la hemodiálisis, mediante la creación de un circuito extracorpóreo, de sangre heparinizada, que pasa a través de un cartucho, en el que hay la sustancia adsorbente. En este caso concreto, no es necesaria la presencia de líquido de diálisis.

Si el adsorbente utilizado es el carbón activado, hay que proceder a su encapsulación para evitar sus terribles efectos secundarios, a pesar de que se pierda en algo su poder adsorbente. Entre estos efectos secundarios, destacan las embolias por liberación de partículas de carbón al torrente sanguíneo y las hemorragias por retención considerable de plaquetas en el cartucho.

Con la hemoperfusión, la eliminación de moléculas medias es muy buena, pero no ocurre así con la de urea, ni la de los electrolitos (sobre todo potasio), ni la del agua.

Por ello, podríamos afirmar que la hemoperfusión no es un método adecuado para la diálisis periódica, aunque podría utilizarse combinada con hemodiálisis o ultrafiltración (9).

Las indicaciones de la hemoperfusión son principalmente dos: la intoxicación por drogas liposolubles o que se ligan a las proteínas (11) y la regeneración del líquido de hemodiálisis en el sistema Redy.

Sorbentes gastrointestinales

El empleo de los adsorbentes orales (12) se ha basado en utilizar la capacidad del intestino de transferir sustancias nitrogenadas de la sangre a su luz. No obstante, la posibilidad de mantener, a largo plazo, pacientes en insuficiencia renal crónica terminal con sustancias adsorbentes por vía oral no se ha demostrado.

Las propiedades del carbón activado en hemoperfusión no se reproducen, por vía oral, en cuanto a toxinas endógenas y exógenas, pero se ha comprobado que reduce el colesterol y los triglicéridos plasmáticos en los pacientes urémicos (12), así como el prurito, a veces insoportable, que padecen estos enfermos en hemodiálisis (13).

El único sorbente oral con propiedades dialíticas es el almidón oxidado (oxystarch) que fija la urea y, discretamente, el potasio, pero no la creatinina, ni el ácido úrico. A pesar de que no es metabolizado por el hombre, los urémicos sólo admiten 20-35 g diarios, sin que se produzca diarrea, ni otros efectos secundarios, obteniéndose una eliminación fecal de unos 600 cc al día.

Los sorbentes sólo están indicados para ayudar a la diálisis, pero no la pueden sustituir. Entre ellos, destacan los quelantes del fósforo (hidróxido de aluminio), las resinas de intercambio iónico (Resincalcio, Resinsodio...) y el carbón activado que elimina el prurito y disminuye la hiperlipemia.

Sistemas de regeneración del dializado: Redy

Esta técnica se basa en la depuración del líquido de diálisis, después que éste ha pasado ya por la membrana de diálisis, con lo que pasamos de una necesidad mínima de 30 litros por hora de hemodiálisis a una necesidad total de agua preparada de 5,5 litros por cada sesión (14).

El principio de esta técnica es el cartucho depurador (14), que consta de cinco capas diferentes: 1) La primera capa («scavenger layer»), es una mezcla de carbón activado y óxido de circonio hidratado. Su función es que la ureasa de la siguiente capa no se inactive por la posible presencia de metales pesados (principalmente cobre) u otros productos como las cloraminas. 2) Como se indica en el punto anterior, esta capa es la de la ureasa, que desdoblará la urea en amoníaco y ácido carbámico, liberándose amonio, bicarbonato, agua y anhídrido carbónico. 3) La tercera capa, la constituye el fosfato de circonio, que produce un intercambio catiónico entre iones amonio e iones de sodio y de hidróxido. Pero además del amonio se cambian iones de calcio, magnesio y potasio, lo cual explica por qué desciende el pH al iniciar la diálisis y por qué se produce un aumento progresivo del sodio en el líquido de diálisis, a medida que avanza la sesión. El descenso del pH ocurre porque disminuye la cifra de bicarbonato en sangre, aunque no la de CO₂. De todas formas, y aunque la caída del pH no es importante, se han descrito buenos resultados usando bicarbonato en lugar de acetato en el líquido de diálisis (15). La

inevitable pérdida de calcio, magnesio y potasio debe solucionarse infundiéndolos durante la sesión. El aumento progresivo del sodio en el líquido de diálisis se previene iniciando la sesión con una concentración muy baja de sodio (110 mEq/l). 4) En esta capa, formada por óxido de circonio hidratado, se eliminan los fosfatos, los fluoruros y, aunque en muy poca cantidad, los sulfatos. 5) El carbón activado constituye la última capa, que adsorbe creatinina, ácido úrico, fenoles, aminoácidos de bajo peso molecular y una escasa cantidad de glucosa.

Finalmente, deseamos mencionar unos inconvenientes de esta técnica. En primer lugar, tiene limitada su capacidad de intercambio de amonio o sea de eliminar urea (como máximo 50 g), por lo que si el paciente tiene una urea plasmática muy elevada, se puede producir una intoxicación aguda por amonio, que se traducirá clínicamente por náuseas, vómitos y cefaleas. Este cuadro, rápidamente reversible, se evita por la titulación del amonio en el líquido de diálisis, que si es alta obliga a cambiar el cartucho. En segundo lugar, tiene muy poca capacidad de eliminar sulfatos, aunque se desconoce la posible toxicidad de éstos. En último lugar, no se puede usar en enfermos no urémicos, dado que no se produciría amonio y por tanto no aparecería bicarbonato, ni habría que intercambiar sodio. Esto llevaría a un cuadro de hiponatremia y acidosis metabólica.

Diálisis peritoneal

En este caso, el sistema de diálisis utiliza como membrana la serosa peritoneal, pasando la sangre por los capilares mesentéricos y el líquido de diálisis se halla almacenado en la cavidad peritoneal libre (16).

Desde que se utilizan catéteres de implantación crónica en el peritoneo (17), mediante el catéter de Tenckhoff, construido de silicona y con dos anillos de dacron para evitar la entrada de gérmenes, la diálisis peritoneal se ha revalorizado.

Inicialmente, se introducía un catéter rígido y la diálisis duraba 48 horas, precisando posteriormente retirar el catéter. Ello limitaba mucho el tratamiento periódico, puesto que cada tratamiento había que comenzarlo por una implantación de catéter, bajo asepsia quirúrgica, con el consiguiente riesgo de las complicaciones de la implantación del catéter en el abdomen. Por otra parte, no se disponía de monitores automáticos para diálisis peritoneal, aumentando mucho el riesgo de peritonitis por contaminación, ya que había que manipular los frascos en cada recambio.

Actualmente, la diálisis peritoneal (tabla IV)

TABLA IV

Diálisis peritoneal	{ IPD (diálisis perit. intermitente) CAPD (diálisis peritoneal continua ambulatoria) CCPD (diálisis peritoneal continua cíclica)	{ ambulatoria hospitalaria		

se entiende bajo la forma de diálisis peritoneal intermitente (IPD), con la ayuda de un monitor automático, y la de diálisis peritoneal ambulatoria continua (CAPD) (18, 19, 20, 21).

La CAPD se efectúa con 4-5 recambios diarios, por el propio enfermo, de una solución de diálisis de 2 litros, contenidos en una bolsa con una capacidad de 2,5 litros. Una vez se ha introducido todo el líquido de diálisis que contenía la bolsa en el peritoneo, ésta se enrolla y se liga a la cintura. Al cabo de 6-8 horas, se procede al vaciado del peritoneo desenrollando la bolsa y dejándola en el suelo, para que se llene por gravedad recuperándose los 2 litros introducidos más el ultrafiltrado. Una vez finalizado el proceso, se desconecta la bolsa y se tira, se coloca una de nueva y se reinicia el proceso.

Bazzato y cols. (22) han descrito un sistema de doble bolsa, que reduce el problema de la peritonitis. Se trata de una línea que conecta en Y con dos bolsas. Una de ellas está vacía, para albergar el líquido del peritoneo, y la otra que lleva en su interior los 2 litros de la solución nueva. Con esto, se pueden efectuar en cada recambio los dos procesos, vaciado y llenado, desechando posteriormente el sistema. Con ello se evita una mayor manipulación y el tener que llevar la bolsa adosada continuamente en la cintura.

Tipos de diálisis peritoneal:

Existen diferentes tipos de diálisis peritoneal:

- 1) Diálisis peritoneal continua ambulatoria (CAPD).
- 2) Diálisis peritoneal intermitente (IPD) ambulatoria.
- 3) Diálisis peritoneal intermitente (IPD) hospitalaria.
- 4) Diálisis peritoneal continua cíclica (CCPD).

1) La CAPD está indicada en: A) Niños. B) Ancianos. C) Pacientes diabéticos. D) Pacientes con trastornos cardiovasculares. E) Pacientes sin acceso vascular adecuado. F) Pacientes que viven muy alejados de un centro de diálisis. G) Pacientes con trastornos de la hemostasia.

Por otra parte, está contraindicada en tres situaciones: A) Pacientes a los que se ha practi-

cado una colostomía o ileostomía. B) Pacientes con artritis en las manos. C) Pacientes ciegos.

Entre las ventajas de la CAPD, podemos enumerar las siguientes:

- 1) No precisa monitor de diálisis, ni acceso vascular.
- 2) No hay que descoagular al enfermo.
- 3) Hay una gran mejoría subjetiva del estado general.
- 4) No precisa restringir el aporte de potasio.
- 5) Hay un descenso de la sensación de sed.
- 6) La tensión arterial, en los pacientes hipertensos, es mucho más controlable.
- 7) Desaparece la posibilidad de aparición del síndrome del desequilibrio.
- 8) Adecuada eliminación hidrosalina.
- 9) Desciende el fósforo en sangre, no siendo prácticamente precisa la ingesta de quelantes del fósforo, tipo hidróxido de aluminio.
- 10) Disminuye las cifras plasmáticas de hormona paratiroidea.
- 11) Mejora la velocidad de conducción nerviosa, porque dializa muy bien las medianas moléculas.

En los pacientes diabéticos afectos de insuficiencia renal terminal, los tratamientos más adecuados son la CAPD y el trasplante renal. En lo que respecta a la diálisis, la CAPD no precisa de la confección de un acceso vascular, tan difícil de obtener con pacientes que presentan una enfermedad tan aterosclerótica como la diabetes. También facilita la inyección de insulina y controla fácilmente las cifras de glucemia (25, 26, 27).

En cuanto a las complicaciones de la CAPD destacamos las siguientes: 1) Las pérdidas proteicas, que oscilan alrededor de los 10-15 g diarios, aunque no se han descrito malnutriciones, ni pérdidas de peso, si se efectúa un aporte diario de proteínas de 1 g/kg/día. Cuando los enfermos presentan un cuadro de peritonitis, hay un aumento de las pérdidas proteicas.

2) La complicación más temible (30) es la peritonitis, cuya frecuencia es la de un cuadro de peritonitis cada 7 pacientes tratados durante un mes (1/7 pac-mes). Por este motivo, hemos señalado previamente las posibles ventajas de la doble bolsa de Bazzato en que la peritonitis baja a 1/14 pac-mes. Esta frecuencia se ve disminuida, al usar la IPD con monitor automático, a 1/28 pac-mes. Finalmente, la CCPD aún mejora estas cifras ya que la peritonitis aparece a razón de 1/31 pac-mes.

Cuando aparecen los síntomas de peritonitis, hay que proceder a un lavado del peritoneo pasando al enfermo a diálisis peritoneal continua junto con la administración de antibióticos, tanto parenteral como intraperitonealmente. Si tras

48 horas de este tratamiento no se produce una mejoría clínica evidente, hay que pensar en retirar el catéter de Tenckhoff, puesto que a veces se produce un depósito de fibrina en el extremo libre interno del catéter, lo que acantona los gérmenes y cronifica la infección a pesar de que el cultivo sea negativo (31).

3) A partir de los 6 meses de tratamiento con CAPD hay un aumento sustancial de los triglicéridos. En la actualidad, se están efectuando estudios sobre este tema y parece que la inyección intraperitoneal de L-carnitina (32) podría evitar tal aumento.

4) Se ha visto que con el tiempo, y sin que influya para nada la aparición de cuadros de peritonitis, hay una disminución progresiva del aclaramiento de solutos y de la ultrafiltración de líquidos. Ello se debe a un engrosamiento esclerótico de la membrana peritoneal (33), lo cual limitaría el uso, a largo plazo, de la CAPD. Actualmente se están utilizando sustancias, principalmente del tipo de los vasodilatadores, que aumenten la permeabilidad de la membrana peritoneal, y por tanto su aclaramiento (34).

2) La *IPD ambulatoria* está indicada en todos aquellos enfermos que podrían ser dializados en casa, pero que no pueden hacerlo por sí mismos: A) Pacientes con artritis en las manos. B) Pacientes ciegos.

3) Se beneficiarán de la *IPD hospitalaria* (28): A) Pacientes que rehusan la diálisis domiciliaria. B) Pacientes que esperan un trasplante renal inmediato. C) Pacientes que se entrenan para ser incluidos en CAPD. D) Pacientes que estando en CAPD precisan ingresar en el hospital por peritonitis.

4) La última innovación en este campo lo constituye la *CCPD* (Continuous Cyclic Peritoneal Dialysis, o diálisis peritoneal continua cíclica): Se trata de un nuevo sistema de diálisis peritoneal descrito recientemente (29) en el que cada día se efectúan 4 recambios de 2 litros. Tres de ellos durante la noche, mediante el concurso de un monitor automático, mientras duerme el paciente, y el cuarto lo hace cuando se levanta por la mañana, dejando el líquido en el interior del abdomen hasta la noche siguiente en que se reinicia el ciclo. Con ello, a diferencia de la CAPD, sólo hay una manipulación diaria y durante el día el enfermo se ve libre de tener que efectuar 3 recambios más.

Esto permite mejorar la calidad de vida del enfermo. Con respecto a la CAPD mejora el porcentaje de aparición de peritonitis, que disminuye a una por cada 31 pacientes-mes.

Hemofiltración

Se trata de un proceso de ultrafiltración de sangre bajo presión hidrostática elevada, a través de una membrana semipermeable de elevada permeabilidad (transferencia de masa por convección), como es el capilar de celulosa (Amicon XF-50) o el de poliacrilonitrilo (RP-6).

Ambas membranas tienen una transmitancia de 1 para moléculas de hasta 1.500 daltons de peso molecular y de 0,9 para las moléculas de hasta 5.000 daltons. Llamamos transmitancia a la relación existente entre la concentración plasmática y la del ultrafiltrado para una sustancia dada, siendo su valor máximo de 1. Los dializadores habituales (de cuprofán) tienen una transmitancia muy inferior para las moléculas medias (1.500 daltons).

Es un proceso de función muy semejante a la del glomérulo humano. La pérdida de electrolitos y agua es compensada por la reinyección de una cantidad similar de líquido de diálisis antes (predilución) o después (postdilución) del dializador.

La técnica de postdilución (Quellhorst) (38) sólo precisa una reinfusión de 20 litros, pero un aclaramiento bajo, de 70 ml/min, aunque igual para todo tipo de sustancias de peso molecular hasta 5.000 daltons. Este aclaramiento es netamente inferior al de la hemodiálisis clásica, en lo que respecta a las pequeñas moléculas.

La técnica de predilución (Henderson) (37) precisa una reinfusión de 80 litros, pero tiene la ventaja de que el aclaramiento es de 200 ml/min también igual para todo tipo de moléculas.

En la actualidad, la hemofiltración tiene unas indicaciones concretas como: 1) Hipotensión sintomática. 2) Síndrome del desequilibrio. 3) Hipervolemia intratable. 4) Pacientes con problemas cardiovasculares. 5) Hiperfosforemia. 6) Hipertrigliceridemia. 7) Hipertensión arterial severa y que no mejora con tratamiento (40, 41, 42).

La hemofiltración es la técnica de diálisis que mejor previene los típicos síntomas secundarios a la hemodiálisis clásica, que se producen durante las sesiones, como son náuseas, vómitos, hipotensión arterial, calambres musculares, cefaleas, vértigos, etc., lo que se atribuye a la falta de los procesos osmóticos que se producen en la diálisis por difusión.

El gran problema, y que limita la difusión de su uso, es el elevado coste que supone cada sesión de hemofiltración, teniendo en cuenta que la verdadera hemofiltración es la que utiliza la reinfusión predilucional. Para obviar este escollo, actualmente están en estudio monitores que utilicen agua tratada, como en la hemodiálisis clásica, que se mezcle con el concentrado y todo

ello que pase por un filtro de pirógenos antes de que entre en el torrente sanguíneo del enfermo (43).

Hemodiafiltración

Se trata de una técnica en la que se combinan la hemodiálisis clásica por difusión con la hemofiltración postdilucional reinfundiéndole unos 5-10 litros solamente (44, 45). Como en la hemofiltración, se usa una membrana de alto poder de ultrafiltración, tipo RP 6 (poliacrilonitrilo). Estaría, pues, indicada en las mismas circunstancias que la hemofiltración. En definitiva, la hemodiafiltración es una hemofiltración más barata. En un futuro próximo podría ser aplicada como la hemodiálisis clásica, a la mayoría de los pacientes en diálisis.

Tiene las siguientes ventajas sobre la hemodiálisis: 1) Es mucho más fácil la ultrafiltración, pues apenas presenta problemas clínicos. 2) Se dializan las moléculas medias tan bien como las pequeñas. La hemofiltración dializa mejor las medias y la hemodiálisis convencional mejor las pequeñas. 3) A un flujo sanguíneo de 200 mililitros por minuto se puede bajar el tiempo de diálisis a 3-3,5 horas \times 3 veces/semana.

Díálisis con bicarbonato

Cuando se inició la hemodiálisis periódica, a finales de la década de los años 1950, el líquido de diálisis contenía bicarbonato, pero era imposible confeccionar un concentrado de diálisis sin la precipitación de calcio y magnesio, que obstaculizaba el proceso.

Por ello, a mediados de los años 1960, el bicarbonato fue sustituido por el acetato, puesto que los estudios clínicos efectuados habían probado su eficacia (46). No obstante, la falta de efectos secundarios era debida a que se usaban dializadores de pequeña superficie y el tiempo de diálisis era muy prolongado.

Con la aparición de dializadores de gran superficie, el aumento del flujo sanguíneo y la reducción del tiempo de diálisis, los enfermos empezaron a padecer, con mayor frecuencia, bajadas de tensión arterial, con síntomas claros de hipotensión.

El corregir la hipotensión y los calambres musculares en hemodiálisis, Bergström (47) demostró que se conseguía efectuando ultrafiltración aislada, sugiriendo que los cambios osmólares eran la causa de dicha clínica. Igualmente, Rosa y cols. (48), implica a los cambios de osmolaridad como causa de la hipotensión, que previene con la infusión de manitol.

Otros autores, entre ellos Van Stone (49) y Graefe (50), sugieren que la influencia del acetato puede ser importante en la aparición de hipotensión, y Raya (51) hace un estudio comparativo de diálisis con acetato, con bicarbonato (ambos con y sin la infusión de manitol) y diálisis con terapia secuencial, comprobando que la mejor profilaxis de la hipotensión se consigue con la hemodiálisis con bicarbonato más la infusión de manitol.

Lewis y cols. efectúan un estudio de la conversión de acetato en bicarbonato (52) en el organismo y aprecian que cuando se dializa con single-pass hay una caída importante del bicarbonato plasmático durante las primeras horas de hemodiálisis. Si se efectúa hemodiálisis con recirculación, la caída del bicarbonato es inferior, y si se usa bicarbonato en el líquido de diálisis no se produce tal caída, sino, incluso, un ligero aumento.

La máxima tasa de metabolización de acetato a bicarbonato es de 48 ± 9 microM/min/kg, y si excede esta cantidad aparece un acúmulo de acetato en sangre. Los pacientes que entran en hemodiálisis con acidosis intensa, si se dializan con dializadores de gran superficie y con acetato en el líquido de diálisis, pueden sufrir una acidosis severa. Los niños y los pacientes con insuficiencia hepática pueden tener alterada la vía del metabolismo del acetato y, también, sufrir un cuadro severo de acidosis metabólica.

Cambi (53) recomienda hemodiálisis corta, con bicarbonato en el líquido de diálisis, con recirculación y con bajo flujo del dializado. Con todo ello, se consigue una importante reducción en la eliminación de catecolaminas y se consigue una completa corrección del equilibrio ácido-base con 2-3 horas de diálisis, no importando el tipo de membrana utilizada, ya sea de cuprofán o de alto poder de ultrafiltración (tipo poliacrilonitrilo). Hampl y cols. (54) obtienen resultados semejantes.

La diálisis con bicarbonato también puede utilizarse con el sistema Redy (15) con muy buena tolerancia de la hemodiálisis, buena corrección de la acidosis metabólica y ausencia de hipoxemia.

En un trabajo de Kluge y cols. (55) se observa que la diálisis con bicarbonato produce una disminución de los lípidos séricos y un aumento de la fracción HDL del colesterol, lo que supondría una buena profilaxis para evitar la aparición de la aterosclerosis, tan frecuente y temible en los enfermos con hemodiálisis periódica.

Tras un estudio hemodinámico comparativo, de hemodiálisis con acetato, hemodiálisis con bicarbonato y ultrafiltración (56), se observa que los índices hemodinámicos permanecen es-

tables en hemodiálisis con bicarbonato y ultrafiltración (por aumento de las resistencias periféricas totales) a diferencia de la diálisis con acetato, en que disminuyen.

Por todo ello, la hemodiálisis con bicarbonato está indicada en: 1) Inestabilidad vascular con hipotensión sintomática. 2) Acidosis metabólica importante. 3) Hipoxemia. 4) Pacientes con problemas cardiovasculares. 5) Pacientes con alteraciones de la función hepática. 6) Pacientes con hiperlipemia.

Existe una desventaja que es únicamente económica, puesto que el concentrado de diálisis debe almacenarse en dos frascos diferentes y que los monitores automáticos de hemodiálisis precisan tener 3 bombas mezcladoras en lugar de 2 para la preparación del líquido de diálisis.

Ultrafiltración

Durante una hemodiálisis de duración normal, de 5-6 horas, en la que deba extraerse 1-2 litros, habitualmente no se presentan problemas de ningún tipo y la sesión de diálisis discurre por los cauces de la normalidad, pero si hay que sustraer más de 3 litros y la duración es inferior a 5 horas pueden presentarse síntomas de hipotensión y calambres musculares.

Este cuadro clínico, aparentemente, debería ser secundario a la hipovolemia creada, pero los síntomas aparecen antes de que se produzca dicha hipovolemia. Hay, por tanto, otros factores implicados, como ya se ha mencionado en el apartado de hemodiálisis con bicarbonato: Cambios de osmolaridad, acetato en el líquido de diálisis, etc.

Bergström y cols. (47, 57) desarrollaron una técnica en que la ultrafiltración se produce a través de una membrana de alta transmitancia (habitualmente poliacrilonitrilo), sin que simultáneamente se produzca hemodiálisis por difusión. Esto se consigue parando el flujo del líquido de diálisis y efectuando un importante aumento de la presión hidrostática, pinzando la línea sanguínea después del dializador o bien creando una presión negativa a nivel del compartimiento del líquido de diálisis.

Este proceso recibe el nombre de *ultrafiltración aislada* (58), siendo muy importante no mezclarlo con otros conceptos parecidos de nomenclatura, pero muy diferentes de concepto: 1) *Ultrafiltración dialítica*: se trata de la ultrafiltración que se produce simultáneamente en el curso de una hemodiálisis por difusión. 2) *Difusión-diálisis*: es la hemodiálisis por difusión pura, sin ultrafiltración alguna. 3) *Terapia secuencial (o ultrafiltración secuencial)*: se trata de una sesión de hemodiálisis, en la que se

inicia por ultrafiltración aislada y se sigue por hemodiálisis aislada (difusión-diálisis).

La ultrafiltración secuencial, o terapia secuencial, es lo que Bergström utiliza para la eliminación del exceso de líquidos durante la diálisis. La hemodiálisis aislada (difusión-diálisis) se consigue creando una presión positiva en el líquido de diálisis que neutraliza la presión positiva creada en el compartimiento sanguíneo por causa del flujo sanguíneo y las resistencias internas del dializador (mayormente si son coils) o bien utilizando el sistema de hemodiálisis con unipuntura con doble bomba, como ya describiremos más adelante.

Las indicaciones de la terapia secuencial son: 1) Hipervolemia intratable en pacientes en hemodiálisis. 2) Aumento excesivo de peso en enfermos en hemodiálisis. 3) Prurito de difícil control en enfermos en hemodiálisis. 4) Pacientes con edemas resistentes a los diuréticos, como la insuficiencia cardíaca congestiva, la ascitis por cirrosis hepática y el síndrome nefrótico.

La ultrafiltración secuencial puede presentar problemas, como que ante una ultrafiltración excesiva se ha descrito la aparición de hiperpotasemia (58) que puede estar relacionada a un traumatismo de los glóbulos rojos por la presión hidrostática excesiva, a una estimulación aguda de los receptores alfa-adrenérgicos o a una salida de potasio del espacio intracelular (muy rico en este ión) al espacio extracelular cuando el organismo intenta compensar la hipovolemia creada. Para evitar este peligro, cuando hay que efectuar una ultrafiltración importante se recomienda controlar al paciente con ionogramas plasmáticos y ECG, seriados.

En un estudio hemodinámico comparativo de la hemodiálisis clásica, la hemofiltración y la terapia secuencial, Haml (59) observa que en la hemodiálisis clásica hay un aumento del pulso y un muy discreto aumento de las resistencias periféricas totales, produciéndose una circulación inestable y por tanto hipotensión arterial. En los pacientes en terapia secuencial y en hemofiltración, la presión arterial y el pulso cardíaco se mantienen estables, por aumento importante de las resistencias periféricas.

En resumen, podríamos decir que la terapia secuencial es un buen método de tratamiento para aquellos enfermos que no toleran la hemodiálisis clásica. Si a pesar de la terapia secuencial siguen las hipotensiones, habrá que estudiar la posibilidad de pasar al paciente a hemofiltración.

Hemodiálisis por unipuntura con doble bomba

Esta técnica nació al partir de la base de que el gran número de punciones es uno de los prin-

cipales escollos de la hemodiálisis clásica, que debe efectuarse tres veces por semana. Es una técnica que permite establecer el flujo sanguíneo suficiente para producir una hemodiálisis eficaz, pero con una sola punción. Por tanto, es un proceso que se puede usar en cualquier tipo de diálisis por vía sanguínea: hemodiálisis con acetato, hemodiálisis con bicarbonato, hemodiálisis con sistema Redy, terapia secuencial, hemofiltración y hemoperfusión.

Una buena hemodiálisis no es posible sin un flujo sanguíneo elevado (superior a 200 ml/min), lo que no se consigue sin la confección de una buena fístula arterio-venosa (60), lo cual, por otra parte, precisa de la espera de un mes al menos desde que se efectuó dicha fístula hasta que pueda ser utilizada.

Si no se consigue un flujo adecuado, si el trayecto venoso utilizable no es lo suficientemente largo para introducir dos agujas, si la fístula no se puede puncionar por diversos problemas (hematoma, infección, etc.), no es posible seguir efectuando la hemodiálisis periódica y hay que buscar con urgencia un nuevo acceso vascular o pasar al enfermo a diálisis peritoneal hasta que se obtiene una nueva fístula adecuada. Toda esta situación influye muy negativamente en el aspecto psíquico del paciente, que ve como deberá sufrir una nueva intervención para otra fístula y mientras deberá permanecer ingresado para efectuar las diálisis con un acceso vascular pasajero o diálisis peritoneal.

Este gran número de problemas que puede ocasionar el acceso vascular, se ha podido reducir de forma importante desde que se introdujeron los sistemas de diálisis con unipuntura. Kopp (61) describe el sistema de unipuntura presión-tiempo, con bomba única y dos clamps alternativos, volviendo la sangre al paciente por la presión acumulada en el dializador, y Ringoir (62, 63) describe el sistema de unipuntura con doble bomba, facilitando el retorno sanguíneo al paciente con la segunda bomba.

Elegimos el sistema de unipuntura con doble bomba, por sus ventajas sobre el otro sistema de unipuntura y porque hay estudios comparativos efectuados que lo hacen de similar efectividad al sistema de doble punción (64, 65).

El sistema de doble bomba, o de presión-presión, permite un flujo sanguíneo muy elevado (300 ml/min o más), semejante al de doble punción. La medida de dicho flujo se puede hacer de manera exacta (66). A pesar de este flujo tan elevado, la presión creada a nivel de la membrana del dializador (presión transmembrana) puede ser de cero, lo que logra un adecuado control de la ultrafiltración, máxime si se usan dializadores con resistencias internas mínimas (dializadores de placas o capilares) (67).

Con la unipuntura, los enfermos carentes de una fístula en buenas condiciones pueden ser sometidos a la implantación temporal, pero lo suficientemente duradera para esperar la maduración de una nueva fístula, de un catéter en la vena subclavia (68, 69, 70), pudiendo seguir el paciente las diálisis sin necesidad de estar ingresado y sin dejar su trabajo habitual. Por otra parte, con un sistema de punción adecuado (71) prácticamente no se producen los temibles efectos secundarios de la canalización de la vena subclavia.

Además de poder ser utilizada en cualquier enfermo, tiene dos indicaciones muy concretas: 1) Fístula con buen flujo, pero con trayecto venoso muy corto. 2) Facilita la hemodiálisis por vía de las venas profundas (subclavia y femoral).

Entre sus ventajas destacan: 1) Facilita la conexión del enfermo a la hemodiálisis, simplificando el trabajo del A. T. S. 2) Prolonga la vida del acceso vascular, y 3) Mejora subjetivamente la tolerancia del enfermo a la hemodiálisis, dándole mayor seguridad en el caso de que su acceso vascular quede inutilizado.

Sus inconvenientes se reducen a dos: 1) Si no se utiliza adecuadamente, puede producirse una recirculación importante de la sangre que pasa a través del dializador y por tanto perder mucho su eficacia dialítica. 2) Es muy difícil efectuar una hemodiálisis con heparinización regional, y por ello no se aplicará en los enfermos con peligro de hemorragias. Este inconveniente puede subsanarse utilizando la aguja de doble luz, con lo que se obtiene una hemodiálisis con características hemodinámicas de doble punción, pero con una sola punción.

Hemodiálisis domiciliaria

Por último, hablaremos de la hemodiálisis domiciliaria como una alternativa más a la hemodiálisis clásica. Como hemos dicho en el inicio de este capítulo, la hemodiálisis clásica es, desde nuestro punto de vista, un tratamiento que requiere control por personal especializado (A. T. S. especialistas en hemodiálisis y nefrólogos).

Con el traslado del paciente a su casa y el hecho de que él mismo (junto a la colaboración de un ayudante) se efectúa el tratamiento, nos encontramos ante una nueva forma de diálisis, con aspectos radicalmente diferentes. Por ejemplo, desde el punto de vista psicológico del enfermo, la despreocupación lógica al ser dializado en un centro adecuado se convierte en inquietud y miedo a las complicaciones cuando se dializa solo en su casa.

Nos ofrece diversas ventajas: 1) Disminuye

los costos (teniendo en cuenta que el ayudante que inevitablemente precisa no tiene remuneración alguna por dicho control). 2) Permite hacer compatible la hemodiálisis con el trabajo del enfermo, si lo tiene. 3) Evita el riesgo de contagio con el virus de la hepatitis. 4) Es una forma de tratamiento para que los enfermos muy alejados de una unidad de hemodiálisis no pierdan su domicilio habitual. 5) Se puede aumentar fácilmente el número de sesiones semanales, si es preciso.

No obstante, no todos los enfermos, ni todos los posibles ayudantes, están capacitados para dicho tratamiento. Evans (72), tras un estudio demográfico de los pacientes en hemodiálisis, observa que en E.E. UU. los enfermos que están en hemodiálisis domiciliaria sin problemas son varones, de raza blanca, jóvenes, cultos, casados sin problemas matrimoniales, que ganan un buen sueldo y que tienen un buen trabajo. Cuando los pacientes reúnen las condiciones adecuadas para que la hemodiálisis domiciliaria se efectúe sin contratiempos, no es contraindicación alguna el hecho de que previamente se esté dializando en un centro especializado (73), aunque sí es imprescindible la total inclinación del enfermo hacia este método de tratamiento (74), para evitar problemas psíquicos importantes y de adaptación.

Por lo que se refiere al ayudante, y al igual que Evans, Bryan (75) observa que también hay un ayudante ideal que reúne las siguientes condiciones: Es de familia muy próxima al enfermo, es de raza blanca, tiene realizados estudios superiores y ha asistido en alguna ocasión a enfermos, previamente. A pesar de ello, el temor a un fallo del monitor y el peligro de las hipotensiones bruscas y otros síntomas parecidos hacen que el ayudante en múltiples ocasiones se vea incapacitado para seguir ayudando a pesar de su correcta formación.

Hay que tener en cuenta, además, que, superados los escollos de la hemodiálisis domiciliaria, seguimos teniendo los posibles problemas de la hemodiálisis clásica, principalmente los del acceso vascular y las hipotensiones. En los enfermos con importantes problemas de acceso vascular podemos recurrir a la CAPD, y en un futuro próximo a la CCPD. En los enfermos con problemas de hipotensión importantes se puede recurrir a la hemofiltración ambulatoria (39).

Bibliografía

1. Carreras, L.: Trasplante renal. I Curso de Nefrología básica. Geigy, p. 257, 1979.
2. González, M. T.: Tratamiento de la insuficiencia renal crónica con hemodiálisis repetidas. I Curso de Nefrología básica, p. 231, 1979.

3. Shaldon, S.: Progress from haemodialysis. *Nephron* 27: 2, 1981.
4. Lundin, A. P.: Alternatives to diffusion dialysis: Is there a need for a better «mousetrap»? *Nephron*. 27: 7, 1981.
5. Lazarus, M.: Complications in hemodialysis: an overview. *Kid. Inter.* 18: 783, 1980.
6. Hirschman, G. H.; Wolfson, M.; Mosimann, J. E.; Clark, C. B.; Dante, M. L., and Wineman, R. J.: Complications of dialysis. *Clin. Neph.* 15: 66, 1981.
7. Henderson, L. W.: Symptomatic hypotension during hemodialysis. *Kid. Inter.* 17: 571, 1980.
8. Manis, T., and Friedman, E. A.: Dialytic therapy for irreversible uremia. *The New Engl. J. Med.* 301: 1260, 1979, y 301: 1321, 1979.
9. Chang, T. M. S.: Microcapsule artificial kidney in replacement of renal function: with emphasis on absorbent hemoperfusion. Replacement of renal function by dialysis. Martinus Nijhoff Medical Division, p. 217, 1978.
10. Trznadel, K.; Walasek, L.; Kidawa, Z., and Lutz, W.: Comparative Studies on the effect of hemoperfusion and hemodialysis on the elimination of some uremic toxins. *Clin. Neph.* 10: 229, 1978.
11. Rosenbaum, J. L.: Hemoperfusion for acute drug intoxication. *Kid. Inter.* 5: 106, 1980.
12. Friedman, E. A.: Oral sorbents as adjunctive treatment in uremia. Replacement of renal function by dialysis. Martinus Nijhoff Medical Division, p. 232, 1978.
13. Pederson, J. A.; Matter, B. J.; Czerwinski, A. W., and Llach, F.: Relief of idiopathic generalized pruritus in dialysis patients treated with activated oral charcoal. *Ann. Intern. Med.* 93: 446, 1980.
14. Drukker, W.; Parsons, F. M., and Gordon A.: Practical application on dialysate regeneration: the Redy system. Replacement of renal function by dialysis. Martinus Nijhoff Medical Division, p. 244, 1978.
15. Branger, B.; Ramperez, P.; Mion, H., and Mion, C.: Bicarbonate hemodialysis with a sorbent regenerative dialysis systems. Long term clinical data. *Abstr. Kid. Inter.* 17: 699, 1980.
16. Boen, S. T.: Kinetics of peritoneal dialysis. A comparison with the artificial kidney. *Medicine (Baltimore)*, 40: 243, 1961.
17. Tenckhoff, H., and Schechter, H.: A bacteriologically safe peritoneal access device. *Trans. Amer. Soc. Artif. Intern. Organs*, 18: 436, 1962.
18. Propovich, R. P.; Moncrief, J. W., and Decherd, J. B.: The definition of a novel portable/wearable equilibrium peritoneal dialysis technique. *Am. Soc. Artif. Intern. Organs*, 5: 64, 1976.
19. Popovich, R. P.; Moncrief, J. W.; Nolph, K. D.; Ghods, A. J., Twardowski, Z. S., and Pyle, W. K.: Continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Ann. Intern. Med.* 88: 449, 1978.
20. Oreopoulos, D. G.; Robson, M.; Izatt, S.; Clayton, S.; de Veber, G. A.: A simple and safe technique with continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD). *Trans. Am. Soc. Artif. Inter. Organs*, 24: 484, 1978.
21. Khanna, R.; Dombros, N.; Williams, P.; Blair, R. D. G.; Vas, S.; Meema, H. E.; Oreopoulos, D. G.: Three years experience with continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD). *Abstr. II International symposium on peritoneal dialysis*, p. 43, 1981.
22. Bazzatto, G.; Landini, S.; Coli, U.; Lucatello, S.; Fracasso, A., and Morachiello, M.: A new technique of continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD): double-bag system for freedom to the pa-

- tient and significant reduction of peritonitis. *Clin. Neph.* 13: 251, 1980.
23. Barnard, W. F.; Kloberdanz, N.; Rakowski, T. A., and Winchester, J. F.: Selection of patients for continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD). *Abstr. II International Symposium on Peritoneal Dialysis, Berlin*, p. 5, 1981.
 24. G. Wong, R. N., and Kurtz, S. B.: An alternative training program in CAPD-pre-catheter training. *Abstr. II International Symposium on Peritoneal Dialysis, Berlin*, p. 76, 1981.
 25. Bazzatto, G.; Landini, S.; Coli, U.; Lucatello, S.; Fracasso, A.; Morachiello, P.; Michieli, R., and Righetto, F.: CAPD with intraperitoneal insulin: treatment of choice for uremic diabetic patients. *Abstr. II International Symposium on Peritoneal Dialysis, Berlin*, p. 7, 1981.
 26. Khanna, R.; Dombros, N.; Williams, P.; Blair, R. D. G., and Oreopoulos, D. G.: CAPD in the treatment of diabetics with end-stage renal disease. *Abstr. II International Symposium on Peritoneal Dialysis, Berlin*, p. 43, 1981.
 27. Schleifer, C. R.; Cupit, M., and Raimondo, J.: Metabolic control and Survival of diabetics of CAPD. *Abstr. II International Symposium on Peritoneal Dialysis, Berlin*, p. 58, 1981.
 28. Oreopoulos, D. G.: Intermittent peritoneal dialysis in the hospital. *Dial. and Transplant.* 9: 231, 1980.
 29. Díaz-Buxó, J. A.; Walker, P. J.; Chandler, J. T.; Farmer, C. D., and Holt, K. L.: Continuous cyclic peritoneal dialysis. *Abstr. II International Symposium on peritoneal Dialysis, Berlin*, p. 17, 1981.
 30. Rubin, J.; McFarland, S.; Hellem, E. W., and Bower, J.: Peritoneal dialysis during peritonitis. *Kid. Intern.* 19: 460, 1981.
 31. Schuenemann, B.; Schwarz, P.; Fuchs, C.; Rieger, J., and Quellhorst, E.: Fibrin coating of the peritoneal catheter as a cause of recurrent peritonitis. *Abstr. II International Symposium on Peritoneal Dialysis, Berlin*, p. 58, 1981.
 32. Bazzatto, G.; Lucatello, S.; Landini, S.; Coli, U.; Fracasso, A.; Morachiello, P.; Michieli, R., and Righetto, F.: Intraperitoneal L-Carnitine administration: succesful therapeutic approach of hypertriglyceridemia in patients on double-bag system CAPD. *Abstr. II International Symposium on Peritoneal Dialysis, Berlin*, p. 7, 1981.
 33. Gandhi, V. C.; Humayun, H. M.; Ing, T. S.; Daugirdas, J. T.; Jablokow, V. R.; Iwatsuki, S.; Geis, W. P., and Hano, J. E.: Sclerotic thickening of the peritoneal membrane in maintenance peritoneal dialysis patients. *Arch. Intern. Med.* 140: 1201, 1980.
 34. Maher, J. F.: Pharmacology of peritoneal dialysis and permeability of the membrane. *Dial. and Transplant.* 9: 197, 1980.
 35. Bonet, J.; Andrés, E.; González, M. T.; Griño, J. M., y Carreras, L.: Diálisis peritoneal continua ambulatoria (CAPD). Seis meses de experiencia. *Soc. Esp. Dial. y Traspl.* 2: 133, 1980.
 36. Henderson, L. W.: Hemofiltration. *Clin. Neph.* 9: 43, 1978.
 37. Henderson, L. W.; Livoti, L. G., and Ford, C. A.: Clinical experience with intermittent hemodiafiltration. *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs.* 19: 119, 1973.
 38. Quellhorst, E. A., and Schuenemann, B.: A controlled study to compare hemodialysis and hemofiltration treatment in patients with chronic renal failure. Twelfth annual contractor's conference. Artificial Kidney chronic uremia program. National Institute of Arthritis, Metabolism and Digestive diseases, p. 93, 1979.
 39. De Fremont, J. F.; Coevoet, B.; Lambrey, G.; Hardin, J. M.; Moriniere, P., and Fouriner, A.: Is hemofiltration a suitable method to treat terminal uremia at home? *Abstr. Kid. Intern.* 17: 702, 1980.
 40. Kramer, P.; Seegers, A.; De Vivie, R.; Matthaei, D.; Trautmann, M., and Schler, F.: Therapeutic potential of hemofiltration, *Clin. Neph.* 11: 145, 1979.
 41. Schaffer, K., and von Herrath, D.: Clinical aspects of chronic hemofiltration. *Dial. and Transplant.* 9: 208, 1980.
 42. Paganini, E. P.: Hemofiltration: An overview. *Dial. and Transpl.* 9: 585, 1980.
 43. Henderson, L. W.: Technical considerations in hemofiltration. *Kid. Intern.* 18, suppl. 10, s-91, 1980.
 44. Leber, H. W.; Wizemann, V.; Goubeaud, G.; Rawer, P., and Schütterle, G.: Simultaneous hemofiltration/hemodialysis: An effective alternative to hemofiltration and conventional hemodialysis in the treatment of uremic patients. *Clin. Neph.* 9: 115, 1978.
 45. Köhnle, W.; Sprenger, K.; Spohn, B., and Franz, H. E.: Hemofiltration using readily available equipment. *Journal of Dialysis* 3: 27, 1979.
 46. Mion, C. M.; Hegstrom, R. M.; Boen, S. T., and Schibner, B. H.: Substitution of sodium acetate for sodium bicarbonate in the bath fluid for hemodialysis. *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs.* 10: 110, 1964.
 47. Bergström, J.; Asaba, H.; Furst, P.: Dialysis ultrafiltration and blood pressure. *Proc. Eur. Dial. Transplant. Assoc.* 13: 293, 1976.
 48. Rosa, A. A.; Shideman, J.; McHigh, R.; Duncan, D., and Kjellstrand, C. M.: The importance of osmolality fall and ultrafiltration rate on hemodialysis side effects. *Nephron.* 27: 134, 1981.
 49. Van Stone, J. C.; Cook, J.: The effect of bicarbonate dialysate in stable chronic hemodialysis patients. *Dial. and Transplant.* 8: 703, 1979.
 50. Graefe, M.; Milutinovich, J.; Follette, W. C.; Vizzo, J. E.; Babb, A. L., and Scribner, B. H.: Less dialysis-induced morbidity and vascular instability with bicarbonate in dialysate. *Ann. Intern. Med.* 88: 332, 1978.
 51. Raja, R. M.; Kramer, M. S., and Rosenbaum, J. L.: Prevention of intradialysate hypotension using bicarbonate dialysate and mannitol. *Dial. and Transplantation* 9: 234, 1980.
 52. Lewis, E. J.; Tolchin, N., and Roberts, J. L.: Estimation of the metabolic conversion of acetate to bicarbonate during hemodialysis. *Kid. Intern.* 18, suppl. 10, s-51, 1980.
 53. Cambi, V.; Arisi, L.; Biasini, A.; Bono, F.; Savazzi, G., and Migone, L.: Improvement of intradialytic tolerance with low-volume dialysis and bicarbonate buffering of dialysate. *Kid. Intern.* 18, suppl. 10, s-56, 1980.
 54. Hampl, H.; Fischer, C.; Resa, I.; Paepfer, H., and Kessel, M.: Recirculation dialysis (20 to 40 liters of dialysate) with venous bicarbonate buffering: an alternative procedure to hemofiltration. *Abstr. Kid. Intern.* 17: 406, 1980.
 55. Kluge, Wildberger, Henck, Wirth and Ritz: Effect on serum lipids of bicarbonate-dialysis. *Abstr. Kid. Intern.* 17: 409, 1980.
 56. Iseki, K.; Onoyama, K.; Maeda, T.; Shimamatsu, K.; Harada, A.; Fujimi, S., and Omae, T.: Comparison of hemodynamics induced by conventional acetate hemodialysis, bicarbonate hemodialysis and ultrafiltration. *Clin. Neph.* 14: 294, 1980.
 57. Bergström, J.: Ultrafiltration without dialysis for removal of fluid and solutes in uremia. *Clin. Neph.* 9: 156, 1978.

58. Ing, T. S.; Chen, W. T.; Daugirdas, J. T.; Kwaan, H. C., and Hano, J. E.: Isolated ultrafiltration and new techniques of ultrafiltration during dialysis. *Kid. Intern.* 18, suppl. 10, s-77, 1980.
59. Hampl, H.; Paepfer, H.; Unger, V.; Fischer, C.; Resa, I., and Kessel, M.: Hemodynamic changes during hemodialysis, sequential ultrafiltration and hemofiltration. *Kid. Intern.* 18, suppl. 10, s-81, 1980.
60. Brescia, M. J.; Cimino, J. E.; Appel, K., and Hurwicz, B. J.: Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *The New Engl. J. Med.* 275: 1089, 1966.
61. Kopp, K. F.; Gutch, C. F., and Kolff, W. J.: Single needle dialysis. *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs.* 18: 75, 1972.
62. Ringoir, S.; De Broe, M.; Cardon, M., et al.: New pump system for one needle hemodialysis. *Abstr. Eur. Dial. Transpl. Assoc.*, p. 200, 1973.
63. Van Waeleghem, J. P.; Boone, L., and Ringoir, S.: New technique on the single needle system during hemodialysis. *Proc. Eur. Dial. Transpl. Nurs. Assoc.* 1: 10, 1974.
64. Lornoy, W.; Vermant, M.; Van Ingelgem, D.: Comparative study of two systems of single needle and conventional two needle dialysis. *Dial. and Transpl.* 7: 1014, 1978.
65. Gabas, J.; Montero, J., y Sarrias, X.: Valoración de la hemodiálisis por unipuntura. Nuestra experiencia después de 10.000 sesiones. *Soc. Esp. Dial. y Traspl.* 3: 99, 1981.
66. Sarrias, X.; Alonso, A.; Gimeno, P., y Gabas, J.: Manejo de la bomba de doble cabezal para la diálisis por unipuntura. *Abstr. Soc. Esp. Dial. y Traspl.*, p. 33, 1980.
67. Hilderson, J.; Ringoir, S.; Van Waeleghem, J. P., et al.: Short dialysis with a polyacrylonitrilmembrane (RP 6) without the use of a closed recirculating dialysate delivery system. *Clin. Neph.* 4: 18, 1975.
68. Sarrias, X.; Bastida, J.; Wuhl, O.; Rama, H.; Martínez Aménos, A., y Gabas, J.: Cateterismo percutáneo de la vena subclavia en la hemodiálisis. *Soc. Esp. Dial. y Traspl.* 1: 77, 1979.
69. Sarrias, X.: The subclavian vein in hemodialysis. *Dial. and Transpl.* 77, 1979.
70. Teixidó, J.; Caralps, A.; Martínez Castela, A.; Griño, J. M.; Gabas, J., y Sarrias, X.: Experiencia en el uso rutinario de la vena subclavia en hemodiálisis. *Abstr. Soc. Esp. Nefrología*, p. 139, 1980.
71. Bastida, J.; Alcobendas, F., y Nieto, B.: Acceso percutáneo infraclavicular al ángulo venoso de Pirogoff para cateterismo de la vena cava superior. *Cir. Esp.* 34: 149, 1980.
72. Evans, R. W.: The renal dialysis study: II. Demographic description of the patient sample. *Dial. and Transpl.* 9: 1173, 1980.
73. Atcherson, E., and Roy, C.: From center to home hemodialysis. *Dial. and Transpl.* 9: 489, 1980.
74. Leb, D. E.: End-stage kidney disease: dialysis-what kind of treatment? *Dial. and Transpl.* 10: 167, 1981.
75. Bryan, F. A., and Evans, R. W.: Hemodialysis partners. *Kid. Intern.* 17: 350, 1980.
76. Nicholson, G. D.: A home dialysis training programme in Jamaica. *W. I. Med. J.* 29: 184, 1980.