



ISSN: 1697-090X

[Inicio](#)
[Home](#)

[Índice del
volumen](#)
[Volume index](#)

[Comité Editorial](#)
[Editorial Board](#)

[Comité Científico](#)
[Scientific
Committee](#)

[Normas para los
autores](#)
[Instruction to
Authors](#)

[Derechos de autor](#)
[Copyright](#)

[Contacto/Contact:](#)



NUEVAS TECNOLOGIAS EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA DE DIALISIS

Pedro-Enrique Sobrino Pérez

Jefe de Taller de Hemodiálisis. Hospital Universitario de la Princesa. Unidad de Hemodiálisis.
Madrid. España

pedroesobrino@telefonica.net

Rev Electron Biomed / Electron J Biomed 2004;1:68-76.

[Comentario del Dr. Gerardo Torres Torres](#). Jefe de S. de Nefrología . Hospital General Yagüe. Burgos

[Comentario del Dr. Jesus Garrido](#). Nefrólogo. Unidade de Nefrologia e Diálise do Hospital São Teotónio, Viseu. Portugal.

INTRODUCCION

La necesidad de una mayor calidad del agua, ultrapura, utilizada en la preparación del líquido de diálisis (LD)^{1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12} derivada principalmente de la utilización de dializadores de alto flujo con elevadas probabilidades de retrofiltración y la denominada técnica "on-line", infusión del propio LD al paciente, establece la necesidad de nuevos elementos y/o configuraciones en los tratamientos de agua. De tal manera, que no solo se consiga esta calidad del agua de forma inmediata a la instalación o modificación del tratamiento sino que permanezca a lo largo del tiempo de forma fiable, tanto en calidad como en cantidad, pues el agua va a suponer más del 96 % del LD.

Existen varias recomendaciones, muy generalizadas, de cómo debe ser un tratamiento de agua que alcance la calidad de agua ultrapura una vez pretratada: doble etapa de ósmosis, o una etapa con un segundo elemento compuesto por una de las siguientes opciones o combinación de ellas ^{1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9}: a) lámpara U.V. más ultrafiltro; b) ultrafiltro; c) electrodesionizador. A la vez es necesario diseñar e implementar elementos que ejerzan una función de limpieza que proporcionen el retardo del deterioro de la calidad y cantidad del agua producida por la pérdida de eficacia de los diferentes componentes del tratamiento, debido principalmente a la acumulación en la membrana de osmosis de los elementos por ella retenidos..

Tan importante como el tratamiento de agua es la distribución de la misma hasta los monitores de hemodiálisis: el agua tratada almacenada es susceptible de sufrir contaminaciones; no deben existir fondos de saco, piezas con hendiduras o formas que puedan servir de reservorio o impedir el flujo laminar, incluyendo como parte de la red de distribución el propio tubo de toma de agua del monitor. Por todo ello el agua debe de ser distribuida de manera que esté en permanente circulación, incluido hasta el monitor, a velocidad en torno a >1m/seg. regresando la no utilizada al tratamiento de agua y ser de nuevo tratada; ^{1, 2, 4, 5, 9, 10, 11}.

DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA:

El Servicio de Nefrología, junto con la Dirección del hospital universitario de La Princesa, estableció la necesidad de un nuevo tratamiento de agua y red de distribución para la Unidad de Hemodiálisis debido a la antigüedad del anterior, que era capaz de mantener los niveles químicos y bacteriológicos de acuerdo a las normas establecidas, pero con la inseguridad constante de que esto se mantuviera a lo largo del tiempo o entre controles, lo que impedía abordar el empleo de nuevas técnicas de hemodiálisis ("on line") que requerían una seguridad total en la calidad del agua. Esta inseguridad se basaba en

los siguientes puntos:

- Osmosis Inversa (OI): Configuración obsoleta, con mala estanqueidad entre membranas que podía implicar durante las fases de parada el paso de agua a través de ellas; una sola etapa de la misma y sin elementos de desinfección y/o desincrustación, por lo que debía realizarse con elementos externos que obligaba a paradas prolongadas.
- Almacenamiento: Se realizaba del agua tratada en depósitos no estancos.
- Red de distribución: Numerosos fondos de saco, incluidos los tubos de alimentación de agua de los monitores, tuberías excesivamente grandes que implicaban una velocidad $< 0'3$ m/seg. y la posibilidad de que no circulase a sección de tubo completa, realizadas en PVC que es capaz de degradarse con el tiempo y aportar elementos indeseables al agua, incluidos los pegamentos utilizados en su montaje.
- No existía ningún elemento en la red de distribución para evitar contaminaciones (como ultrafiltros o lámpara U.V.)
- En caso de fallo de la ósmosis había que paralizar las sesiones de hemodiálisis o realizarlas con agua pretratada.
- Cuando era necesario efectuar una desinfección de la red de distribución y almacenamiento sólo podía realizarse en domingo debido al elevado tiempo necesario.

Al abordar el nuevo diseño del tratamiento del agua y empezar a dar soluciones a los problemas mencionados surgieron otros nuevos: Si almacenábamos agua tratada para garantizar la recomendación generalizada de 24 h. de capacidad de suministro suponía introducir depósitos de una capacidad de ± 10.000 litros, lo que implicaba una gran cantidad de espacio y una reforma de la estructura arquitectónica donde fueran a ser ubicados debido al peso, añadiendo la dificultad de introducir depósitos de esta capacidad cerca de la unidad.

Si realizábamos instalaciones de la red de distribución denominadas en U, llegando con ella hasta el monitor para eliminar la manguera de toma de agua, con el fin de evitar los fondos de saco, corríamos el riesgo de que un movimiento brusco de un monitor pudiera derivar en cortes de agua al resto de la unidad, o una rotura en la red dejara sin agua a la misma.

La novedad de los tratamientos denominados "on line", es decir alimentación de agua directa a los monitores desde el tratamiento sin almacenaje de agua tratada, nos parecía que podía solucionar muchos problemas además de darnos la mejor garantía de calidad de agua de manera constante, unido con otros aspectos de la instalación, pero también surgieron otros nuevos problemas que nos obligaron a dar otras soluciones. Finalmente se optó por un tratamiento de este tipo, de la empresa Lauer, comercializado en España por el grupo PALEX. A continuación se detallan los detalles de la instalación:

- Alimentación de agua bruta (Fig. 1). Seguramente esta fue una de las opciones más complicadas. Al no almacenar agua tratada se hacía necesario garantizar el suministro de agua bruta o corriente constante, pues en el caso de corte de la misma automáticamente se paraba la producción de agua tratada. Lógicamente si teníamos que almacenar agua bruta nos encontrábamos con los mismos problemas mencionados para el caso de almacenaje de agua tratada.

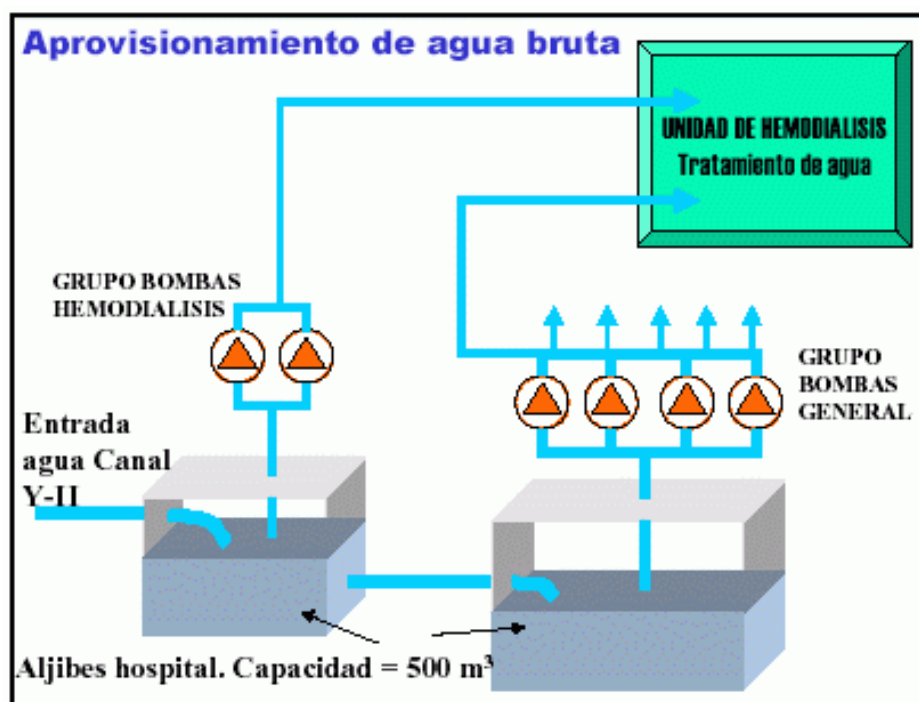


Fig. 1

La solución fue realizar una doble acometida de agua bruta, una totalmente individual para la unidad, con un grupo doble de bombas (trabajo y reserva) que toman agua directamente del primer aljibe donde entra el agua de la empresa suministradora al hospital, actuando esta acometida como prioritaria; la segunda acometida proviene de la red de distribución del propio hospital, que toma agua de un segundo aljibe y actuando ésta como reserva. Ambas cuentan con sus correspondientes alarmas individualizadas de disminución de presión. Este diseño ha

evitado la necesidad de almacenar agua para hemodiálisis. La cantidad de agua almacenada por los aljibes del hospital es de aproximadamente 500 m³.

- **Prefiltración:** En la anterior instalación existía un solo filtro de 25 µm, que, dadas las características del agua en Madrid, era suficiente para retener los elementos en suspensión, pero en ocasiones se producía exceso de ésta que lo saturaban, llegando a sobrepasarlo y era procedente de vaciado de los aljibes del hospital o trabajos en ellos con el consiguiente arrastre hacia la tubería de los depósitos acumulados en el fondo de los mismos.

Los elementos en suspensión podían llegar a la membrana de osmosis y originar atascamientos prematuros e incluso contaminaciones severas que la OI es incapaz de retener. Se ha instalado un prefiltro autolimpiable de 105 µm y dos filtros de arena en paralelo, con posibilidad de anulación de cualquiera de ellos para trabajos de mantenimiento o reparación, con lavado por inversión de flujo durante la noche. Aportan retención de materia en suspensión hasta 10 µm que puede parecer excesivo, pero dado su bajo coste y su baja necesidad de mantenimiento son considerables los beneficios que pueden aportar en caso de que se produzca una presencia mayor a la habitual de los elementos mencionados.

- **Descalcificación:** Dadas la escasa dureza del agua de Madrid era éste el elemento que menos dudas y problemas ocasionaban para su diseño. Se trata de un doble descalcificador mandado por un solo cabezal electromecánico, de trabajo alternativo. El único cambio que se ha llevado a cabo es el tipo de sal utilizada para su regeneración, empezando a utilizar sal específica para descalcificadores, siguiendo la normativa europea al respecto, con un contenido en cloruro sódico mayor del 99% y altamente refinada; se ha dejado por tanto de utilizar sal marina refinada que podía aportar al agua elementos indeseables, como yodo, suciedad, etc.

Se ha instalado también un medidor de dureza por método indirecto (conductividad) que aunque en un primer momento parezca innecesario por la característica antes mencionada del agua en Madrid y el estricto control que se sigue sobre todo el tratamiento nos pareció necesario por el hecho de que coincidiendo con épocas de sequía, fundamentalmente en algún periodo estival, se produce aumento de la dureza, detectando en alguna ocasión el doble de la normal. Este mismo elemento sirve como indicador de la conductividad del agua antes de entrar a la OI.

- **Filtro de carbón para deoloración:** Al establecer como prioritario la doble etapa de osmosis sin almacenamiento de agua consideramos necesario la disposición de un doble filtro de carbón para asegurar la correcta eliminación de cloro y cloraminas. Dentro de las tres configuraciones posibles (paralelo, serie y trabajo-reserva) se rechazó de antemano la de paralelo pues implica velocidad muy lenta del agua que conlleva riesgos de contaminación y en caso de fallo de uno de los filtros automáticamente habría presencia de cloro y cloraminas en la OI.

Aunque a primera vista una circulación lenta lleve asociado un mayor tiempo de contacto del agua con el carbón y por tanto una garantía mayor de eliminación de cloro y cloraminas hay que tener presente que nuestra pretensión es que un solo filtro sea capaz de eliminar todo el cloro y el otro permanezca como seguridad. De las dos configuraciones restantes permaneció en duda la elección hasta el mismo momento de hacer la puesta en marcha; en un primer momento se decidió realizar la instalación en serie para aumentar la seguridad de la deoloración en caso de fallo de uno de los dos elementos.

Esto podía conllevar que el segundo filtro, siguiendo el flujo de agua, nunca tuviera contacto con el cloro y por tanto favorecer la proliferación bacteriana, pero en el mismo momento de la puesta en marcha y ante el elevado PH que provoca la carga de carbón nueva se decidió dejar un filtro como reserva, por supuesto en seco, de manera que se pueda poner en marcha, tras un lavado previo de la carga de carbón, de manera prácticamente inmediata en caso de fallo del que esté trabajando, pero quedando la instalación de tal manera que se podría poner en funcionamiento también los dos elementos a trabajar en cualquier momento, en configuración serie. Es posible que esto se lleve a cabo en el futuro, dependiendo ello de la experiencia de trabajo que adquiramos.

Como medida complementaria se ha tomado la decisión de realizar el control por colorimetría del cloro y cloraminas dos veces al día, en momentos de máximo consumo, siendo uno de ellos asumido por enfermería con un protocolo de actuación en caso de detectarse la presencia de cloro o cloraminas a la salida del filtro de carbón. El tiempo mínimo de contacto entre agua y carbón (calculado a máximo consumo) es de $\pm 3 \frac{1}{2}$ minutos, demostrándose hasta ahora suficiente para la eliminación de las cloraminas del hospital, que tienen un nivel entre 1 y 1,5 mg/l.

- **Etapas de osmosis inversa (Fig. 2).** Como se mencionó la elección como elemento principal del tratamiento fue la doble etapa de osmosis, donde el permeado de la primera etapa alimenta a la segunda y el permeado de esta directamente a la red de distribución, sin depósitos intermedios.

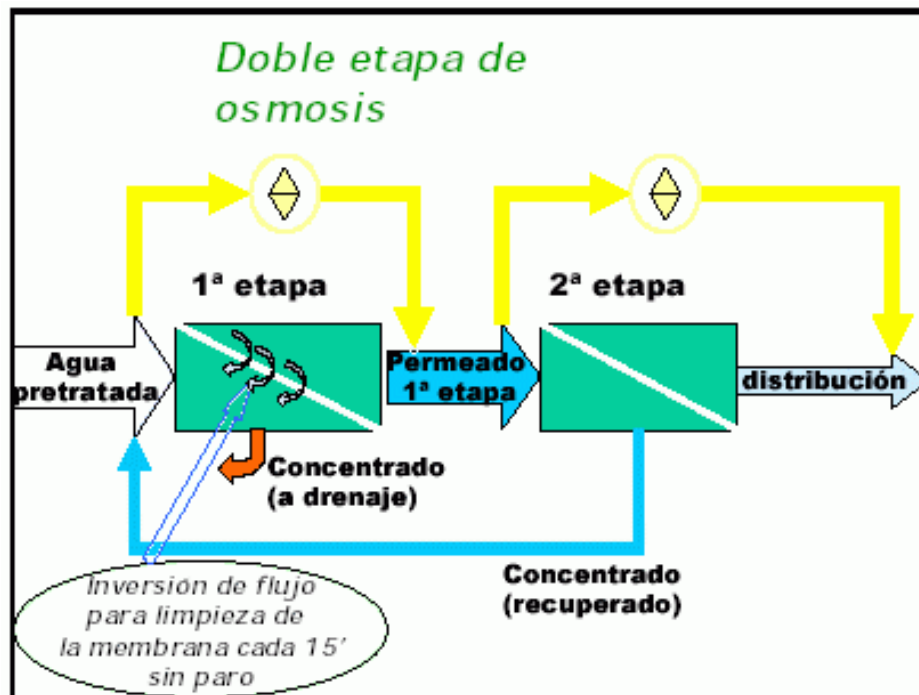


Fig. 2

La elección del modelo instalado en nuestra unidad vino determinado por los siguientes factores: posibilidad de trabajo independiente de una etapa de otra en caso de fallo de una de ellas, con fácil conmutación en caso de ser necesario su utilización; limpieza de la membrana por impulsos de inversión de flujo que garantiza el mantenimiento de caudal de producción en el tiempo al arrastrar la suciedad acumulada en los poros de la membrana derivando a su vez en la calidad de agua constante, evitar contaminaciones y reducir la necesidad de desincrustaciones y desinfecciones de las membranas que las deterioran.

Este sistema implica a la vez un ahorro considerable de agua, pudiendo llegar a un rendimiento del 80%; actualmente esta configurada para trabajar a un rendimiento del 75%, cuando con la antigua planta no podíamos superar el 40% para poder mantener el nivel de aluminio a los niveles requeridos; esto supone un ahorro de agua diaria de 6000 litros aproximadamente (calculado realizado para 17 monitores en dos turnos).

Disposición de 3 bombas para las membranas de osmosis que van entrando en funcionamiento en función de la demanda de agua, con lo que también se consigue ahorro energético y evitar la excesiva recirculación del agua cuando la unidad no está a pleno rendimiento. Todo el sistema está controlado por un autómata programable o PLC (controlador lógico programable) donde se registran y controlan todos los datos del mismo y se regulan los diferentes parámetros.

- Red de distribución (Fig. 3). Ya sabíamos la necesidad de evitar los fondos de saco que pueden ser origen de contaminaciones, incluidos en ellos las propias tomas (mangueras) de los monitores, lo cual nos indicaba que la red de distribución debería ir hasta los propios monitores; por otro lado debía ser realizado con materiales que no pudiesen aportar elementos indeseables al agua (cobre, hierro, aluminio, PVC, etc.); debía de omitir empalmes, codos, conexiones, etc. que no garantizan flujo laminar o que pueden presentar huecos donde proliferar el crecimiento bacteriano.

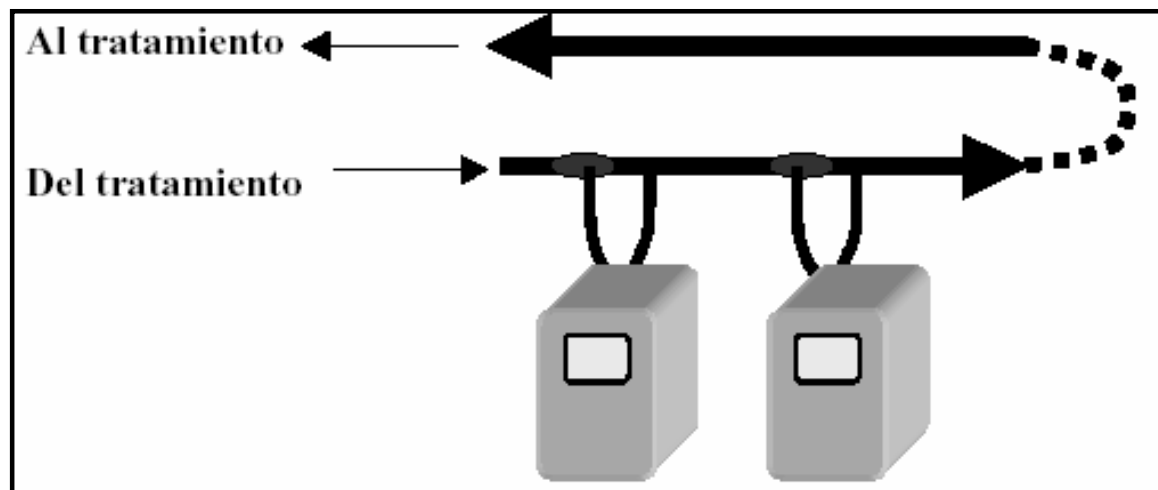


Fig. 3

Existían diversas soluciones pero se presentaban otros problemas, principalmente llevar todo el caudal de la red de distribución hasta cada uno de los monitores, con un tubo doble (ida y vuelta) de la misma sección que el resto de la red con lo cual se corría el riesgo de que movimientos extemporáneos de algún monitor pudiese estrangular el tubo e incluso romperlo dejando por tanto sin agua al resto de la unidad.

El sistema elegido contempla un anillo general de distribución partiendo de éste anillos secundarios, uno por puesto o monitor, de manera que garantiza el flujo constante por todo el circuito de distribución hasta el propio monitor. El material utilizado es acero inoxidable de calidad farmacéutica lo que permite desinfecciones por calor, soldado en ausencia de oxígeno para evitar oxidaciones, sin elementos internos que puedan romper el flujo laminar y sin huecos que puedan servir como reservorio.

El diseño de la tubería, en cuanto a sección, está realizado para alcanzar un flujo de agua de velocidad mayor de 1 m/seg. Añade al principio y final del anillo puntos para toma de muestras que evitan la manipulación de conexiones para realizarlas. Omite la necesidad de llaves de corte en cada monitor, pues cada toma lleva incorporada una conexión rápida con válvula que se complementa con la del monitor, de las mismas características.

- Desinfección por calor. Como complemento al sistema de tratamiento y distribución del agua se ha instalado un sistema de desinfección térmica de toda la red de distribución que permite realizar ésta de manera automática durante el periodo nocturno, lo que evita la presencia de personal para realizar ésta. Actualmente estamos realizando una desinfección semanal. Esta controlada por un PLC al igual que la O.I.

Esquema global de la instalación

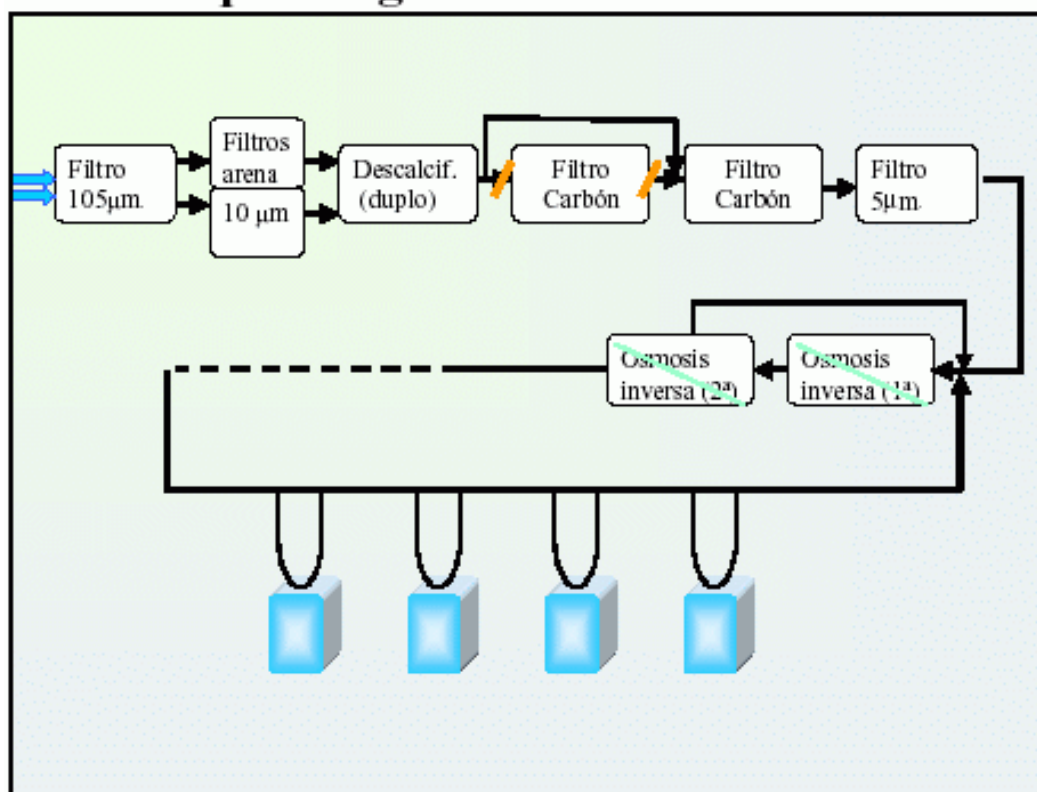


Fig. 4

RESULTADOS

Los análisis del agua que muestran las siguientes gráficas, obtenida a lo largo del primer año de funcionamiento.

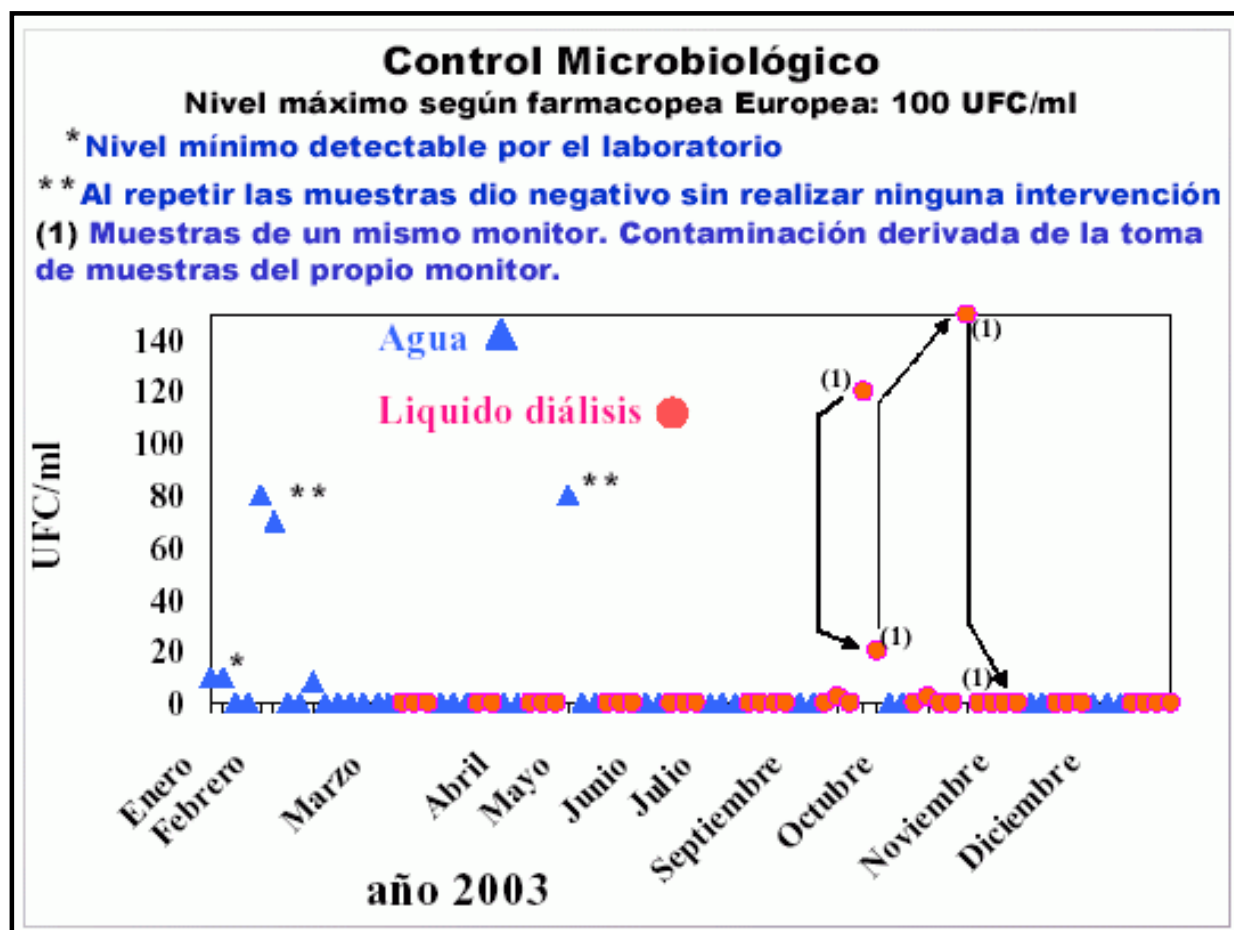


Fig. 5

Nos indica una calidad de agua altamente purificada, con los controles microbiológicos negativos (UFC/ml) y endotoxinas por debajo de 0,03 UE/ml; en los cultivos microbiológicos se produce alguna excepción que más parece derivada de las propias manipulaciones durante las tomas de muestras. La única contaminación microbiológica corresponde al LD de un solo monitor que tras varios procesos de desinfecciones solo se consiguió eliminar una vez retirada la toma de muestras situada en la línea de líquido de diálisis hacia el dializador.

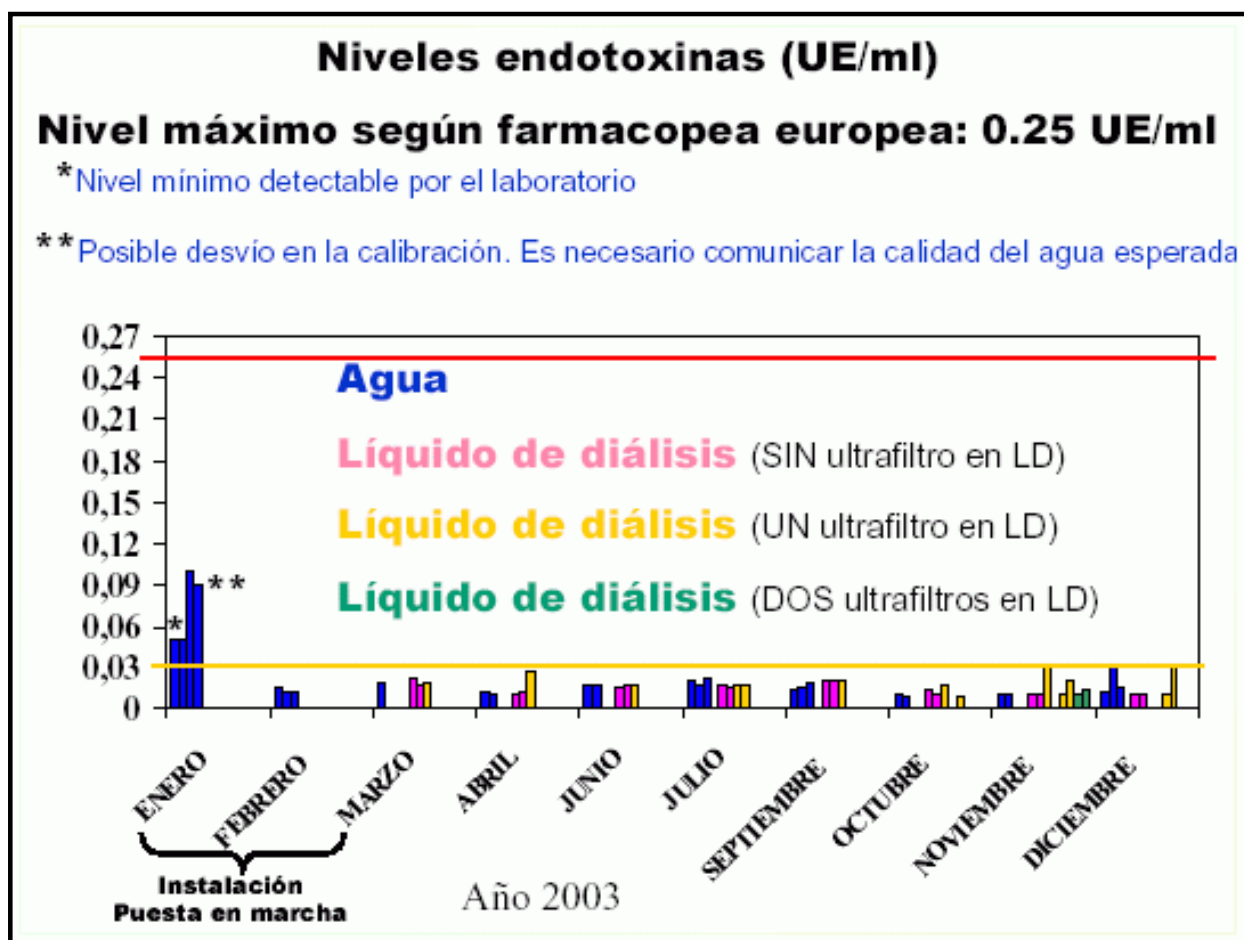


Fig. 6

El aluminio, indicativo de calidad química, era el elemento que más complicaciones nos causaba con la antigua planta y nos obligaba, como ya he mencionado, a trabajar con un porcentaje de rechazo muy alto. Actualmente se mantiene por debajo de los 5 µg/l, límite detectable por el laboratorio; el valor máximo generalizado (normas UNE, AAMI, etc.) es de 10 µg/l.

El resto de elementos químicos contaminantes se mantienen por debajo de los límites máximos admisibles internacionalmente por las diversas normas, incluso por debajo de los niveles detectables. El rechazo iónico de la ósmosis (relación entre conductividad del agua de entrada a la ósmosis y del permeado o agua tratada), es > 99 % para valores de la conductividad de entrada >100 µS, y > 98% para valores de conductividad de entrada <100 µS.

CONCLUSIONES:

Después de un año de funcionamiento se puede constatar el alto grado de pureza del agua obtenida con éste tratamiento, la ausencia de contaminaciones en la misma y la fiabilidad en su funcionamiento. Hay que destacar la pureza alcanzada por el LD, ya que aún después de pasar por todo el circuito hidráulico del monitor (podemos considerarlo un enorme fondo de saco) mantiene las mismas características de pureza que el agua incluso en aquellos monitores que no tienen intercalado ultrafiltro en el LD.

Durante este periodo se produjeron dos incidentes que provocaron un paro momentáneo de la producción de agua, derivados más de la falta de experiencia en el manejo de la planta que por propio fallo de ésta, pero que no implicaron la suspensión de ninguna sesión de hemodiálisis ni la merma de la calidad del agua tratada.

En pruebas realizadas de funcionamiento de emergencia (fallo de alguna de las etapas de ósmosis) se constata la facilidad del paso a funcionamiento con una sola etapa por la ayuda proporcionada por el PLC o autómatas programables y la calidad del agua que proporciona cualquiera de las etapas en funcionamiento individual de ellas, con una conductividad entorno a 2 µS.

REFERENCIAS

- 1.- Anonimo. Guía Europea. Section IV. Dialysis fluid purity. Nephrol Dial Transplant. 2002;17 Suppl 7:45-62.
- 2.- Recommended Practice. AAMI Renal Disease and Detoxification Committee.
- 3.- Perez-García R., Rodríguez P., Ayala J-A. Tratamiento del agua para hemodiálisis. Características del líquido de diálisis. (F. Valderrábano) TRATADO DE HEMODIALISIS. Ed. Médica
- 4.- Pérez-García R., Rodríguez P. La calidad del líquido de Hemodiálisis. 2º Congreso Internacional de Nefrología por Internet. 2001
- 5.- Cappelli G, Perrone S, Ciuffreda A. Water quality for on-line haemodiafiltration. Nephrol Dial Transplant. 1998;13 Suppl 5:12-6.
- 6.- Pérez-García R. Calidad del agua y del líquido de diálisis. Requisitos para la técnica HDF en línea.
- 7.- Canaud B, Bosc JY, Leray H, Stec F, Argiles A, Leblanc M, Mion C. On-line haemodiafiltration: state of the art. Nephrol Dial Transplant. 1998;13 Suppl 5:3-11.
- 8.- Rebecca L. Amato. Chronic Inflammatory disease related to water purity in dialysis treatments. Water treatment Contemporary dialysis & nephrology 2001, V.22, nº12
- 9.- Vorbeck-Meister I, Sommer R, Vorbeck F, Horl WH. Quality of water used for haemodialysis: bacteriological and chemical parameters. Nephrol Dial Transplant. 1999 Mar;14(3):666-75.
- 10.- Perez-Garcia R, Rodriguez-Benitez PO. Why and how to monitor bacterial contamination of dialysate?. Nephrol Dial Transplant. 2000 Jun;15(6):760-4.
- 11.- EDTNA/ERCA guidelines: technical section. 3.1 Quality assurance for diálisis-quality water and diálisis fluid. EDTNA ERCA J. 2002 Jul-Sep;28(3):107-15.
- 12.- Philip Everard. Retrofiltración. XXIV Congreso SEDEN. 1999

Agradecimientos:

A todos los componentes de la Unidad de Diálisis del Hospital Universitario de la Princesa, especialmente al Jefe del Servicio de Nefrología Dr. Rafael Selgas y a la Dra. Guillermina Barril. También al Dr. Cigarran su invitación para presentar este trabajo.

Comentario del Dr. Gerardo Torres Torres.. Jefe de S. de Nefrologia. Hospital General Yagüe. Burgos. España

La pureza del agua ha sido siempre uno de los caballos de batalla de las unidades de hemodiálisis. En un primer momento se vigilaba la dureza de la misma con lo que se instalaron descalcificadores.

En la década de los 70 con el descubrimiento de la encefalopatía e intoxicación aluminica se busco un agua pura que no llevara metales por lo que era preciso instalar descalcificadores y desionizadores u osmotizadores.

Con el descubrimiento del síndrome MIA (malnutrición, inflamación, arteriosclerosis) la necesidad de agua ultrapura es decir que no contenga ninguna sustancia que pueda provocar la activación del proceso inflamatorio es obligado.

En el trabajo de Sobrino, se describe además del proceso de instalación, la problemática que se plantea a la hora de tomar decisiones y puede servir de referencia en el momento de instalar un sistema de agua para hemodiálisis.

Comentario del Dr. Jesús Garrido. Nefrólogo. Unidade de Nefrologia e Diálise do Hospital São Teotónio, Viseu. Portugal.

Los orígenes de la diálisis se remontan a los siglos XVIII y XIX, cuando el francés René Dutrochet introdujo el concepto de ósmosis y presentó los primeros estudios sobre la transferencia del agua, indicando ya que la producción de orina se realizaba por filtración química incluso antes de la descripción de filtración glomerular por Ludwig. Pero sería el inglés Thomas Graham en el siglo XIX, el verdadero creador del concepto de diálisis, basándose en estudios sobre la difusión y las leyes de la ósmosis.

Desde la primera idea de diálisis "in vivo" de Abel, Rowntree y Turner a principios del siglo XX y la primera diálisis experimental en humanos realizada por Haas y Nechels en 1925, hasta la actualidad, muchos han sido los avances en lo que actualmente conocemos como hemodiálisis. Después de vencer la oposición y el escepticismo este tratamiento se transformó en una realidad en la década de los 50 (en gran medida gracias a las aportaciones de Kolff, Murray y Alwall).

La introducción de la heparina, los avances en la construcción de accesos vasculares, la evolución de las máquinas y del líquido de diálisis y de los materiales de las membranas de los dializadores, han permitido que en la actualidad dispongamos de un método substitutivo seguro para el tratamiento de la insuficiencia renal.

El concepto de líquido de diálisis ha cambiado sustancialmente en los últimos años. Desde los primeros pasos, en los que se empleaban soluciones fisiológicas con lactato hasta la substitución del acetato por bicarbonato, se han descrito "nuevas" patologías relacionadas directa o indirectamente con la diálisis. La presencia de elementos no deseados en el líquido de diálisis como metales (aluminio, mercurio...), cloraminas, microorganismos, endotoxinas... fueron responsables de algunas de estas patologías: Demencia dialítica, osteomalacia, síndrome de agua dura, hemólisis,... Estas junto con otro concepto -el de biocompatibilidad-, han determinado un gran esfuerzo por parte de la comunidad nefrológica en la búsqueda de soluciones.

Uno de los grandes caballos de batalla ha sido el tratamiento del agua, para la obtención de un líquido libre de tóxicos y considerado seguro. La depuración de agua bruta con la utilización de la ósmosis inversa ha sido fundamental para alcanzar los objetivos primarios. No obstante, el desarrollo de "nuevas" técnicas de diálisis como la hemofiltración, hemodiálisis de Alto Flujo,... y especialmente la hemodiafiltración On-line, han presentado nuevos desafíos.

La existencia de retrofiltración (paso de líquido de diálisis hacia la sangre por inversión de presiones en la zona final del dializador) y el empleo de líquidos de reposición utilizando el propio líquido de diálisis, requieren la utilización de la denominada agua ultrapura; agua con un grado de pureza similar al de las soluciones empleadas en perfusión endovenosa. Para su obtención hay estrategias y estandares de calidad perfectamente definidos (Association for the Advancement of Medical Instrumentation -AAMI-, European Best Practice Guidelines, Directiva Comunitaria 93/42/EEC, European Pharmacopeia, Renal Research Institute, Guías de la SEN,...).

La obtención de agua ultrapura requiere, además de un concepto físico-químico (depuración por el paso del agua a través de filtros de arena, descalcificadores, filtro de carbón activado, ósmosis inversa, ultrafiltro...), una concepción estructural que asegure una correcta funcionalidad y minimice el riesgo de complicaciones. La creación de nuevos sistemas de tratamiento de agua, como el que se expone en el trabajo "Nuevas tecnologías en el tratamiento de agua", refleja perfectamente la preocupación de los profesionales y la continua evolución en la que está inmersa la hemodiálisis para alcanzar los objetivos de calidad y seguridad exigidos.

Recibido: 3 diciembre de 2003.

Publicado: 14 enero de 2004