

Material Imprimible

Curso Asistente en hemodiálisis

Módulo Controles

**Contenidos:**

- Agua de diálisis: características fisicoquímicas, contaminantes, controles de calidad y exámenes fisicoquímicos
- Equipos de diálisis
- Accesos vasculares: tipos, ubicación y cuidados
- Seguridad del paciente de diálisis

## Agua de diálisis

Cómo aprendimos anteriormente, el **líquido de diálisis**, desde el punto de vista químico, es una solución de electrolitos en agua con concentraciones similares a las que se desearía que tuviera el líquido plasmático de los pacientes de hemodiálisis al finalizar cada una de las instancias de tratamiento.

En la práctica, este líquido es preparado por los equipos de hemodiálisis mezclando una solución de bicarbonato de sodio al 8,4%, agua para diálisis, y un líquido concentrado ácido que contiene los demás electrolitos deseados en la solución.

Para el trabajo en nefrología verán que en el mercado existen muchos tipos de soluciones a la venta, por lo que cada médico y profesional elegirá cuál es la mejor para su paciente.

Los más comunes están formados por la siguiente concentración de electrolitos:

- 139,0 miliequivalentes por litro de sodio
- 2,0 miliequivalentes por litro de potasio
- 3,5 miliequivalentes por litro de calcio
- 1,0 miliequivalentes por litro de magnesio
- 4,0 miliequivalentes por litro de acetato
- 106,1 miliequivalentes por litro de cloruro
- 35,4 miliequivalentes por litro de bicarbonato

El concentrado ácido es un producto que se fabrica en condiciones de calidad controladas, bajo estándares establecidos y regulados por las autoridades sanitarias de cada país.

En cuanto la solución de bicarbonato, los mismos fabricantes lo proveen en tres versiones: solución preparada, dosis de bicarbonato en polvo para ser diluida por el usuario con agua de diálisis, y bolsas o cartuchos de bicarbonato en polvo que se colocan directamente en las máquinas de hemodiálisis.

Otro de los insumos y el más voluminoso de los tres en un 95%, es el agua de diálisis. Por el altísimo impacto que tiene en la calidad del líquido de diálisis, y por ser el único que se produce en la clínica, es un factor clave en el resultado final de los tratamientos brindados a los pacientes con insuficiencia renal.

El líquido de diálisis es un fluido acuoso que contiene electrolitos, buffer y usualmente también glucosa, usado para intercambiar solutos con la sangre en la hemodiálisis. También se lo puede denominar dializador o solución de diálisis.

Este líquido de diálisis ultrapuro es el líquido de diálisis altamente purificado que puede ser utilizado en lugar del líquido de diálisis convencional. También se encuentra el llamado líquido de sustitución, que es usado en tratamientos de hemofiltración y hemodiafiltración que se infunde directamente en la sangre del paciente como reemplazo del líquido que fuera extraído de ella por filtración. También se lo puede usar para administración de bolos, cebado de líneas extracorpóreas o para devolver la sangre al paciente al final del tratamiento.

Siempre es necesario que se cumplan las normas y los reglamentos para que este líquido sea adecuado e inocuo. Es por esto que existen requisitos de calidad.

Los requisitos de calidad del agua y líquidos de diálisis están definidos en la norma ISO 23500 y sus normas asociadas, que son la ISO 13959 e ISO 11663.

Estos mismos estándares de calidad fueron adoptados por la ANMAT. Sin embargo, es importante siempre aclarar que cada país tiene regulaciones particulares que deben ser cumplidas con obligatoriedad.

En caso de que los límites de la legislación local difieran de las normas ISO mencionadas, se recomienda adoptar el criterio más exigente.

Cuando se instala un sistema de tratamiento y distribución de agua para diálisis, el fabricante o proveedor debe proyectarse de tal forma que alcance los requisitos de calidad de agua establecidos por la norma. Además, debe estar basado en el análisis de agua de entrada y contemplar las variaciones estacionales. Al finalizar la instalación, se podrá demostrar que se cumplen estas especificaciones.

Después de la instalación, es el usuario el responsable de monitorear que la calidad se siga manteniendo. Para esto, el proveedor debe indicar al usuario una rutina de monitoreo así como los rangos de aceptación para los parámetros medidos.

La concentración máxima permitida de contaminante con toxicidad documentada en hemodiálisis es la siguiente:

- 0,01 miligramos por litro de aluminio
- 0,1 miligramos por litro de cloro total
- 0,1 miligramos por litro de cobre

- 0,2 miligramos por litro de fluoruro
- 0,005 miligramos por litro de plomo
- 100 miligramos por litro de sulfatos
- 0,1 miligramos por litro de zinc

La medición de estas concentraciones en el agua para diálisis debe ser hecha por un laboratorio certificado una vez al año como mínimo. Además, se recomienda hacerlo con mayor frecuencia en casos en los que se detecta algún riesgo de superar los límites, como variabilidad de la calidad de agua de entrada o resultado muy cercano al límite para algún parámetro. Si la legislación local exige mayor frecuencia, se la deberá adoptar como mínimo.

Un parámetro de uso común, pero que no se especifica en los estándares de calidad, es la **conductividad del agua**. Esta es una expresión de la capacidad del líquido para conducir corriente eléctrica, que es mayor mientras más alta sea su concentración de partículas con carga.

Es por todo lo dicho que más que establecer un valor límite absoluto, lo que se hace es medir la conductividad al momento de hacer un análisis físico químico del agua para diálisis, y luego se verifica en forma diaria que ella se mantenga con valores similares al inicial.

El contenido de bacterias se determina incubando una muestra de agua en un medio de cultivo durante un tiempo establecido y a una temperatura controlada. Luego se cuenta la cantidad de colonias visibles que crecieron en este medio. El resultado se expresa en unidades formadoras de colonias por mililitro.

Según la norma ISO 13959, el medio de cultivo utilizado debe ser tryptone glucose extract agar o Reasoner's 2A suplementado con bicarbonato de sodio al 4% o algún medio equivalente. La muestra se debe cultivar durante 168 horas, es decir, siete días, a una temperatura entre 17°C y 22°C.

La norma AAMI equivalente, que es la ANSI-AAMI 13959, por el momento admite también el uso de trypticase soy agar durante 48 horas a 35°C. Tengan en cuenta que estas normas pueden variar según cada uno de los equipos y las reglamentaciones vigentes.

No obstante, este método ya fue descartado por ISO ya que es menos sensible que el anterior. Es decir, en una misma muestra de agua se recuentan menos bacterias viables

que con trypticase soy agar. Por lo tanto, no se recomienda su uso si se busca optimizar la calidad de agua para diálisis.

Asimismo, es importante considerar que el nivel máximo permitido de bacterias en agua para diálisis es 100 unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml)

Las endotoxinas o pirógenos son restos de membranas celulares de bacterias capaces de despertar una respuesta inmunológica. El nivel máximo permitido en agua para diálisis es de 0,25 unidades de endotoxina por mililitro (ue/ml).

Tanto la determinación de bacterias como de endotoxinas debe ser realizada por laboratorios especializados. Además, el resultado es altamente sensible a la metodología de recolección, conservación y transporte de la muestra en tiempos, temperatura, higiene. Por lo tanto, se recomienda seguir estrictamente las recomendaciones del laboratorio especialista para la ejecución de este proceso.

Para el líquido de diálisis estándar se establece un límite de 100 unidades formadoras de colonias por mililitro de bacterias y 0,5 unidades de endotoxina por mililitro.

Con referencia a la calidad química, solo se establece que debe ser preparado con agua de diálisis y concentrados que cumplan con sus respectivos estándares de calidad. Esto también es válido para la composición química del líquido de diálisis ultrapuro y para el líquido de sustitución.

Si se siguen las indicaciones del fabricante del equipo en cuanto a desinfecciones, mantenimiento y recambio de filtros, no es necesario realizar análisis para verificar la calidad final.

Asimismo, el agua producida por un equipo de ósmosis inversa suele cumplir con los requisitos de agua para diálisis, pero esto no ocurre cuando el agua de entrada tiene niveles excesivos de contaminantes. Estos casos generalmente se salvan colocando un segundo equipo de ósmosis inversa que toma como entrada el agua del primero y la vuelve a purificar. Este método se conoce como ósmosis inversa de doble paso.

Existe una limitación en los equipos de ósmosis inversa puesto que sus membranas se deterioran o se incrustan en presencia de contaminantes como cloro, ya sea libre o formando parte de cloraminas, dureza como el calcio, y magnesio o partículas en suspensión.

El caso del cloro es el más crítico, ya que no solo daña las membranas, sino que las mismas no lo retienen, por lo que pasa libremente al permeado, y si llegara al líquido de diálisis

podría provocar hemólisis en los pacientes. Por ese motivo, se hace necesario colocar filtros para remover estos contaminantes del agua de entrada antes de ingresar al equipo de ósmosis inversa. A todo este conjunto se lo denomina pretratamiento de remoción de partículas.

La remoción de partículas en suspensión se realiza por filtración mecánica, y pueden usarse microfiltros descartables que se reemplazan cuando pierden su capacidad y se tapan. Estos se usan como último paso previo al equipo de ósmosis inversa.

Típicamente su tamaño de poro es de 5 micrones o 1 micrón. En el caso de que el agua de entrada tenga un alto contenido de partículas se usan adicionalmente filtros multimedia al comenzar el pretratamiento, ya sea con arena u otros componentes similares como medio filtrante. El agua circula de arriba hacia abajo a través de ese medio filtrante que retiene partículas mayores a 50 o 100 micrones.

También es esencial tener en cuenta que cuando hablamos de dureza en el agua, nos referimos principalmente a calcio y magnesio. Estos pueden precipitarse y generar incrustaciones en las membranas de ósmosis.

El método más habitual para remover durezas es en base a resinas de intercambio catiónico, particularmente con las resinas que tienen más afinidad por iones de calcio y magnesio que por otros cationes. Ellas funcionan capturando calcio y magnesio del agua y entregando, a cambio, iones de sodio que tenían retenidos y que luego son removidos por la ósmosis inversa sin generar ningún daño a sus membranas.

Cuando no les queda más capacidad para seguir capturando dureza, se las debe regenerar pasándolas por una solución de salmuera saturada en sodio y cloruros. En esta condición, los iones sodio son tan abundantes que ocupan los receptores de la resina desplazando al calcio y magnesio, a pesar de su menor afinidad por el sodio. Finalmente, el agua con alto contenido de calcio y magnesio se descarta.

Este proceso de regeneración se hace cuando el ablandador no está entregando agua. Puede ser en períodos nocturnos o, en algunos casos, se instalan dos ablandadores que funcionan en paralelo: mientras uno produce, el otro regenera, y se alternan automáticamente.

Es habitual que el agua de entrada contenga una concentración de cloro y/o cloraminas superior a los 0,1 miligramos por litro permitidos en el agua para diálisis. Estas sustancias no se encuentran en las fuentes naturales de agua, sino que se agregan en plantas potabilizadoras para evitar su contaminación. Incluso, es frecuente que centros de diálisis

que obtienen su agua de una fuente subterránea propia le agreguen cloro en forma activa.

Si bien el cloro cumple una función que favorece a la calidad del agua al evitar la contaminación microbiológica, es, además, dañino para las membranas de ósmosis y, peor aún, no es filtrado por ellas.

El método de remoción de cloro más difundido en diálisis, y recomendado por las normas ISO, es el filtro de carbón activado. Este lecho filtrante remueve cloro, cloraminas y otros contaminantes orgánicos que puedan estar presentes en el agua de entrada.

Asimismo, estas normas recomiendan que los filtros de carbón activado se diseñen con un tiempo de contacto de cinco minutos como mínimo.

El tiempo de contacto se obtiene de dividir el volumen del lecho filtrante en litros, por el caudal de agua que se está tratando.

Este tipo de filtros también requiere un ciclo de retrolavado, al igual que los filtros multimedia.

El lecho de carbón activado es altamente poroso y susceptible de contaminación microbiológica. Sin embargo, las normas solo recomiendan evaluar los niveles de contaminación microbiológica como posible causa del incremento en el recuento del producto de la ósmosis inversa.

Una alternativa usada para remoción de cloro total es la dosificación en línea de metabisulfito de sodio. Sin embargo, la norma ISO solo contempla esta posibilidad como complemento para los medios de filtración físicos, como carbón activado. Además, pone reparos sobre su utilización, ya que implica agregado de químicos al agua que se desea purificar y una mayor probabilidad de falla de este sistema activo en comparación con un filtro físico.

No obstante, en algunos centros de diálisis se utiliza esta metodología como reemplazo del carbón activado, lo que aporta ventajas desde el punto de vista del riesgo microbiológico, pero aumenta el riesgo de contaminación química con efectos directos e inmediatos sobre los pacientes.

El agua para diálisis obtenida como producto del equipo de ósmosis inversa luego debe llegar a los puntos de consumo, como por ejemplo, equipos de hemodiálisis y estaciones de lavado de dializadores.

Lo más habitual en los países de Latinoamérica es que el agua para diálisis se almacene en tanques o contenedores, y posteriormente, desde allí, se envíe mediante bombas a los

puntos de consumo a través de cañerías de distribución. Sin embargo, la recomendación de la norma es evitar el uso de tanques y enviar el producto de los equipos de ósmosis inversa directamente a la cañería de distribución con el sistema *direct feed*.

Ahora bien. Si se utilizan tanques de almacenamiento, estos deben tener:

- Fondo cónico o similar que permita vaciado total para conservar la calidad de agua obtenida
- Cierres herméticos con filtro microbiológico en el venteo
- Esfera de lavado interior que permita la llegada de desinfectantes a todas sus paredes internas
- Superficies internas lisas sin puntos de estancamiento de agua
- Materiales que no afecten la calidad del agua y que sean resistentes al método de desinfección que se usará.

Estas características permiten que los tanques puedan ser limpiados y desinfectados.

A su vez, los caños de distribución de agua a los puntos de uso deben cumplir las siguientes características:

- Un sistema de anillo cerrado, es decir, sale del tanque y vuelve al tanque, o al ingreso del equipo de ósmosis si se trabaja sin tanque
- Sin derivaciones ni espacios muertos
- Superficie interna del caño y las uniones suaves con terminación de buena calidad; minimizar la cantidad de uniones
- Materiales que no afecten la calidad del agua y que sean resistentes al método de desinfección que se usará
- Asegurar el flujo turbulento en todos los puntos del recorrido, incluso en las condiciones de mayor consumo

La validación es un proceso que se realiza para documentar que el sistema de tratamiento producirá consistentemente agua para diálisis cumpliendo los estándares de calidad. Este proceso se inicia antes de instalar el equipo y continúa durante toda su vida útil.

Esta validación del sistema de agua consiste de cinco etapas que describiremos a continuación. Tengan en cuenta que todos estos procesos deben ser ejecutados por el proveedor del sistema de agua, y controlados por el usuario.



La primera etapa se denomina calificación de diseño, y consiste en documentar los cálculos realizados para seleccionar los equipos que se utilizarán y asegurar que con esta instalación se cumplirán las necesidades del usuario, tanto de capacidad de producción, calidad del agua obtenida, como presiones y velocidades del sistema de distribución.

En la etapa de calificación de instalación se verifica y se documenta que los equipos instalados son los especificados en la etapa anterior. También se revisa el recorrido del sistema de distribución de agua para que esté ejecutado de acuerdo al proyecto y que, por ejemplo, no tenga derivaciones.

La etapa número tres se llama calificación de operación, y allí es donde se pone en marcha el sistema, se verifica y documenta que todo funcione de acuerdo a lo proyectado. Se realizan mediciones de cloro, dureza, conductividad, presiones, caudales, etc. Se verifican también todos los automatismos del sistema y se hacen las programaciones y calibraciones que requieran los equipos.

La etapa de calificación de desempeño es una fase de seguimiento muy cercana al funcionamiento del sistema, cuando ya lo hace con continuidad. La misma toma aproximadamente tres meses, y se realizan los análisis químicos y microbiológicos del agua. Durante esta etapa se incrementa la frecuencia de los análisis microbiológicos y también se miden y documentan todos los parámetros de control de funcionamiento. Las actividades con pacientes se pueden iniciar una vez que se cuenta con los primeros análisis físicoquímicos y microbiológicos con resultados dentro de la norma, o lo que indique la legislación local. Es decir, que esta fase continúa con el centro de diálisis en funcionamiento.

Finalmente llega la etapa de revalidación, en donde luego de transcurrido un año de funcionamiento se analizan y documentan en forma retrospectiva los resultados del monitoreo de rutina. En caso de detectarse que algún parámetro se excedió o estuvo cerca de los límites, presentando algún riesgo de desvío, se puede realizar alguna modificación del sistema o de la rutina de monitoreo, mantenimiento y desinfecciones.

De igual manera, es esencial realizar monitoreo, mantenimiento y desinfecciones, puesto que los sistemas de tratamiento de agua, como cualquier sistema de producción en línea,

requieren rutinas de mantenimiento y controles para asegurar que siguen funcionando en las mismas condiciones en que se proyectaron.

Los sistemas de agua en particular pueden presentar variaciones no solo por fallas o desgaste normales de los equipos, sino también por cambios estacionales de temperatura o de la calidad del agua de entrada.

El monitoreo consiste en la medición rutinaria, y documentación de resultados, de parámetros que son críticos para la calidad de agua o el funcionamiento del sistema. En caso de que sea posible, es preferible contar con medición en línea de todos los parámetros y las correspondientes alarmas por desvíos. Cuando esto no sea posible, se deben realizar mediciones manuales.

Veamos los rangos y frecuencias mínimas recomendados por la norma ISO 23500.

- Para el cloro total preósmosis, el rango típico es menor a 01, miligramos por litro (< 0,1 mg/l) y debe hacerse antes de cada turno de diálisis
- Para la dureza preósmosis el rango típico es menor a 15 miligramos por litro (< 15 mg/l) y debe hacerse dos por día, al inicio y al final
- Para la caída de presión en cada filtro de pretratamiento el rango típico es a determinar en la validación y debe hacerse diariamente
- Para el horario de los timers de pretratamiento el rango típico es a determinar en la validación y debe hacerse diariamente
- Para la relación de rechazo en conductividad del equipo de ósmosis el rango típico es de mayor a 96% (>96%) y debe hacerse diariamente
- Para los flujos de producto y descarte del equipo de ósmosis el rango típico es a determinar en la validación y debe hacerse diariamente
- El análisis químico del agua tiene que hacerse de manera anual o mayor si lo requiere la ley local
- Para las bacterias en agua de ósmosis y sistema de distribución y líquido de diálisis el rango típico es menor de 100 unidades formadoras de colonias por mililitro (<100 UFC/ml) y debe hacerse mensualmente
- Para las endotoxinas en agua de ósmosis y sistema de distribución el rango típico es menor a 0,25 unidades de endotoxina por mililitro (<0,25 UE/ml) y debe hacerse mensualmente
- Finalmente, para las endotoxinas en líquido de diálisis, el rango típico es menor a 0,5 unidades de endotoxina por mililitro (<0,5 UE/ml) y debe hacerse mensualmente en equipos al azar

El mantenimiento lo realiza el fabricante o proveedor del sistema de agua, ya que es el responsable de definir las rutinas de mantenimiento de sus componentes. Generalmente se incluyen tareas como recambio de filtros y reposición de cloruro de sodio para el ablandador que pueden ser ejecutadas por los usuarios. Otras tareas como calibraciones y ajustes de los equipos las debe realizar el personal específicamente capacitado.

Para mantener los niveles de contaminación microbiológica del sistema de tratamiento y distribución de agua dentro de los niveles permitidos, es necesario ejecutar rutinas de desinfección. Es importante tener en cuenta que estamos trabajando con agua o líquido de diálisis, cuyas condiciones ambientales son aptas para la reproducción de microorganismos.

Por dicho motivo se deben tomar precauciones constructivas, algunas de las cuales pueden ser:

- el uso de membranas de ósmosis con altísimo rechazo de bacterias
- tanques herméticos con venteo filtrado
- caños de distribución con buena terminación interior y sin derivaciones, es decir, espacios muertos
- mantener el flujo turbulento en forma permanente

Todos ellos servirán para retardar el crecimiento o para facilitar la limpieza y desinfección del sistema, pero no evitarán la proliferación de microorganismos.

Cada sistema tendrá una tasa natural de crecimiento de bacterias que dependerá de sus condiciones constructivas, presencia de nutrientes en el agua y temperatura, entre otros factores. Se deberá establecer entonces una rutina de desinfecciones que no permita de ningún modo que este crecimiento natural llegue a estar cerca de los niveles máximos permitidos.

Dicho de otra manera, el plan de desinfecciones debe ser preventivo y no reactivo ante un desvío. En caso de que se excedieran los niveles de contaminación microbiológica se deberá corregir la rutina de desinfecciones.

En diálisis se realizan casi exclusivamente desinfecciones químicas, aunque ya existen en el mercado equipos para realizar desinfecciones por calor. Cualquiera sea el método utilizado debe cumplir las siguientes condiciones:

- Eficaz para destruir los microorganismos que puedan estar en nuestro sistema en un lapso razonable
- Aplicable a un costo razonable, seguro para el usuario, fácil de almacenar, manipular, transportar y aplicar
- Fácil de enjuagar hasta reducir las concentraciones a niveles seguros para realizar los tratamientos de diálisis
- Su concentración residual en el agua después del enjuague debe ser fácil y rápidamente medible

Tanto para calor como para químicos, la eficacia de la desinfección depende de que se respeten tanto la concentración, o temperatura, como el tiempo de exposición. Estos dos factores se complementan, es decir, que a mayor tiempo es menor la concentración necesaria para obtener el mismo resultado.

Teniendo en cuenta que las bacterias viven principalmente formando biofilms, es decir, ecosistemas microbianos organizados, en algunos casos, es necesario complementar la desinfección con un proceso previo de limpieza que remueva la materia orgánica que conforma el biofilm. Estos no se llegan a formar en sistemas que se desinfectan rutinariamente y que pueden eliminarse con una desinfección estándar.

Algunos de los desinfectantes más utilizados en diálisis son:

- Hipoclorito de sodio, puesto que es económico, fácil de conseguir, relativamente sencillo de manipular y muy eficaz como limpiador y como desinfectante. También son económicos los métodos para medir su concentración residual. Su desventaja es que no se puede aplicar para desinfectar equipos de ósmosis inversa.
- Otro desinfectante muy usado es el peróxido de hidrógeno, que si bien no es un producto de uso doméstico, en diálisis sí está muy difundido ya que es el desinfectante más utilizado para equipos de hemodiálisis. Este es apto para desinfectar tanto los anillos como el equipo de ósmosis inversa. Es relativamente sencillo de aplicar y enjuagar y, además, se puede medir la ausencia de este compuesto después del enjuague mediante reactivos específicos.

- También podemos mencionar el ozono, que se produce a partir del oxígeno del aire con equipos electrónicos. Si bien el oxígeno propiamente dicho está formado por dos átomos de oxígeno, el ozono está formado por tres átomos de oxígeno, por lo que es una molécula más grande que la anterior. Se sabe que, una vez instalado el sistema es fácil de obtener y de aplicar. Además, tiene la ventaja de que se puede usar en forma automática, sin la intervención de un operario. El ozono no se enjuaga, sino que se descompone mediante luz ultravioleta. No es apto para equipos de ósmosis ni para equipos de hemodiálisis, ya que los daña. Se usa para sistemas de almacenamiento y distribución. Asimismo, se debe tomar la precaución de complementarlo con otro método para desinfectar las mangueras de conexión entre el caño de distribución y los equipos de hemodiálisis. Esto se debe a que las mangueras no se incluyen en los programas de desinfección automática de los equipos de hemodiálisis.
- Finalmente nombraremos al calor, que es el método ideal desde el punto de vista de los posibles contaminantes residuales. Este es aplicable a sistemas de almacenamiento y distribución solo si están contruidos con materiales resistentes al calor, aunque también puede ser aplicado a los equipos de hemodiálisis y a sus mangueras de conexión. El calor no es apto para los equipos de ósmosis convencionales, aunque ya hay en el mercado equipos de ósmosis para diálisis aptos para ser desinfectados con calor. También se puede aplicar en forma automática, sin intervención de operarios, una vez que el equipamiento está instalado.

Tengan en cuenta que la norma ISO 23500 recomienda una frecuencia de desinfección mensual para ósmosis inversa, almacenamiento y distribución. Estos son valores de referencia; las rutinas a aplicar deberán ser resultado de la validación y revalidación.

### **Equipos que se utilizan para la hemodiálisis**

Anteriormente hemos estudiado el por qué y el para qué de la utilización de la técnica de la hemodiálisis. Como sabemos, llevarla a cabo siempre es necesario cuando los riñones no están funcionando adecuadamente y, tanto las toxinas sólidas como el exceso de líquido, no se pueden eliminar normalmente por el riñón. De allí que la diálisis y la hemodiálisis permiten realizar la depuración que el riñón no puede hacer por diferentes motivos.

Recordemos que en la hemodiálisis se le extrae sangre al paciente; esta circula por un dispositivo o filtro dializador que está conectado a una máquina especialmente diseñada para depurarla, y una vez que ha eliminado de ella lo que el riñón no puede, la devuelve al paciente en condiciones adecuadas.

Veamos... ¿qué ocurre dentro del dializador? Básicamente ocurren dos procesos diferentes: la depuración y la ultrafiltración.

En la depuración, el dializador elimina de la sangre elementos que debería filtrar el riñón, mediante procesos de difusión, ya que si no fuesen depurados producirían graves daños en el organismo.

La membrana del dializador filtra estas partículas mediante dos mecanismos: por un lado, la difusión, puesto que al contactar la sangre con alta concentración de partículas con un líquido donde la concentración es menor se produce un traspaso de estas sustancias, de tal forma que el líquido dializador arrastra las partículas excedentes.

Es decir, que la difusión consiste en el pasaje de sustancias desde el lugar de mayor concentración al de menor concentración a fin de lograr un equilibrio.

Por otra parte encontramos la convección, que se genera por la diferencia de presiones entre la sangre y el líquido de diálisis.

Bien. El segundo proceso que ocurre dentro del dializador se denomina ultrafiltración. Allí, la máquina ejerce una presión artificial para eliminar el exceso de líquido que hay en el cuerpo del paciente debido a que el riñón pierde progresivamente la capacidad de excretar la orina. Por esta razón, el paciente pierde peso cada vez que asiste a una sesión de hemodiálisis. Pero hay que destacar que el paciente no está perdiendo grasa, sino líquido acumulado.

Para saber cuánto peso, es decir, exceso de líquido, ha de perder un paciente cada vez que acude a diálisis, se establece un “**peso seco**”.

Cada paciente tiene su propio peso seco, y se define como el peso ideal que debe tener siempre y cuando no tenga líquido acumulado. Veamos un ejemplo.

Un paciente con un peso seco de 70 kg, si antes de conectarse a la máquina pesaba 72 kg, debería perder en ella 2 kg de peso que ha acumulado en líquido.

Cada vez que un paciente se dializa, se pretende, dentro de lo posible, que una vez que termine la sesión, consiga quedarse en su peso seco, ya que ello indicaría que se han eliminado los excesos de líquido en su cuerpo.

O sea, que el peso seco equivale al peso post diálisis, aunque el mismo, en algunas ocasiones, podría llegar a variar, ya que va a depender de la cantidad de líquido que haya acumulado la persona. Pero en reglas generales, se lo considera el post diálisis.

También el peso seco de una persona puede variar siempre que haya cambios en la alimentación. Si el paciente tiene más apetito, aumentará la cantidad de grasa en su cuerpo. En este caso, el paciente tendrá que decirlo en el centro de diálisis para que allí le ajusten el peso seco. Asimismo, la necesidad de tener que reajustarlo también se puede detectar si el paciente se mareo o tiene calambres musculares.

El efecto secundario más habitual que aparece por perder líquido durante una sesión de hemodiálisis es la bajada de tensión arterial, o también llamado hipotensión arterial, y es más frecuente cuanto mayor sea la pérdida. La bajada de tensión arterial puede causar mareo, calambres, náusea, vértigos e inconsciencia.

En oposición a lo dicho, cuando hay exceso de líquidos, el mismo se puede acumular en piernas, manos y alrededor de los pulmones, dificultando cosas tan cotidianas como caminar y otras tan importantes como respirar. De allí la importancia de eliminar el líquido excedente mediante la diálisis.

Es fundamental recordar que al implementar la técnica de hemodiálisis se debe tener registro de cada uno de los pacientes. Nosotros les sugerimos que tengan una planilla de registro de peso en la historia clínica de cada uno de los ellos.

En dicha historia clínica se deberá colocar la fecha de la diálisis y el peso de ingreso, es decir, pre diálisis, con el horario, y en otra columna el peso post diálisis con su horario también especificado. De esta manera se podrá llevar un registro claro de cada uno de los pesos secos de los pacientes y así saber cuánto es el porcentaje de retención de líquidos. Esto va a ser muy útil para que el nutricionista pueda decidir el tipo de alimentación y realizar los ajustes necesarios.

### **Accesos vasculares**

La hemodiálisis requiere un flujo de sangre de 300 a 500 mililitros por minuto, por tanto es necesario lo que se denomina un **acceso vascular**, es decir, una vía para obtener la sangre que será filtrada de elementos tóxicos y devolverla al organismo. En algunos casos esta unión no es directa, por lo que debe hacerse de manera artificial.

Existen tres tipos de accesos vasculares:

- La fístula
- El injerto
- Y el catéter

La fístula, también denominada fístula arteriovenosa nativa o fístula “FAVI”, se crea mediante la unión de una arteria y una vena debajo de la piel del brazo. Su localización preferible es a nivel de la muñeca y antebrazo, aunque si esto no fuera posible, se lleva a cabo, en casos excepcionales, en otras localizaciones.

En los pacientes diestros, la fístula generalmente se ubicará en el brazo izquierdo. En los pacientes zurdos, la fístula generalmente se ubicará en el brazo derecho.

Tras un periodo de 4 a 6 semanas, la vena se convierte en un conducto de mayor calibre que permite diálisis periódicas de manera prolongada en el tiempo. Esta fístula se realiza bajo anestesia local y en régimen ambulatorio y puede usarse durante muchos años.

Por su lado, el injerto, también denominado injerto arteriovenoso o injerto “AV”, se crea a través de un material artificial denominado “Gore-tex” en el que se realizan las punciones. Las fístulas de Gore-tex se utilizan al comienzo de la diálisis con dos agujas, que permanecerán durante todo el tiempo de diálisis. Por ello es imprescindible que el paciente haga saber al personal de su centro si en algún momento nota molestias o cualquier tipo de alteración sobre la misma.

Una vez terminada la diálisis se retiran las agujas, y el paciente procede a sujetar con una gasa estéril sobre el lugar exacto en que estaban introducidas. Dicha sujeción ha de realizarse fijamente y sin ejercer demasiada fuerza para evitar dañar la fístula. Cuando el sangrado haya cedido por completo, se procede a realizar una cura sobre la zona en que estaban introducidas las agujas, y se cubre con un apósito.

La fístula con prótesis o injerto con Gore-tex se crea mediante la interposición de un tubo de plástico entre una arteria y una vena del brazo o muslo. El tubo plástico se implanta en forma de “U” debajo de la piel, para unir la arteria a una vena cerca del codo.

La fístula con prótesis puede comenzar a usarse 4 semanas después de la intervención quirúrgica. Asimismo, es importante considerar que generalmente los injertos AV no son tan duraderos como las fístulas AV, pero un injerto bien cuidado puede durar varios años.



Para evitar que se mueva la fístula, es importante considerar las siguientes cuestiones:

- No realizar ejercicios violentos con el brazo de la fístula ni someterlo a grandes esfuerzos o cargas
- Proteger la fístula de golpes, heridas y temperaturas extremas
- No apoyarse en el brazo de la fístula para dormir, y evitar usar ropa y objetos que comprimen la zona
- Mantenerla siempre limpia
- Retirar los apósitos de las punciones unas horas después de la hemodiálisis, asegurándose de que no sangra
- No utilizar ese brazo para tomar la tensión arterial u otro tipo de funciones que no sean para la hemodiálisis

Ante cualquier cambio, como enrojecimiento, disminución de la vibración o latido, dolor o inflamación o endurecimiento debe ser notificado por el paciente al personal de diálisis.

Dado que ya aprendimos sobre las fístulas y los injertos, llegó la hora de conocer sobre los catéteres, por lo que mencionaremos al catéter tunelizado para hemodiálisis, que se introduce de manera percutánea en la vena yugular o subclavia, y muy excepcionalmente en la femoral.

A este lo consideramos un acceso transitorio hasta que la fístula arteriovenosa o el injerto arteriovenoso estén en condiciones de usarse. Es decir, por regla general, no se usa como un acceso permanente.

Anatómicamente, la vena yugular es aquella que se encuentra a la altura del cuello. Hay dos conjuntos de venas yugulares: externo e interno. La externa pasa por delante del músculo más importante del cuello, que se llama esternocleidomastoideo, y es la visible para colocar la fístula. Por su lado, la yugular interna se encuentra por debajo de este músculo por lo que no se tiene acceso directo para la diálisis.

Ambas venas yugulares drenan toda la sangre carboxigenada proveniente de la cabeza y órganos del encéfalo hacia la vena subclavia que se encuentra a la altura de la clavícula.

El catéter es un dispositivo especial que se introduce en una vena de gran diámetro del paciente. Este dispositivo contiene dos extensiones en la parte exterior; una para extraer la sangre y enviarla a la máquina, y otra por la que la sangre retorne al paciente.

El personal de enfermería o mismo los asistentes como ustedes deberán encargarse de preparar el catéter en su conexión y desconexión. En la primera, mediante una cura estéril, se procede a extraer la heparina que está introducida en las dos luces del catéter que evitan que se formen coágulos durante el periodo interdialis, así como de comprobar una buena permeabilidad mediante suero fisiológico. En la desconexión se procede a limpiar y desinfectar el catéter y la zona de la piel del paciente, administrando la cantidad adecuada de heparina para dejarlo sellado, y luego a colocar una bolsa protectora sobre el catéter que no será retirada hasta la siguiente sesión de diálisis.

En el caso de los catéteres y con el fin de evitar infecciones, bajo ningún concepto se puede levantar el apósito utilizado para cubrirlo. Por la misma razón, no se debe mojar y hay que evitar que tome contacto con cuerpos extraños, como por ejemplo, la arena de la playa. En muchos casos, las infecciones de catéter suponen que no se pueda volver a utilizar y requiera su extracción para colocar uno nuevo.

La infección puede manifestarse por la presencia de pus en el punto de inserción del catéter en la piel, inflamación cutánea o subcutánea, trombosis venosa o tromboflebitis. Asimismo, los síntomas de un catéter infectado son fiebre, temblores, sensación extrema de frío, dolor corporal, etc. Si en algún momento el paciente siente alguno de estos síntomas debe avisar al servicio de urgencias o bien en el centro de diálisis, según el momento en que notifique los síntomas, para que se pueda valorar si efectivamente el catéter está infectado o no, y proceder a su tratamiento.

Continuando con la descripción de los cuidados del catéter del paciente, diremos que en el caso de la diálisis peritoneal, se recomienda que una enfermera capacitada realice las curaciones de manera frecuente; de ser posible, de una a dos veces por semana.

La curación se deberá realizar con antiséptico Clorhexidina en Alcohol al 70% y colocar un apósito transparente. Además se deberá rotular con fecha de próxima curación y antes del uso del catéter se tendrá que realizar la desinfección del tapón autosellante con Clorhexidina en Alcohol al 70% y dejar que seque solo.

De igual manera, es importante que el paciente tenga en consideración las siguientes cuestiones:

- Mantener el catéter y su sitio de acceso limpio y seco
- Al momento de bañarse, cubrir el sitio de acceso una vez que su médico lo apruebe

- Antes de cada tratamiento, controlar la zona para detectar enrojecimiento, drenaje, sensibilidad o hinchazón
- Saber en qué momento podría usar polvos, lociones o cremas en su sitio de acceso
- Evitar tocar el catéter en el lugar que ingresa en la piel
- Higienizarse adecuadamente las manos cada vez que toque su catéter o apósito
- Usar ropa limpia y holgada alrededor de su catéter
- Para mejor seguridad, mantener los extremos del catéter cubiertos y sujetos; puede ser con una cinta adhesiva hipoalergénica
- Saber que la enfermera le tiene que cambiar el apósito del catéter en cada hemodiálisis
- Si el apósito se moja o se ensucia estando fuera del centro de diálisis, deberá llamar a su médico o enfermero de manera inmediata, ya que hay gran riesgo de infección

Por todo lo dicho, podemos llegar a la conclusión que es fundamental educar a cada uno de los pacientes para que, de esta manera, se evite una posible infección y, por ende, complicaciones.