

# MÉTODOS PARA MINIMIZAR LAS HIPOTENSIONES EN HEMODIÁLISIS

*D. Christian Pons.*

## INTRODUCCION

A pesar de los importantes avances para incrementar el confort de la hemodiálisis, tales como:

- la utilización de bicarbonato en vez de acetato.
- la utilización de monitores con control volumétrico de la ultrafiltración
- así como la utilización de EPO, ciertos pacientes siguen presentando un cuadro clínico constituido por un malestar general con: vómitos, calambres y caída de presión arterial.

Esta caída de presión arterial (hipotensión) es el síndrome que más complica la obtención del peso seco a partir de la ultrafiltración programada.

Durante la hemodiálisis, la eliminación de líquido por ultrafiltración puede inducir una importante disminución del volumen sanguíneo.

Esta disminución de volumen sanguíneo proviene del desequilibrio entre tasa de ultrafiltración y tasa de relleno del compartimento vascular.

La disminución del volumen sanguíneo se asocia con frecuencia a la hipotensión. Esta patología es compleja y multifactorial. Sin embargo, la relación hemodiálisis-hipotensión es conocida por ser dependiente de la tolerancia individual de cada paciente a la disminución de su volumen sanguíneo.

El desarrollo reciente de biosensores para el control en continuo del volumen plasmático, de perfiles de ultrafiltración, perfiles de conductividad y de sistemas de Biofeedback que regulan la conductividad plasmática del paciente en cada sesión, permiten predecir y prevenir cada vez mejor los episodios hipotensivos.

En este capítulo trataremos únicamente de los aspectos físicos de la hipotensión volumen-dependiente.

## COMO SE PRODUCE LA HIPOTENSIÓN VOLUMEN-DEPENDIENTE

El paciente llega a la sesión de hemodiálisis con un volumen hídrico aumentado por la toma de líquidos en el periodo interdiálisis.

En general, la toma de líquido es superior a la estrictamente necesaria para compensar la toma simultánea de sodio. El paciente está entonces más bien "diluido" y tendrá un sodio plasmático más bajo de lo necesario. Sin embargo, su espacio hídrico presenta una hiperosmolaridad debido a la retención de tóxicos (Urea).

Desde los primeros momentos de la sesión, el paciente es sometido a cambios bruscos y rápidos de volumen de líquido y de osmolaridad.

Los movimientos de líquido se deben a los desequilibrios de los gradientes de presión oncótica y osmolar entre los distintos compartimentos para intentar conservar un equilibrio Presión-Volumen en cada espacio hídrico. (Vascular, Intersticial, Intracelular).

En el curso de la hemodiálisis tienen lugar dos fenómenos simultáneos: La ultrafiltración (pérdida de peso) y la difusión (aclaramiento de toxinas,Urea). Estos dos fenómenos tienen consecuencias diferentes y opuestas.

La ultrafiltración provoca una disminución del volumen plasmático que se tendrá que compensar por un aporte hídrico desde el espacio intersticial.

La depuración rápida y brusca de la Urea (en los hemodializadores de alta eficacia utilizados hoy en día) provoca un descenso de la osmolaridad del compartimento intersticial. Si el nivel de sodio del baño no es el adecuado (<138 mEq) para compensar la pérdida de osmolaridad, esta compensación se hará a partir de un paso de líquido del espacio vascular hacia el espacio intersticial.

El volumen vascular está así sometido a dos movimientos de líquidos:

- Uno Externo: programación de pérdida de peso del paciente (UF).
- Uno Interno: paso de líquido del extra al intracelular.

Si el relleno vascular no se produce o es insuficiente, esto provoca una disminución importante del volumen plasmático que, según la tolerancia y adaptabilidad de la red vascular del paciente, provocará o no la hipotensión.

Durante una época, la forma más común de minimizar las hipotensiones era separar los dos fenómenos Ultrafiltración y Difusión (diálisis en seco). La sesión se divide en 2 fases:

**I. Ultrafiltración aislada** (sin difusión) para extraer líquido del paciente sin afectar los equilibrios osmóticos. Esto provoca el paso simultáneo de agua intersticial al compartimento vascular por incremento de presión oncótica en el compartimento vascular.

**II. Difusión sin ultrafiltración.** Se produce una disminución de la presión osmolar del compartimento vascular sin modificación de la presión oncótica. El paso de Urea del intracelular al extracelular se produce de forma constante.

El sodio del baño no tendría que estar nunca por debajo de 138-140 mEq.

Por debajo de un sodio de 135 mEq en baño, se ha podido comprobar que existe un paso de agua extracelular al compartimento intracelular. Por encima de 145 mEq el movimiento es contrario, desde la célula hacia el extracelular.

El sodio se elimina sobre todo por convección, casi nada por difusión, pero si además movemos el agua intracelular pobre en sodio (15mEq), este agua arrastrará hasta la UF sodio del extracelular.

En un estudio prospectivo en doble ciego, un grupo valoró los efectos comparativos de un baño bajo en sodio (132 mEq/l) frente a un baño alto en sodio (144 mEq/l). Con el baño a 144 mEq, los pacientes tenían más sobrepeso, una conductividad plasmática más alta, pero menor incidencias de hipotensiones sin, por esto, presentar índices de hipertensión.

Por esto, la conductividad del baño de hemodiálisis tiene que ser la más próxima a la conductividad fisiológica del paciente (con respecto al sodio) lo que es muy difícil de conseguir, de forma personalizada, en una sala de hemodiálisis.

Además, se tiene que disociar el concepto de "conductividad" en mS/cm, que considera todos los iones presentes en el baño de HD, y nivel de sodio en mEq/litro. El nivel de sodio (en mEq) varía de forma significativa, para una misma conductividad de un concentrado a otro.

## **PARÁMETROS QUE INFLUYEN DIRECTAMENTE Y DE FORMA IMPORTANTE SOBRE LA HIPOTENSIÓN**

- Sodio del baño de hemodiálisis. Es, seguramente, el parámetro más importante. Es el que asegura el buen relleno plasmático.

Se habla de ultrafiltración excesiva, sería mejor verlo como relleno plasmático insuficiente.

- Peso seco del paciente. Se tiene que reevaluar con cierta frecuencia. No tiene que ser subvalorado.

El peso seco es el peso que permite terminar la sesión de HD con una tensión normal sin necesidad de uso de drogas hipotensivas 6 también, peso corporal por debajo del cual aparece hipotensión u otros síntomas de hipovolemia, calambres, etc.

Pero el peso seco está directamente condicionado por la duración de la sesión y su eficacia/agresividad. A más tiempo de hemodiálisis, se logrará un peso seco más bajo (aclaramiento suave, UF más lenta mejor compensada por el relleno plasmático).

Una de las formas de determinar el peso seco real sería a través de una sesión de hemodiálisis en seco (sólo ultrafiltración, sin difusión). Luego adaptar la prescripción (sodio, UF, perfiles, etc.) para acercarse lo más posible al peso seco alcanzado anteriormente.

Los pacientes en hemodiálisis tienen en general un "sobrepeso" hídrico de 1,5 a 3 kgs. Tenemos así un bucle donde los parámetros están íntimamente relacionados.



## BIOSENSOR DE MEDICIÓN EN CONTINUO DEL VOLUMEN PLASMÁTICO

Este biosensor, constituido por una célula integrada en el soporte de la cámara de expansión de la línea sanguínea arterial, constituye el primer eslabón para la monitorización del control de las hipotensiones volumen-dependiente. Permite medir en continuo, en tiempo real, de forma precisa y no invasiva, las variaciones del volumen sanguíneo a lo largo de la sesión de HD.

El número de glóbulos rojos, y en consecuencia el nivel de hemoglobina, es constante durante la hemodiálisis (salvo pérdidas externas). Así pues, la variación de concentración de hemoglobina es el reflejo de la variación del volumen sanguíneo.

En la pantalla del monitor de hemodiálisis vamos a poder seguir visualmente, paso a paso, la curva de variación del volumen plasmático del paciente.

Pacientes de edad, peso y pérdida de peso similar, muestran diferentes perfiles de variación del volumen sanguíneo durante la hemodiálisis. Esto demuestra y confirma la existencia de diferentes ratios de relleno plasmáticos para cada paciente.

Sin embargo, las variaciones del volumen sanguíneo durante sucesivos tratamientos idénticos en el mismo paciente son comparables, mostrando que cada paciente tiene un ratio de relleno similar durante sucesivas sesiones de HD.

Según el peso del paciente, su sobrepeso interdiálisis, esta variación del volumen plasmático teórica estará comprendida entre -4 y -8%.

Se ha observado que los episodios hipotensivos ocurren frecuentemente cuando el volumen sanguíneo alcanza un nivel crítico de disminución de volumen plasmático, siendo este nivel crítico diferente para cada paciente.

Se puede entonces establecer un umbral de seguridad para cada paciente y programarlo en el monitor para que forme parte de la prescripción. Este umbral de seguridad deberá ser superior al nivel crítico. Durante el tratamiento, si la disminución del volumen plasmático (DBV) del paciente llega al umbral programado, una alarma visual y acústica informará para que se pueda realizar la acción terapéutica correctiva necesaria:

- Disminución o paro de la ultrafiltración.
- Colocando al paciente en posición tumbada (piernas arriba, cabeza abajo).
- Inyección en circuito sanguíneo del suero hipertánico.
- Aumentando la conductividad del baño de HD durante unos 5'.

Estas intervenciones tienen el mismo efecto: producir una rápida expansión del volumen de sangre circulante, evitando la posible aparición de hipotensión.

## **PERFILES DE ULTRAFILTRACIÓN Y DE CONDUCTIVIDAD**

Los monitores de diálisis capaces de realizar perfiles de UF y de Conductividad, permiten optimizar el relleno del compartimento vascular del paciente, conservar su volumen sanguíneo y reducir la intolerancia intradiálisis.

### **A) ELECCION DE UN PERFIL DE ULTRAFILTRACION**

Los perfiles de UF se utilizan para pacientes que no toleran una UF constante.

Disponemos de tres tipos de perfiles pre-programados:

- El perfil Cuadrado, que consiste en alternar de forma periódica una UF alta y una UF baja constante, siendo los intervalos de tiempo siempre iguales.
- El perfil Lineal, en el cual se prescribe la tasa de UF inicial (el monitor modifica automáticamente la tasa de UF necesaria durante el resto de la sesión de hemodiálisis).
- El perfil Progresivo, en el cual se prescriben las tasas de UF inicial y final (el monitor modifica automáticamente las tasas intermedias durante el resto de la sesión de hemodiálisis).

Además, el monitor permite la creación de perfiles individualizados (Cuadrado y Lineal).

### **B) ELECCION DE UN PERFIL DE CONDUCTIVIDAD**

Disponemos de tres tipos de perfiles pre-programados:

- El perfil Cuadrado, que consiste en alternar de forma periódica una Conductividad alta y una Conductividad baja constante, siendo los intervalos de tiempo siempre iguales.
- El perfil Lineal, en el cual se prescribe la Conductividad inicial y la Conductividad final.
- El perfil Progresivo, en el cual se prescribe la Conductividad inicial y final, así como un valor de Conductividad intermedio (el monitor modifica automáticamente los niveles intermedios durante el resto de la sesión de hemodiálisis).

Además, el monitor permite la creación de perfiles individualizados (Cuadrado y Lineal).

### **C) OPTIMIZACION DE LOS PERFILES DE UF Y CONDUCTIVIDAD**

El manejo de los perfiles de ultrafiltración permite en muchos casos obtener un mejor relleno vascular sin ningún riesgo de efectos secundarios.

Un baño de diálisis alto en sodio, permite mejorar el control de la hipotensión.

Una alta concentración de sodio (o baño hipertánico) inducirá e incrementará la osmolaridad intersticial durante el tratamiento, produciendo un paso más importante de líquido intracelular al compartimento intersticial. La presión hidrostática se incrementa en este compartimento y favorece el relleno vascular.

El relleno plasmático más rápido conducirá a un volumen sanguíneo más estable y reducirá el riesgo de hipotensión.

La concentración de sodio deberá ser óptima para asegurar un relleno plasmático suficiente sin provocar efectos secundarios como hipertensión interdiálisis y ganancia de peso.

Siendo la optimización del relleno plasmático el único medio disponible para minimizar la caída del volumen sanguíneo y la aparición de hipotensión debida a la hipovolemia, se pueden desarrollar varias estrategias de hemodiálisis basadas en una UF y Conductividad variables.

El biosensor de medición en continuo del volumen plasmático nos permite en cada momento seguir en directo el efecto de cada variación de los perfiles de ultrafiltración y de conductividad para acercarnos lo mas posible a la disminución del volumen plasmático óptima para cada paciente.

## **SISTEMAS DE BIOFEEDBACK**

Es la última etapa en los biosensores.

La tasa de relleno plasmático es muy dependiente del pool de sodio y de sus movimientos durante la sesión de HD.

Cada paciente por su fisiología, sus hábitos de dieta, tiene una conductividad plasmática individual". (Puede variar desde 13,4 mS/m. hasta 14,4 mS/m.)

Durante la sesión de HD su conductividad plasmática varía según el nivel de sodio presente en el baño con tendencia a igualarlo al final de la sesión.

En una sala es muy difícil, por los distintos concentrados de baño utilizados, el ajuste de la conductividad del baño en cada monitor y la rotación de los mismos, tener una conductividad adaptada y adecuada a cada paciente. Para un mismo valor de conductividad en los monitores, podemos encontrar variaciones de sodio en baño desde 136 mEq hasta 142 mEq. (o más).

A través de un nuevo sistema de Biofeedback, es posible prefijar para cada paciente su conductividad plasmática de fin de sesión.

Tras un periodo de observación de las conductividades plasmáticas de fin de sesión, se fija y se afina, poco a poco, la conductividad plasmática "fisiológica" de cada paciente la cual presentará el mejor relleno plasmático, evitando así los episodios de hipotensión.

El paciente se normalizará, sobre este valor de conductividad plasmática fija y constante en todas las sesiones. Sus ingestas tanto salinas como hídricas, serán entonces mas constantes de una sesión a otra.

En cada sesión, el sistema de Biofeedback crea el perfil de sodio adaptado al paciente sea cual sea la conductividad plasmática de inicio.

## **CONCLUSIONES**

Hoy en día se ha generalizado el uso del parámetro Kt/v para medir la dosis de hemodiálisis. El valor de Kt/v necesario y suficiente se ha ido incrementando a lo largo de los años, dada su correlación con un mejor estado general del paciente. (Actualmente 1,2-1,3).

Estos Kt/v mas elevados se obtienen utilizando filtros de mayor superficie y/o flujos de sangre y de baño mas elevados, sin embargo, la duración de la sesión se ha estabilizado entorno a las cuatro horas.

Es decir, que estamos haciendo una hemodiálisis cada vez mas agresiva y cada vez amplificamos más los fenómenos anteriormente descritos.

Estos biosensores, se hacen poco a poco imprescindibles para seguir conservando una buena tolerancia. Además de ayudamos a salir del empirismo nos permiten entender mejor lo que está pasando durante la sesión y actuar de forma mas adecuada y rápida para prevenir o minimizar los episodios hipotensivos.

El Biosensor que realiza el control continuo del volumen plasmático es el elemento de base, de referencia ya que nos permite seguir y controlar las variaciones del volumen plasmático. Es el que visualiza el efecto de los perfiles de UF y conductividad programados.

El nuevo sistema de Biofeedback permitirá a partir de un parámetro fisiológico, la conductividad plasmática del paciente, obviar el temible manejo del sodio, proporcionando para cada paciente, de forma automática, el nivel de sodio en baño más adecuado a lo largo de toda la sesión de HD.

## **ANEXO**

En el sujeto sano el agua corporal representa casi el 55% de su peso (hombre) y se reparte en 2 espacios.

- Espacio Intracelular: 40% del peso con un Na, de 10 mEq/l.

- Espacio Extracelular: 15% " " " " Na, de 138 mEq/l.

Toda variación de peso de un día a otro, es una variación de agua + sodio.

El reparto de la entrada en el organismo es por 2/3 en el intracelular y 1/3 en el extracelular.

El músculo contiene 85% de agua.

La grasa contiene 15% de agua.

El agua total de un obeso es menor (45%).

El volumen sanguíneo representa el 1/13 del peso corporal y contiene 78% de agua.

La Urea se reparte en todo el volumen hídrico.

## LECTURAS RECOMENDADAS

- F. Valderrábano: Tolerancia a la diálisis. Factores implicados. Nefrología. Sup 3 : 44-53 1990.
- Henrich WL.: Hemodynamic stability during hemodialysis. Kidney Int. 30 : 605-612 1986.
- R. Pérez García: Complicaciones agudas de la hemodiálisis Manual de Nefrología Clínica, Diálisis y Trasplante Renal. Cap 24: 475-491.
- J. Hemández Jaras, H. García, F. Maduell, V. Cerillo, R. M. Carreras: Efecto de los perfiles logarítmicos descendentes de conductividad y ultrafiltración sobre la estabilidad vascular durante la hemodiálisis. Nefrología 2. 147-153 1999.
- Caramelo, T. Berl: Metabolismo del agua en la insuficiencia renal-Insuficiencia Renal Crónica. Llach y Valderrábano Cap. 3: 45-59.
- M. Fábrega, R. García: Atención de enfermería en la sesión de hemodiálisis. "Cuidados de Enfermería en la Insuficiencia Renal". Cap 13: 189-197.
- C. Gil, J. Ramírez: Complicaciones durante la sesión de hemodiálisis. "Cuidados de Enfermería en la Insuficiencia Renal". Cap 14: 199-222.
- Sanz Guajardo, J. Botella: Tratamiento de la insuficiencia renal crónica con hemodiálisis. Insuficiencia Renal Crónica. Llach y Valderrábano Cap 24: 521-579.
- C. Pons: "El control en tiempo real de la dosis de hemodiálisis y del volumen plasmático del paciente". IX Seminario Español de la Sociedad Europea de Diálisis y Trasplante. p. 65-77 1999.