



Cómo mejorar la hipotensión sintomática en hemodiálisis: diálisis fría vs diálisis isotérmica

R. Ramos¹, C. Soto¹, R. Mestres¹, J. Jara¹, H. Zequera², J. I. Merello² y F. Moreso¹

¹Unidad de Hemodiálisis Serveis d'Ajut. Hospital St. Antoni Abat. Vilanova i la Geltrú. Barcelona.

²Fresenius Medical Care. Madrid.

RESUMEN

Introducción: La hipotensión sintomática es la complicación aguda más frecuente que afecta a los pacientes durante las sesiones de hemodiálisis. Varios trabajos han demostrado que el uso de baja temperatura en el baño de diálisis protege de esta hipotensión en pacientes susceptibles de ella. En nuestro estudio, analizamos si la prevención de la reacción hipertérmica de la sesión de hemodiálisis tendría una respuesta favorable en la estabilidad hemodinámica de los pacientes permitiéndoles una buena tolerancia. **Métodos:** Analizamos el efecto del control de temperatura del dializado en la estabilidad hemodinámica de pacientes predispuestos a hipotensión sintomática en nuestro centro. En la fase de screening seleccionamos aquellos pacientes que tuvieron más de tres episodios hipotensivos en las 12 sesiones del mes. Posteriormente los mismos pacientes pasaron a las siguientes dos fases de 4 semanas cada una. En la fase 1, ajustamos la temperatura del baño a 36° C de forma constante para las 12 sesiones (diálisis fría) y en la segunda fase, utilizamos un (Blood Temperature Monitor; Fresenius Medical Care, Bad Homburg, Germany), que permite mantener constante la temperatura corporal (diálisis isotérmica). **Resultados:** Nueve pacientes fueron incluidos y finalizaron el estudio. Durante la fase de screening la sustracción media fue del $4 \pm 1\%$ del $16 \text{ mmHg} \pm 16$ a $80 \pm$ peso seco, disminuyendo la tensión arterial media desde 99 ($p < 1,7$ sesiones de $12 \pm 0,001$) y presentando hipotensión sintomática en 5,0. Tanto en la fase 1 como en la 2 observamos un descenso de los tratamientos $1,7 \pm 1,6$ y $2,8 \pm 1,7$ versus $2,7 \pm$ complicados con hipotensión sintomática ($5,0 p < 0,01$). Ambas técnicas: Diálisis fría tanto como diálisis isotérmica fueron bien toleradas por los pacientes. **Conclusión:** Los resultados muestran que un control activo de la temperatura corporal puede mejorar de forma significativa la tolerancia intradialítica en pacientes predispuestos a la hipotensión sintomática.

Palabras clave: **Hemodiálisis. Hipotensión. Diálisis isotérmica. Monitor de temperatura.**

HOW CAN WE IMPROVE SYTHOMATIC HYPOTENSION IN HEMODIAYSIS PATIENTS: COLD DIALYSIS VS ISOTHERMIC DIALYSIS

SUMMARY

Background: Symptomatic hypotension is the most frequent acute complication affecting patients during chronic hemodialysis treatment sessions. Many reports have demonstrated that the use of cool dialysate has a protective effect on blood pressure during hemodialysis treatments. In the present study, we investigated whether preventing the

Correspondencia: Dra. Rosa Ramos Sánchez
Hospital Ciutat Sanitaria i Universitaria de Bellvitge
C/ Feixa Llarga, s/n
08907 L'Hospitalet del Llobregat (Barcelona). España
E-mail: 30965rrs@comb.es

*hyperthermic response had favourable effects on hemodynamic stability during the hemodialysis procedure while affording good tolerance to patients. **Methods:** We investigated the effect of thermal control of dialysate on hemodynamic stability in hypotension-prone patients in our center. Patients were eligible for the study if they had symptomatic hypotensive episodes (> 3/12 session/month) during the screening phase. The study was designed with two phases for the same selected patients and two treatment arms, each phase lasting 4 weeks. In the first phase, we adjusted dialysate temperature on 36 °C for 12 sessions (cold dialysis) and in the second phase we used a device allowing the regulation of thermal balance (Blood Temperature Monitor; Fresenius Medical Care, Bad Homburg, Germany), that keep body temperature unchanged (isothermic dialysis). **Results:** Nine HD patients were enrolled and completed the study. During the screening 1% of dry weight, and blood pressure \pm phase the mean ultrafiltration was 4 16 mmHg ($p \pm 16$ to $80 \pm$ decreased from $99 < 1.7$ sessions of 12 ± 0.001). In 5.0 treatments were complicated by hypotension. In the first and second phase we observed a decrease of complicated treatments with symptomatic hypotension 1.7 ; $p \pm 1.6$ y 2.8 ± 1.7 versus $2.7 \pm (5.0 < 0.01)$. Both procedures: Cold dialysis and Isothermic dialysis was well tolerated by patients. **Conclusion:** Results show that active control of body temperature can significantly improve intradialytic tolerance in hypotension-prone patients.*

Key words: **Hemodialysis. Hypotension. Blood temperature monitoring. Dialysate temperature.**

INTRODUCCIÓN

La hipotensión sintomática es la complicación aguda más frecuente en el paciente en hemodiálisis. El origen de la hipotensión es multifactorial. Por un lado, factores inherentes al propio paciente como el estado cardiovascular de éste, y por otro, los relacionados a la propia técnica de diálisis. Es bien conocido que uno de estos factores es la temperatura del líquido de diálisis. El dializador actúa como intercambiador de calor entre la sangre y el líquido de diálisis, produciendo en el paciente un aumento o disminución de la temperatura con la consiguiente inestabilidad hemodinámica para éste.

Durante la sesión de hemodiálisis se produce tanto un aumento de la producción de energía como un aumento de calor. La sustracción rápida de volumen y la liberación de citoquinas inflamatorias por los fenómenos de bioincompatibilidad provocan este aumento de energía^{1,2}. Por otro lado, existe una respuesta simpática a la hipovolemia causada por la ultrafiltración que se traduce en forma de vasoconstricción periférica evitando la pérdida de energía a través de la piel³. Estos eventos, junto con la transferencia de calor por irradiación desde el circuito extracorpóreo al ambiente y una liberación de energía del propio volumen del líquido corporal ultrafiltrado⁴, son causa de un aumento de calor corporal.

A consecuencia de un reflejo vasodilatador que anula la respuesta vasoconstrictora de la ultrafiltración, este aumento de la temperatura corporal central puede causar inestabilidad hemodinámica, favoreciendo así la aparición de episodios de hipotensión, especialmente en enfermos predispuestos⁵.

Estudios realizados en los 80 confirmaron que la temperatura del líquido de diálisis baja: 34-35,4° C, mejoraba la tolerancia hemodinámica y cardiovascular a la sesión de hemodiálisis (diálisis fría) comparados con aquellos a los que se les subía la temperatura del líquido de diálisis a 37° C o más⁶⁻¹¹. Otros autores demostraron que el uso de temperatura del líquido de diálisis alta se acompañaba de hipotensiones sintomáticas en pacientes predispuestos¹²⁻¹⁶.

Por lo tanto, se aconsejan temperaturas más bajas para mejorar la tolerancia a las sesiones de diálisis. Es necesario disminuir la temperatura del líquido de diálisis y la temperatura de retorno para favorecer la pérdida de calor durante la diálisis y permitir conservar constante la temperatura corporal. Pero, el mayor inconveniente de esta «diálisis fría» es la intolerancia del paciente por la pérdida de temperatura^{9,17}. Recientemente, se ha propuesto que la diálisis isotérmica realizada con un monitor no invasivo de control de la temperatura del líquido de diálisis mejora la tolerancia al tratamiento, ya que evita el aumento de temperatura que se produce con la hemodiálisis a temperatura constante^{5,18}. Además, con este procedimiento se mantendría estable la temperatura corporal conservando los beneficios hemodinámicos de la diálisis fría pero sin los efectos secundarios a la hipotermia. Las ventajas teóricas son evidentes, pero no existen estudios comparativos entre una técnica u otra para demostrar la estabilidad cardiovascular de los pacientes.

Presentamos el siguiente estudio donde se compara la tolerancia a la sesión de diálisis utilizando la diálisis isotérmica mediante monitor de temperatura

con la diálisis estándar disminuyendo la temperatura del baño de diálisis.

PACIENTES Y MÉTODOS

Los objetivos del presente estudio fueron:

1. Comparar si manteniendo al paciente isotérmico controlado con el módulo BTM (blood temperature monitor, Fresenius 4008H/S) es superior a una manipulación más simple como ajustar la temperatura del líquido de diálisis al inicio de la diálisis a 36° C de forma constante.
2. Identificar el tipo de pacientes objetivo que puede obtener mayor beneficio del módulo BTM en la reducción del número de hipotensiones sintomáticas.
3. Determinar el impacto de los métodos aplicados en el tiempo de intervención de enfermería requerido por una hipotensión y en la reducción del consumo de suero y plasmaexpansores requeridos durante una hipotensión.

La variable de eficacia fue la hipotensión sintomática definida como la disminución de la presión sistólica > 20 mmHg respecto a la basal asociada por lo menos a una de las siguientes: náuseas, vómitos, calambres o sensación de mareo y requiriera intervención médica como parar la UF, cambio en la posición 200 cc. Otras variables \geq del cuerpo, administración de solución salina de recogidas fueron: Tensión arterial sistólica (TAS) prediálisis, Tensión arterial diastólica (TAD) prediálisis, TAD 1ª hora, TAS 2ª hora, TAD 2ª hora, TAS 3ª hora, TAD 3ª hora, TAS 4ª hora, TAD 4ª hora, TAS post-diálisis, TAD post-diálisis, TAS mínima durante la hipotensión (HS), Número de HS mensual, Hora de la ocurrencia de la HS, Volumen de suero salino durante la HS, Volumen de coloides durante la HS, Peso predialítico, Peso postdialítico, UF total, Tiempo efectivo de diálisis, Temperatura líquido diálisis inicial, Temperatura líquido diálisis final, Presencia de fiebre predialítica, Presencia de fiebre intradialítica.

Diseño del estudio

Se realizó un estudio prospectivo en nuestra Unidad. Los criterios de inclusión y exclusión, así como los criterios de abandono del estudio se pueden observar en la tabla I. Los pacientes fueron sometidos a hemodiálisis convencional según su pauta habitual. El estudio se realizó en 3 fases, cada una de 12 sesiones:

1. *Fase screening*. Se reclutaron los pacientes entre aquellos que presentaban un número de sesiones de

hemodiálisis complicadas con hipotensión sintomática > 3/12. Los criterios que definen «hipotensión sintomática» se hallan descritos anteriormente. Se descartó la presencia de anemización grave o complicación cardíaca que justificara estas complicaciones. Perfiles: los pacientes que tenían prescrito algún perfil de Na, se les retiró. Los pacientes que tenían prescrito algún perfil de UF, se les pasó al perfil número 1 (perfil de ultrafiltración decreciente). La temperatura del líquido de diálisis fue de 37° C (predeterminada por la máquina). Ingesta de alimentos permitida.

2. *Fase 1. Ajuste manual*: en las siguientes 12 sesiones se procedió a ajustar la temperatura del líquido de diálisis a 36° C de forma constante. Se tomó la temperatura axilar opuesta al brazo donde está la fístula. No se modificaron otros parámetros de la diálisis como el flujo sanguíneo, el tiempo de diálisis o el perfil de ultrafiltración respecto a la fase 1 de *screening*.

3. *Fase 2. BTM*: en las siguientes 12 sesiones se procedió a realizar la sesión de diálisis con el módulo BTM función de control de temperatura. Para descartar la influencia de una temperatura del líquido de diálisis alta, se ajustó al inicio de la sesión la temperatura del líquido de diálisis lo más cercano posible en intervalos de 0,5° C a la temperatura pre-dialítica

Tabla I. Criterios de inclusión, exclusión y abandono

Criterios de inclusión

1. Pacientes en hemodiálisis crónica de más de 3 meses de evolución.
2. Pacientes portadores de una fístula arterio-venosa funcionante.
3. Esquema de diálisis de 3 sesiones semanales de al menos 180 minutos cada una.
4. Presentar durante la fase de *screening* > 3/12 sesiones de diálisis complicadas con hipotensión sintomática.
5. Consentimiento escrito del paciente (aspecto legal).
6. Pacientes >18 años.

Criterios de exclusión

1. Pacientes con insuficiencia cardíaca grave (grados III-IV NYHA).
2. Pacientes con fracción de eyección en el ecocardiograma de < 40%.
3. Pacientes con anemia severa (hematocrito < 30% y/o hemoglobina < 10 g/dL).
4. Pacientes con dificultades en la fístula arterio-venosa y/o que requieran de un catéter central para diálisis y/o unipuntura.
5. Participación en otros estudios.
6. Embarazo, lactancia.
7. Alguna condición psicológica que pueda interferir con la habilidad del paciente a cumplir con éste protocolo de estudio.

Criterios de abandono del estudio

1. Decisión del paciente.
2. Decisión del investigador de retirar un paciente por razones médicas.
3. Desarrollo de unos de los criterios de exclusión.
4. No cumplimiento del paciente con el protocolo del estudio.
5. Finalización de la HD (p.ej., trasplante, cambio de técnica).

Tabla II. Número de hipotensiones por paciente y por fases

	UF medias (l/sesión)	Fase SCRE Nº HS	Fase 1 Nº HS	Fase 2 Nº HS
Caso 1	2,3	5	4	3
Caso 2	3	5	4	3
Caso 3	1,8	4	3	6
Caso 4	2,1	8	0	2
Caso 5	2,3	6	4	3
Caso 6	2,6	3	1	0
Caso 7	1,5	3	1	1
Caso 8	2,6	7	4	4
Caso 9	3,1	4	3	3
Mean		5	2,7	2,8
Desv. St.		1,7	1,6	1,7
		P < 0,001	P < 0,01	P < 0,01

HS = Hipotensión.

del paciente. Esta temperatura la mantuvo la máquina hasta que el BTM iniciaba el control automático aprox. 20-30 min. Se tomó la temperatura axilar opuesta al brazo donde está la fístula. No se modificaron otros parámetros de la diálisis como el flujo sanguíneo, el tiempo de diálisis o el perfil de ultrafiltración respecto a la fase de *screening*.

El estudio se llevó a cabo simultáneamente en todos los pacientes. La fase de *screening* se inició en enero del 2005 y las otras dos fases fueron consecutivas.

Los resultados se expresan en forma de media \pm desviación estándar. La comparación entre los dos grupos se realizó mediante la *t* de Student.

RESULTADOS

El estudio se inició en el 2005 y de los 95 pacientes de la Unidad en aquel momento, 9 cumplieron los objetivos. De ellos, 4 fueron hombres y 5 mujeres. La edad media fue de 64 ± 14 años y llevaban en diálisis una media de 35 ± 30 meses en hemodiálisis. Cinco de los nueve pacientes incluidos eran diabéticos (3 mujeres y 2 hombres). La duración de las diálisis fue de 225 ± 26 minutos por sesión. Durante la fase de *screening* la sustracción media fue del $4 \pm 1\%$ del peso seco, disminuyendo la tensión arterial media desde 99 ± 16 a 80 ± 16 mmHg ($p < 0,001$) y presentando hipotensión sintomática en $5,0 \pm 1,7$ sesiones de 12. La temperatura del líquido de diálisis en esta fase fue de 37°C (la temperatura estándar pautada, por defecto, por la máquina de diálisis: Fresenius 4008S). En la tabla II podemos observar el número de hipotensiones de los pacientes según las fases del estudio. En la fase 1 del estudio (temperatura del líquido constante a 36°C), la temperatura corporal media al final de la sesión de diálisis fue de $36,3 \pm 0,5$ y la diferencia respecto a la temperatura cor-

poral detectada en los pacientes al inicio de la sesión no fue significativa. En esta fase, se objetivó una reducción del número de sesiones complicadas con hipotensión sintomática ($5,0 \pm 1,7$ versus $2,7 \pm 1,6$; $p < 0,01$). En la siguiente fase (fase 2: fase BTM), se observó también una reducción del número de hipotensiones ($5,0 \pm 1,7$ versus $2,8 \pm 1,7$; $p < 0,01$). No hubo diferencias respecto a la frecuencia cardíaca entre una fase y otra, y tampoco respecto a la ultrafiltración media que requirió cada paciente. Tanto las proteínas totales como el hematocrito permanecieron estables a lo largo del estudio en todos los pacientes.

Se analizó también la recirculación del acceso vascular de los pacientes mediante el mismo monitor y ésta fue de $10,6 \pm 1,8\%$.

DISCUSIÓN

Es bien conocido que la opción de bajar la temperatura del baño de diálisis a una temperatura constante puede ser una práctica imprecisa, ya que entre pacientes existen variaciones sustanciales en la temperatura corporal que pueden llegar hasta 2°C . En nuestro trabajo, los resultados utilizando una técnica u otra son similares y las dos opciones son válidas para conseguir una mejor estabilidad hemodinámica. Probablemente el tamaño de la muestra y las estrictas limitaciones en los criterios de inclusión y exclusión no nos permitieron apreciar las diferencias térmicas interpacientes.

La temperatura inicial en la fase de *screening* fue la estándar de 37°C , asumiendo que es la temperatura corporal fisiológica. Pero esta asunción es errónea ya que por un lado, la temperatura intersujeto es variable y por otro, la temperatura prediálisis de los pacientes suele ser más baja y ronda los 36°C - $36,5^\circ\text{C}$ ¹⁹.

En anteriores estudios, uno de los problemas de la diálisis fría era la pobre tolerancia por los pacientes⁹

Todos nuestros pacientes toleraron bien la bajada de temperatura a 36° C de la fase 1. Suponemos que esta buena tolerancia fue debida a que utilizamos una temperatura del baño de diálisis no tan baja como la utilizada en otros trabajos, 35-35,5° C²⁰.

Diferencias mínimas en la temperatura corporal de apenas 0,3-0,8° C son concebidas como diferentes para distintos pacientes²¹. Aunque debemos tener en cuenta que la «diálisis fría» puede tener efectos deletéreos especialmente en aquellos pacientes con una pobre función miocárdica²²⁻²³, tan sólo pequeñas diferencias en las temperaturas corporales de nuestros pacientes, producidas al bajar la temperatura del líquido de diálisis, son capaces de obtener efectos beneficiosos en detrimento de los efectos nocivos de la hipotermia²⁴. Esto muestra la necesidad de ser muy precisos a la hora de medir la temperatura corporal e individualizar la temperatura del líquido de diálisis que pautamos.

Para evitar los cambios en la temperatura corporal relacionados con el circuito de la diálisis por sí misma, la sangre debería tener en la línea de retorno al menos la misma temperatura de la línea arterial o de salida. Maggiore y cols.²⁵ utilizó en su estudio un sistema de feedback que permitía retirar el calor corporal acumulado durante la sesión de diálisis. Este efecto lo conseguía con el BTM de Fresenius, el mismo que utilizamos nosotros en la fase 2, que actúa produciendo cambios en la temperatura del dializado mucho más gradual que la utilizada en previos estudios y que llega a su temperatura nadir al final de la sesión de diálisis, cuando los episodios hipotensivos son más frecuentes. Es por ello que creemos que los monitores de temperatura arteriales y venosos ofrecen una buena opción para mejorar la calidad de las diálisis.

Podemos concluir diciendo que la hipotensión sintomática del paciente en hemodiálisis se puede mejorar variando la temperatura del dializado. Tanto la reducción de la temperatura del líquido a 36° C como la utilización del módulo BTM se han mostrado eficaces. Se necesitaría un mayor tamaño muestral en estudios posteriores para una revisión más extensa del tema.

BIBLIOGRAFÍA

- Schneditz D, Levin NW: Keep your temper: how to avoid heat accumulation in haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 6: 7-9, 2001.
- Ikizler TA, Wingard RL, Sun M, Harvell J, Parker RA, Hakim RM: Increased energy expenditure in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 7: 2646-53, 1996.
- Gotch FA, Keen ML, Yarian SR: An analysis of thermal regulation in hemodialysis with one and three compartment models. *ASAIO Trans* 35: 622-4, 1989.
- Rosales LM, Schneditz D, Morris AT, Rahmati S, Levin NW: Isothermic hemodialysis and ultrafiltration. *Am J Kidney Dis* 36: 353-61, 2000.
- Passlick-Deetgen J, Bedenbender-Stoll E: Why thermosensing? A primer on thermoregulation. *Nephrol Dial Transplant* 20: 1784-9, 2005.
- Maggiore Q, Pizzarelli F, Sisca S, Catalano C, Del.no D: Vascular stability and heat in dialysis patients. *Contrib Nephrol* 41: 398-402, 1984.
- Coli U, Landini S, Lucatello S y cols.: Cold as cardiovascular stabilizing factor in hemodialysis: hemodynamic evaluation. *Trans Am Soc Artif Organs* 29: 71-75, 1983.
- Mahida BH, Dumler F, Zasuwa G, Fleig G, Levin NW: Effect of cooled dialysate on serum catecholamines and blood pressure stability. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 29: 384-389, 1983.
- Sherman RA, Faustino EF, Bernholc AS, Eisinger RP: Effect of variations in dialysate temperature on blood pressure during hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 4: 66-68, 1984.
- Sherman RA, Rubin MP, Cody RP, Eisinger RP: Amelioration of hemodialysis-associated hypotension by the use of cool dialysate. *Am J Kidney Dis* 5: 124-127, 1985.
- Lindholm T, Thysell H, Yamamoto Y, Forsberg B, Gullberg CA: Temperature and vascular stability in hemodialysis. *Nephrol* 39: 130-131, 1985.
- Maggiore Q, Pizzarelli F, Sisca S y cols.: Blood temperature and vascular stability during hemodialysis and hemofiltration. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 28: 523-527, 1982.
- Jost CMT, Agarwal R, Khair-El Din T, Grayburn PA, Víctor RG, Henrich WL: Effects of cooler temperature dialysate on hemodialysis stability in «problem» dialysis patients. *Kidney Int* 44: 606-612, 1993.
- Maggiore Q, Dattolo P, Piacenti M y cols.: A pathophysiologic overview of dialysis hypotension. *Contrib Nephrol* 119: 182-188, 1996.
- Levin NW, Morris AT, Lavarias VA y cols.: Effects of body core temperature reduction on hemodynamic stability and hemodialysis efficacy at constant ultrafiltration. *Nephrol Dial Transplant* 11(Supl. 2): S31-S34, 1996.
- Schneditz D, Martin K, Kraemer M, Kenner T, Skrabal F: Effect of controlled extracorporeal blood cooling on ultrafiltration-induced blood volume changes during hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 8: 956-96, 1997.
- Teruel JL: Hemodiálisis y Termoregulación. *Nefrología* 26(4): 415-418, 2006.
- Teruel JL, Martins J, Merino JL y cols.: Temperatura del baño y tolerancia a la hemodiálisis. *Nefrología* 26(4): 461-468, 1996.
- Fine A, Penner B: The protective effect of cool dialysate is dependent on patients predialysis temperature. *Am J Kidney Dis* 28: 262-265, 1996.
- Marcén R, Quereda C, Orofino L y cols.: Hemodialysis with lowtemperature dialysate: a long-term experience. *Nephrol* 49: 29-32, 1988.
- Pérgola PE, Habiba NM, Johnson JM: Body temperature regulation during hemodialysis in long-term patients: is it time to change dialysate temperature prescription? *Am J Kidney Dis* 44: 155-65, 2004.
- Rosales L, Schneditz D, Morris A, Rahmati S, Levin N: Isothermic hemodialysis and ultrafiltration. *Am J Kidney Dis* 36: 353-361, 2000.
- Brengelmann GL, Savage MV: Temperature regulation in the neutral zone. *Ann N Y Acad Sci* 813: 39-50, 1997.
- Cheng C, Matsukawa T, Sessler D y cols.: Increasing mean skin temperature linearly reduces the core temperature thresholds for vasoconstriction and shivering in humans. *Anesthesiology* 82: 1160-1168, 1995.
- Maggiore Q, Pizzarelli F, Santoro A, Panzetta G, Bonforte G, Hannedouche T, Álvarez de Lara MA, Tsouras I, Loureiro A, Ponce P, Sulkova S, Van Roost G, Brink H, Kwan J, and the Study Group of Thermal Balance and Vascular Stability: The Effects of Control of Thermal Balance on Vascular Stability in Hemodialysis Patients: results of the European Randomized Clinical Trial. *Am J Kidney Dis* 40: 280-290, 2002.