

Determinación del péptido natriurético cerebral en pacientes sometidos a diferentes técnicas de hemodiafiltración

E. Torregrosa, J. Hernández-Jaras, R. Pons, H. García, C. Calvo, A. Rius, M.A. Fenollosa, J.J. Sánchez, E. Tamarit, I. Rico, T. Carbajo

Servicio de Nefrología. Hospital General de Castellón

Nefrología 2009;29(3):222-227.

RESUMEN

El péptido natriurético cerebral (BNP) es una hormona que se libera a la circulación en respuesta de dilatación ventricular. Sus niveles se correlacionan con la masa del ventrículo izquierdo y con la disfunción ventricular. Los pacientes en diálisis presentan valores elevados a consecuencia de la situación de expansión de volumen y la reducción de su aclaramiento.

Objetivo: analizar los niveles de BNP en pacientes sometidos a diferentes técnicas de hemodiafiltración: *on-line* diaria (HDFOLD), *on-line* (HDFOL) y con bajo volumen convectivo (HDF). Se determinaron las concentraciones séricas pre y postdiálisis de 15 pacientes (cinco de cada grupo) durante ocho semanas. Se efectuaron dos determinaciones, una a principio de semana (período largo) y otra al final de semana (período corto), con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre técnicas y entre períodos. Al comparar los valores globales de BNP prehemodiálisis entre el período corto (BNPpreC) y el largo (BNPpre-L), se objetivaron diferencias significativas. Igualmente, se apreciaron diferencias entre el BNP postdiálisis del período corto y del largo. Asimismo, entre el BNPpre-C vs. BNPpos-C y entre BNPpre-L vs. BNPpos-L. El estudio comparativo entre técnicas mostró diferencias significativas en el período corto entre el BNPpre-C y BNPpos-C de HDFOLD con respecto a las mismas determinaciones en HDF y HDFOL.

Conclusión: aunque la determinación del BNP tiene un potencial limitado para la evaluación del estado de hidratación en los pacientes en hemodiálisis, en este trabajo hemos comprobado que tras la sesión de diálisis se produce un descenso significativo del BNP, tanto en el período corto como en el largo, y que de manera significativa los pacientes del grupo de diaria presentan concentraciones inferiores de BNP, lo que se explicaría por la menor ganancia de peso interdiálisis y la mejor tolerancia hemodinámica a la técnica.

Palabras clave: BNP. Hemodiafiltración *on-line*. Hemodiafiltración en línea diaria.

Correspondencia: Eduardo Torregrosa de Juan
Servicio de Nefrología.
Hospital General de Castellón.
torregrosa_edu@gva.es

ABSTRACT

*IB-type natriuretic peptide is a cardiac neurohormone secreted by the cardiac ventricles in response to ventricular dilatation so plasma BNP level correlate with left ventricular mass and dysfunction. Dialysis patients have much greater levels of BNP due to the volume overload and because of reduced renal clearance. The aim of this study was to measure and compare the BNP levels in three groups of patients who received different hemodiafiltration techniques: Daily on-line hemodiafiltration (HDFOLD), on-line hemodiafiltration (HDFOL) and low convective volume hemodiafiltration (HDF). Fifteen patients were included, five in each group. Pre and postdialysis BNP levels were measured during 8 weeks. The measure was done at the beginning of the week (long period), and at the end (short period), in order to study if there were significant differences between techniques and periods. We found significant differences between predialysis BNP levels in the short period (BNPpreC) and the long period (BNPpre-L). We also found significant differences with the postdialysis BNP in both periods; BNPpre-L vs. BNPpos-L (1069±1031 vs. 612 ± 540). After comparing the three techniques the study showed significant differences between BNPpreC in HDF and HDFOL compared with HDFOLD. And also after dialysis between BNPpos-C in HDFOLD compared with the other techniques. **Conclusion:** Although previous papers have shown that BNP levels have limited potential for assessment of hydration in hemodialysis patients, in this study our data demonstrate that after dialysis BNP levels decline in a significant way in the long and short period and we have found that patients on daily hemodialysis show lower BNP levels, and maybe this could be explained because daily on-line haemodiafiltration patients had lower weight rise between dialysis sessions and also better haemodynamic tolerance.*

Key words: BNP. Hemodiafiltration. Daily on-line hemodiafiltration

INTRODUCCIÓN

La mortalidad de los pacientes afectos de enfermedad renal crónica terminal está determinada fundamentalmente por en-

fermedades cardiovasculares. La insuficiencia cardíaca es altamente prevalente en los pacientes en hemodiálisis. Recientemente, se han descubierto diferentes subtipos de péptidos natriuréticos que sirven como marcadores diagnósticos de insuficiencia cardíaca y como factores pronósticos de mortalidad. Se pueden distinguir dos subtipos: el atrial (ANP) y el tipo B (BNP), que es secretado fundamentalmente por los cardiomiocitos. El BNP se libera a la circulación en respuesta a la dilatación ventricular y a la sobrecarga de presión. El BNP provoca natriuresis, vasodilatación, inhibición del sistema renina-angiotensina y de la actividad del sistema nervioso simpático. La principal fuente de producción de BNP son los ventrículos.¹ La concentración plasmática se correlaciona con la masa del Ventrículo Izquierdo (VI) y con su disfunción, que es muy prevalente en los pacientes en Hemodiálisis (HD). También se ha visto relacionada de manera estrecha con la presión de relleno cardíaco y con el volumen atrial. Algunos trabajos previos sugerían la posible utilidad de la concentración de BNP como marcador de sobrecarga de volumen y disfunción del VI de los pacientes en diálisis. Sin embargo, todavía no queda clara su posible utilidad con este fin.¹ Además de por filtrado glomerular, el BNP se elimina del plasma a través de receptores de péptidos natriuréticos y degradado por medio de endopeptidasas.²

La concentración de BNP está incrementada en los pacientes en hemodiálisis.³ Tras la sesión de hemodiálisis, se produce una reducción significativa en la concentración sérica de BNP. La reducción podría explicarse por una disminución en la producción de BNP causada por una reducción del volumen plasmático, por su eliminación por hemodiálisis o por ambos factores.^{2,4}

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo ha sido analizar y comparar la concentración sérica de BNP en tres grupos de pacientes urémicos dializados con diferentes técnicas de hemodiafiltración con el fin de estudiar la influencia de la ganancia de peso sobre la concentración de BNP y de las diferentes modalidades de hemodiafiltración.

- Hemodiafiltración en línea tres veces por semana (HDFOL).
- Hemodiafiltración (HDF).
- Hemodiafiltración en línea diaria (HDFOLd seis veces por semana).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron en el estudio 15 pacientes estables en programa de hemodiálisis durante más de seis meses, con un peso seco constante durante más de un mes.

Criterios de exclusión

Se excluyeron aquellos que presentaban una insuficiencia cardíaca estadio III o IV, intensa malnutrición, o aquellos que habían precisado un ajuste del peso seco en el último mes como consecuencia de presentar edemas o disnea. Se decidió no excluir a los pacientes con enfermedad coronaria, ya que aunque su existencia provoca elevación de los de BNP, su prevalencia era similar en los tres grupos.

Extracción de las muestras

Las muestras de sangre se recogieron durante ocho semanas consecutivas entre marzo y abril de 2007. Las extracciones se realizaron a principio (período largo; lunes o martes) y final de semana (período corto; viernes o sábado). Se extrajeron 20-25 ml de sangre de la rama arterial del paciente en tubos anticoagulados con EDTA, antes e inmediatamente después de la sesión de diálisis. Todas las muestras fueron centrifugadas inmediatamente, almacenadas a -70 °C y analizadas a la misma vez.

VARIABLES ESTUDIADAS

Se midió la concentración de BNP en cada una de las muestras empleando el Kit de Bayer ADVIA Centaur.

Se determinó la concentración de troponina I antes y después de la sesión de hemodiálisis tanto en el período largo como el corto (troponina pre-L; troponina pos-L; troponina pre-C; troponina pos-C). Y los habituales parámetros de hemodiálisis: KtVe, KT, eKR, albúmina y hemoglobina.

Se registró la presión arterial sistólica, diastólica, media y de pulso, antes y después de la diálisis en ambos períodos (PAS pre-L; PASpos-L; PADpre-L; PADpos-L; PASpreC; PASpos-C; PADpreC; PADpos-C). Se midió la ganancia y la pérdida de peso en ambos períodos.

En todos los grupos, la modalidad de hemodiafiltración era posdilucional.

La composición del líquido de diálisis era la siguiente: sodio 140 meq/l, potasio 3 meq/l, calcio 3 meq/l, magnesio 1,5 meq/l, cloro 117 meq/l, bicarbonato 30 meq/l y ácido acético 2 meq/l.

Análisis estadístico

Los resultados se han expresado como la media aritmética \pm desviación típica. Se han empleado la t de Student y la prueba de Kruskal-Wallis. Para el análisis de la correlación, se

empleó el método de Pearson. Se ha considerado estadísticamente significativa una $p < 0,05$.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra las principales características de cada uno de los pacientes incluidos en el estudio.

Los pacientes en el grupo de HDFOLD se dializaban seis veces por semana, un promedio de 138 ± 7 minutos por sesión. Tenían una edad media de 71 años y llevaban en hemodiálisis un promedio de 10 ± 5 años. Los dializadores empleados eran polisulfonas de alta permeabilidad de $1,88 \text{ m}^2$ en cuatro de los pacientes de HDF OLD y de 2 m^2 en uno de ellos.

Los pacientes de HDFOL se dializaban tres veces por semana un promedio de 261 ± 10 minutos por sesión. La edad promedio de estos pacientes era de 73 ± 5 años y llevaban en hemodiálisis 8 ± 4 años. Todos ellos se dializaban con polisulfonas de alta permeabilidad de 2 m^2 .

Por su parte, los pacientes del grupo de HDF también se dializaban tres veces por semana, 267 ± 15 minutos por sesión. La edad promedio era de 76 ± 8 y llevaban en hemodiálisis un promedio de 5 ± 4 años. Los dializadores empleados también eran polisulfonas de alta permeabilidad de 2 m^2 .

No se encontraron diferencias significativas entre grupos en cuanto a la edad de los pacientes ni el tiempo en diálisis.

Globalmente, la concentración sérica de BNP prehemodiálisis en el período corto fue de $770,45 \pm 792 \text{ pg/ml}$, y en el período largo de $1.068 \pm 1.031 \text{ pg/ml}$, siendo las diferencias entre ambos períodos significativas $p < 0,05$. Tras la sesión de hemodiálisis, la concentración de BNP se redujo de manera significativa en ambos períodos; BNP pos-C: 473 ± 460 vs. BNPpos-L: 612 ± 540 , existiendo también diferencias significativas entre períodos (BNP pos-L vs. BNPpos-C) (figura 1).

En el estudio comparativo entre las tres técnicas obtuvimos concentraciones significativamente más bajas en el período corto en el grupo de diaria HDFOLD, tanto antes (BNPpre-C) como después de la sesión de hemodiálisis (BNPpos-C) con respecto a las otras dos técnicas (tabla 2).

Con respecto al período largo, el estudio comparativo entre técnicas únicamente mostró diferencias entre el BNPpos-L de HDFOLD con respecto al mismo de las otras dos técnicas (tabla 2).

El estudio del resto de parámetros analíticos y clínicos se muestra en las tablas 3 y 4.

En el grupo de HDFOLD, la concentración de troponina I no varió significativamente tras la sesión de diálisis en ninguno de los dos períodos.

Las ganancias de peso fueron de $2,2 \pm 0,26 \text{ kg}$ en el período largo y de $0,71 \pm 0,65 \text{ kg}$ en el corto, existiendo diferencias

Tabla 1.

	Edad	Sexo	Tº en HD	Etiología ERC	Dializador	Kuff	EPOC	HVI	IECA/ ARA II/ DIU	C. isq.	Vol. infusión/sesión
HDFOLD											
Pac. 1	75	V	185 me.	Poliquistosis	Polisulf. 1,8	55	NO	Sí	NO	NO	15l
Pac. 2	84	M	55	GMN crónica	Polisulf. 1,8	55	Sí	Sí	NO	NO	15l
Pac. 3	45	V	199	GMN	Polisulf. 2	88	NO	Sí	NO	Sí	15l
Pac. 4	70	V	77	Nefroescl.	Polisulf. 1,8	55	NO	Sí	NO	NO	15l
Pac. 5	86	V	95	Desc.	Polisulf. 1,8	55	Sí	Sí	NO	NO	15l
HDFOL											
Pac. 1	71	V	106 me.	Poliquistosis	Polisulf. 2	88	NO	Sí	NO	NO	27
Pac. 2	59	M	50	Nefroescl. er.	Polisulf. 2	88	NO	Sí	Sí	Sí	24
Pac. 3	79	V	201	GMN crónica	Polisulf. 2	88	Sí	Sí	NO	NO	24
Pac. 4	73	V	73	GMN crónica	Polisulf. 2	88	NO	Sí	NO	NO	27
Pac. 5	83	V	76	Desc.	Polisulf. 2	88	No	Sí	NO	NO	24
HDF											
Pac. 1	60	V	12	GMN Ig A	Polisulf. 2	88	Sí	Sí	NO	NO	9
Pac. 2	81	V	138	Nefroescl.	Polisulf. 2	88	NO	Sí	NO	Sí	12
Pac. 3	76	V	36	Nefroescl.	Polisulf. 2	88	Sí	Sí	NO	Sí	9
Pac. 4	81	V	31	Nefroescl.	Polisulf. 2	88	NO	Sí	NO	NO	12
Pac. 5	81	M	48	Nefroescl.	Polisulf. 2	88	NO	Sí	NO	NO	9

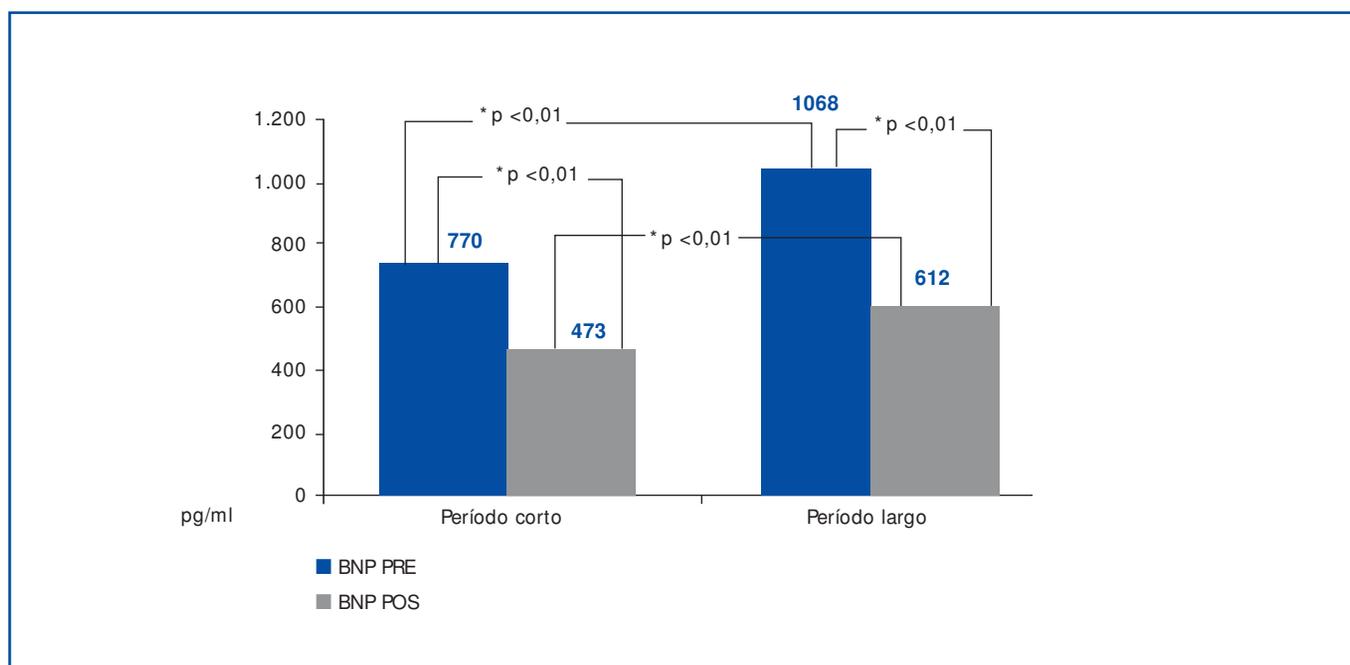


Figura 1. Comparación global BNP pre vs. BNP posdiálisis en período largo y período corto.

Tabla 2. Comparación entre grupos de BNP pre vs. BNP pos en ambos períodos

BNP período corto	HDFold	HDFOL	HDF
Prehemodiálisis	206,1 ± 104* ¹	1.052,5 ± 1122,7	1.053,8 ± 574
Poshemodiálisis	144,1 ± 61* ¹	597,1 ± 610	679,1 ± 394
BNP período largo	HDFold	HDFOL	HDF
Pre-HD	395,4 ± 243	1.458,9 ± 745	1.353,8 ± 593
Pos-HD	236,1 ± 179* ²	744,9 ± 772	856 ± 348

¹ Período corto: diferencias significativas entre el BNPpre y BNPpos del grupo HDFold con respecto a los otros dos grupos (p < 0,05).

*² Período largo: diferencias estadísticamente significativas entre el BNPpos-L de HDFold con respecto al mismo de las otras dos técnicas.

significativas entre ambas (p < 0,01). Asimismo, existían diferencias significativas en las ultrafiltraciones de cada período (largo 1,83 ± 0,77 vs. 1,12 corto).

Con respecto a las determinaciones de presión arterial, se apreciaron diferencias significativas entre presión arterial media del período largo (pre-L) y pos del mismo (pos-L) y entre presión de pulso pre-L y pos-L. La comparación entre períodos también mostró diferencias entre la PAM pre-L vs. PAM pre-C (tabla 3).

La concentración promedio de Hemoglobina (Hb) era de 13,6 ± 1,7, la de albúmina (Alb) de 4,1 ± 0,1, el KtVe obtenido fue de 0,9 ± 0,1, el eKR de 23 ± 1, y el porcentaje de reducción de urea semanal (PRUse) de 382 ± 17.

Los pacientes del grupo de HDF presentaban una ganancia de peso de 2,6 ± 0,8 kg en el período largo y de 1,7 ± 0,53 en el corto, existiendo diferencias significativas entre ambas (p < 0,01). Con respecto a las determinaciones de presión arterial, se apreciaron diferencias significativas entre la presión arterial media del período largo (PAMpre-L) y pos del mismo (pos-L) (p < 0,01); también entre PAMpre-L y PAMpre-C (p < 0,05), así como entre la presión de pulso PPpre-L y PPpos-L y entre la PPpre-L y la PPpre-C (p < 0,01).

Finalmente, los pacientes del grupo de HDFOL presentaban una concentración de troponina I pre y pos-L de 0,04 ± 0,03 y 0,38 ± 0,02, siendo las diferencias significativas (p < 0,05). Las ganancias de peso fueron de 2,5 ± 0,8 kg en el período largo y de 1,7 ± 0,5 en el corto (p < 0,01), y las pérdidas de peso de 2,4 ± 0,6 y 1,9 ± 0,9 en los períodos largo y corto (p < 0,01). Con respecto a las determinaciones de presión arterial, se apreciaron diferencias significativas entre la presión arterial media del período largo (PAMpre-L) y pos del mismo (pos-L) (p < 0,01). También entre PAMpre-L y la PAMpre-C (p < 0,05). No se apreció una diferencia entre el resto de parámetros, incluyendo la presión de pulso.

Al aplicar la ecuación de regresión, se observó una correlación positiva entre la ganancia de peso en el período corto y el BNP pre-C (r = 0,64/p < 0,01).

Con respecto a las dosis de diálisis, lógicamente el grupo de HDFold presentaba valores significativamente mayores de eKR y PRU semanal en comparación con los otros dos grupos (tabla 4).

Tabla 3.

PERÍODO CORTO	HDFOLD	HDFOL	HDF
TROPONINA PRE	0,036 ± 0,08	0,03 ± 0,03	0,06 ± 0,06
TROPONINA POS			
	0,034 ± 0,05	0,023 ± 0,03	0,07 ± 0,06
PAM PRE			
	77,15 ± 11,41*	79,92 ± 16,57*	83,07 ± 16,13*
PAM POS	76,82 ± 9,85	74,87 ± 12,30	77,46 ± 21,52
PRESIÓN DE PULSO PRE	59,72 ± 14,87	58,65 ± 17,27*	60,80 ± 20,80
PRESIÓN DE PULSO POS	58,47 ± 12,42	55,5 ± 20,94	59,29 ± 23,92
GANANCIA DE PESO	0,71 ± 0,65	1,70 ± 0,53*	1,53 ± 0,88
ULTRAFILTRACIÓN	1,12 ± 0,59	1,93 ± 0,71	1,85 ± 0,93
PERÍODO LARGO			
TROPONINA PRE	0,036 ± 0,027	0,04 ± 0,03	0,08 ± 0,07
TROPONINA POS	0,09 ± 0,02	0,038 ± 0,028	0,09 ± 0,09
PAM PRE	84,40 ± 9,44**	83,07 ± 16,75*	88,16 ± 16,42*
PAM POS	75,25 ± 10,95*	74,53 ± 12,14*	82,23 ± 17,22*
PP PRE	64,52 ± 15,88*	63 ± 17*	67,33 ± 27,59
PP POS	55,3 ± 11,84*	59,05 ± 20,45*	61,73 ± 21,96
GANANCIA DE PESO	2,26 ± 0,99	2,59 ± 0,81*	2,71 ± 0,84
ULTRAFILTRACIÓN	1,83 ± 0,77	2,43 ± 0,58	2,55 ± 0,64

Grupo HDFOLD * p <0,05. Diferencias estadísticamente significativas entre: PAMpreL vs. PAMpre-C/PAMpre-L vs. PAMpos-L/PPpre-L vs. PPpos-L
 Grupo HDFOL * p <0,05. Dif. significativas entre PAMpre-L vs. PAM post-L/ PP pre-L vs. PPpost-L/PAMpre-L vs. PAMpre-C/ PPpre-L vs. PPpre-C.
 Grupo HDF * p <0,05. Dif. significativas entre: PAMpre-L vs. PAM post-L/PAMpre-L vs. PAMpre-C.

DISCUSIÓN

Desde hace tiempo se conoce la utilidad de la determinación del BNP para determinar el diagnóstico y el pronóstico de los pacientes afectados de insuficiencia cardíaca.^{5,6} Es por ello que múltiples trabajos previos han intentado demostrar su utilidad en la determinación del estado de hidratación de los pacientes en hemodiálisis.^{1-3,5,7,8} La mayoría de éstos han demostrado que la concentración sérica de BNP se encuentra elevada basalmente en los pacientes en hemodiálisis, debido, por un lado, a que un porcentaje de esta molécula se elimina vía renal y, por otro, a la alta incidencia de disfunción sistólica en los pacientes en diálisis.⁵ Sin embargo, los resultados obtenidos por éstos han sido discrepantes. Mientras que Osa-

jima et al. mostraban una escasa utilidad del BNP como marcador del estado de volumen, debido a la ausencia de correlación entre la reducción de peso y las variaciones de BNP durante la hemodiálisis,⁷ el grupo de Seoung et al. consiguió demostrar la utilidad del BNP en la determinación del estado de hidratación, especialmente de sobrehidratación. En nuestro trabajo, al igual que en el de Sheen et al.,⁵ hemos podido demostrar que, de manera global, tras la sesión de hemodiálisis se produce un descenso significativo en la concentración de BNP.⁵ La reducción en la concentración plasmática de BNP podría atribuirse no sólo a una reducción en la secreción/producción de BNP por la reducción en el volumen plasmático, sino también a la eliminación por diálisis. En este sentido, en aquellas técnicas en las que se aplicaba un mayor volumen de convección (HDFOLD y HDFOL) se apreciaban concentraciones más bajas de BNP posdiálisis, ya que el BNP es una molécula de mediano peso molecular, y que por ello se elimina fundamentalmente por convección.

También objetivamos que las concentraciones de BNP son significativamente mayores prehemodiálisis y poshemodiálisis en el período largo que en el corto (p <0,01).

Al comparar los diferentes grupos de hemodiafiltración, observamos que en el período corto (al final de semana) se producía una reducción significativa en la concentración de BNP en el grupo de HDF y el de diaria, sin observarse cambios sig-

Tabla 4.

	HDFOLD	HDFOL	HDF
HB	13,6 ± 1,7	12,8 ± 0,4	12,1 ± 0,4
ALB	4,1 ± 0,1	4 ± 0,4	3,6 ± 0,4
KTVe	0,9 ± 0,1	1,5 ± 0,2	1,6 ± 0,1
eKR	23 ± 1*	17 ± 2	18 ± 1,7
PRU semanal	382 ± 17.*	239,1 ± 5,1	234 ± 1

* Diferencias estadísticamente significativas entre eKR y PRU semanal del grupo HDFOLD, respecto a los otros dos grupos p <0,01.

nificativos en el período largo. Algo similar a lo observado por Nishikimi et al., que en su trabajo encontraban que los valores de BNP descendían tras la hemodiálisis a mitad de semana, pero no tras la hemodiálisis de principio de semana.⁴ Esto podría deberse a la existencia a principio de semana de un mayor grado de hipervolemia que implica un mayor estímulo para perpetuar la secreción de BNP.

Además, el estudio comparativo entre técnicas mostró diferencias significativas entre el BNPre y BNPos en el período corto entre la HDOL diaria y las otras técnicas; es decir, se apreciaba cómo el grupo de HDFOL diaria presentaba tanto antes como después de la hemodiálisis concentraciones inferiores de BNP. Algo similar a lo objetivado por Odar et al. en su trabajo de 2006, en el que, al someter a un grupo de pacientes a hemodiálisis diaria, se producía un descenso significativo en la concentración de BNP.⁹ Nuestro estudio muestra una correlación positiva entre la ganancia de peso en el período corto y la concentración de BNP-prehemodiálisis en el mismo período. Esto apoyaría la afirmación de que la concentración de BNP antes de la hemodiálisis aporta información sobre el estado de hidratación de estos pacientes, como ya se ha afirmado en otros estudios.¹⁵ Además, objetivamos que a lo largo de la semana se producía un descenso significativo en las concentraciones de BNP, tanto antes como después de la diálisis.

A diferencia de otros trabajos, nuestros pacientes presentaban concentraciones séricas superiores de BNP tanto al principio como al final de la semana, y tanto antes como después de la sesión (período largo: prehemodiálisis: 1.068 ± 1.031 ; poshemodiálisis: 612 ± 540 pg/ml; y período corto: prehemodiálisis: 770 ± 792 pg/ml; poshemodiálisis: 473 ± 460). Estas diferencias podrían explicarse por el hecho de que la edad promedio de los pacientes incluidos en nuestro trabajo era significativamente mayor 73 ± 11 frente a los 64 ± 2 del grupo de Sheen o los 53 ± 15 del trabajo de Lee.

La determinación de troponina I como indicador de riesgo cardiovascular no mostró ningún grado de correlación con las concentraciones séricas de BNP en ninguno de los períodos.

Nuestro estudio presenta limitaciones importantes, como el escaso número de pacientes, la no estratificación de los pacientes de acuerdo con el tratamiento farmacológico que recibían, la falta de aleatorización de los pacientes para su inclusión en los grupos terapéuticos o la no medición de parámetros que estiman el estado de hidratación, como la medición ecográfica del diámetro de la vena cava inferior, por lo que no puede garantizarse que éstos sean iguales en relación con otros parámetros, medidos o no medidos. Tampoco se valoró el grado de hipertrofia ventricular izquierda o la función sistólica de cada uno de los pacientes.

Sin embargo, y pese a estas limitaciones, el trabajo muestra que el BNP nos puede aportar una información adicional sobre el estado de hidratación del paciente en hemodiálisis, y

cómo los pacientes del grupo de hemodiálisis diaria, incluyendo al afecto de cardiopatía isquémica crónica, presentan de manera significativa concentraciones más bajas de BNP, lo que pondría de manifiesto lo ya mostrado en otros trabajos: que esta técnica permite un mejor control de la volemia, un mejor control de la presión arterial, regresión parcial de la hipertrofia ventricular izquierda, y todo ello con una mejor tolerancia a la sesión de hemodiálisis.¹⁰⁻¹²

BIBLIOGRAFÍA

1. Seoung Woo Lee, Joon Ho Song, Gyeong A. Kim, Hee Jung Lim, and Moon-Jae Kim. Plasma Brain Natriuretic Peptide concentration on assessment of Hydration Status in Hemodialysis Patient. *American Journal of Kidney Diseases* 2003;6:1257-66.
2. Hans Gunther Wahl, Stephanie Graf, Harald Renz, and Winfried Fassbinder. Elimination of the cardiac Natriuretic Peptides B-Type Natriuretic Peptide (BNP) and N-Terminal proBNP by Hemodialysis. *Clinical Chemistry* 2004;6.
3. Naganuma T, Sugimura K, Wada S, Yasumoto R, Sugimura T, Masuda C, et al. The prognostic role of brain natriuretic peptides in hemodialysis patients. *Am J Nephrol* 2002;22:437-44.
4. Nishikimi T, Futoo Y, Tamano K, Takahashi M, Suzuki T, Minami J, et al. Plasma brain natriuretic peptide levels in chronic hemodialysis patients: influence of coronary artery disease. *Am J Kidney Dis* 2001;37:1201-8.
5. Sheen V, Bhalla V, Tulua A, Bhalla M, Weiss D, Chiu A, et al. The use of B-type natriuretic peptide to assess volume status in patients with end-stage renal disease. *American Heart Journal* 2007;153:244-8.
6. Dries DL, Exner DV, Domanski MJ, et al. The prognostic implications of renal insufficiency in asymptomatic and symptomatic patients with left ventricular systolic dysfunction. *J AM Col Cardiol* 2000;35:681-9.
7. Ojasimi A, Okazaki M, Kato H, et al. Clinical significance of natriuretic peptides and cyclic GMP in hemodialysis patients with coronary artery disease. *Am J Nephrol* 2001;21:112-9.
8. Van de Pol AC, Frenken LA, Moret K, Baumgarten R, Van der Sande FM, et al. An evaluation of blood volume changes during ultrafiltration pulses and natriuretic peptides in the assessment of dry weight in hemodialysis patients. *Hemodial Int* 2007;11:51-61.
9. Odar-Cederlöf I, Bjellerup P, Williams A, Blagg CR, Twardowski Z, Ting G, Kjellstrand CM. Daily dialyses decrease plasma levels of BNP, a biomarker of left ventricular dysfunction. *Hemodial Int* 2006;10:394-8.
10. Safley DM, Awad A, Sullivan RA, Sandberg KR, Mourad I, Boulware M, Merhi W, McCullough PA. Changes in B-type natriuretic peptide levels in hemodialysis and the effect of depressed left ventricular function. *Adv Chronic Kidney Dis* 2005;12:117-24.
11. Maduell F, Navarro V, Torregrosa E, Rius A, Dicenta F, et al. Change from three times a week on-line hemodiafiltration to short daily on-line hemodiafiltration. *Kidney International* 2003;64:305-13.
12. Libetta C, Sepe V, Zucchi M, Psacco P, Cosmai L, Meloni F, et al. Intermittent haemodiafiltration in refractory congestive heart failure: BNP and balance of inflammatory cytokines. *Nephrol Dial Transplant* 2007;22:2013-9.