

## Original

# Influencia de la concentración de calcio en el líquido de hemodiálisis sobre el control de la tensión arterial

Jara Ampuero Mencía\*, Almudena Vega, Soraya Abad, Caridad Ruiz Caro, Úrsula Verdalles y Juan Manuel López Gómez

Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historia del artículo:

Recibido el 24 de junio de 2017

Aceptado el 4 de abril de 2018

On-line el 31 de julio de 2018

## Palabras clave:

Calcio

Concentrado

Hemodiálisis

Líquido de diálisis

Tensión arterial

## RESUMEN

**Introducción:** La hipertensión arterial es altamente prevalente en los pacientes en hemodiálisis. Implica un mayor riesgo cardiovascular y es fundamental su control. A pesar de medidas dietéticas, optimización de la pauta de hemodiálisis y tratamiento farmacológico, existe un porcentaje de pacientes en nuestras unidades que continúan hipertensos. Es por ello que nos planteamos que la reducción de calcio en el líquido de diálisis puede ayudar al manejo de los pacientes hipertensos en hemodiálisis.

**Material y métodos:** Se seleccionaron todos los pacientes hipertensos de nuestra unidad de hemodiálisis. Se comprobó estado de normovolemia mediante bioimpedancia espectroscópica y se disminuyó la concentración de calcio del líquido de hemodiálisis a 2,5 mEq/l, con un seguimiento de 12 meses.

**Resultados:** Cumplieron criterios de hipertensión arterial no volumen-dependiente 24 pacientes (edad  $61 \pm 15$  años, varones el 48%, diabetes el 43%). Se observó una disminución significativa en la tensión arterial sistólica y diastólica a los 6 y 12 meses de la reducción de la concentración del calcio de diálisis, sin acompañarse de mayor inestabilidad hemodinámica (tensión arterial sistólica basal  $162 \pm 14$ ; a los 6 meses  $146 \pm 18$ ; a los 12 meses  $141 \pm 21$  mmHg;  $p = 0,001$ ) (tensión arterial diastólica basal  $76 \pm 14$ ; a los 6 meses  $70 \pm 12$ ; a los 12 meses  $65 \pm 11$  mmHg;  $p = 0,005$ ) Existió un aumento de los niveles plasmáticos de PTH de forma no significativa. No se evidenciaron efectos secundarios.

**Conclusiones:** La hemodiálisis con calcio en el líquido de 2,5 mEq/l es una alternativa terapéutica eficaz y segura para el control de hipertensión arterial de difícil manejo en los pacientes de hemodiálisis.

© 2018 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [jara.ampuero@salud.madrid.org](mailto:jara.ampuero@salud.madrid.org) (J. Ampuero Mencía).

<https://doi.org/10.1016/j.nefro.2018.04.008>

0211-6995/© 2018 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Influence of calcium concentration in haemodialysis fluid on blood pressure control

### ABSTRACT

#### Keywords:

Calcium  
Concentrate  
Haemodialysis  
Dialysis fluid  
Hypertension

**Background:** Hypertension is a highly prevalent disorder among patients undergoing haemodialysis. It contributes to greater cardiovascular risk and must be controlled. However, despite dietary measures, haemodialysis regimen optimisation and pharmacological treatment, some patients in our units continue to maintain high blood pressure levels. The objective of the study is to demonstrate that reducing calcium in dialysis fluid can help treat hypertension patients undergoing haemodialysis.

**Material and methods:** We selected all of the hypertensive patients from our haemodialysis unit. We checked their normovolemic status by means of bioimpedance spectroscopy, decreasing the haemodialysis fluid's calcium concentration to 2.5 mEq/l, with a follow-up period of 12 months.

**Results:** A total of 24 patients met the non-volume dependent hypertension criteria (age  $61 \pm 15$  years, males 48%, diabetes 43%). A significant systolic and diastolic blood pressure decrease was observed at 6 and 12 months as a result of reducing the dialysis calcium concentration; this was not accompanied by greater haemodynamic instability (baseline systolic blood pressure:  $162 \pm 14$  mmHg; at 6 months:  $146 \pm 18$  mmHg; at 12 months:  $141 \pm 21$  mmHg;  $P = .001$ ) (baseline diastolic blood pressure:  $76 \pm 14$  mmHg; at 6 months:  $70 \pm 12$  mmHg; at 12 months:  $65 \pm 11$  mmHg;  $P = .005$ ). A non-significant increase in plasma parathyroid hormone levels was also found. No side effects were observed.

**Conclusions:** Adding 2.5 mEq/l of calcium to dialysis fluid is a safe and effective therapeutic alternative to control hard-to-manage hypertension among haemodialysis patients.

© 2018 Sociedad Española de Nefrología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Existe una alta prevalencia de hipertensión arterial (HTA) en los pacientes en hemodiálisis, que varía entre un 56% y un 90% dependiendo de las series<sup>1-5</sup>. La HTA es un importante factor de riesgo de morbimortalidad cardiovascular, siendo los eventos cardiovasculares la principal causa de muerte en la población de diálisis<sup>6,7</sup>.

La patogenia de la HTA en hemodiálisis es multifactorial, pero se relaciona fundamentalmente con la expansión del volumen extracelular (VEC)<sup>8-10</sup>. También influyen otros factores como la activación del sistema renina-angiotensina, del sistema simpático o la menor síntesis de óxido nítrico<sup>11</sup>.

El control del volumen mediante ultrafiltración y ajuste correcto de peso seco, la restricción de sal de la dieta y la reducción de concentración de sodio en el baño de diálisis son el primer paso para el control de la tensión arterial (TA) en estos pacientes. Aun así, y pesar del tratamiento farmacológico, en muchos casos la HTA en hemodiálisis es refractaria.

No existe unanimidad sobre la concentración de calcio en el líquido de diálisis. El empleo de concentración de calcio de 2,5 mEq/l produce un menor balance de calcio que con 3 mEq/l, pudiendo inducir un incremento de PTH, junto con otros efectos tal como un descenso de la TA<sup>12,13</sup>.

Los niveles elevados de calcio se han asociado con la HTA, aunque los mecanismos por los cuales las variaciones de calcio iónico influyen en la TA sistémica independientemente de los cambios de volumen del líquido extracelular y los

electrolitos son poco conocidos. Se han postulado diferentes mecanismos de actuación, entre los que destacan el aumento de la vasoconstricción y de la contractilidad miocárdica<sup>14-17</sup>.

El objetivo de nuestro estudio es analizar el efecto que los cambios de la concentración de calcio del líquido de diálisis ejercen sobre la TA en los pacientes normovolémicos de hemodiálisis, con un seguimiento de 12 meses.

## Material y métodos

### Diseño

Se trata de un estudio prospectivo, de intervención, antes-después de un solo grupo.

### Pacientes

De un total de 75 pacientes mayores de edad prevalentes de la Unidad de Hemodiálisis del Hospital Gregorio Marañón, se seleccionaron todos los pacientes hipertensos no volumen-dependiente, durante un período de reclutamiento de 9 meses. Se definió HTA como cifras de TA prediálisis superiores a 140/90 mmHg en el último mes o necesidad de fármacos antihipertensivos para el control de la TA independientemente de las cifras tensionales. Los pacientes fueron informados del estudio y se obtuvo consentimiento informado por escrito. Los criterios de exclusión fueron la negativa voluntaria a

participar en el estudio y el no cumplir criterios de HTA. Finalmente fueron seleccionados 24 pacientes.

Basalmente, todos los pacientes estaban con un régimen de 3 sesiones semanales de hemodiálisis convencional o hemodiafiltración on-line, de 240 min por sesión, el líquido de diálisis tenía una concentración de 3 mEq/l de calcio y una conductividad de 13,8 mS/cm.

### Recogida de datos

Todos los datos se recogieron basalmente, a los 3, 6 y 12 meses. Las variables fueron las cifras de TA, número de fármacos antihipertensivos, número de episodios de hipotensión arterial en cada sesión de diálisis, ganancia de peso interdiálisis, niveles plasmáticos prediálisis de calcio, fósforo y PTH, y el tratamiento para el control del metabolismo fosfocálcico. La TA prediálisis y la ganancia de peso interdiálisis fueron recogidas como media de los valores obtenidos a lo largo de la semana previa a la recogida. Los episodios de hipotensión arterial intradiálisis recogidos fueron los sintomáticos que precisaron sueroterapia o disminución de la tasa de ultrafiltración durante el mes previo a la recogida de datos.

Para el estudio de la volemia se les realizó una bioimpedancia basal, a los 6 meses y a los 12 meses del estudio, con un monitor de bioimpedancia espectroscópica (BCM<sup>R</sup>, Fresenius Medical Care, Bad Homburg, Alemania). Se recogió la sobrehidratación (OH) y el VEC. La OH es definida como agua no incluida en el tejido magro ni el tejido graso. Se aceptan criterios de normohidratación cuando la relación OH/VEC es menor del 15% antes de la sesión de hemodiálisis, según es definido en la literatura<sup>18,19</sup>. Se comprobó que todos los pacientes incluidos cumplían estos criterios de normohidratación y por tanto se definió que estos pacientes presentaban una HTA no volumen-dependiente.

### Seguimiento

A todos los pacientes seleccionados se les disminuyó la concentración de calcio del líquido de diálisis a 2,5 mEq/l y se mantuvo esta concentración durante todo el seguimiento. Se compararon los datos basales con los recogidos a los 3, a los 6 y a los 12 meses. Las causas de no finalización del estudio fueron recibir un trasplante renal, exitus o necesidad de modificar la concentración de la diálisis por criterio médico, por hipocalcemia o desarrollo de hiperparatiroidismo secundario severo.

### Análisis estadístico

Los datos de las variables cuantitativas se expresan como medias  $\pm$  desviación estándar o medianas  $\pm$  rango intercuartílico según distribución de la variable. Las variables cualitativas se describen como frecuencias. La comparación de las variables se realizó mediante el test de t-student y con pruebas no paramétricas (test de los rangos con signo de Wilcoxon y test de McNemar), según correspondiera la naturaleza de las variables. Se consideró una p estadísticamente significativa con valores menores de 0,05. El análisis estadístico se realizó mediante SPSS V. 17.0. (Chicago, Illinois, EE. UU.)

**Tabla 1 – Características basales de los pacientes hipertensos y no hipertensos (expresado en porcentajes, salvo tiempo en tratamiento renal sustitutivo en mediana y rango intercuartílico y edad en media  $\pm$  desviación estándar)**

	HTA (n=24)	No HTA (n=51)
Sexo (% varón)	47,8	62,7
Edad (años)	61,3 $\pm$ 15,3	61,7 $\pm$ 18,4
DM (%)	43,5	29,4
Tiempo en TRS (años)	4 (1-13)	5 (2-14)
Trasplante previo (%)	47,8	27,5
Etiología de ERC (%)		
Glomerulonefritis	30,4	23,5
Nefropatía diabética	21,7	15,7
Enfermedad poliquística	13	3,9
Vascular	8,7	7,8
No filiada	8,7	21,6
Intersticial	4,3	7,8
Otros	4,3	19,7
Fármacos antihipertensivos (%)		
0	21,7	100
1	21,7	
2	30,4	
3 o más	26,1	
Grupo de fármacos (%)		
Betabloqueantes	56,5	
Bloqueantes SRAA	47,7	
Antagonistas del calcio	26,1	
Nitratos	21,7	

DM: diabetes mellitus; ERC: enfermedad renal crónica; SRAA: sistema renina-angiotensina-aldosterona; TRS: terapia renal sustitutiva.

## Resultados

De los 75 pacientes prevalentes de la Unidad de Hemodiálisis cumplieron criterios para iniciar el estudio 24, lo que supone un 32% de HTA en nuestra Unidad de Hemodiálisis.

Las características basales de los 24 pacientes hipertensos y de los 51 pacientes no hipertensos de la unidad de hemodiálisis se describen en la [tabla 1](#).

A lo largo de los 12 meses de seguimiento, del total de los 24 pacientes hipertensos, 23 fueron estudiados a los 6 meses y 18 terminaron el seguimiento completo al año. Las causas de exclusión fueron 3 trasplantes, un exitus por accidente cerebrovascular y a 2 pacientes se les modificó el líquido de diálisis a calcio de 3 mEq/l por decisión de su médico responsable al presentar hipocalcemia e hiperparatiroidismo secundario severo.

En el grupo de HTA, la media inicial de TA sistólica prediálisis fue 162,0  $\pm$  14,9 mmHg y la media de TA diastólica 76,7  $\pm$  14,7 mmHg. La TA sistólica y diastólica disminuyeron de forma significativa a los 12 meses de seguimiento. Esto se acompaña de una estabilidad del peso seco y de una reducción no estadísticamente significativa del número de fármacos antihipertensivos ([tabla 2](#)).

Analizando los datos obtenidos por bioimpedancia, todos los pacientes hipertensos estaban normovolémicos con una media de la relación OH/VEC prediálisis basal de 4,3  $\pm$  3,7%. A lo largo del estudio no hay cambios significativos en el estado

**Tabla 2 – Comparación de cifras de TA, peso seco y fármacos antihipertensivos, en el momento basal, a los 3, 6 y 12 meses**

	Basal n = 24	3 meses n = 24	p <sup>*</sup>	6 meses n = 23	p <sup>**</sup>	12 meses n = 18	p <sup>***</sup>
TAs (mmHg)	162 ± 14	146 ± 18	0,001	146 ± 15	<0,001	141 ± 21	<0,001
TAd (mmHg)	76 ± 14	71 ± 14	0,07	70 ± 12	0,003	65 ± 11	0,005
Peso seco (kg)	56 ± 10	56 ± 10	0,89	56 ± 10	0,57	56 ± 9	0,44
Fármacos (n.º) <sup>a</sup>	2 (1-3)	1 (1-2)	0,09	1 (0,75-2)	0,34	1 (0-2)	0,36

TA: tensión arterial; TAd: tensión arterial diastólica; TAs: tensión arterial sistólica.

<sup>a</sup> Expresado como mediana y rango intercuartílico.

\* Valor de p entre basal y 3 meses.

\*\* Valor de p entre basal y 6 meses.

\*\*\* Valor de p entre basal y 12 meses.

**Tabla 3 – Comparación de relación OH/VEC medida por BIS y ganancia de peso interdiálisis, en el momento basal, 6 y 12 meses**

	Basal n = 24	6 meses n = 23	p <sup>*</sup>	12 meses n = 18	p <sup>**</sup>
OH/VEC (%)	4,3 ± 3,7	3,8 ± 3,2	0,3	4,2 ± 5,3	0,3
GPID (litros)	1,8 ± 0,9	1,7 ± 0,6	0,7	1,9 ± 0,8	0,6

GPID: ganancia de peso interdiálisis; OH/VEC: cociente entre sobrehidratación y volumen extracelular.

\* Valor de p entre basal y 6 meses.

\*\* valor de p entre basal y 12 meses.

de hidratación ni en la ganancia de peso interdiálisis en los pacientes hipertensos (tabla 3). Se compararon los datos basales de los pacientes hipertensos con los obtenidos en los 51 pacientes no hipertensos y no se encontraron diferencias significativas en cuanto al estado de hidratación ni la ganancia de peso interdiálisis (tabla 4).

La tabla 5 muestra los datos analíticos del metabolismo fosfocálcico de los pacientes hipertensos y su tratamiento durante los 6 meses. No existen cambios significativos en los niveles plasmáticos de calcio y fósforo a lo largo del estudio. Los niveles de PTH aumentan a lo largo de los 6 meses con diálisis con calcio de 2,5 mEq/l, aunque no de forma estadísticamente significativa. Basalmente 4 pacientes (16,7%) estaban en tratamiento con calcitriol y el mismo porcentaje recibían cinacalcet; 13 pacientes (54,2%) precisaban quelantes cálcicos y 10 (41,7%) quelantes no cálcicos. No hubo diferencias significativas en la ingesta de calcio, ni en las dosis de calcitriol y cinacalcet a lo largo del estudio.

No se encontró una mayor inestabilidad hemodinámica intradiálisis con hemodiálisis con calcio de 2,5 mEq/l, ni en porcentaje de hipotensiones (p=1) ni en número (p=0,7). Siete pacientes (29,2%) presentaron al menos un episodio de

hipotensión arterial sintomática intradiálisis a lo largo de un mes cuando se dializaban con Ca 3 mEq/l, en número de 1 (12,5%), 2 (12,5%) y 3 o más (4,2%). El mismo porcentaje también tuvieron al menos una hipotensión arterial intradiálisis mientras se dializaban con Ca 2,5 mEq/l, en número de 1 (16,7%), 2 (8,3%) y 3 o más (4,2%).

De los 18 pacientes que finalizan el estudio, 10 consiguen los objetivos de TA prediálisis inferior a 140/90 mmHg, aunque la mayoría de ellos sigue precisando algún fármaco antihipertensivo.

## Discusión

En nuestro estudio, la disminución de concentración de calcio en pacientes de hemodiálisis es capaz de reducir las cifras de TA en los pacientes con HTA no volumen-dependiente sin cambios en la estabilidad hemodinámica intradiálisis, aunque con una tendencia no significativa al aumento de los niveles de PTH.

La HTA es un problema frecuente y relevante en los pacientes en hemodiálisis. Implica un mayor riesgo cardiovascular

**Tabla 4 – Comparación de la relación OH/VEC y ganancia de peso interdiálisis entre los pacientes hipertensos y no hipertensos en el momento basal y a los 12 meses**

	Hipertensos basal n = 24	No hipertensos basal n = 51	p <sup>*</sup>	Hipertensos 12 meses n = 18	No hipertensos 12 meses n = 51	p <sup>**</sup>
OH/VEC (%)	4,3 ± 3,7	4,6 ± 4,3	0,8	4,2 ± 5,3	3,6 ± 4,3	0,7
GPID (litros)	1,8 ± 0,9	2 ± 0,9	0,2	1,9 ± 0,8	2,1 ± 0,8	0,2

GPID: ganancia de peso interdiálisis; OH/VEC: cociente entre sobrehidratación y volumen extracelular.

\* Valor de p entre pacientes hipertensos y no hipertensos.

\*\* Valor de p entre basal y 12 meses.

**Tabla 5 – Datos basales del metabolismo fosfocálcico y comparación de las cifras de calcio, fósforo y PTH y del tratamiento para control del hiperparatiroidismo secundario, con los 3, 6 y 12 meses**

	Basal n = 24	3 meses n = 24	p <sup>*</sup>	6 meses n = 23	p <sup>**</sup>	12 meses n = 18	p <sup>***</sup>
Calcio (mg/dl)	8,6 ± 0,6	8,3 ± 0,8	0,09	8,4 ± 0,7	0,1	8,3 ± 0,8	0,06
Fósforo (mg/dl)	4,2 ± 1,6	4,6 ± 1,3	0,2	4,7 ± 1,4	0,1	4,5 ± 1,3	0,5
PTH (ng/l) <sup>a</sup>	283,5 (128-497)	345,5 (165-433)	0,2	515 (134-718)	0,07	341 (211-781)	0,2
Calcitriol (mcg/sem)	0,94 ± 0,5	0,65 ± 0,14	0,4	0,82 ± 0,3	0,8	0,87 ± 0,5	0,6
n	4 (16%)	5 (20%)		7 (30%)		6 (33%)	
Cinacalcet (mg/día)	63,75 ± 35	63,75 ± 35	1	57,50 ± 40	0,3	62,5 ± 42,8	0,1
n	4 (16%)	4 (16%)		6 (26%)		6 (33%)	
Carbonato cálcico (mg calcio/día)	1.153 ± 427	1.250 ± 470	0,3	1.307 ± 662	0,4	1.687 ± 1330	0,2
n	13 (54%)	14 (58%)		13 (56%)		8 (44%)	

<sup>a</sup> Expresado como mediana y rango intercuartílico.

\* Valor de p entre basal y 3 meses.

\*\* Valor de p entre basal y 6 meses.

\*\*\* Valor de p entre basal y 12 meses.

Los valores medios de cinacalcet, calcitriol y carbonato cálcico se refieren solamente a los pacientes que los tomaban, representando la n el tamaño muestral en cada momento del estudio

y es de difícil manejo<sup>6,7</sup>. En estos pacientes, la HTA es fundamentalmente volumen-dependiente, de ahí que el primer paso a realizar sea el ajuste correcto del peso seco<sup>8-10</sup>. Para ello además de la clínica, contamos actualmente con una ayuda fundamental como es la bioimpedancia, que permite la determinación cuantitativa del estado de hidratación<sup>20,21</sup>.

Es de destacar que la prevalencia inicial de HTA en nuestra Unidad de Hemodiálisis (32%) es muy baja respecto a otras series, en donde se observa una prevalencia de HTA entre 56-90%<sup>1-5</sup>. Probablemente esto sea debido a un esfuerzo de años y una convicción de la importancia del control del VEC en nuestros pacientes, con restricción de sal en la dieta, con optimización de ultrafiltración, determinando de forma adecuada el peso seco e individualizando la técnica de hemodiálisis.

La conductividad basal por defecto de nuestra unidad es de 13,8 mS/cm. La disminución o la individualización de sodio en el líquido de diálisis reduce la sed, la ganancia de peso interdiálisis y la TA<sup>22</sup>.

A pesar de los consejos dietéticos, el adecuado control del peso seco, de mantener a los pacientes normovolémicos y de individualizar la conductividad del líquido de diálisis, hay un porcentaje de pacientes que continúan hipertensos. En esta situación, nos planteamos analizar el efecto de la reducción de la concentración de calcio del líquido de diálisis sobre la TA, con el fin de aportar otra herramienta en el tratamiento de la HTA en diálisis. Con los datos obtenidos con la realización de una bioimpedancia al inicio del estudio, demostramos que todos los pacientes que incluimos en nuestro estudio estaban en situación de normohidratación. El umbral de corte para la definición de OH lo establecen Wabel et al. en un 15% en relación con el VEC, que representa un exceso aproximado de VEC de 2,5 l<sup>18</sup>. En base a esta división de los pacientes entre normohidratados y sobrehidratados, se realiza un estudio de supervivencia con 269 pacientes prevalentes en hemodiálisis y tras un período de seguimiento de 3,5 años se objetiva que el estado de hidratación es un predictor independiente de mortalidad en los pacientes en hemodiálisis<sup>19</sup>.

A los 12 meses de disminuir la concentración de calcio del líquido de diálisis a 2,5 mEq/l, manteniendo el resto de variables constantes, se objetiva una reducción significativa de la

TA sistólica prediálisis en 20,1 mmHg de media, que ya era evidente al tercer mes de estudio. Sin embargo la reducción de la TA diastólica prediálisis es más paulatina y solo es significativa a partir del sexto mes del estudio, con una disminución de 11,7 mmHg de media a los 12 meses. Estas reducciones de la TA no son consecuencia de un mejor control del estado de hidratación de los pacientes, ya que a lo largo del estudio no se modifica de forma significativa ni el porcentaje de exceso de VEC (OH/VEC), ni el peso seco, ni la ganancia de peso interdiálisis. Además de un mejor control tensional, se observa una tendencia a la reducción del número de fármacos antihipertensivos, aunque no es estadísticamente significativa.

En cuanto a los efectos negativos de la hemodiálisis con calcio bajo, se ha objetivado que el balance negativo de calcio durante la diálisis estimula la secreción de PTH<sup>23,24</sup>. Es importante un estricto control del metabolismo fosfocálcico para evitar una peor evolución del hiperparatiroidismo secundario en estos pacientes. En nuestro estudio, los niveles plasmáticos de fósforo no se modificaron, sin embargo los niveles plasmáticos de calcio disminuyeron discretamente y las cifras de PTH aumentaron, aunque no de forma estadísticamente significativa. No se modificaron significativamente las necesidades de calcio ni de quelantes de fósforo, aunque sí existe una tendencia a aumentar las dosis de carbonato cálcico. Se objetivó que aumentó el número de pacientes que precisaban calcitriol y cinacalcet para el control del hiperparatiroidismo secundario, de tal manera que inicialmente un 16% de los pacientes estaban en tratamiento con calcitriol y un 16% con cinacalcet, y a los 12 meses eran un 33% respectivamente. Si los pacientes se dializan con calcio de 2,5 mEq/l, es importante mantener un estricto control de los niveles plasmáticos de calcio, fósforo y PTH, para ajustar correctamente el tratamiento, de forma que evitemos aumentos innecesarios de PTH. La consecuencia puede ser un aumento de las necesidades de calcio y vitamina D. Entre nuestros pacientes se produce un ligero aumento de la PTH, que, quizá, se podría haber evitado con dosis mayores de suplementos cálcicos o de calcitriol. Otras limitaciones del estudio son que no hemos constatado la pérdida de calcio por transporte convectivo, un número reducido de pacientes y un período corto de seguimiento.

Los efectos de la hemodiálisis con calcio bajo en cuanto a la disminución de contractilidad miocárdica<sup>17,25</sup> supone una contraindicación para los pacientes con enfermedad cardiaca severa y puede condicionar peor tolerancia por hipotensión arterial intradiálisis. En nuestro estudio, donde los pacientes no presentaban enfermedad cardiaca severa, no se objetivó mayor inestabilidad hemodinámica cuando los pacientes se dializaron con calcio de 2,5 mEq/l respecto a su situación basal (Ca 3 mEq/l). La hipotensión arterial intradiálisis se asocia a un aumento de la morbimortalidad.

En resumen, la hemodiálisis con calcio en el líquido de 2,5 mEq/l es una alternativa terapéutica eficaz y segura para el control de HTA no volumen-dependiente en pacientes en hemodiálisis. Sus limitaciones son una estimulación de la secreción de PTH y una disminución de la contractilidad cardiaca, con riesgo de una negativa evolución del hiperparatiroidismo secundario, un aumento de las necesidades de calcio o vitamina D, y mayor riesgo de inestabilidad hemodinámica intradiálisis. Se precisa un estricto control del metabolismo fosfocálcico, y el hiperparatiroidismo secundario severo, la enfermedad cardiaca severa y las arritmias pueden suponer una contraindicación para este tratamiento.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

- Goodkin D, Bragg-Gresham J, Koenig K, Wolfe R, Akiba T, Andreucci V, et al. Association of comorbid conditions and mortality in hemodialysis patients in Europe, Japan, and the United States: The Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *J Am Soc Nephrol*. 2003;14:3270-7.
- DOPPS Annual Report. Hypertension by country 2007 [consultado 1 Abr 2016]. Disponible en: [www.dopps.org](http://www.dopps.org)
- United States Renal Data System. USRDS 2010: Annual Data Report [consultado 1 Abr 2016]. Disponible en: [www.usrds.org](http://www.usrds.org)
- Rocco MV, Yan G, Heyka RJ, Benz R, Cheung AK. Risk factors for hypertension in chronic haemodialysis patients: Baseline data from HEMO study. *Am J Nephrol*. 2001;21:280-8.
- Portolés J, López Gómez JM, Aljama P. Cardiovascular risk in hemodialysis in Spain: Prevalence, management and target results (MAR study). *Nefrologia*. 2005;25:297-306.
- Mazzuchi N, Carbonell E, Fernandez-Cean J. Importance of blood pressure control in hemodialysis patients survival. *Kidney Int*. 2000;58:2147.
- Rajiv, Agarwal. Blood pressure and mortality among hemodialysis patients. *Hypertension*. 2010;55:762-8.
- Wilson J, Shah T, Nissenon AR. Role of sodium and volume in the pathogenesis of hypertension in hemodialysis. *Semin Dial*. 2004;17:260-4.
- Lins RL, Elseviers M, Rogiers P, van Hoeyweghen RJ, de Raedt H, Zachee P, et al. Importance of volume factors in dialysis related hypertension. *Clin Nephrol*. 1997;48:29-33.
- Fagugli RM, Pasini P, Quintaliani G, Pasticci F, Ciao G, Cicconi B, et al. Association between extracellular water, left ventricular mass and hypertension in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2003;18:2332-8.
- Hörl MP, Hörl WH. Hemodialysis associates hypertension: Pathophysiology and therapy. *Am J Kidney Dis*. 2002;33:227-44.
- Gotch F. Pro/Con debate: The calculation on calcium balance in dialysis lowers the dialysate calcium concentrations (pro part). *Nephrol Dial Transplant*. 2009;24:2994-6.
- Drüeke T, Touam M. Pro/Con debate: Calcium balance in haemodialysis-do not lower the dialysate calcium concentration too much (con part). *Nephrol Dial Transplant*. 2009;24:2990-3.
- Fellner SK, Lang RM, Neumann A, Spencer KT, Bushinsky DA, Borow KM. Physiological mechanisms for calcium-induced changes in systemic arterial pressure in stable dialysis patients. *Hypertension*. 1989;13:213-8.
- Katzir Z, Michlin A, Boaz M, Biro A, Smetana S. Antihypertensive effect of low calcium dialysis. *IMAJ*. 2005;7.
- Kyriazis J, Stamatiadis D, Mamouna A. Intradialytic and interdialytic effects of treatment with 1.25 and 1.75 mmol/l of calcium dialysate on arterial compliance in patients on hemodialysis. *Am J Kidney Dis*. 2000;35:1096-103.
- Henrich WL, Hunt JM, Nixon JV. Increased ionized calcium and left ventricular contractility during hemodialysis. *N Engl J Med*. 1984;310:19-23.
- Wabel P, Moissl U, Chamney P, Jirka T, Macheck P, Ponce P, et al. Towards improved cardiovascular management: The necessity of combining blood pressure and fluid overload. *Nephrol Dial Transplant*. 2008;9:2965-71.
- Wizemann V, Wabel P, Chamney P, Zaluska W, Moissl U, Rode C, et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2009;24:1574-9.
- Cigarrán S, Barril G, Bernis C, Cirugeda A, Herraiz I, Selgas R. Evaluación del estado nutricional de los pacientes renales y ajuste del peso seco en pacientes en CAPD y HD: papel de la bioimpedancia. *Electron J Biomed*. 2004;1:16-23.
- Kushner RF, Rixe DM. Bipodal bioelectric impedance analysis reproducibly estimated total body water in haemodialysis patients. *Am J Kidney Diseases*. 2002;39:154-8.
- Santos SF, Peixoto AJ. Revisiting the dialysate sodium prescription as a tool for better blood pressure and interdialytic weight gain management in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2008;3:522-30.
- Yokoyama K, Kagami S, Ohkido I, Kato N, Yamamoto H, Shigematsu T, et al. The negative calcium balance is involved in the stimulation of PTH secretion. *Nephron*. 2002;92:86-90.
- Argiles A, Mion CM. Low-calcium dialysate worsens secondary hyperparathyroidism. *J Am Soc Nephrol*. 1996;7:635-6.
- Van der Sande FM, Cheriex EC, van Kuijk WH, et al. Effect of dialysate calcium concentrations on intradialytic blood pressure course in cardiac-compromised patients. *Am J Kidney Dis*. 1998;32:125-31.