

- injury; case report and literature review. Arch Dis Child. 2003;88:542-4.
3. Lim PS, Chen SL, Tsai CY, Pai MA. *Pantoea peritonitis* in a patient receiving chronic ambulatory peritoneal dialysis. Nephrology. 2006;11:97-9.
  4. Kazancioglu R, Buyukaydin B, Iraz M, Alay M, Erkok R. An unusual cause of peritonitis in peritoneal dialysis patients: *Pantoea agglomerans*. J Infect Dev Ctries. 2014;8:919-22.
  5. Moreiras-Plaza M, Blanco-García R, Romero-Jung P, Feijóo-Piñero D, Fernandez-Fernandez C, Ammari I. *Pantoea agglomerans*: The gardener's peritonitis? Clin Nephrol. 2009;72:159-61.
  6. Segado-Arenasa A, Alonso-Ojembarrenaa A, Lubián-López SP, García-Tapiab AM. *Pantoea agglomerans*: A new pathogen at the neonatal intensive care unit? Arch Argent Pediatr. 2012;110:77-9.
  7. Flores C, Maguilnik I, Hadlich E, Goldani LZ. Microbiology of choledochal bile in patients with choledocholithiasis admitted to a tertiary hospital. J Gastroenterol Hepatol. 2003;18:333-6.

Aránzazu Sastre\*, Jose E. González-Arregoces, Igor Romainoik, Santiago Mariño, Cristina Lucas, Elena Monfá, George Stefan, Benjamin de León y Mario Prieto

Servicio de Nefrología, Complejo Asistencial Universitario de León, León, España

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [aranchasastre@hotmail.com](mailto:aranchasastre@hotmail.com)

(A. Sastre).

0211-6995/© 2016 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/>).  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.nefro.2016.09.006>

## El balance de calcio es menor con un líquido de diálisis con citrato que con acetato

### Calcium mass balance with citrate dialysate is lower than with acetate

Sr. Director:

El tema de cuál es la concentración ideal de calcio en el líquido de diálisis (LD) aparece actualmente en la mayoría de las reuniones sobre diálisis. Con concentraciones de calcio de 1,25 mmol/L, empeora la tolerancia a la hemodiálisis y con concentraciones de calcio de 1,5 mmol/L, el balance positivo de calcio junto a la alcalosis final de la sesión favorecería la calcificación vascular. La forma de abordar el tema suele ser poco certera porque se confunde «balance» con la concentración medida antes y después de la sesión de hemodiálisis y el teórico «gradiente» no medido ni calculado. El motivo de esta carta es intentar aclarar estos conceptos y aportar algunos datos.

La calcemia suele aumentar de forma significativa durante la sesión de hemodiálisis con el LD con acetato y calcio de 1,5 mmol/L, y más si la calcemia inicial es baja<sup>1,2</sup>. Si el acetato es sustituido por citrato en el LD, el aumento de la concentración tanto de calcio total como de iónico durante la sesión de hemodiálisis o de hemodiafiltración en línea (HDF-OL) es menor, o incluso nulo<sup>3-5</sup>. Podría pensarse que usando un LD con 1,5 mmol/L de calcio, el menor aumento de la calcemia al final de la sesión con citrato facilitaría un gradiente positivo de calcio del LD a la sangre, que induciría un balance positivo para el paciente, «calcificándolo», o bien, una segunda posibilidad: interpretar que el menor aumento de la calcemia con citrato es el resultado de un balance menor de calcio, que incluso puede ser negativo.

El trabajo de Steckiph<sup>6</sup> estudia ya el balance de calcio en HDF-OL utilizando un LD con citrato o con acetato, ambos con la misma concentración de calcio. Se trata de un estudio cruzado y aleatorizado en 18 pacientes, en el que se mide el balance de calcio y de citrato, recogiendo todo el LD. La concentración de calcio en el LD en los 2 periodos es la misma: 1,5 mmol/L. El resultado es que el balance medio de calcio al final de una HDF-OL era -274 (260) mg con LD con citrato y de +125 (174) mg con LD con acetato.

¿Cuál es el verdadero gradiente de calcio en el dializador? El gradiente no es igual a lo largo de los capilares del dializador y va cambiando durante la sesión de diálisis. Además, el gradiente se establece en función del calcio difusible, formado por el calcio iónico y el unido a complejos, fundamentalmente con el bicarbonato y el citrato, que existen en el LD y en la sangre.

Con estas premisas, en el caso del LD con citrato, si consideramos un capilar del dializador, la sangre a su entrada y al inicio de la sesión tiene una baja concentración tanto de citrato como de complejos citrato-calcio (fig. 1). Al final del capilar, la concentración de citrato ha pasado de 0,1 a 1 mmol/L y los complejos han aumentado hasta 0,3-0,4 mmol/L<sup>7</sup> gracias al paso de citrato desde el LD. Este calcio que se ha unido al citrato proviene fundamentalmente del unido a la albúmina, pero también del iónico. Al final del dializador, el calcio total difusible en sangre ha aumentado. Esto no sucede con el LD con acetato, que tiene una apetencia mucho menor que el citrato para el calcio.

**Tabla 1 – Concentraciones de calcio total y calcio iónico medidas en el líquido de diálisis a la entrada al dializador**

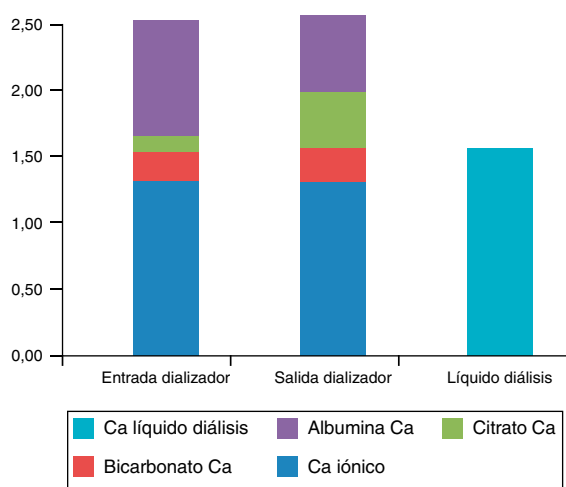
	N.º	Ca <sup>++</sup> (mmol/L) media (DE)	Ca total (mg/dl) media (DE)	Ca teórico en concentrado (mg/dl)	Ca total - Ca teórico (mg/dl)
LD citrato	7	1,05 (0,156)	6,34 (0,097)	6,5	-0,16
LD acetato	13	1,22 (0,102)	5,84 (0,18)	6	-0,16
p		0,04			NS

En 7 ocasiones el LD contiene 1 mmol/L de citrato y 3,25 mEq/L de calcio y en 13, 3 mmol/L de acetato y 3 mEq/L de calcio. Se utilizaron los mismos monitores de diálisis AK200 Us (Baxter®).

Por su parte, la concentración de calcio en el LD es diferente a la teórica, como puede verse en la *tabla 1*, que muestra mediciones directas de calcio en LD. Tanto con citrato como con acetato, la concentración real de calcio total es 0,16 mg/dl o 0,04 mmol/L menor que la teórica. Esto se explica porque en el circuito hidráulico de las máquinas de hemodiálisis siempre existe un cierto grado de microprecipitación, mayor si las concentraciones de bicarbonato y calcio son altas. El LD con citrato tiene una concentración de calcio iónico significativamente inferior, por los complejos calcio-citrato. Por tanto, la mayor concentración del calcio difusible en la sangre y la menor en el LD hacen que con citrato el balance sea menor que con acetato, como demuestran los que lo han medido<sup>6</sup>.

De lo anterior se deduce que conocer los «gradientes» de calcio en la hemodiálisis es difícil. Estudiar las variaciones de la iPTH durante la sesión de diálisis es una forma indirecta de evaluar los cambios en la calcemia. En las publicaciones de LD con citrato<sup>3-5</sup>, incluso con concentraciones de calcio de 1,65 mmol/L, la iPTH aumenta o no cambia, pero esos cambios en la concentración pueden no ser idénticos al balance.

Así, creemos que se deberían hacer balances de calcio recogiendo todo el LD, incluyendo la ultrafiltración. Baxter™



**Figura 1 – Concentraciones de calcio en la sangre (mmol/L) a la entrada del dializador y a la salida, con sus distintos componentes. El calcio iónico más el unido a citrato y bicarbonato forman el calcio difusible en la sangre; todo el calcio del LD es difusible. Se ve como la concentración del calcio difusible en la sangre es mayor que la del LD al final del dializador.**

recomienda incrementar en 0,15 mmol/L la concentración de calcio en el LD con citrato respecto al de acetato si se quiere mantener el mismo balance<sup>7</sup>. Podría ser que el LD con citrato con 1,5 mmol/L fuera una solución intermedia entre el de 1,25 y 1,5 mmol/L con acetato.

## BIBLIOGRAFÍA

- Gonzalez-Parra E, Gonzalez-Casaus ML, Arenas MD, Sainz-Prestel V, Gonzalez-Espinoza L, Muñoz-Rodríguez MA, et al. Individualization of dialysate calcium concentration according to baseline pre-dialysis serum calcium. *Blood Purif.* 2014;38(3-4):224-33.
- Maduell F, Rodríguez N, Arias-Guillén M, Jiménez S, Alemany B, Durán C, et al. Dialysate calcium individualisation: A pending issue. *Nefrología.* 2012;32:579-86.
- Grundström G, Christensson A, Alquist M, Nilsson LG, Segelmark M. Replacement of acetate with citrate in dialysis fluid: A randomized clinical trial of short term safety and fluid biocompatibility. *BMC Nephrology.* 2013;14:216-25.
- De Sequera Ortiz P, Albalate Ramón M, Pérez-García R, Corchete Prats E, Arribas Cobo P, Alcázar Arroyo R, et al. Efecto agudo del baño con citrato sobre la alcalemia posdiálisis. *Nefrología.* 2015;35:164-71.
- Molina Nuñez M, de Alarcón R, Roca S, Álvarez G, Ros MS, Jimeno C, et al. Citrate versus acetate-based dialysate in on-line haemodiafiltration. A prospective cross-over study. *Blood Purif.* 2015;39:181-7.
- Steckiph D, Bertucci A, Petraulo M, Baldini C, Calabrese G, Gonella M. Calcium mass balances in on-line hemodiafiltration using citrate-containing acetate-free and regular dialysis concentrates. Abstract ERA-EDTA Congress. 2013.
- Nilsson LG, Sternby J, Grundström G, Alquist M. Citrate dialysis fluid and calcium mass balance. Abstract ERA-EDTA Congress. 2013.

Rafael Pérez-García, Marta Albalate, Patricia Sequera y Mayra Ortega

Servicio de Nefrología, Hospital Universitario Infanta Leonor, Madrid, España

Correo electrónico: [rperezga@salud.madrid.org](mailto:rperezga@salud.madrid.org)  
(R. Pérez-García).

0211-6995/© 2016 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/>).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.nefro.2016.09.107>