

# GTCIN

## Dialytrauma: ¿Qué es y cómo evitarlo?

Jesús Emilio Barrueco Francioni<sup>1,2,3</sup>, María Dolores Arias Verdú<sup>1,2</sup>, Gemma Seller Pérez<sup>1,2</sup>,  
Manuel Enrique Herrera Gutiérrez<sup>1,2,3</sup>

Hospital Regional Universitario de Málaga, IBIMA Instituto de Investigación Biomédica de  
Málaga, Facultad de Medicina de la Universidad de Málaga



Autor de correspondencia:

Jesús Emilio Barrueco Francioni

Avenida Carlos Haya, S/N

Hospital Regional Universitario de Málaga

Pabellón B. Planta 2

Unidad de Cuidados Intensivos

+34 951291143

[jbarrueco@gmail.com](mailto:jbarrueco@gmail.com)

Los autores no tenemos conflictos de intereses respecto a este manuscrito

SEMICYUC



## Resumen

El término *dialytrauma* se refiere a todas las complicaciones, pérdida de moléculas y transferencias de energía no deseadas derivadas del uso de técnicas de depuración extracorpóreas y su relación intrínseca con la dosis de depuración aplicada.

En este manuscrito revisaremos las complicaciones más frecuentes y veremos algunas pautas para disminuirlo

**Palabras clave:** Lesión renal aguda, Terapia de reemplazo renal, complicaciones

SEMICYUC



## Introducción

Las técnicas de depuración extracorpóreas (TDE) han significado un gran avance en la medicina, permitiendo dar soporte a la homeostasis del cuerpo, así como la eliminación de toxinas y moléculas lesivas a nivel de los compartimentos del agua corporal total.

Sin embargo, todavía la tecnología de estas técnicas no permite seleccionar específicamente cada molécula a depurar.

Pese a los avances en las membranas, en el momento actual tan solo podemos elegir depurar moléculas según su tamaño o propiedades de unión específicas a la membrana sin poder evitar la pérdida de otras moléculas similares.

Esta ausencia de capacidad selectiva hace que durante las TDE se eliminen también moléculas que no deseamos, como micronutrientes, electrolitos, fármacos, carbohidratos, vitaminas, aminoácidos, etc.

Los líquidos de reposición y de diálisis distan de ser perfectos, siendo imposible que su composición sea exactamente la misma que la del agua plasmática a la que se enfrentan.

Todas las moléculas que están en el agua plasmática, pero no en los líquidos de reposición y diálisis, que sean capaces de traspasar la membrana, se pierden o se diluyen cuando entran en contacto ambos compartimentos (el agua plasmática y el líquido de diálisis o reposición). El resultado final es la disminución de las concentraciones de dichas moléculas.

Además, los líquidos de reposición y diálisis utilizan moléculas tampón como el citrato, lactato o bicarbonato que pueden alterar el equilibrio ácido/base según la capacidad de metabolización del paciente, generando *per se* estados de acidosis o alcalosis metabólica.

Por otra parte, el hecho de que la sangre circule por un circuito externo al paciente y el contacto con los líquidos de reposición y diálisis a temperatura ambiente, genera una pérdida de calor que puede ser clínicamente relevante.

A todo ello se suman las complicaciones inherentes a los procesos que permiten realizar la técnica como la canalización de accesos vasculares, necesidad de anticoagulación para mantenimiento del circuito, reacciones anafilácticas por bioincompatibilidad de las membranas, y otros problemas como la alteración de mediciones hemodinámicas por termodilución.

Finalmente, los monitores de TDE permiten realizar un manejo del balance hídrico que también es susceptible de generar problemas por errores en los cálculos.

Así como para la ventilación mecánica se han acuñado los términos de volutrauma, barotrauma, biotrauma como complicaciones derivadas de su uso, un grupo de nefro-intensivistas españoles acuñó el término *dialytrauma* (1).

Este concepto se refiere a todas las complicaciones, pérdida de moléculas y transferencias de energía no deseadas derivadas del uso de TDE.

El *dialytrauma* tiene una relación intrínseca directamente proporcional con la dosis de depuración aplicada, a mayor dosis de depuración habrá mayor dialytrauma y viceversa. De aquí la importancia de la aproximación dinámica de la dosis que desarrollaremos en otro documento.

A continuación pasaremos a ver de forma más específica todas estas complicaciones (2):

### 1) Pérdida de sustancias

- Electrolitos: según ajustemos la composición de los líquidos de reposición y diálisis y la dosis de depuración observaremos pérdidas importantes en especial de aquellos que no formen parte de los líquidos. Es necesario la vigilancia estrecha de electrolitos inicialmente cada 2-6 horas en especial a dosis altas de depuración y luego si permanecen estables espaciar las analíticas cada 12-24 horas.
  - Hipofosfatemia: es la complicación más frecuente ocurriendo hasta en dos tercios de los pacientes y es de vital corregirla por su implicación a múltiples niveles de transferencia energética, funcionamiento enzimático y transporte de oxígeno. Su corrección pasa por aportes parenterales(3).
  - Hipokalemia: ocurre hasta en un 25% de casos(4), es importante agregar potasio en los líquidos de reposición y diálisis hasta el nivel deseado y evitar concentraciones en los líquidos inferiores a 3 mmol/L por seguridad.
  - Hipomagnesemia e hipocalcemia: menos frecuentes pero igual de importantes se corrige fácilmente con aportes parenterales.



- Carbohidratos: la glucosa tiene un coeficiente de cribado cercano a 1. Si la sangre está expuesta a líquidos de reposición y diálisis libres de glucosa habrá una pérdida neta de glucosa en mayor o menor medida según la dosis de depuración. Se ha estudiado aportar glucosa a los líquidos con hallazgos contradictorios. Hasta ahora no se ha demostrado si es necesario la suplementación de estas pérdidas. Paradójicamente, es posible obtener una ganancia neta de calorías cuando se utilizan líquidos con citrato y lactato siendo difíciles de cuantificar. Por todo esto se recomienda mantener la glucemia en rango normal y dietas normocalóricas(5).
- Nitrógeno: hay una elevada pérdida de nitrógeno durante las técnicas de depuración extracorpóreas, por ello no debe restringirse el aporte proteico en las dietas e incluso conviene usar dietas hiperprotéicas para compensar por dichas pérdidas(6).
- Micronutrientes: Selenio, cobre y tiamina son los micronutrientes que más se pierden durante las técnicas de depuración extracorpórea. Su suplementación, así como la del ácido fólico, se recomienda a dosis estándar aunque hay escasa bibliografía al respecto, gran variabilidad de resultados según la dosis de depuración y estado de los depósitos del paciente(7,8).
- Fármacos: de especial importancia son las pérdidas de antibióticos ya que dosis subterapéuticas por aumento de su depuración a través del circuito pueden conllevar a un peor pronóstico en pacientes sépticos(9)(10)(11).

Es importante con los antibióticos dar la dosis de carga si precisan (no se ajusta) y plantearse, según el perfil de seguridad del antibiótico, mantener la dosis máxima las primeras 24-48 horas para posteriormente ajustar según bibliografía específica para el antibiótico durante técnicas de depuración extracorpóreas continuas.

Tanto para los antibióticos como para otros fármacos aquellos que están en mayor peligro de eliminación a través del circuito son aquellos con volumen de distribución bajos, con escasa unión a proteínas y de peso molecular bajo(12).

## 2) Hipotermia

Junto con la hipofosfatemia es una de las complicaciones más frecuentes de las técnicas de depuración extracorpóreas y tiene una gran relevancia. La hipotermia induce coagulopatía, vasoconstricción periférica, disfunción

enzimática, bradicardia sintomática e incluso un aumento del consumo de oxígeno al desencadenar tiritona. Siempre usar calentadores de líquidos en los monitores de diálisis y si no se obtiene control de la hipotermia disminuir la dosis o incluso retirar la técnica ante complicaciones graves.

### **3) Problemas de acceso vascular**

Para poder realizar la técnica son necesarios accesos vasculares de gran calibre, susceptibles de complicaciones durante su canalización (trombosis, sangrado, fístulas arterio-venosas, infecciones del sitio de inserción, etc). Para disminuir estas complicaciones se recomienda la canalización bajo protocolo Bacteremia Zero, y ecoguiado. La punta de los catéteres deben quedar posicionadas en áreas de gran caudal de sangre: en caso de las femorales en la vena cava inferior (mejor del lado derecho, recorrido más corto), en caso de las yugulares en la unión de la vena cava superior con la aurícula derecha (nuevamente mejor lado derecho, recorrido totalmente recto). (12)

### **4) Problemas con la anticoagulación**

Todo circuito extracorpóreo por muy biocompatible que sea induce la cascada de la coagulación, haciendo necesario el uso de anticoagulantes para alargar la vida de los circuitos. Es primordial un cebado correcto, evitando las interfaces de aire dentro del circuito que favorecen la coagulación y evitar fracciones de filtración elevadas. Existen múltiples opciones como la heparina, las prostaglandinas y el citrato. Sin embargo, ante problemas de coagulación recurrentes lo primero es corroborar que el acceso vascular funciona correctamente ya que suele ser la causa principal. La anticoagulación ideal dependerá de las características del paciente, dosis de depuración necesaria y familiaridad del equipo con la técnica de anticoagulación. Si tiene problemas con la heparina buscar los niveles de actividad de antitrombina III. Si usa citrato, vigile los calcio iónicos y el ratio calcio total/calcio iónico, en especial en pacientes hepatópatas (12).

### **5) Problemas del balance hídrico**

La sobrecarga hídrica es un problema frecuente en los pacientes críticos. Se debe ajustar minuciosamente la extracción del circuito para obtener el balance

hídrico deseado teniendo en cuenta posibles entradas inadvertidas durante el periodo entre los ajustes, como cargas de cristaloides, diluciones de medicación puntual, o pérdidas como diarrea, débitos elevados por drenajes y sondas.

También según la composición de los líquidos de reposición y diálisis (e.g suplementados con NaCl extra para terapia hiperosmolar en un paciente con hipertensión intracraneal) es posible inducir una ganancia neta de sodio corporal que conlleva a hipervolemia que hay que tener en cuenta(2,12).

## 6) Otros problemas

La fiabilidad de las técnicas de monitorización hemodinámica por termodilución se ve alterada con flujos de bomba de sangre superiores a 200 ml/min por lo que se recomienda disminuir transitoriamente a 100 ml/min durante su medición.

## Conclusiones

- El *dialytrauma* es directamente proporcional a la dosis de depuración
- Es necesario la vigilancia estrecha de electrolitos, especialmente a dosis altas
- Los pacientes con técnicas de depuración extracorpóreas necesitan dietas normocalóricas, hiperprotéicas, con suplemento de micronutrientes y vitaminas, en especial tiamina, selenio, cobre y ácido fólico
- La hipofosfatemia es muy frecuente y precisa de reposición parenteral
- La hipotermia es la segunda complicación más frecuente y puede tener consecuencias graves. Usar siempre el calentador del monitor de diálisis
- El acceso vascular es el punto más débil del circuito, la punta del catéter debe llegar a áreas con gran caudal de sangre

## Agradecimientos

Agradecemos a los doctores José Ángel Sánchez-Izquierdo Riera y Francisco Javier Maynar Moliner por su implicación en la creación del concepto de *dialytrauma* y su difusión.





## Medidas para evitar el *dialytrauma*

	<b>Electrolitos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Medir electrolitos frecuentemente</li><li>✓ Reponer fósforo IV</li><li>✓ Ajustar potasio en los líquidos</li></ul>
	<b>Nutrición</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Mantener glucemia normal</li><li>✓ Normocalórica</li><li>✓ Hiperprotéica</li><li>✓ Suplementar micronutrientes y vitaminas (Selenio, cobre, tiamina, ác. Fólico)</li></ul>
	<b>Fármacos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Ajustar fármacos con bajo volumen de distribución, escasa unión a proteínas y bajo peso molecular</li><li>✓ Dar dosis de carga</li><li>✓ Considerar dosis máximas de antibióticos las primeras 24-48 horas</li><li>✓ Ajustar según bibliografía específica</li></ul>
	<b>Hipotermia</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Complicación muy frecuente</li><li>✓ Siempre usar el calentador del monitor</li><li>✓ Ojo con la bradicardia extrema</li><li>✓ Disminuir dosis o retirar si no se controla</li></ul>
	<b>Acceso Venoso</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Canalización ecoguiada bajo protocolo bacteremia zero</li><li>✓ Diámetro de catéter que no ocupe más de 2/3 del vaso</li><li>✓ Punta del catéter en área de gran caudal sanguíneo</li><li>✓ Ante problemas de presiones y coagulación revisar</li></ul>
	<b>Coagulación</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Ajustar la anticoagulación a la situación clínica, dosis de depuración y familiaridad del equipo con ella</li><li>✓ Cebado correcto con nada de aire dentro del circuito</li><li>✓ Evitar fracciones de filtración elevadas</li><li>✓ Con heparina vigilar la antitrombina III si hay problemas</li><li>✓ En hepatópatas con citrato especial atención al ratio calcio total/calcio iónico</li></ul>
	<b>Balance hídrico</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Ajustar extracción al balance deseado</li><li>✓ Contar con las entradas inadvertidas como cargas, diluciones de medicación</li><li>✓ Contar con las pérdidas de drenajes, diarrea, o sondas</li><li>✓ Vigilar la ganancia neta de sodio y posible hipervolemia con líquidos de diálisis hipertónicos</li></ul>

\*alguna de las imágenes proceden de [www.flaticon.es](http://www.flaticon.es) bajo licencia creative commons.

## Bibliografía

1. Berghe G Van Den, Bouillon R, Mesotten D. Renal Support in Critically Ill Patients with Acute Kidney Injury. *N Engl J Med*. 2008 Oct 30;359(18):1959–62.
2. Maynar Moliner J, Honore PM, Sánchez-Izquierdo Riera JA, Herrera Gutiérrez M, Spapen HD. Handling continuous renal replacement therapy-related adverse effects in intensive care unit patients: The dialytrauma concept. *Blood Purif*. 2012 Oct;34(2):177–85.
3. Pistolesi V, Zeppilli L, Fiaccadori E, Regolisti G, Tritapepe L, Morabito S. Hypophosphatemia in critically ill patients with acute kidney injury on renal replacement therapies. *J Nephrol*. 2019;32(6):895–908.
4. Albert Schweitzer Hospital, Lambarene, Gabon, and Institute of Tropical Medicine, University of Tübingen, Tübingen G. Intensity of Continuous Renal-Replacement Therapy in Critically Ill Patients. *N Engl J Med*. 2009 Oct 22;361(17):1627–38.
5. Nystrom EM, Nei AM. Metabolic Support of the Patient on Continuous Renal Replacement Therapy. Vol. 33, *Nutrition in Clinical Practice*. John Wiley and Sons Inc.; 2018. p. 754–66.
6. Ostermann M, Macedo E, Oudemans-van Straaten H. How to feed a patient with acute kidney injury. *Intensive Care Med*. 2019;45(7):1006–8.
7. Berger MM, Shenkin A, Revelly JP, Roberts E, Cayeux MC, Baines M, et al. Copper, selenium, zinc, and thiamine balances during continuous venovenous hemodiafiltration in critically ill patients. *Am J Clin Nutr*. 2004;80(2):410–6.
8. Ostermann M, Summers J, Lei K, Card D, Harrington DJ, Sherwood R, et al. Micronutrients in critically ill patients with severe acute kidney injury – a prospective study. *Sci Rep*. 2020;10(1):1–13.
9. Gatti M, Pea F. Antimicrobial Dose Reduction in Continuous Renal Replacement Therapy: Myth or Real Need? A Practical Approach for Guiding Dose Optimization of Novel Antibiotics. *Clin Pharmacokinet*. 2021;60(10):1271–89.
10. Maynar J. Dosificación de fármacos durante los tratamientos de depuración extracorpórea de la sangre. *NefroPlus*. 2010;20–6.
11. Bouajram RH, Awdishu L. A Clinician's Guide to Dosing Analgesics, Anticonvulsants, and Psychotropic Medications in Continuous Renal Replacement Therapy. *Kidney Int Reports*. 2021;6(8):2033–48.
12. Herrera-Gutiérrez ME, Maynar-moliner J, Sánchez-Izquierdo-Riera J. *Nefrorrapid*. 1º. Ergón, editor. Barcelona; 2012. 128 p.



# BIBLIOTECA SEMICYUC

