



# Diálisis y Trasplante

[www.elsevier.es/dialis](http://www.elsevier.es/dialis)



## Revisión

## La bioimpedancia como valoración del peso seco y del estado de hidratación

Marta Arias

Servicio de Nefrología y Trasplante Renal, Hospital Clínic Barcelona, Barcelona, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 21 de mayo de 2010

Aceptado el 9 de junio de 2010

On-line el 5 de noviembre de 2010

#### Palabras clave:

Bioimpedanciometría

Peso seco

Sobrehidratación

### RESUMEN

Diversos estudios confirman que una sobrehidratación continuada está asociada con morbilidad y mortalidad de los pacientes en diálisis. Para determinar el estado de hidratación de estos pacientes generalmente se utilizan parámetros clínicos como ganancia de peso interdialisis, presencia de hipertensión arterial o episodios de hipotensión intradialisis. Numerosas técnicas han sido descritas para evaluar la composición corporal en la práctica clínica, pero la mayoría son invasivas, costosas y de difícil aplicación en el día a día. La bioimpedancia eléctrica (BIA) es una técnica no invasiva, poco costosa y de fácil manejo que se está incorporando en nefrología y permite analizar la composición corporal y el estado de hidratación de forma objetiva, complementando la evaluación clínica y ayudando a identificar aquellos pacientes que presentan sobrehidratación. En esta revisión se especifican diferentes métodos para la valoración del peso seco centrándonos en aquellos que más objetivamente nos pueden ayudar a identificar aquellos pacientes que presentan sobrehidratación con riesgo aumentado de morbi-mortalidad.

© 2010 SEDYT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Bioimpedance to evaluate dry weight and hydration status

#### ABSTRACT

Several studies confirm that continuous overhydration is associated with morbidity and mortality in dialysis patients. To determine hydration status in these patients, clinical parameters such as interdialytic weight gain, the presence of hypertension and episodes of intradialytic hypotension are generally used. Many techniques for assessing body composition in clinical practice have been described, but most are invasive, costly and difficult to apply in daily clinical practice. Electrical bioimpedance (BIA) is a noninvasive, inexpensive and easy to use technique that is being incorporated in nephrology to analyze body composition and hydration status objectively, complementing clinical evaluation and helping to identify patients with fluid overload. In this review, we specify the different methods for estimating dry weight by focusing on the techniques that can objectively help us to identify patients with fluid overload and increased risk of morbidity and mortality.

© 2010 SEDYT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

#### Keywords:

Bioimpedance

Dry weight

Fluid overload

### Introducción

La correcta estimación y mantenimiento del peso seco en los pacientes en hemodiálisis (HD) es un factor importante a considerar entre los parámetros de diálisis adecuada<sup>1</sup>. El cálculo del peso seco constituye muchas veces un arte y está basado en un sistema intuitivo de ensayo-error, ya que para determinar el estado de hidratación de estos pacientes en diálisis se utilizan parámetros clínicos como ganancia de peso interdialisis, presencia de hipertensión arterial o episodios de hipotensión intradialisis. Entonces podemos preguntarnos, ¿es el juicio clínico suficiente para la determinación del estado de hidratación? ¿Está necesariamente ligado el estado de sobrehidratación a la hipertensión? En un estudio reciente realizado con bioimpedanciometría<sup>2</sup> se demostró que mientras solo una minoría de los pacientes hipertensos en diálisis estaba depleccionado, hasta el 10% de pacientes normotensos

presentaban sobrehidratación. Asimismo, el edema se trata de un fenómeno relativamente tardío que puede no detectarse hasta que el volumen intersticial aumente  $\approx 30\%$  por encima de lo normal, representando esto ya una sobrehidratación de unos 4-5 litros.

Por lo tanto, creemos que aunque el juicio clínico indiscutiblemente debe permanecer como la base para la evaluación del estado de hidratación de los pacientes en diálisis, métodos adicionales, como la bioimpedanciometría, pueden ayudar al clínico a detectar pequeños cambios en la volemia, y lo que es más importante, ayudar a predecir el peso seco de estos pacientes de una forma más objetiva.

### Métodos de valoración del peso seco

Dentro de las diferentes herramientas que pueden ayudar en la evaluación del estado de hidratación:

- **Radiografía de tórax:** capaz de detectar signos de congestión pulmonar y cardiomegalia mediante la evaluación del índice

Correo electrónico: [marias@clinic.ub.es](mailto:marias@clinic.ub.es)

cardiorádico, por razones logísticas y debido a la necesidad de (aunque relativamente en pequeñas cantidades) radiación, su uso de forma rutinaria no es práctico<sup>3</sup>. Por otra parte, pequeñas variaciones en el volumen no pueden muchas veces detectarse en la radiografía de tórax. Por lo tanto, no cumple la necesidad de una prueba de diagnóstico rápido y no invasiva para monitorizar el estado de hidratación de los pacientes en diálisis.

- **Ecografía de vena cava:** el diámetro de la vena cava inferior está estrechamente relacionado con la presión en la aurícula derecha y el volumen plasmático<sup>4</sup>. Sin embargo, esta técnica puede no ser fiable en pacientes con enfermedades cardíacas a expensas del ventrículo derecho y difícil de realizar en pacientes con enfermedad renal poliquística. Asimismo, el momento de la medición es muy importante, dado el relleno vascular que se produce desde el intersticio después de la diálisis<sup>5</sup>. Debería realizarse al menos 2 h después de la diálisis, lo que a menudo no es posible en la práctica clínica diaria.
- **Biomarcadores cardíacos:** la utilización de péptidos natriuréticos (BNP y NT-pro BNP) aparece recientemente como una herramienta diagnóstica y pronóstica en pacientes en diálisis con sobrehidratación, aunque no exenta de debate<sup>6</sup>. Esto puede ser debido a que niveles elevados de estos marcadores constituirían un reflejo indirecto de sobrehidratación a expensas de dilatación del ventrículo izquierdo, de tal forma que enfermedades cardíacas intrínsecas puede que muestren el mismo efecto. Asimismo, la interpretación de NT-pro BNP puede ser complicada debida a la influencia de la insuficiencia renal en su aclaramiento, aunque se está trabajando para establecer valores de referencia específicos en la población en diálisis<sup>7</sup>. Por lo tanto se necesitan más estudios que establezcan si este tipo de herramienta conlleva una mejora en el manejo del estado de hidratación de los pacientes en diálisis.
- **Valoración del volumen plasmático:** la disminución del volumen plasmático durante la diálisis depende de la tasa de ultrafiltración y del relleno vascular desde los tejidos intersticiales. Estos cambios pueden evaluarse utilizando un sensor de hemoglobina y hematocrito. Se trataría de una medida indirecta en la que, utilizando los registros obtenidos de manera automática y no invasiva de los cambios de volumen plasmático del paciente durante la sesión de hemodiálisis, se podría ajustar el peso en función de las curvas obtenidas<sup>8</sup>. Así, en pacientes deshidratados se observaría un descenso más acelerado del volumen plasmático en el registro, interpretando que podría aumentarse el peso seco.
- **Bioimpedancia eléctrica (BIA):** se basa en el principio de que los tejidos biológicos se comportan como conductores o aislantes de una corriente eléctrica dependiendo de su composición. De esta forma, mide la impedancia del cuerpo a una corriente eléctrica alterna de características conocidas, siendo esta la resultante de la resistencia ( $R$ =oposición de las soluciones iónicas intra y extracelulares al paso de la corriente) que mide estado de hidratación y la reactancia ( $X_c$ =producto de la capacitancia de las membranas celulares, que se comportan como condensadores), midiendo fundamentalmente el estado nutricional<sup>9</sup>.

La bioimpedanciometría en pacientes en HD se puede realizar pre o post-HD en posición supina, tras 5 min de reposo y sin elementos metálicos, colocando, en el lado contrario al de la FAVI, 2 electrodos en el dorso de la mano contrario al acceso vascular y 2 en el pie ipsilateral, de tal forma que 2 electrodos inyectan la corriente (los de color rojo en mano y pie) y 2 la leen (los de color negro en mano y pie), creando un circuito cerrado cuya longitud es la altura del paciente. En los pacientes portadores de un

catéter el emplazamiento de los electrodos es indiferente y en pacientes en diálisis peritoneal se suele realizar con el abdomen vacío, aunque si se encuentra lleno de líquido peritoneal, únicamente habría que restarle al peso del paciente el volumen infundido.

Existen dispositivos de monofrecuencia (SF-BIA, 50 kHz) donde se asume que la membrana celular actúa como aislante y evita que penetre la corriente eléctrica en la célula, de forma que fluye predominantemente a través del espacio extracelular (ECW) de los tejidos o multifrecuencia (MF-BIA, 5-500 kHz), donde la corriente sí penetraría en la membrana celular permitiéndole pasar a través tanto de los espacios extra e intracelular (ICW). Una interesante modificación del SF-BIA es el llamado enfoque vectorial<sup>10</sup> (BIVA), que no requiere fórmulas y está basado en la representación gráfica directa de la  $R$  y  $X_c$  obteniendo una valoración semicuantitativa (escala de percentiles) del estado de hidratación de un sujeto en cualquier condición clínica, confrontando el vector impedancia medio con la variabilidad de la población de referencia, descrita por elipses de tolerancia, específicas por género y raza. El método no necesita asumir ningún modelo de composición corporal o de hidratación y es independiente del peso corporal. Por otro lado, en la bioimpedancia espectroscópica (BIS) se parte de la mismas asunciones que en la MF-BIA pero utiliza un modelo matemático y ecuaciones validadas en poblaciones de pacientes (representación Cole-Cole y ecuaciones de Hanai) para determinar la resistencia eléctrica de ICW y ECW primero, y el volumen de sus respectivos compartimentos después; de esta forma es capaz de identificar la sobrehidratación individual (OH). Cada método tiene sus ventajas y sus limitaciones y ninguno puede ser considerado como un estándar de oro en la actualidad.

Diversos estudios han confirmado la bioimpedancia como una herramienta validada, rápida, segura y de fácil uso que permite el ajuste del peso seco de una manera fisiológica, lo que la convierte en una opción muy valiosa en el seguimiento de estado de hidratación en pacientes en diálisis a causa de la reproducibilidad del método. Esto puede ser especialmente importante en pacientes en diálisis con eventos agudos o crónicos frecuentes dada su comorbilidad y en los que una pérdida catabólica de la masa corporal magra puede conducir a una rápida sobrehidratación si el peso seco no se ajusta adecuadamente.

Por otro lado, está demostrado asimismo que la sobrehidratación mantenida puede resultar en un aumento de la morbimortalidad. En un estudio reciente de Wizemann et al<sup>11</sup> se observó que, mientras los eventos cardiovasculares se mantuvieron como la primera causa de mortalidad, el estado de hiperhidratación aparece como factor predictor independiente de mortalidad en pacientes crónicos en hemodiálisis, secundario solo a la presencia de diabetes. Para identificar el grupo de pacientes sobrehidratados con mayor riesgo de mortalidad establecieron el término sobrehidratación relativa correspondiendo a aquellos pacientes con un exceso de ECW mayor del 15% ( $OH_{relativa} = OH_{pre}/ECW \times 100$ ), observándose en el 25% de los mismos ( $n=13$ )<sup>12</sup>.

Nuestro grupo asimismo evaluó recientemente el estado de hidratación de 145 pacientes con enfermedad renal crónica avanzada (ERCA) y en diálisis (datos no publicados) mediante BIS observando la sobrehidratación en el grupo de hemodiálisis fue de  $1,39 \pm 1,51$  (OH relativa  $8,4 \pm 9\%$ ), en diálisis peritoneal  $1,28 \pm 1,91$  (OH relativa  $7,3 \pm 9\%$ ) y en prediálisis de  $1,32 \pm 2,41$  (OH relativa  $6,6 \pm 10\%$ ). Hemos identificado un 23% de pacientes en diálisis y un 10% en ERCA que presentan sobrehidratación, concluyendo que la BIS es una herramienta útil en la valoración del estado de hidratación de los pacientes en ERCA y en diálisis, permitiendo ajustar de una forma objetiva la medicación diurética en ERCA y la ultrafiltración y el peso seco en los pacientes en diálisis.

## Conclusión

Los avances tecnológicos pueden ciertamente ayudar al clínico en la valoración del estado de hidratación, pero deben ser siempre interpretados en el contexto clínico del paciente. Estas técnicas pueden, al detectar cambios longitudinales en estado de hidratación, ayudar a prevenir anomalías en estado de hidratación con consecuencias clínicas.

La BIA es una técnica no invasiva que se está incorporando en nefrología y permite analizar la composición corporal y el estado de hidratación de pacientes en hemodiálisis de forma objetiva, complementando la evaluación clínica y ayudando, como en nuestro caso, a identificar aquellos pacientes que presentan sobrehidratación con riesgo aumentado de morbi-mortalidad y que podrían ser tratados de una forma más intensiva. Estudios a más largo plazo son necesarios para establecer si la monitorización rutinaria de la hidratación y el mantenimiento del paciente en condiciones normales de hidratación usando estos métodos se traducen en un mejor estado cardiovascular y respuesta al tratamiento administrado. La disponibilidad de esta información permitirá desarrollar la tecnología apropiada en forma tanto como de «medidor de la hidratación» independiente como para incorporarse a la próxima generación de equipos de hemodiálisis.

## Bibliografía

- Ortega O. Importancia del ajuste del peso seco en los objetivos de la diálisis adecuada. *Nefrología*. 1999;19(Supl 4):64-7.
- Wabel P, Moissl U, Chamney P, Jirka T, Machek P, Ponce P, et al. Towards improved cardiovascular management: the necessity of combining blood pressure and fluid overload. *Nephrol Dial Transplant*. 2008;23:2965-71.
- Poggi A, Maggiore Q. Cardiothoracic ratio as an index of body fluid balance in patients receiving RDT. *Proc Eur Dial Transplant Assoc*. 1979;16:692-4.
- Cherix EC, Leunissen KM, Janssen JH, Mooy JM, van Hooff JP. Echography of the vena cava inferior is a simple and reliable tool for estimation of "dry weight" in hemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 1989;4:563-8.
- Katzarski KS, Nisell J, Randmaa I, Danielsson A, Freyschuss U, Bergstrom J. A critical evaluation of ultrasound measurement of inferior vena cava diameter in assessing dry weight in normotensive and hypertensive hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*. 1997;30:459-65.
- Paniagua R, Ventura MD, Avila-Díaz M, Hinojosa-Heredia H, Méndez-Durán A, Cueto-Manzano A, et al. NT-proBNP, fluid volume overload and dialysis modality are independent predictors of mortality in ESRD patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2010;25:551-7.
- David S, Kumpers P, Seidler V, Biertz F, Haller H, Fliser D. Diagnostic value of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (NT-proBNP) for left ventricular dysfunction in patients with chronic kidney disease stage 5 on haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant*. 2008;23:1370-7.
- Rodríguez HJ, Domenici R, Diroll A, Goykhman I. Assessment of dry weight by monitoring changes in blood volume during hemodialysis using Crit-Line. *Kidney Int*. 2005;68:854-61.
- Hoenich NA, Levin NW. Can technology solve the clinical problem of 'dryweight'? *Nephrol Dial Transplant*. 2003;18:647-50.
- Piccoli A, Nescolarde LD, Rosell J. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrología*. 2002;22:228-38.
- 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.
- Machek P, Jirka T, Moissl U, Chamney P, Wabel P. Guided optimization of fluid status in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2010;25:538-44.