

# Estudio comparativo de dos métodos de extracción del nivel de nitrógeno ureico post hemodiálisis para el cálculo del kt/v

José Luis Cobo Sánchez, Raquel Pelayo Alonso, M<sup>a</sup> Eugenia Cuadrado Mantecón, Camino Villa Llamazares, Ana Isabel Pérez Garmilla, Ainhoa Aja Crespo, Marina Rojo Tordable, Carmen Higuera Roldán, Violeta Ola-lla Antolín, Raquel Menezo Viadero, Magdalena Gándara Revuelta, Manuel Herrero Montes

Diplomados en Enfermería. Servicio de Nefrología. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander

## Resumen

**Objetivo:** Evaluar si existen diferencias en el cálculo del Kt/V entre 2 métodos de extracción del BUN post HD.

**Metodología:** Estudio prospectivo comparativo en una cohorte de pacientes en hemodiálisis crónica. Se cuantificó el Kt/V durante dos semanas consecutivas mediante la fórmula de Daugirdas de segunda generación. La extracción de la muestra de sangre para el BUN post hemodiálisis se realizó mediante 2 métodos: disminución del flujo de bomba de sangre a 50ml/min durante 2 minutos, inmediatamente antes de finalizar la sesión (método A); y a los 10 minutos tras finalizar la sesión de hemodiálisis (método B).

**Resultados:** 47 pacientes estudiados: 66% hombres, edad media de 66±13 años, 51% FAVI, 59,5% hemodiafiltración on-line. La media del Kt/V durante las dos semanas del estudio para el método A fue de 1,51 y para el método B de 1,41 ( $p < 0,001$ ). Existieron diferencias estadísticamente significativas según la técnica de hemodiálisis y el acceso vascular entre ambos métodos de extracción. El coeficiente de correlación de Pearson sin embargo, mostró una correlación casi lineal entre las medias del Kt/V de ambos métodos ( $r = 0,954$ ). La diferencia entre ambos métodos fue del 10%.

**Conclusiones:** Existen diferencias significativas en el cálculo del Kt/V entre la extracción del BUN post hemodiálisis por el método A y B, siendo mayor la dosis obtenida por el primer método. Sin embargo, ambas mediciones se correlacionan bien, teniendo en cuenta que con la extracción a los 10 minutos se produce una disminución del 10% sobre el otro método.

## PALABRAS CLAVE:

- DOSIS DE DIÁLISIS
- HEMODIÁLISIS
- EXTRACCIÓN SANGUÍNEA
- NITRÓGENO UREICO

**Comparative study of two methods of post-haemodialysis blood urea nitrogen sampling for calculating kt/v**

## Abstract

**Objective:** To assess whether there are differences in Kt/V calculation between two post-HD BUN sampling methods.

**Methodology:** Comparative prospective study in a cohort of chronic haemodialysis patients. For two consecutive weeks Kt/V was quantified using the second-generation Daugirdas formula. The blood sample for the post-haemodialysis BUN was taken using 2 methods: reduction of blood pump flow to 50ml/min for 2 minutes, immediately before the end of the session (method A); and 10 minutes after the end of the haemodialysis session (method B).

**Results:** 47 patients studied: 66% men, average age of 66±13 years, 51% IAVF, 59.5% on-

Correspondencia:

José Luis Cobo Sánchez  
Servicio de Nefrología.

1<sup>a</sup> Planta Pabellón 2 de Noviembre.  
Hospital Universitario Marqués de Valdecilla  
Avda. Valdecilla s/n 39008. Santander  
E-mail: jocobo@humv.es

line haemodiafiltration. The mean Kt/V for the two weeks of the study for method A was 1.51 and for method B was 1.41 ( $p < 0.001$ ). There were statistically significant differences between the two methods according to the haemodialysis technique and vascular access. However, the Pearson correlation coefficient showed an almost linear correlation between the average Kt/V obtained using both methods ( $r = 0.954$ ). The difference between the two methods was 10%.

**Conclusions.-** There are significant differences in the Kt/V calculation between post-haemodialysis BUN sampling using method A and B, with the higher dose obtained when the first method is used. However, both measurements are well correlated, taking into account that with sampling after 10 minutes there is a reduction of 10% compared to the other method.

#### KEY WORDS:

- DIALYSIS DOSE
- HAEMODIALYSIS
- BLOOD SAMPLING
- UREA NITROGEN

## Introducción

El concepto de diálisis adecuada engloba diferentes aspectos del tratamiento sustitutivo renal. Esta se ha definido como el tratamiento sustitutivo renal que satisface los requisitos de ser eficaz y suficiente, consiga una buena tolerancia, mejore la calidad de vida y prolongue la supervivencia de los pacientes. Se considera un buen marcador de diálisis adecuada a la dosis de diálisis, no constituyendo un factor aislado, ya que influye sobre la corrección de la anemia, el estado nutricional, el control de la hipertensión arterial y, lo que es más importante, en la supervivencia global en diálisis<sup>1</sup>. El estudio DO-OPS ha demostrado recientemente que los pacientes que presentan un Kt/V menor de 1,2 tienen un mayor riesgo de muerte<sup>2</sup>.

El Kt/V (donde K es el aclaramiento del dializador, t el tiempo de duración y V el volumen de distribución de la urea) es el método más utilizado para determinar la dosis de diálisis. La guía K-DOQI de diálisis adecuada de 2006 recomienda la utilización de la fórmula de Daugirdas de segunda generación, basada en el modelo monocompartimental de la urea, y que tiene en cuenta la generación

de urea intradiálisis y la ganancia de peso interdiálisis<sup>3</sup>. Para el cálculo de este parámetro es necesaria la extracción de una muestra de sangre para determinar el nivel de nitrógeno ureico (BUN) al principio y al final de la hemodiálisis (HD). En cuanto a la extracción de la muestra pre HD no existen mayores precauciones, excepto en el caso de los catéteres en los que hay que desechar un volumen antes de recoger la muestra, y en el caso de las fistulas que la muestra no esté diluida con suero o heparina. Sin embargo, existen múltiples métodos de recogida del BUN post HD: disminución del flujo de bomba, parada del flujo de bomba, parada del líquido de diálisis, extracción de la muestra en diferentes tiempos tras la finalización de la HD, etc. El fin de todos estos métodos es evitar que la dilución producida por la recirculación del acceso vascular nos proporcione un valor de Kt/V falsamente bajo. Sin embargo, existen otros 2 factores que influyen en la recogida del BUN post HD: la recirculación cardiopulmonar (que se resuelve de 1 a 2 minutos tras la finalización de la diálisis)<sup>4</sup>, y el efecto rebote de la urea desde tejidos y compartimentos corporales no dializados, que se corrige a los 30-60 minutos tras finalizar la diálisis<sup>5,6</sup>. La extracción ideal del BUN post HD sería los 30 minutos tras finalizar la sesión, pero resulta muy incómodo para el paciente.

En la mayoría de los estudios en los que se proporciona el Kt/V como variable a estudio no se indica cual es el método utilizado para la extracción de la muestra del BUN post HD; tampoco existe un consenso en cuanto a la forma de extraer dicha muestra teniendo en cuenta el rebote de la urea además de la recirculación del acceso vascular. El objetivo de esta investigación fue evaluar si existen diferencias en el cálculo del Kt/V entre 2 métodos de extracción del BUN post HD.

## Metodología

Se realizó un estudio prospectivo comparativo en una cohorte de 47 pacientes en HD crónica, 3 días por semana. Se cuantificó el Kt/V durante dos semanas consecutivas, en la sesión de la mitad de la semana (el miércoles para los pacientes de lunes-miércoles-viernes, y el jueves para los pacientes del martes-jueves-sábado) calculado mediante la fórmula de Daugirdas de segunda generación:

$$Kt/V = - \ln[(C2/C1) - (0,008 \times T)] + [4 - 3,5 \times (C2/C1)] \times UF/P$$

Donde C1 y C2 son los niveles de urea inicial y final; T es el tiempo en horas, y UF es el cambio de peso antes y

después de la diálisis en kilogramos<sup>7</sup>. La extracción de la muestra de sangre para el BUN pre HD se realizó por extracción directa del acceso vascular antes de iniciar la sesión de HD:

- En el caso de las fístulas, inmediatamente tras punccionar la vena, sin lavar el ramal de la aguja.
- En el caso de los catéteres, la muestra se recogió tras desechar 5 ml de sangre, directamente del ramal arterial del catéter.

La extracción de la muestra de sangre para el BUN post HD se realizó mediante 2 métodos distintos:

- **Método A:** disminución del flujo de bomba de sangre a 50ml/min durante 2 minutos, inmediatamente antes de finalizar la sesión de HD. La muestra se recogió del ramal arterial del circuito de sangre.
- **Método B:** a los 10 minutos tras finalizar la sesión de HD. La muestra se recogió del ramal arterial del catéter o de la aguja de la fístula, tras desechar 5ml.

Todas las extracciones se realizaron durante la misma sesión, tras solicitar el consentimiento informado a los pacientes. La determinación de todos los niveles del BUN se realizó en el laboratorio de nefrología de nuestro servicio, mediante un autoanalizador CX3 Delta Synchron (Beckton, USA) que aplica el método enzimático cinético de conductividad (utilizando un electrodo de conductividad de Beckman) para determinar el nitrógeno ureico.

Se recogieron datos sociodemográficos y clínicos de la historia clínica de los pacientes.

Los datos recogidos fueron analizados mediante el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows. Se realizó un análisis descriptivo de los resultados obtenidos. Para la inferencia estadística, tras comprobar la normalidad en la distribución de los valores del Kt/V mediante el test de Kolmogorov-Smirnov, se utilizó el test de la T de Student para muestras relacionadas. Los resultados se consideraron significativos si el nivel crítico observado era inferior al 5% ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

De los 47 pacientes estudiados, el 66% fueron hombres, con una edad media de  $66 \pm 13$  años. La principal causa de nefropatía fue la sistémica (30%), seguida de la vascular (25,5%), la glomerular (23%), la desconocida (13%) y la intersticial (8,5%). El 51% era portador de una fístula y el 49% de un catéter venoso central. El 94% realizaban sesiones de 4 horas de HD, sólo el 4% realizaban 3,5 horas y el 2% realizaba 5 horas. La técnica más habitual fue la hemodiafiltración on-line (HDF) en un 59,5%, seguida de la hemodiálisis convencional (32%) y la PHF on-line (8,5%). La distribución del tipo de membrana fue similar a la técnica: polisulfona 59,5%, heprAN 32% y polietersulfona de doble cámara 8,5%.

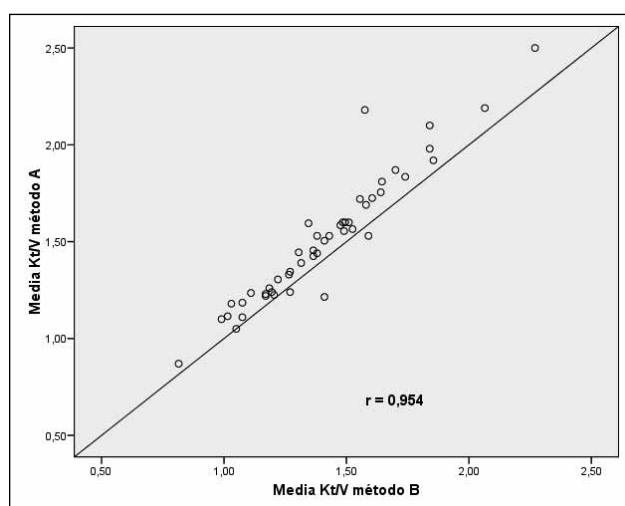
La media del Kt/V durante las dos semanas del estudio para el método A fue de 1,51 y para el método B de 1,41 ( $p < 0,001$ ). En la **Tabla 1** se muestran los valores medios  $\pm$  desviación típica del Kt/V calculado mediante los 2 métodos de extracción del BUN post HD para la totalidad de la muestra, según técnica de HD y acceso vascular, durante la primera y segunda semana del estudio. Existieron diferencias estadísticamente signi-

	Semana 1				Semana 2		
	N	Kt/V Método A	Kt/V Método B	p	Kt/V Método A	Kt/V Método B	p
<b>Total</b>	47	1,51 $\pm$ 0,37	1,43 $\pm$ 0,33	<0,001	1,53 $\pm$ 0,32	1,4 $\pm$ 0,27	<0,001
<b>Técnica de HD</b>							
HDF on-line	28	1,63 $\pm$ 0,36	1,52 $\pm$ 0,32	<0,001	1,61 $\pm$ 0,32	1,49 $\pm$ 0,28	<0,001
HD convencional	15	1,23 $\pm$ 0,28	1,21 $\pm$ 0,29	0,577	1,33 $\pm$ 0,2	1,22 $\pm$ 0,17	0,004
PHF on-line	4	1,66 $\pm$ 0,3	1,56 $\pm$ 0,24	0,142	1,65 $\pm$ 0,4	1,31 $\pm$ 0,9	0,216
<b>Acceso Vascular</b>							
FAVI	24	1,6 $\pm$ 0,43	1,5 $\pm$ 0,38	<0,001	1,65 $\pm$ 0,4	1,49 $\pm$ 0,33	<0,001
Catéter	23	1,41 $\pm$ 0,28	1,35 $\pm$ 0,26	<0,001	1,42 $\pm$ 0,16	1,31 $\pm$ 0,15	<0,001

**Tabla 1.** Valores medios  $\pm$  desviación típica del Kt/V calculado mediante los 2 métodos de extracción del BUN post HD (Método A: bajar flujo de bomba de sangre durante 30 segundos; Método B: a los 10 minutos de finalizar la sesión); para la totalidad de la muestra, según técnica de HD y acceso vascular, junto con la significación estadística, para cada semana del estudio.

ficativas en todos los casos, excepto entre los pacientes que se sometían a HD convencional ( $p=0,577$ ) y PHF on-line ( $p=0,124$ ) durante la primera semana, y entre los pacientes en PHF on-line durante la segunda semana ( $p=0,216$ ).

El coeficiente de correlación de Pearson sin embargo, mostró una correlación casi lineal entre las medias del Kt/V de ambos métodos durante las 2 semanas del estudio ( $r=0,954$ ) (ver gráfico 1). La diferencia entre ambos métodos fue de un 10%.



**Gráfico 1.** Nube de puntos para la media del Kt/V durante las 2 semanas del estudio según los 2 métodos de recogida del BUN post HD (Método A: bajar flujo de bomba de sangre durante 30 segundos; Método B: a los 10 minutos de finalizar la sesión).

## Discusión

Según los resultados de nuestro estudio existen diferencias estadísticamente significativas en el Kt/V obtenido entre los dos métodos de extracción del BUN post HD, siendo significativamente mayor el obtenido por el método A. Gómez Cano y cols<sup>8</sup> estudiaron 5 métodos distintos de extracción del BUN post HD para calcular el Kt/V mediante la fórmula de Gotch y Sargent: 30 mins antes de finalizar la sesión, al final de la HD con el flujo habitual para cada paciente, al final de la sesión HD tras haber mantenido durante 2 minutos el flujo a una velocidad de 50 ml/min, 5 mins y 15 mins después de haber retornado el circuito extracorpóreo). Al igual que nosotros utilizamos el método de mantener el flujo de sangre a 50 ml/min durante 2 minutos al finalizar la sesión de HD, observando un Kt/V significativamente mayor por este método que por el resto, excepto para el Kt/V calculado con el BUN 30 minutos antes de finalizar la sesión.

Este es uno de los métodos recomendados por la National Kidney Foundation ya que evita tanto el efecto de la recirculación del acceso vascular como el de la recirculación cardiopulmonar, sin embargo no tiene en cuenta el efecto del rebote de la urea, que se produce a partir de los 3 minutos después de la desconexión de la HD<sup>3</sup>.

Prado y cols<sup>9</sup> evaluaron 2 métodos de extracción del BUN post HD para el cálculo del Kt/V por distintos métodos (Kt/V equilibrado y Daugirdas de segunda generación): bajando el flujo de sangre a 50 ml/min durante 1 minuto antes de finalizar la sesión (BUN 1), a los 2 (BUN 2) y 30 (BUN 3) minutos tras finalizar la sesión. Decidieron realizar estos métodos basándose en un modelo que tiene en cuenta 2 perspectivas del proceso de eliminación de la urea: desde el punto de vista del comportamiento del paciente y desde el punto de vista del comportamiento del sistema de HD. Según este modelo las barreras compartimentales y la perfusión sanguínea ejercen la mayor influencia sobre el desequilibrio de la urea, que la recirculación cardiopulmonar tiene gran influencia sobre el acceso vascular, y que la recirculación del acceso vascular puede oscilar entre un 5 y 15% en un acceso vascular saludable. Concluyeron que la determinación del Kt/V mediante la fórmula de Daugirdas de segunda generación mediante los métodos BUN 1 y BUN 3 eran los que mejor se correlacionaban entre sí, con una diferencia de  $-2,42 \pm 1,05$  ( $p < 0,05$ ). En nuestro estudio, el método B no llega a reflejar en su totalidad el efecto rebote de la urea, pero se correlaciona bien con el método A, a pesar de existir diferencias estadísticamente significativas, ya que el Kt/V evaluado por el método B se infravalora con respecto al calculado por el método A.

Otro método recomendado por la NKF es parar el flujo de baño entre 4 y 6 mins antes de finalizar la sesión de HD<sup>3</sup>. Geddes y cols<sup>10</sup> estudiaron a 117 pacientes en HD crónica y compararon la extracción del BUN post HD inmediatamente tras finalizar la sesión con la extracción de la línea arterial utilizando el método de "parada del flujo de baño". No encontraron diferencias entre ambos métodos de extracción y el porcentaje de reducción de urea. Aunque este método no fue objeto de nuestro estudio, podría ser una opción a tener en cuenta.

Que no existiesen diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos en los pacientes sometidos a PHF on line puede deberse al reducido número de pacientes estudiados con esta técnica.

En la actualidad existe la posibilidad de medir la dosis de diálisis mediante dialisancia iónica, lo que permite

una monitorización continua de la misma durante la sesión de HD. Esto tiene la ventaja de poder modificar algunos parámetros para mejorar la misma, como el tiempo de la sesión, modificación de la punción venosa en el caso de las fístulas o el flujo de baño. A pesar de que diversos estudios han mostrado la utilidad de la medición de la dosis de diálisis por este método<sup>11-13</sup>, hasta que no se unifique el criterio de litros mínimos obtenidos para considerarse una dosis adecuada, la uniformidad en el método de medida de dialisancia iónica (existen diferencias significativas entre el Diascan y el OCM), y estudios posteriores no confirmen la superioridad del Kt, el Kt/V seguirá siendo el método de elección para evaluar la dosis de diálisis, teniendo en cuenta siempre el estado nutricional de cada paciente<sup>14</sup>.

## Conclusiones

Existen diferencias significativas en el cálculo del Kt/V entre la extracción del BUN post HD disminuyendo el flujo de bomba de sangre a 50ml/min durante 2 minutos y a los 10 minutos tras finalizar sesión, siendo mayor la dosis obtenido por el primer método.

Aunque existen diferencias significativas, ambas mediciones se correlacionan bien, teniendo en cuenta que con la extracción a los 10 minutos se produce una disminución del 10% sobre el otro método; pudiendo usarse este método en caso de olvido y teniendo en cuenta la diferencia con el método habitual.

A pesar de poder tener en cuenta esta variabilidad, las enfermeras han de tener en cuenta que la extracción del BUN, tanto pre como post HD, de forma correcta, tiene una gran importancia, ya que va a influir directamente en la estimación de la dosis de diálisis, y por lo tanto en la toma de decisiones respecto al tratamiento dialítico.

Es imperativo que se consensue un método de extracción del BUN post HD para evitar diferencias en el cálculo del Kt/V; al menos hasta que el Kt medido por dialisancia iónica se consolide como método de referencia para la evaluación de la dosis de diálisis.

Recibido: 10 Octubre 2013  
 Revisado: 15 Octubre 2013  
 Modificado: 20 Octubre 2013  
 Aceptado: 20 Octubre 2013

## Bibliografía

1. Maduell F. Dosis de hemodiálisis: condición sine qua non de diálisis adecuada. *Nefrología* 1999; 19(Supl 4): 51-53.
2. Port FK, Pisoni RL, Bommer J, Locatelli F, Jadoul M, Eknoyan G, Kurokawa K, Canaud BJ, Finley MP, Young EW. Improving Outcomes for Dialysis Patients in the International Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Clin J Am Soc Nephrol* 2006; 1(2): 246-255.
3. National Kidney Foundation. KDOQI Clinical Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendations for 2006 Updates: Hemodialysis Adequacy, Peritoneal Dialysis Adequacy and Vascular Access. *Am J Kidney Dis* 2006; 48(suppl 1):S1-S322.
4. Schneditz D, Kaufman AM, Polaschegg HD, Levin NW, Daugirdas JT. Cardiopulmonary recirculation during hemodialysis. *Kidney Int.* 1992; 42(6):1450-6.
5. Ilstrup K, Hanson G, Shapiro W, Keshaviah P. Examining the foundations of urea kinetics. *Trans Am Soc Artif Intern Organs.* 1985; 31:164-8.
6. Mehta RL, Pascual MT, Gruta CG, Zhuang S, Chertow GM. Refining predictive models in critically ill patients with acute renal failure. *J Am Soc Nephrol.* 2002; 13(5):1350-7.
7. Maduell Canals F, Arias Guillén M. Dosis de diálisis. En: Lorenzo V, López Gómez JM, Martín de Francisco AL, Hernández D. *Nefrología al día*. Madrid: Grupo Editorial Nefrología de la Sociedad Española de Nefrología; 2010. p. 447-457.
8. Gómez Gago C, Marco B, Fernández J, Piña MD, Gálvez C, González A y cols. ¿Influye la técnica de extracción de las muestras de nitrógeno urea sérico post-hemodiálisis realizadas por las enfermeras en los resultados del Kt/V? Libro de comunicaciones presentadas al XXIV Congreso Nacional de la Sociedad Española de Enfermería Nefrológica. Valencia, 20 a 23 Octubre 1999. En: SEDEN. Comunicaciones presentadas a los Congresos de la Sociedad Española de Enfermería Nefrológica 1981-2010 [CD-ROM]. Madrid: SEDEN; 2010.

9. Prado M, Roa LM, Palma A, Milán JA. Double target comparison of blood-side methods for measuring the hemodialysis dose. *Kidney Int.* 2005; 68(6):2863-76.
10. Geddes CC, Traynor J, Walbaum D, Fox JG, Mactier RA. A new method of post-dialysis blood urea sampling: the "stop dialysate flow" method. *Nephrol Dial Transplant* 2000; 15: 517-523.
11. Maduell F, Vera M, Serra N, Collado S, Carrera M, Fernández A y cols. Kt como control y seguimiento de la dosis en una unidad de hemodiálisis. *Nefrología* 2008; 28 (1): 43-47.
12. Fernández Martínez AV, Soto Ureña S, Arenas Fuentes M, Saez Donaire N, Gracia Canovas MM, Ortega Hernández P. Estudio comparativo de la dosis de diálisis medida por dialisancia iónica (Kt) y por Kt/V. *Rev Soc Esp Enferm Nefrol* 2009; 12 (2): 97-102.
13. Rodríguez Cabrera MJ, Brunete Mayor E, Torres Márquez ML, García-Mauriño Mundi C, Fernández-Palacios Ruiz V, Lorenzo Ponce C. Validación de la dosis de diálisis medida con el Monitor de Aclaración en Línea (OCM) y el Kt/v de Daugirdas '93. Aplicación práctica en una unidad de hemodiálisis. *Rev Soc Esp Enferm Nefrol* 2004; 7 (1): 50-54.
14. Teruel Briones JL, Fernández Lucas M. Dosis de hemodiálisis. Dificultad de su medida. *Nefrología* 2008; 28 (1): 28-29.