

## ORIGINALES

# Valoración de métodos para el cálculo del Kt/V corregido para el rebote

F. Maduell<sup>1</sup>, H. García<sup>1</sup>, J. Hernández-Jaras<sup>2</sup>, F. Sigüenza<sup>3</sup>, C. del Pozo<sup>4</sup>, R. Giner<sup>5</sup>, R. Moll<sup>6</sup> y E. Garrigós<sup>7</sup><sup>1</sup>Hospital General de Castelló; <sup>2</sup>Hospital de Gandía; <sup>3</sup>Hospital de Xàtiva; <sup>4</sup>Hospital de Alcoy; <sup>5</sup>Hemogan; <sup>6</sup>Hospital General de Valencia; <sup>7</sup>Cedicas.

## RESUMEN

La diálisis de alta eficacia ha magnificado el efecto rebote por lo que la sobreestimación del Kt/V debería tomarse en consideración. Varios autores han desarrollado cálculos para la estimación del Kt/V corregido para el rebote (Kt/Vr). Smye y cols., con una muestra adicional intradiálisis, han desarrollado una fórmula para el cálculo de la urea final en equilibrio. Daugirdas y cols. han desarrollado una fórmula de un Kt/V bicompartimental estimado de la fórmula monocompartimental del Kt/V y del tiempo ( $Kt/Vr = Kt/V * (1 - (0,6/(t/60))) + 0,03$ ). Maduell y cols., en un análisis de rebote de la urea, observaron que éste dependía del V, K y del Kt/V y mediante análisis de regresión lineal múltiple  $Kt/Vr = 0,906 * Kt/V - 0,26 * K/V + 0,007$ . El objetivo del trabajo era comparar el Kt/Vr medido versus el Kt/Vr estimado por los tres métodos descritos.

Se estudiaron 350 pacientes, 190 varones y 160 mujeres, de 7 unidades de hemodiálisis. Cada paciente recibió una sesión con sus parámetros habituales de diálisis y se determinó la urea al inicio, a los 90 ó 100 minutos intradiálisis (bajando el QB a 60 ml/min durante 1 minuto), al final y a los 45 minutos postdiálisis. Se calculó el R, el Kt/V, el Kt/Vr medido y el Kt/Vr estimado según los 3 métodos propuestos. La eficacia predictiva del método propuesto se valoró mediante su exactitud, precisión, correlación y por el método de Bland y Altman.

El rebote fue del  $21,9 \pm 9,5\%$ , el Kt/V  $1,171 \pm 0,21$ , el Kt/Vr medido con urea 45 min postdiálisis  $0,976 \pm 0,20$ . Este último se correlacionaba con el Kt/Vr estimado por Smye,  $0,962 \pm 0,21$  ( $r = 0,723$ ); Daugirdas,  $0,983 \pm 0,18$  ( $r = 0,941$ ), y Maduell,  $0,973 \pm 0,18$  ( $r = 0,943$ ). La amplitud del intervalo de concordancia, así como el porcentaje de error al utilizar las fórmulas de estimación en vez del Kt/Vr medido, fueron asumibles desde el punto de vista clínico, excepto para la fórmula de Smye.

En conclusión, los resultados del presente estudio sugieren que, en la hemodiálisis actual, la utilización de un modelo monocompartimental sobreestima el Kt/V por el rebote. Las fórmulas de estimación del Kt/Vr propuestas por Daugirdas o Maduell podrían ser una alternativa válida para su uso clínico.

Palabras clave: **Cinética de la urea. Kt/V. Rebote de urea.**

Recibido: 14-VI-96.

En versión definitiva: 11-10-96.

Aceptado: 14-X-96.

Correspondencia: F. Maduell Canals.

Servicio de Nefrología.

Hospital General de Castellón.

Av. Benicasim, s/n.

12004 Castellón.

## DIFFERENT METHODS TO CALCULATE Kt/V CONSIDERING THE REBOUND PHENOMENON

### SUMMARY

*High-efficiency dialysis accentuates the need for a bi or multicompartment urea kinetic model because the urea rebound is increased. Use of single pool models for prescribing dialysis may result in overestimation of delivered dialysis which could lead to inadequate prescribed dialysis. Several formulas have been developed to calculate Kt/V which take the urea rebound (Kt/Vr) into consideration. Smye et al have proposed a method whereby the equilibrated BUN is predicted by an additional sample during dialysis (Kt/VrSmye). Daugirdas et al have proposed a method in which a single pool estimate of Kt/V is modified according to the speed of dialysis to obtain a double pool estimate of Kt/V ( $Kt/Vr_{Dau} = Kt/V * (1 - 0.6/(t/60)) + 0.03$ ). Maduell et al on the basis of an analysis of urea rebound have proposed a method whereby the equilibrated Kt/V is predicted from the single pool Kt/V, K and V ( $Kt/Vr_{Mad} = 0.906 * Kt/V - 0.26 * K/V + 0.007$ ). The purpose of this study was to compare the equilibrated Kt/V (Kt/Vr) versus Kt/Vr estimated by these three methods of Smye, Daugirdas and Maduell.*

*The study included 350 patients, 190 males and 160 females, from seven hospitals and free standing dialysis clinics. All patients received a dialysis session with their habitual parameters. Measurements of plasma urea concentration were obtained at the beginning, 90 or 100 minutes following the start of dialysis, at the end, and 45 minutes after each dialysis. The urea rebound, Kt/V, Kt/Vr, Kt/VrSmye, Kt/VrDau and Kt/VrMad were calculated.*

*Urea rebound was  $21.9 \pm 9.5\%$ , Kt/V was  $1.171 \pm 0.21$ , Kt/Vr using 45 minutes postdialysis samples was  $0.976 \pm 0.20$ . It was correlated with Kt/Vr estimated by the Smye method  $0.962 \pm 0.21$  ( $r = 0.723$ ,  $p < 0.001$ ), Kt/Vr estimated by the Daugirdas method  $0.983 \pm 0.18$  ( $r = 0.941$ ,  $p < 0.001$ ) and Kt/Vr estimated by the Maduell formula  $0.973 \pm 0.18$  ( $r = 0.943$ ,  $p < 0.001$ ). Precision of estimated limits of agreement and percentage of error by Bland and Altman analysis show that Kt/Vr estimated by the Daugirdas and Maduell formulas could be used in place of the Kt/Vr calculated from a postdialysis sample, for clinical purposes. However, the Smye method did not agree closely enough to be clinically acceptable.*

*In conclusion, our results suggest that in dialysis the use of single pool urea kinetics models for delivered hemodialysis may result in overestimation of Kt/V which could lead to inadequate delivered dialysis. Kt/Vr estimated by Daugirdas and Maduell formulas could be an accurate method for assessing the delivered dialysis dose. The Smye formula is not sufficiently accurate for Kt/Vr measurement in individual hemodialysis patients despite good correlation for populations.*

Key words: **Urea kinetic model. Kt/V. Urea rebound.**

### INTRODUCCION

La diálisis de alta eficacia ha puesto de manifiesto el comportamiento bi o multicompartimental de la cinética de la urea a través del aumento del efecto rebote y, por tanto, una disminución de la validez de las fórmulas del modelo cinético monocompartmental de la urea<sup>1</sup>. Varios autores han observado que el rebote aumenta en relación con la eficacia de la diálisis<sup>2, 3</sup> y se ha sugerido que a menor

tiempo de diálisis se debería exigir un mayor Kt/V<sup>3-5</sup>.

El cálculo del Kt/V sin rebote exige que la extracción final de urea se realice a los 30-60 minutos de finalizar la misma, lo que hace que sea poco práctico en la clínica rutinaria. Esta preocupación ha llevado a desarrollar cálculos para la estimación del Kt/V corregido para el rebote sin que el paciente deba esperar más tiempo. Smye y cols.<sup>6, 7</sup> mediante la obtención de una muestra intradiálisis, han descrito una fórmula para el cál-

culo de un Kt/V equivalente al estado de equilibrio. Daugirdas y cols.<sup>8</sup> han desarrollado un cálculo empírico del Kt/V, un Kt/V bicompartimental estimado a partir de la fórmula monocompartimental del Kt/V y del tiempo. En un estudio previo<sup>9</sup> observamos que el efecto rebote depende de la variabilidad individual de cada paciente en relación con el volumen de distribución de la urea (V) y de la eficacia de la propia técnica dialítica. A partir de este trabajo, mediante un análisis de regresión lineal múltiple, desarrollamos una fórmula para calcular el Kt/V corregido para rebote en función del Kt/V, V y de K<sup>10, 11</sup>. Para su uso era necesario conocer con precisión el V mediante la recolección del líquido de diálisis y del cálculo exacto del K. En un análisis posterior se realizó una corrección de la fórmula en función del K/V, evitando los posibles errores en la determinación del V y del K<sup>12</sup>.

El objetivo del trabajo era valorar la eficacia predictiva de los tres métodos de estimación del Kt/V corregido para el rebote propuestos en la literatura actual y la posibilidad de utilizarse en la práctica clínica.

## PACIENTES Y METODOS

Se estudiaron 350 pacientes, 190 varones y 160 mujeres, de 55,4 años de edad (intervalo entre 23-79), en programa regular de hemodiálisis en 7 unidades de hemodiálisis de hospitales y centros concertados de la Comunidad Valenciana (Hemogan, 62 pacientes; Hospital de Gandía, 24 pacientes; Hospital de Alcoy, 60 pacientes; Hospital de Xàtiva, 61 pacientes; Hospital General de Valencia, 36 pacientes; Cedicas, 42 pacientes, y Hospital General de Castelló, 67 pacientes).

A cada paciente se le realizó una sesión de hemodiálisis con sus parámetros habituales. Se anotó el peso, ganancia de peso interdiálisis, baño de bicarbonato o acetato, flujo de sangre (QB), tiempo de duración (T), tipo de membrana y superficie, técnica de hemodiálisis convencional o hemodiafiltración y el número de litros de perfusión. La función renal residual se consideró nula para este estudio.

En cada sesión de hemodiálisis se determinó la concentración de urea en plasma al inicio (C1); intradiálisis a los 90 ó 100 minutos (CS), extrayéndose de la toma arterial tras esperar un minuto con el flujo sanguíneo a 50 ml/min; al final (C2), también bajando el flujo sanguíneo o mediante el método de la bomba parada<sup>13</sup>; y una muestra a los 45 minutos postdiálisis (CR). Se realizaron los siguientes cálculos:

1. Kt/V convencional según el MCU<sup>14</sup>,  $Kt/V = \ln(C1/C2)$ .
2. Kt/V corregido para el rebote (medido).  $Kt/V_r = \ln(C1/CR)$
3. Kt/V estimado por Smye:  $Kt/V_rSmye = \ln(C1/CSmye)$ , siendo CSmye (concentración equilibrada de urea postdiálisis) =  $C1 * e^{-kt}$ , siendo  $k = (1/(Td-S)) * \ln(CS/CF)$  y S = tiempo intradiálisis.
4. Kt/V estimado por Daugirdas.  $Kt/V_rDaug = Kt/V * (1 - (0,6/(Td/60))) + 0,03$ .
5. Kt/V estimado por Maduell.  $Kt/V_rMad = 0,906 * Kt/V - 0,26 K/V + 0,007$ , siendo K/V el Kt/V horario.

Utilizamos el Kt/V simplificado de Gotch y Sargent, ya que es el más sencillo (precisa de urea inicial y final), aunque se podría haber utilizado el Kt/V de Daugirdas de segunda generación, monocompartimental y volumen variable<sup>15</sup>,  $Kt/V = -\ln((C2/C1) - (0,008 * T) - (UF/peso))$ ; u otras fórmulas basadas en el porcentaje de reducción de urea (PRU), como la de Basile<sup>16</sup>:  $Kt/V = 0,23 * PRU - 0,284$ , o la de Jindal<sup>17</sup>:  $Kt/V = 0,04 * PRU - 1,2$ .

Se ha definido la diálisis de alta eficacia a las que el T < a 3 horas, QB > 300 ml/min, K > 180 ml/min, K/peso > 3 ml/min o K/V > 5,2 ml/min/kg<sup>18-20</sup>. En el presente estudio utilizamos como criterio de alta eficacia a las sesiones en las que los pacientes recibían un Kt/V horario o K/V superior a 0,35/h<sup>3</sup>.

Los resultados se expresan como la media aritmética ± desviación estándar. Para el análisis de las diferencias de las variables cuantitativas se ha empleado el test de la «t» de Student (datos pareados). Se ha considerado estadísticamente significativa una p < 0,05. La eficacia predictiva de los métodos propuestos se valoró mediante la exactitud (error absoluto de estimación), precisión (error cuadrático medio de estimación), correlación; y por el método de Bland y Altman se definieron los intervalos de concordancia y el porcentaje de error esperado<sup>21</sup>.

## RESULTADOS

La media del QB fue de 352 ± 58 ml/min (intervalo entre 200-500); el flujo del líquido de diálisis fue de 541 ± 93 ml/min (50 pacientes, 16,6%, con QD 750 ml/min y el resto con 500 ml/min). El tiempo medio de diálisis fue de 194 ± 22 min, 196 pacientes en 3 horas (56%), 102 en tres horas y media (29,1%), 40 en 4 horas (11,4%) y los 12 restantes (3,4%) en menos de 3 horas. El peso seco de los

pacientes fue  $62,9 \pm 11,8$  kg (intervalo 32-110). La ganancia de peso interdiálisis fue de  $1,97 \pm 0,98$  kg. Los dializadores utilizados fueron celulósicos en el 72,9% (255 pacientes) y sintéticos en el resto, con una superficie de  $1,79 \pm 0,18$  m<sup>2</sup> (intervalo entre 1,2-2,1). El baño fue de bicarbonato en el 96%. Del total de pacientes, 213 (60,8%) recibieron hemodiálisis convencional y los 137 restantes (39,2%) recibieron técnicas de hemodiafiltración (45 hemodiafiltración con membranas celulósicas, 80 biofiltración, 10 AFB y 2 PFD), con una fluidoterapia de reposición de  $3,25 \pm 1,5$  litros (intervalo 1-9 litros).

El rebote promedio fue del  $21,9 \pm 9,5\%$ . El 57,4% de los pacientes (201) recibieron una diálisis de alta eficacia (K/V superior a 0,35/h,  $0,41 \pm 0,05$ ), con un rebote del  $24,0 \pm 9,3\%$ , y los 149 restantes tenían un K/V de  $0,31/h \pm 0,03$ , con un rebote del  $19,0 \pm 9,0$  ( $p < 0,001$ ). Solo 15 pacientes, portadores de catéteres centrales y fístulas disfuncionantes, tuvieron un K/V inferior 0,25/h y el rebote era del  $14,1 \pm 4,5\%$ .

El valor promedio del Kt/V fue  $1,171 \pm 0,21$ . El Kt/V corregido para el rebote medido con la urea 45 minutos postdiálisis fue  $0,976 \pm 0,20$ , y con las fórmulas de estimación fueron Kt/VrSmye  $0,962 \pm 0,21$ , Kt/VrDaug  $0,983 \pm 0,18$  y Kt/VrMad  $0,973 \pm 0,18$ . Estos resultados, así como el análisis estadístico, se expresa en la [tabla 1](#). La diferencia entre métodos (datos pareados) no fue significativa entre el Kt/Vr y el Kt/VrDaug ni entre el Kt/Vr y el Kt/VrMad, pero sí entre el Kt/Vr y el Kt/VrSmye ( $p < 0,001$ ). En la [figura 1](#) se representa la correlación entre el Kt/Vr en relación al Kt/VrSmye, Kt/VrDaug y el Kt/VrMad, evidenciando una fuerte correlación entre ellos, principalmente con los dos últimos.

La exactitud fue de 0,038, -0,006 y 0,003 para el Kt/VrSmye, Kt/VrDaug y Kt/VrMad, respectivamente. La amplitud del intervalo de concordancia ( $m \pm 2$  DE) para el Kt/VrDaug (de -0,128 a +0,140) y el Kt/VrMad (de -0,135 a +0,129) fueron similares, pero mucho más amplios para el Kt/VrSmye (de -0,344 a +0,268) ([tabla 1](#) y [fig. 2](#)). Estos resultados especifican una confianza del 95% en que el error cometido al utilizar la fórmula de estimación de Kt/VrSmye en lugar del Kt/Vr oscilaría entre el 34,4% por debajo y el 27% por arriba. Límites cuestionables desde el punto de vista clínico. El error estimado (con una confianza del 95%) al utilizar la fórmula de estimación de Kt/VrDaug en lugar del Kt/Vr oscilará entre el 14,3% por debajo y el 13,3% por arriba; y al utilizar la fórmula de estimación de Kt/VrMad en lugar del Kt/Vr oscilará entre el 13,3% por debajo y el 13,7% por arriba.

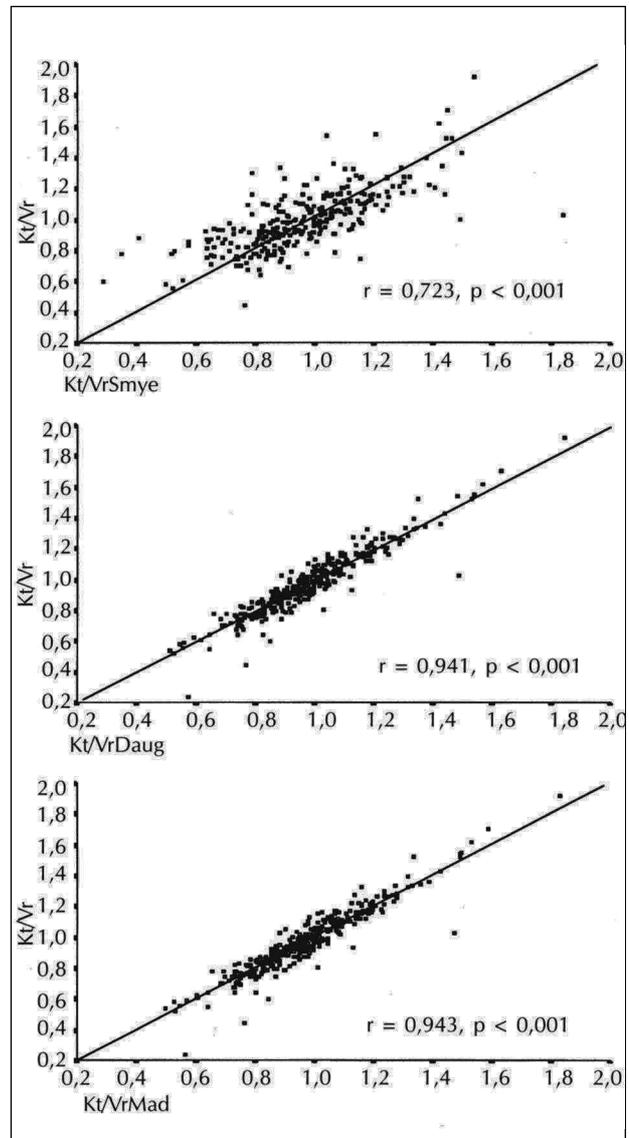


Fig. 1.—Correlaciones entre Kt/Vr medido y el Kt/Vr estimado por Smye (Kt/VrSmye), Daugirdas (Kt/VrDaug) o Maduell (Kt/VrMad).

ba. Situaciones asumibles desde el punto de vista clínico.

En la [tabla II](#) se expresan los resultados del Kt/V, Kt/Vr medido y el Kt/Vr estimado utilizando otras fórmulas monocompartimentales del Kt/V (Daugirdas de segunda. generación y volumen variable, Basile o Jindal). Como se puede observar, el Kt/V de Gotch es el más restrictivo, ya que las otras fórmulas lo sobrestiman en un 15, 10 y un 30%, respectivamente. No obstante, se mantienen las proporciones y los índices de correlación entre el Kt/Vr medido y el estimado son similares.

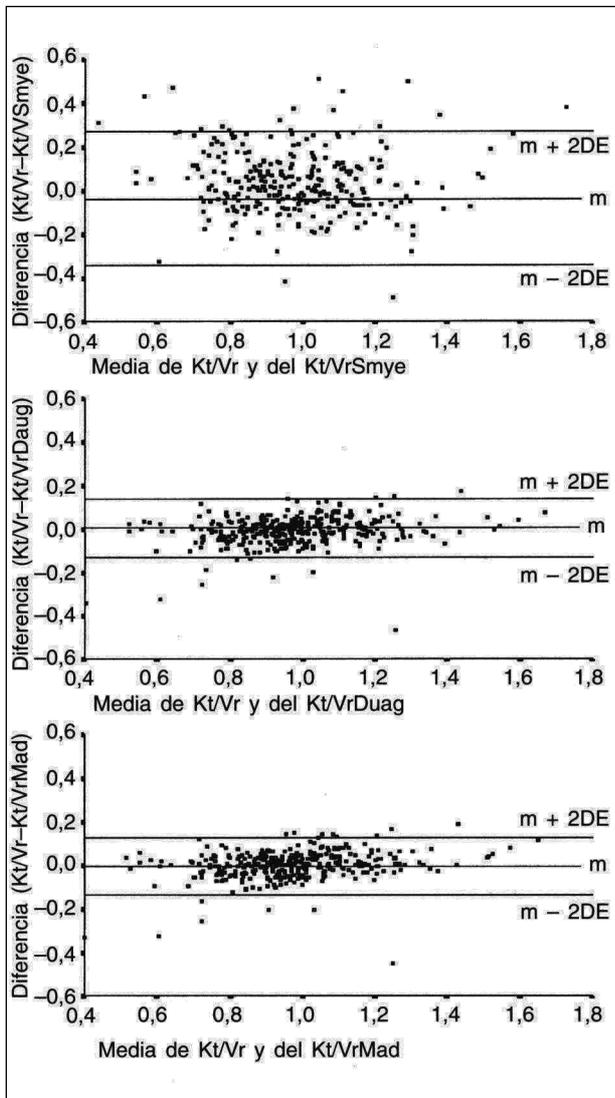


Fig. 2.—Amplitud del intervalo de concordancia según análisis de Bland y Altman de los valores de referencia (Kt/V medido) con respecto a los tres métodos de estimación.

**DISCUSION**

Los avances tecnológicos han ido transformando la hemodiálisis a lo largo de los años hacia modalidades de tratamiento de mayor eficacia, mejor tolerancia y tiempo más reducido. Actualmente se utilizan parámetros impensables hace unos años, como el bicarbonato, QB entre 350-500 ml/min, QD entre 500-1.000 ml/min, dializadores con coeficiente de transferencia de masa o KoA entre 800-1.000 ml/min, ultrafiltración controlada y técnicas de hemo-

**Tabla I.** Medidas del Kt/V corregido para el rebote (Kt/Vr) por distintos métodos.

	Kt/V r	Kt/VrSmye	Kt/VrDaug	Kt/VrMad
Media	0,976	0,962	0,983	0,973
± DE	0,20	0,21	0,18	0,18
		p < 0,001	NS	NS
Correlación				
r		0,723	0,941	0,943
P		p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
Exactitud (Bias)		0,038	-0,006	0,003
Precisión (Bias <sup>2</sup> )		0,025	0,004	0,004
95% IC (intervalo de confianza)		0,020	-0,001	-0,010
		0,055	0,013	0,004
LOA (límites de concordancia)		-0,344	-0,128	-0,135
		0,268	0,140	0,129

Kt/Vr medido a los 45 minutos postdiálisis. Kt/VrSmye, Kt/VrDau, Kt/VrMad estimados según Smye, Daugirdas y Maduell. Todas las comparaciones están en relación al Kt/Vr.

**Tabla II.** Determinación del Kt/V corregido para el rebote por distintos métodos partiendo de diferentes fórmulas de Kt/V monocompartmental. Correlaciones entre el Kt/V medido y el estimado.

	Kt/V	Kt/V r	Kt/VrSmye	Kt/VrDau	Kt/VrMad
Gotch	1,172	0,976	0,962	0,983	0,973
			r = 0,723	r = 0,941	r = 0,943
Daugirdas	1,355	1,135	1,121	1,132	1,125
			r = 0,745	r = 0,947	r = 0,948
Basile	1,288	1,133	1,117	1,076	1,069
			r = 0,716	r = 0,921	r = 0,930
Jindal	1,533	1,264	1,237	1,276	1,272
			r = 0,716	r = 0,921	r = 0,930

Kt/Vr (medido a los 45 minutos postdiálisis). Kt/VrSmye, Kt/VrDau, Kt/VrMad estimados según Smye, Daugirdas y Maduell.

diafiltración en la cual se combina la difusión y la convección, que incluye varias modalidades denominadas biofiltración<sup>23, 24</sup>, hemodiafiltración de alto flujo<sup>25</sup>, PFD (paired filtration dialysis)<sup>26</sup> o AFB (acetate free biofiltration)<sup>27</sup>.

Aunque existen varias definiciones de hemodiálisis de alta eficacia,  $T < 3$  horas,  $QB > 300$  ml/min,  $K > 180$  ml/min,  $K/\text{peso} > 3$  ml/min o  $K/V > 5,2$  ml/min/kg<sup>18-20</sup>, que intentan definir los límites de tolerancia al acetato<sup>22</sup>, utilizamos, al igual que Spiegel y cols.<sup>3</sup> para tal fin  $K/V > 0,35/\text{h}$ . En el presente trabajo, con una muestra amplia y representativa de la hemodiálisis actual, observamos que aproximadamente el 60% de los pacientes recibían una diálisis de alta eficacia.

Este tipo de diálisis ha puesto de manifiesto el comportamiento bi o multicompartimental de la cinética de la urea a través del aumento del efecto rebote. El rebote, que era inferior al 10% en la diálisis de los años 80 y se consideraba despreciable, aumenta al utilizar técnicas de alta eficacia entre el 10 y el 40%. En este estudio hemos constatado que el rebote medio de la población estudiada era del 22%. Cuando separábamos por eficacia, el rebote fue del  $24 \pm 9\%$  cuando el  $K/V > 0,35/\text{h}$  y del  $19 \pm 9\%$  si  $K/V < 0,35/\text{h}$ . En un grupo reducido de enfermos en los que el  $K/V < 0,25$ , el rebote fue del  $14 \pm 4,5\%$ . Por tanto, si el rebote no se tiene en consideración hay una excesiva sobreestimación del  $Kt/V$  que cuestiona la utilización del mismo como método de monitorización del tratamiento dialítico ante la posibilidad de producirse infradiálisis.

Esta preocupación ha llevado a desarrollar cálculos para la estimación del  $Kt/V$  corregido para el rebote sin que el paciente deba esperar más tiempo al del propio tratamiento. En el presente estudio se han comparado el  $Kt/Vr$  medido con los  $Kt/Vr$  estimados por las fórmulas de Smye<sup>6</sup>, Daugirdas<sup>8</sup> y Maduell<sup>12</sup>.

La ecuación propuesta por Smye y cols.<sup>6, 7</sup> es la que presenta mayores dificultades para su empleo en la práctica clínica. Por una parte, precisa de una muestra adicional intradiálisis. La muestra intradiálisis se debe realizar bajando el  $QB$  a 50 ml/min para evitar errores adicionales de malos accesos vasculares o recirculaciones cardiopulmonares, como se analiza en el trabajo de Pflöderer y cols.<sup>28</sup>. Entre el  $kt/Vr$  medido y el estimado según Smye se observa una diferencia entre métodos (datos pareados) significativa ( $p < 0,001$ ): existe correlación, aunque es inferior a los otros dos métodos de estimación propuestos; y el porcentaje de error oscilaría entre el 34,4% por debajo y el 27% por arriba. Esta valoración nos hace cuestionar la intercambiabilidad del  $Kt/Vr$  medido y el  $Kt/Vr$  estimado por Smye. Revisando el trabajo original<sup>7</sup>, 14 casos, no hay corre-

cción, la amplitud del intervalo de concordancia oscilaría entre -0,32 y +0,29 y el porcentaje en el error cometido al utilizar dicha fórmula en lugar del  $Kt/Vr$  oscilaría entre el 42% por debajo y el 38% por arriba según el método de Bland y Altman<sup>21</sup>.

Los resultados de este estudio al comparar el  $Kt/Vr$  medido con el  $Kt/Vr$  estimado por las fórmulas de Daugirdas y cols.<sup>8</sup> y Maduell y cols.<sup>12</sup> muestran que las fórmulas son sencillas, prácticas y no precisan de ninguna muestra adicional a las inicial y final. El análisis estadístico revela que no hay diferencia entre métodos, existe una buena exactitud, precisión y correlación. La amplitud de los intervalos de concordancia sería muy similar y oscilaría entre -0,128 y +0,14 para el  $Kt/Vr_{\text{Dau}}$  y entre -0,135 y +0,129 para el  $Kt/Vr_{\text{Mad}}$ . Los porcentajes en el error cometido al utilizar dichas fórmulas en lugar del  $Kt/Vr$  medio serían bajos y aconsejables desde el punto de vista clínico, oscilando entre el 14,3% por debajo y el 13,3% por arriba para el  $Kt/Vr_{\text{Dau}}$  y entre el 13,3% por debajo y el 13,7% para el  $Kt/Vr_{\text{Mad}}$ .

Si utilizamos el  $Kt/Vr$  para monitorizar la dosis de diálisis, ¿cuál debería ser el objetivo de  $Kt/Vr$  a conseguir? La recomendación del Estudio Cooperativo Americano era  $Kt/V > 1$  ( $\ln C_1/C_2$ ), con un tipo de diálisis de baja eficacia y con un rebote entre el 5-10%. Estas recomendaciones podrían corresponder a un  $Kt/Vr > 0,95$  y ésta sería la dosis de diálisis mínima a alcanzar si se utiliza el  $Kt/V$  de Gotch y Sargent. Sin embargo, si se utilizan habitualmente otras determinaciones del  $Kt/V$  monocompartimental como la de Basile<sup>16</sup>, Daugirdas de segunda generación<sup>15</sup> o Jindal<sup>17</sup> (ver tabla II), el objetivo a conseguir debería ser un  $Kt/Vr$  superior a 1,05, 1,10 y 1,20, respectivamente.

En conclusión, los resultados del presente estudio confirman que el rebote en el tipo de hemodiálisis que se realiza actualmente es elevado y debería ser tomado en consideración para evitar una sobreestimación del  $Kt/V$ . Por tanto, se deberían utilizar fórmulas del  $Kt/V$  corregido para el rebote. Si no se determina la urea final a los 30-60 minutos de finalizar la diálisis, las fórmulas de estimación a partir de la urea inicial y final propuestas por Daugirdas y/o Maduell serían alternativas válidas para su uso clínico.

## Bibliografía

1. Alloati S, Bosticardo G, Torazza MC, Gaiter AM, Nebiolo PE: Transcellular disequilibrium and intradialytic catabolism reduce the reliability of urea kinetic formulas. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 35: 328-330, 1989.
2. Pedrini LA, Zereik S, Rasmy S: Causes kinetics and clinical implications of post-hemodialysis urea rebound. *Kidney Int* 34: 817-824, 1988.

3. Spiegel DM, Baker L, Babcock S, Contiguglia R, Klein M: Hemodialysis urea rebound: the effect of increasing dialysis efficiency. *Am J Kidney Dis* 25: 26-29, 1995.
4. Albertini VA y Bosch JP: Short hemodialysis. *Am J Nephrol* 11: 169-173, 1991.
5. Linsay RM y Spanner E: A hypothesis: The protein catabolic rate dependent upon the time and amount of treatment in dialyzed uremic patients. *Am J Kidney Diseases* 5: 382-389, 1989.
6. Smye SW, Evans JHC, Will E, Brocklebank JT: Paediatric haemodialysis: Estimation of treatment efficiency in the presence of urea rebound. *Clin Phys Physiol Meas* 13: 51-62, 1992.
7. Smye SW, Dunderdale E, Brownridge G, Will E: Estimation of treatment dose in high-efficiency haemodialysis. *Nephron* 67: 24-29, 1994.
8. Daugirdas JT, Schneditz D: Overestimation of hemodialysis dose depends on dialysis efficiency by regional blood flow. *ASAIO* 41: 719-724, 1995.
9. Maduell F, Sigüenza F, Caridad A, López-Menchero R, Miralles F, Serrato F: Efecto rebote de la urea: influencia del volumen de distribución de la urea, tiempo de diálisis y aclaramiento del dializador. *Nefrología* 14: 189-194, 1994.
10. Maduell F, López-Menchero R, Sigüenza F, Caridad A: Estimación del KT/V con rebote (KT/Vr) a partir del KT/V convencional. *Nefrología* (Supl. 3) 14: 62, 1994.
11. Maduell F, Sigüenza F, López-Menchero R, Caridad A: Validación de un método para el cálculo del KT/V con rebote. *Nefrología* (Supl. 3) 14: 62, 1994.
12. Maduell F, García H, Navarro V, Calvo C: Estimación del efecto rebote de la urea y del Kt/V corregido para el rebote. *Nefrología* (Supl. 1) 16: 74, 1996.
13. Depner TA: Refinements and application of urea modeling. En Depner TA (Ed.): *Prescribing hemodialysis: A guide to urea modeling*. Boston, Kluwer, pp. 167-194, 1991.
14. Gotch FA y Sargent JA: A mechanistic analysis of the National Cooperative Dialysis Study. *Kidney Int* 28: 526-534, 1985.
15. Daugirdas JT: Second generation logarithmic estimates of single-pool variable volume Kt/V: An analysis of error. *J Am Soc Nephrol* 4: 1205-1213, 1993.
16. Basile C, Casino F, López T: Percent reduction in blood urea concentration during dialysis estimates Kt/V in a simple and accurate way. *Am J Kidney Dis* 15: 40-45, 1990.
17. Jindal KK, Manuel A, Goldstein MB: Percent reduction of the blood urea during hemodialysis (PRU). A simple and accurate method to estimate Kt/V urea. *Trans ASAIO* 33: 286-288, 1987.
18. Bosch JP: The evolution of high-efficiency treatments from conventional hemodialysis. En: *Hemodialysis high-efficiency treatments*. Churchill Livingstone Inc, pp. 11-8, 1993.
19. Collins AJ, Keshaviah P: High Efficiency Therapies for clinical dialysis. En: Nissenson AR, Fine RN, Gentile De: *Clinical dialysis*. Norwalk, Appleton & Lange, pp. 687-696, 1990.
20. Collins AJ: High-efficiency treatments using conventional equipment. En: *Hemodialysis high-efficiency treatments*. Churchill Livingstone Inc, pp. 91-104, 1993.
21. Bland JM, Altman DG: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1: 307-310, 1986.
22. Kaiser B, Potter D, Bryant R, Vreman H, Weiner M: Acid-base changes and acetate metabolism during routine and high-efficiency hemodialysis in children. *Kidney Int* 19: 70-74, 1981.
23. Bigazzi R, Papatatto P, Setti GP, Raugi M, Baldari G: Biofiltration, a new method of short hemodiafiltration: Preliminary report. *Int J Artif Organs* 9 (S-3): 111-114, 1986.
24. Cappelli G, Icardi A, Lamperi D, Lamperi S: Effects of biofiltration versus hemofiltration in the treatment of chronic uremia. *Int J Artif Organs* 9 (S-3): 21-24, 1986.
25. Von Albertini B, Miller J, Garner P, Shinaberger J: High flux hemodiafiltration: Under six/hour/week treatment. *ASAIO* 30: 227-231, 1984.
26. Ghezzi PM, Frigato G, Fantini GF, Dutto A, Meinero S, Cento G, Marazzi F, D'Andria V, Grivet V: Theoretical model and first clinical results of the paired filtration dialysis (PFD). *Life Support Systems* 1 (suppl. 1): S271-S275, 1983.
27. Santoro A, Ferrari G, Spongano M, Badiali F, Zuchelli P: Acetate free biofiltration: a viable alternative to bicarbonate dialysis. *Int J Artif Organs* 13: 476-479, 1989.
28. Pflederer BR, Torrey C, Priester-Coary A, Lau AH, Daugirdas JT: Estimating equilibrated Kt/V from intradialytic sample: Effects of access and cardiopulmonary recirculations. *Kidney Int* 48: 832-837, 1985.