



Utilidad de la dialisancia iónica para control de la dosis de diálisis. Experiencia de un año

J. L. Teruel, M. Fernández Lucas, M. Arambarri, J. L. Merino, R. Echarri, C. Alarcón, R. Marcén, M. Rivera y J. Ortuño

Hospital Ramón y Cajal. Madrid.

RESUMEN

Introducción: Mediante el cálculo de la dialisancia iónica, el monitor *Diascan* (*Hospal*) permite obtener el valor del aclaramiento de urea (K) y del Kt en cada sesión de hemodiálisis. Si dividimos el Kt así obtenido por el Kt/V calculado por cualquiera de las fórmulas al uso, obtendremos para cada enfermo un valor de V acorde al método utilizado para calcular el Kt/V. Introduciendo el valor V de cada enfermo, el programa *Diascan* proporciona un valor Kt/V de forma automática y sin precisar reactivo.

Objetivo: Durante el año 2002 hemos controlado la dosis de diálisis de los enfermos de nuestra unidad mediante el Kt/V del *Diascan* (Kt/V *Diascan*). El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar la concordancia entre el Kt/V *Diascan* y el Kt/V calculado por el método de Lowrie de 1983 (Kt/V *Lowrie83*).

Material y métodos: El estudio ha sido realizado en los 63 enfermos crónicos que a lo largo del año 2002 se han dializado en un monitor *Integra* (*Hospal*) equipado con el sistema *Diascan*. En cada enfermo se calculó V dividiendo el Kt *Diascan* entre el Kt/V *Lowrie83*. El cálculo se hizo en dos sesiones de diálisis consecutivas, utilizando como V la media de las dos medidas. El valor V de cada enfermo fue introducido en su programa *Diascan* y de esta forma obtuvimos un valor Kt/V *Diascan* en todas las sesiones de hemodiálisis. A lo largo del año 2002 hemos realizado 7 estudios de concordancia entre Kt/V» *Diascan* y Kt/V *Lowrie83*. La concordancia entre ambos procedimientos (variabilidad intermétodo) se ha estudiado mediante su diferencia relativa = $100 \times (\text{diferencia absoluta Kt/V Lowrie83-Lt/V Diascan})/\text{media de ambos Kt/V}$. Se consideró que la concordancia entre ambos métodos era aceptable cuando la variabilidad intermétodo era igual o inferior al 10%.

Para valorar la utilidad del Kt/V *Diascan* en el control diario de la dosis de diálisis, se analizó su valor en todas las sesiones de diálisis realizadas en un mes elegido de forma arbitraria (julio de 2002). Durante todo ese mes se dializaron 41 enfermos en un monitor *Integra* con control *Diascan*. El número total de se-

Recibido: 27-II-2003.

En versión definitiva: 15-VII-2003.

Aceptado: 15-VII-2003.

Correspondencia: Dr. J. L. Teruel
Servicio de Nefrología
Hospital Ramón y Cajal
Ctra. de Colmenar, km. 9,100
28034 Madrid

siones analizadas fue de 554. En cada enfermo se estudió la variabilidad de la dosis de diálisis que recibió en todas las sesiones de ese mes.

Resultados: En los 7 estudios de concordancia realizados no se objetivó una diferencia estadísticamente significativa entre ambos procedimientos, la variabilidad intermétodo media osciló entre el 5,2 y el 6,6% y el porcentaje de casos con variabilidad intermétodo igual o inferior al 10% estuvo comprendido entre el 83 y el 91%. En 11 de los 63 enfermos hubo que reajustar el valor de V durante el período de seguimiento.

De las 554 sesiones realizadas con control Diascan durante un mes, en 41 (7%) se produjo fallo de lectura. En el 93% de las 513 sesiones válidas, el Kt/V Diascan fue superior a 1. De los 41 enfermos analizados durante ese mes, en 38 (93%) el Kt/V medio del mes fue superior a 1. El coeficiente de variación de la dosis de diálisis de cada enfermo en todas las sesiones recibidas en el mes, osciló entre 2,1% y 12,4% siendo la media de 5,1%.

Conclusiones: Nuestra experiencia a lo largo de un año indica que el Kt/V Diascan mantiene una buena correlación con el Kt/V simplificado que ha sido utilizado como referencia. De forma periódica es necesario realizar estudios de concordancia para detectar posibles variaciones en el volumen de distribución de la urea de cada enfermo. El Kt/V Diascan un dato bastante fidedigno de la dosis de diálisis administrada a cada enfermo al final de cada sesión.

Palabras clave: **Hemodiálisis. Dialisancia iónica. Dosis de diálisis. Kt/V.**

IONIC DIALYSANTE TO CONTROL THE DOSIS OF DIALYSIS. ONE YEAR EXPERIENCE

SUMMARY

The Diascan equipment (Hospal) measures ionic dialysate which it derives the K and the Kt. If we divide the Kt obtained with Diascan between the Kt/V obtained by a simplified formula, it results a value of V for every patient. Entering this V in the Diascan software we can obtain a Kt/V (Diascan Kt/V), similar in theory to the simplified Kt/V.

In the year 2002 we have controlled the delivered dialysis in our unit with the Diascan Kt/V. The aim of the present study was to study the agreement between Diascan Kt/V and the Lowrie Kt/V. During the year 2002, 63 patients have been dialyzed in monitors with Diascan equipment. We calculated the V of each patient by dividing the Kt Diascan between the Lowrie Kt/V in the same dialysis session. The mean of the two consecutive measurements was considered the V value. Throughout the year 2002, 7 agreement studies were realized. The inter-method variability was assessed by the relative difference (absolute difference Diascan Kt/V-Lowrie Kt/V, divided by the average of both tests). A good agreement was considered when the relative difference was equal or lower than 10%.

In the 7 agreement studies realized, the mean of the relative difference oscillated between 5.2 and 6.6%, and the percentage of patients with a relative difference equal or lower than 10% oscillated between 83 and 91%.

During a month, the Diascan Kt/V was controlled in all dialysis sessions in 41 patients (554 sessions in total). Failure in the lecture of Kt/V Diascan was observed in 41 sessions (7%). A Diascan Kt/V greater than 1 (the minimum delivered dialysis considered in our unit) was obtained in 93% of the valid sessions. 38 of 41 patients had a mean monthly Diascan Kt/V greater than 1. The coefficient of variability of any patient oscillated between 2.1 and 12.4% (mean 5.1%).

Diascan Kt/V is good procedure for the monitoring the delivered dialysis without blood sampling or any additional costs.

Key words: **Hemodialysis. Ionic dialysate. Dialysis doses. Kt/V.**

INTRODUCCIÓN

El Diascan (Hospal) es un monitor de conductividad que funciona en el circuito del baño de diálisis y permite calcular la dialisancia iónica del dializador durante la sesión de diálisis¹. Asumiendo que la dialisancia iónica y el aclaramiento de urea (K) son similares, el Diascan permite determinar el Kt a lo largo de la sesión de diálisis. Dividiendo dicho valor por el volumen de distribución de la urea (V), podemos obtener un Kt/V en tiempo real²⁻⁵.

En un primer estudio confirmamos que la dialisancia iónica guarda una buena correlación con el aclaramiento de urea del componente acuoso de la sangre si el flujo del mismo se calcula por ultrasonidos⁶. Además esta correlación es independiente del tipo de membrana utilizada^{5,6}. Utilizando una metodología similar, Lindsay y cols., obtuvieron los mismos resultados⁷.

Una vez comprobada la validez del cálculo de K por la dialisancia iónica, estudiamos en un segundo trabajo la concordancia entre el Kt/V obtenido mediante el Diascan y el Kt/V calculado por las cuatro fórmulas simplificadas más utilizadas (dos monocompartmentales: Lowrie-1983 y Daugirdas-1993, y dos bicompartimentales: Daugirdas-1995 y la fórmula de Maduell aplicada a Lowrie-1983). Para obtener el Kt/V Diascan es preciso introducir en dicho programa el valor del volumen de distribución de la urea de cada enfermo. En este trabajo, V fue calculada por la fórmula de Watson. Observamos que en el grupo total la concordancia entre el Kt/V Diascan y los diferentes Kt/V simplificados era mala. La concordancia en cambio era excelente cuando se analizaba en un mismo enfermo con diferentes dosis de diálisis, siendo la ecuación de la regresión lineal entre Kt/V Diascan y Kt/V simplificado, diferente para cada enfermo. De este trabajo concluimos que el cálculo del Kt/V Diascan obteniendo V por la fórmula de Watson no era un procedimiento adecuado para ser utilizado de rutina en una unidad de diálisis ya que en cada enfermo había que establecer previamente la fórmula de la línea de regresión entre el Kt/V Diascan y el Kt/V simplificado con el que quisiéramos compararlo⁸. Dificultad similar tuvieron otros autores que calcularon el valor de V mediante un porcentaje del peso seco³.

Para resolver este problema decidimos calcular el V de cada enfermo dividiendo el Kt obtenido por Diascan en una sesión de hemodiálisis por el Kt/V obtenido en la misma sesión por una fórmula simplificada⁹. De esta forma se obtiene un valor V de cada enfermo que una vez introducido en el programa Diascan debe permitir la obtención de un Kt/V Diascan similar al Kt/V simplificado utilizado. El valor V dependerá del Kt/V simplificado usado para su cálculo; se trata de un valor virtual que solo

sirve para conseguir un Kt/V Diascan equivalente a un determinado Kt/V simplificado. Un estudio preliminar nos demostró que este procedimiento era útil ya que la concordancia entre los dos métodos era excelente y su aplicación sencilla¹⁰.

En el presente trabajo referimos nuestra experiencia en el control de la dosis de diálisis en una Unidad de Hemodiálisis mediante el Kt/V Diascan, durante un año.

MATERIAL Y MÉTODOS

A partir de diciembre del año 2001 a todos los enfermos de nuestra unidad de hemodiálisis que utilizaban un monitor Integra con Diascan (Hospal) se les controló la dosis de diálisis recibida en cada sesión mediante Kt/V obtenido por dialisancia iónica.

El presente estudio fue realizado en todos los enfermos que se dializaron en nuestra unidad en el año 2002 con uno de dichos monitores.

En enero de 2002, 46 enfermos estaban siendo controlados con Kt/V Diascan. A lo largo del año otros 17 enfermos se incorporaron al estudio, siendo por tanto 63 el número de enfermos analizados. Dieciocho enfermos abandonaron el estudio durante dicho año (8 fallecieron, 6 fueron trasplantados y 4 se trasladaron a otra unidad de diálisis). Al finalizar el año 2002, el número de enfermos que continuaba dializándose en un monitor Integra con Diascan era de 45, 33 de los cuales pertenecían al grupo inicial.

De los 63 enfermos incluidos en el estudio, 36 eran varones y 27 mujeres, con una edad media de 62 años. La pauta de diálisis era de 3,5 = 4,5 hora, tres veces a la semana, con flujo arterial de 300-350 ml/min y flujo de líquido de diálisis de 500 ml/min. Treinta y dos enfermos utilizaron un dializador con membrana de diacetato de celulosa de 2 m² de superficie, 11 enfermos un dializador de membrana de AN69 de 1,65 m², 10 enfermos un dializador de membrana de poliamida de 1,7 m² y 10 enfermos un dializador con membrana de polisulfona de 1,8 m². En el momento de ser incluidos en el estudio, el peso era de 71 ± 13 kg para los varones y 64 ± 13 kg para las mujeres, y el Kt del Diascan de 41,3 ± 6,6 litros para los varones y 33,7 ± 6 litros para las mujeres.

El primer paso consistió en el cálculo del valor V de cada enfermo. Para ello se divide el Kt proporcionado por el Diascan por el Kt/V obtenido en la misma sesión de hemodiálisis por el método de Lowrie de 1983 ($Kt/V = 1n \text{ UreaPre} - 1n \text{ UreaPost}$). Este procedimiento se realizó en dos sesiones de diálisis, y se consideró V la media de las dos determinaciones. El valor V de cada enfermo, expresado como porcentaje de su peso, fue introducido en su tarjeta

informática, y a partir de ese momento el monitor Integra muestra el Kt/V Diascan que ese enfermo va consiguiendo a lo largo de cada sesión de hemodiálisis. En los enfermos que comienzan tratamiento con hemodiálisis, el cálculo de V suele realizarse un mes después de iniciado el tratamiento cuando se supuso que el enfermo había alcanzado su peso seco.

Durante los meses de enero, febrero, abril, junio, agosto, octubre y diciembre del año 2002, se realizó en todos los enfermos un estudio de concordancia entre el Kt/V Diascan y el Kt/V Lowrie83 en una misma sesión de hemodiálisis. El número de estudios de concordancia realizados en cada enfermo ha oscilado entre 1 y 7 (media 5), siendo el número total de 322.

Cuando en un estudio de concordancia se observó una variabilidad intermétodo que no era aceptable desde el punto de vista clínico (ver el apartado de estudio estadístico), se hizo una repetición del mismo. Si en el segundo estudio se obtuvo una buena concordancia, se analizaron los datos y se intentó establecer a cual de los dos procedimientos de determinación del Kt/V se podía atribuir el error del primer estudio. Si la variabilidad intermétodo seguía siendo mala en el segundo estudio, se consideró que el error era debido al valor de V adjudicado a ese enfermo y se procedió a un nuevo cálculo del mismo.

Para valorar la utilidad del Kt/V Diascan en el control diario de la dosis de diálisis, se analizó su valor en todas las sesiones de diálisis realizadas en un mes elegido de forma arbitraria (julio de 2002). Durante todo ese mes se dializaron 41 enfermos en un monitor Integra con control Diascan. El número total de sesiones analizadas fue de 554. En cada enfermo se estudió el Kt/V Diascan medio del mes, el número de sesiones con Kt/V Diascan superior a 1 (dosis mínima de diálisis estipulada en nuestra unidad) y con la variabilidad de la dosis de diálisis en todas las sesiones de ese mes.

Se utilizaron tubos heparinizados para la obtención de las muestras de sangre para laboratorio. La

concentración de urea postdiálisis se determinó en una muestra de sangre extraída de la línea arterial inmediatamente antes de iniciar la reinfusión de la sangre contenida en el circuito extracorpóreo, tras haber bajado el flujo de la bomba a 50 ml/min durante dos minutos. La concentración de urea en plasma se hizo en un autoanalizador automático Beckman CX7, con un coeficiente de variabilidad intramétodo inferior al 2%.

Estadística

Para el estudio de concordancia, en cada sesión de diálisis se determinó la diferencia (normal y absoluta) entre el Kt/V Diascan y el Kt/V Lowrie83. El test de Kolmogorov Smirnov demostró que la diferencia entre ambos Kt/V tenía una distribución normal. El cociente entre la diferencia absoluta de cada determinación y la media aritmética de ambos Kt/V, expresado como porcentaje (diferencia relativa), fue utilizado para establecer la variabilidad intermétodo. Diferencias de Kt/V superiores a un 10% ya se asocian a diferencias de mortalidad¹¹, por tanto una variabilidad intermétodo superior al 10% no es aceptable desde el punto de vista clínico y se consideró criterio de mala concordancia.

El coeficiente de variación (DS/media) se utilizó para estudiar la variabilidad de la dosis de diálisis de todas las sesiones que cada enfermo recibió a lo largo de un mes.

Los datos se expresan como media \pm DS. Para la comparación de medias se utilizó el test de Student. El valor de $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

RESULTADOS

En la tabla I están expresados los datos correspondientes a los 7 estudios de concordancia reali-

Tabla I. Resultados de los estudios de concordancia realizados entre el Kt/V Lowrie83 y el Kt/V Diascan

Estudio	N.º	Kt/V Lowrie83	Kt/V Diascan	VI	Casos con VI > 10%
1	46	1.237 \pm 0,161	1.236 \pm 0,149	6,2 \pm 4,7	5 (11%)
2	47	1.258 \pm 0,169	1.233 \pm 0,168	5,8 \pm 5,1	8 (17%)
3	50	1.230 \pm 0,157	1.256 \pm 0,169	5,2 \pm 5,6	6 (12%)
4	47	1.280 \pm 0,146	1.281 \pm 0,156	6,5 \pm 5,6	7 (15%)
5	46	1.269 \pm 0,170	1.256 \pm 0,170	5,5 \pm 4	4 (9%)
6	41	1.291 \pm 0,172	1.282 \pm 0,190	6,6 \pm 4,6	7 (17%)
7	45	1.316 \pm 0,207	1.292 \pm 0,194	6,5 \pm 4,2	6 (13%)

N.º = número de enfermos en cada uno de los estudios de concordancia.
VI = variabilidad intermétodo.

zados a lo largo del año 2002. Están recogidos el número de enfermos analizados en cada período, el Kt/V Lowrie83, el Kt/V Diascan, la variabilidad intermétodo y número de enfermos con variabilidad intermétodo superior al 10%. En ninguno de los siete estudios, hubo diferencia estadísticamente significativa entre el Kt/V Lowrie83 y el Kt/V Diascan.

En total se realizaron 322 estudios de concordancia. En 279 (87%), la variabilidad intermétodo fue igual o inferior al 10% y la concordancia entre ambos procedimientos fue considerada adecuada. De los 43 estudios (13%) en los que la concordancia fue clínicamente inaceptable, en 10 casiones el error fue atribuido al Kt/V Lowrie83 (en la mayoría de los casos por valores erróneos de la concentración de urea postdiálisis), en 6 casos el Kt/V que fue considerado erróneo fue del Kt/V Diascan; en 16 casos no se pudo considerar donde había residido el error de la medición, y por último en 11 casos (correspondientes a 11 enfermos distintos) el segundo estudio seguía mostrando una mala concordancia y se procedió a reajustar el valor V.

Para comprobar si la variabilidad es constante o depende de la magnitud de la medida, hemos realizado una gráfica de Bland y Altman en la que se analiza la relación entre la variabilidad intermétodo y la dosis de diálisis (considerando como tal la media aritmética de los dos Kt/V) (fig. 1). Puede observarse por la distribución de la nube de puntos y

por la pendiente de la línea de regresión, que la variabilidad intermétodo no está influida por la dosis de diálisis recibida.

Durante un mes analizamos el valor del Kt/V Diascan en todas las sesiones de hemodiálisis de los 41 enfermos que utilizaron un monitor con control Diascan. De las 554 sesiones realizadas, en 41 (7%) no se activó el Diascan. El número de sesiones válidas para análisis fue de 513. El Kt/V Diascan fue superior a 1 en 477 sesiones (93%) e igual o inferior a 1 (dosis de diálisis insuficiente) en 36 sesiones (7%). En 35 enfermos (85%) el Kt/V Diascan fue superior a 1 en todas sus sesiones de hemodiálisis con Kt/V insuficiente (2 enfermos en una sola sesión, y los otros cuatro enfermos en 5, 8, 10 y 11 sesiones). En cada enfermo se calculó su Kt/V Diascan medio de todo el mes: el rango osciló entre 0,856 y 1,610 siendo el Kt/V medio de la unidad de $1,268 \pm 0,168$. De los 41 enfermos analizados, en 38 (93%) el Kt/V medio del mes fue superior a 1; los 3 restantes tuvieron un Kt/V medio insuficiente. Los tres enfermos tenían problemas de acceso vascular pendientes de solución. El coeficiente de variación de la dosis de diálisis de cada enfermo en todas las sesiones recibidas en el mes, osciló entre 2,1% y 12,4% siendo la media de $5,1 \pm 2,4\%$.

A lo largo del año se han modificado los parámetros de la sesión de hemodiálisis de determinados enfermos para conseguir una dosis superior de diálisis.

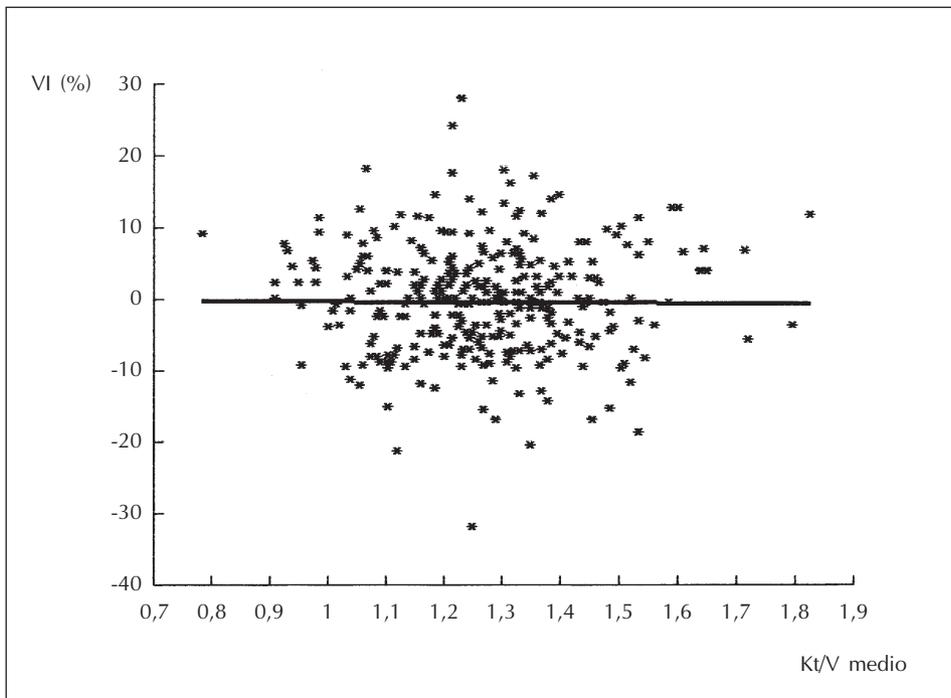


Fig. 1.—Relación entre la variabilidad intermétodo (VI) y la media aritmética del Kt/V Diascan y Kt/V Lowrie83 (Kt/V medio). Se representa la recta de regresión.

Comparando el primer control (estudio 1, enero 2002) con el último control del estudio (estudio 7, diciembre 2002), se objetivó un aumento del flujo arterial medio de la unidad (311 ± 21 vs 321 ± 235 ml/min, $p < 0,05$), del tiempo de diálisis ($3,61 \pm 0,28$ vs $3,79 \pm 0,29$ horas, $p < 0,01$) y de la dosis de diálisis (KtV Lowrie83: $1,237 \pm 0,161$ vs $1,316 \pm 0,207$, $p < 0,05$; KtV Diascan: $1,236 \pm 0,149$ vs $1,292 \pm 0,194$, $p = 0,07$). Estos cambios son especialmente relevantes cuando se analiza la evolución de los 33 enfermos que permanecieron en la unidad durante todo el año. En 8 de ellos se aumentó el flujo arterial (de 300 a 350 ml/min), en 4 se aumentó el tiempo de diálisis en 30 minutos y en un enfermo se aumentó flujo arterial y tiempo. En enero 2002 el KtV Lowrie83 de estos 33 enfermos era de $1,233 \pm 0,163$ y el KtV Diascan de $1,242 \pm 0,141$; en diciembre de 2002 su KtV Lowrie era de $1,374 \pm 0,171$ ($p < 0,001$), y su KtV Diascan era de $1,334 \pm 0,172$ ($p < 0,01$).

DISCUSIÓN

El Diascan es uno de los procedimientos que permite calcular la dosis de hemodiálisis en tiempo real¹². Tiene la gran ventaja sobre otros métodos de no necesitar reactivo ni tener por tanto coste adicional. En nuestro estudio hemos utilizado un KtV Diascan equivalente al KtV Lowrie83. Pero puede utilizarse cualquier fórmula de Kt/V. Para ello basta dividir el Kt Diascan por el KtV simplificado al que se le quiera comparar. El valor de V así obtenido para cada enfermo, será diferente según la fórmula simplificada que se haya empleado para su cálculo, y sólo sirve para hacer equivalente el KtV Diascan con un determinado Kt/V simplificado. En nuestro caso V se calcula con un Kt/V monocompartmental, y no se puede considerar que es equivalente al volumen real de distribución de la urea.

El informe DOQI de 1997 aconsejaba calcular la dosis de diálisis según la fórmula de Kt/V diseñada por Daugirdas en 1993, y recomendaba que el Kt/V así determinado no fuera inferior a 1,2¹³. En un estudio previo, comprobamos que un Kt/V de Lowrie83 superior a 1 aseguraba un Kt/V Daugirdas 1993 igual o superior a 1,2, y fue considerado por tanto la dosis mínima de diálisis que debía recibir un enfermo en nuestra unidad¹⁴.

El primer objetivo de nuestro estudio fue constatar la concordancia existente entre el KtV Diascan y el KtV simplificado con el que se quiere comparar (en nuestro caso con el KtV Lowrie83). En general esta concordancia es buena: en los 7 controles de la misma que se hicieron a lo largo del año, se consiguió un nivel de concordancia satisfactorio

entre el 83 y el 91% de los enfermos. El análisis de los casos con mala concordancia en los que se pudo analizar la causa de la misma, nos permitió comprobar que era más frecuente que el error se produjera en el KtV Lowrie83 que en el KtV Diascan.

Para el estudio de concordancia hemos utilizado el método de la diferencia entre cada par de observaciones. Bland y Altman, en su análisis de las pruebas de concordancia, consideran que para el cálculo de la diferencia relativa es mejor utilizar como valor de referencia la media aritmética del resultado de los dos métodos que se analizan, y que el error puede residir en cualquiera de ellos, tal como hemos podido observar en nuestro estudio¹⁵. Este procedimiento es muy sencillo siempre que la variabilidad intermétodo sea constante y no esté influida por la magnitud de la medida tal como se demuestra en la figura 1¹⁶.

El KtV Diascan permite la obtención de la dosis de diálisis recibida por cada enfermo al final de cada sesión de hemodiálisis y poder conocer la evolución de la misma sin tener que esperar al control analítico, generalmente mensual, de la dosis de diálisis. En el control realizado durante un mes, se pudo comprobar que en el 93% de las 513 sesiones analizadas, el KtV Diascan había sido superior a 1, y que en el 93% de los 41 enfermos controlados con Diascan, el KtV medio del mes había superado dicho valor.

En cada sesión de diálisis, el Diascan va mostrando en la pantalla del monitor el KtV en tiempo real y el KtV previsto al final de la misma. Esta previsión permite modificar los parámetros de la diálisis (flujo arterial, flujo del baño o tiempo) en el caso de querer finalizar la sesión con una dosis mayor. Maduell y cols.¹⁷, utilizaron el Kt del Diascan para el seguimiento de la dosis de diálisis en tiempo real y fueron pioneros en la modificación de los parámetros a lo largo de una sesión de diálisis para alcanzar una dosis mínima. Previamente tuvieron que estimar en cada enfermo el valor de Kt Diascan que correspondía al KtV mínimo deseado. La introducción del KtV Diascan permite no solamente saber si el enfermo ha recibido la dosis mínima de diálisis sino también cuantificar la misma.

El estudio realizado también nos ha permitido conocer la variabilidad en la dosis de diálisis que recibe cada enfermo. En el control efectuado durante un mes, la variabilidad de la dosis de diálisis que recibía cada enfermo en nuestra unidad era baja (media 5,1% con un rango de 2,1-12,4%). En un estudio previo habíamos observado que el KtV Diascan presenta una variabilidad menor que el KtV calculado por fórmula simplificada⁸.

El principal problema de sistema Diascan es el fallo en la activación del mismo. En nuestra experiencia ha afectado al 7% de las sesiones de diálisis en el control que realizamos durante un mes. El fallo de lectu-

ra del Diascan puede deberse a dos motivos: fallo en la calibración de la sonda de conductividad del Diascan o alteración en la primera lectura de la dialisancia iónica en una sesión de hemodiálisis. El Kt/V Diascan está basado en el cálculo de la dialisancia iónica a lo largo de la sesión de hemodiálisis. La dialisancia iónica se obtiene a través de una sonda de conductividad que analiza los cambios de la misma a la entrada y a la salida del líquido de diálisis en el dializador. Durante la fase de preparación de la diálisis el monitor realiza una comprobación de dichas lecturas que deben ser idénticas, en caso contrario el programa Diascan no se activa; la repetición de este problema indica la necesidad de proceder a la calibración de dicha sonda por el servicio técnico. La primera lectura de la dialisancia iónica se realiza a los 10 minutos de la sesión y se vuelve a realizar cada 30 minutos. Cada lectura de la dialisancia dura dos minutos, pero requiere un período de estabilidad de 6 minutos durante el cual permanece activada una señal visual. En ese período de tiempo no se deben modificar las condiciones de la sesión de hemodiálisis (flujo de sangre, tasa de ultrafiltración) ni se debe infundir suero salino. En caso contrario el monitor no efectúa el cálculo de la dialisancia. Si el fallo se produce en la primera medida, es posible que el monitor no muestre el Kt ni el Kt/V en esa sesión de hemodiálisis o que comience a calcularlos a partir de la segunda lectura siendo los valores finales incorrectos.

Otro aspecto a tener en cuenta es el posible cambio en el volumen de distribución de la urea que pueden experimentar los enfermos y que obliga a introducir las modificaciones del V en el programa Diascan. Por este motivo hay que repetir periódicamente los estudios de concordancia.

El conocimiento cotidiano de la dosis de diálisis que está recibiendo cada enfermo facilita la modificación de los parámetros de la diálisis para conseguir una dosis superior. La utilización de forma rutinaria del Kt/V Diascan durante un año, se ha asociado a un incremento de los valores medios de flujo arterial, tiempo y dosis de diálisis de nuestra unidad.

En conclusión, el sistema Diascan proporciona un Kt/V en cada sesión de diálisis, de forma automática y sin precisar consumo de reactivo. Aunque en un 7% de las sesiones de diálisis no se activó el Diascan y no se pudo obtener el Kt/V, nuestra experiencia a lo largo de un año ha sido satisfactoria. El Kt/V Diascan mantiene una buena correlación con el Kt/V simplificado que haya sido utilizado de referencia. Solamente hemos objetivado una mala concordancia, atribuible a diversas causas, en el 13% de los estudios analizados. Se trata de un procedimiento sencillo que puede ser utilizado en la rutina clínica para control de la dosis de diálisis.

BIBLIOGRAFÍA

1. Petittclerc T, Goux N, Reynier AL, Béné B: A model for non-invasive estimation of *in vivo* dialyzer performances and patients' conductivity during hemodialysis. *Int J Artif Organs* 16: 585-591, 1993.
2. Petittclerc T, Béné B, Jacobs C, Jaudon MC, Goux N: Non-invasive monitoring of effective dialysis dose delivered to the haemodialysis patient. *Nephrol Dial Transplant* 10: 212-216, 1995.
3. Manzoni C, DiFilippo S, Corti M, Locatelli F: Ionic dialysance as a method for the on-line monitoring of delivered dialysis without blood sampling. *Nephrol Dial Transplant* 11: 2023-2030, 1996.
4. García-Valdecasas J, Navas-Parejo A, Manjón M, Hornos C, Varon MT, Gallardo A, Álvarez MT, García M, Arias MA, Cerezo S: Medición on-line a tiempo real de la cuantificación de la diálisis. Valor del biosensor Diascan. *Nefrología XVII* (Supl. 2): 52, 1997.
5. De Francisco ALM, Escallada R, Fernández Fresnedo G, Rodrigo E, Setién M, Heras M, Ruiz JC, Arias M: Medida continua de la dosis de diálisis mediante dialisancia iónica. *Nefrología XVIII*: 408-414, 1998.
6. Teruel JL, Fernández-Lucas M, Rodríguez JR, López Sánchez J, Marcén R, Rivera M, Liaño F, Ortuño J: Relación entre la dialisancia iónica y el aclaramiento de urea. *Nefrología XX*: 145-150, 2000.
7. Lindsay RM, Bene B, Goux N, Heidenheim AP, Landgren CH, Sternby J: Relationship between ionic dialysance and *in vivo* urea clearance during emodialysis. *Am J Kidney Dis* 38: 565-574, 2001.
8. Teruel JL, Fernández Lucas M, Marcén R, Rodríguez JR, Rivera M, Liaño F, Ortuño J: Cálculo de la dosis de diálisis mediante dialisancia iónica. *Nefrología XXI*: 78-83, 2001.
9. Maduell F, Hernández-Jaras J, García H, Calvo C, Navarro V: Seguimiento de la dosis de hemodiálisis en tiempo real. El futuro inmediato. *Nefrología XVII* (Supl. 2): 51 (abstract), 1997.
10. Arambarri M, Merino JL, Echarrí R, Alarcón C, Teruel JL, Fernández Lucas M, Rivera M, Marcén R, Ortuño J: Control de la sesión de diálisis mediante Kt/V obtenido a través de la dialisancia iónica. *Nefrología XXII* (Supl. 6): 51 (abstract), 2002.
11. Held PJ, Port FK, Wolfe RA, Stannard DC, Carroll CE, Daugirdas JT, Bloembergen WE, Greer JW, Hakim RM: The dose of hemodialysis and patient mortality. *Kidney Int* 50: 550-556, 1996.
12. Di Filippo S, Andrulli S, Manzoni C, Corti M, Locatelli F: On-line assessment of delivered dialysis dose. *Kidney Int* 54: 253-267, 1998.
13. NKF-DOQI Clinical practice guidelines for hemodialysis adequacy. *Am J Kidney Dis* 30 (Supl. 2): S15-S66, 1997.
14. Teruel JL, Fernández Lucas M, López Sánchez J, Rodríguez JR, Rivera M, Marcén R, Ortuño J: Relación entre el Kt/V Daugirdas de 1993 y otros métodos para calcular la dosis de diálisis. *Nefrología XX*: 72-78, 2000.
15. Bland JM, Altman DG: Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet* 346: 1085-1087, 1995.
16. Latour J, Abaira V, Cabello JB, López Sánchez J: Métodos de investigación en cardiología clínica (IV). Las mediciones clínicas en cardiología: validez y errores de medición. *Rev Esp Cardiol* 50: 117-128, 1997.
17. Maduell F, Navarro V, García H, Calvo C: Resultados del seguimiento de la dosis de hemodiálisis en tiempo real y en cada sesión. *Nefrología XIX*: 532-537, 1999.