

# Efecto de ajuste del flujo dializante (Qd) sobre la eficacia en hemodiálisis a pacientes de bajo peso

Effect of flow adjustment dialysate (Qd) hemodialysis on effectiveness of underweight patients

Efeito do ajuste do fluxo dializante (Qd) sobre a eficácia em hemodiálise realizada em pacientes com baixo peso

Daniel Ducuara MD<sup>1</sup>, Anthony Martínez MD<sup>1</sup>, Alejandra Molano MD<sup>1</sup>, Benjamin Wancjer MD<sup>1</sup>, José Rafael Tovar C. MSc, PhD<sup>2</sup>

Recibido: septiembre 2 de 2012 • Aceptado: mayo 14 de 2013

Para citar este artículo: Ducuara D, Martínez A, Molano A, Wancjer B, Tovar JR. Efecto de ajuste del flujo dializante (Qd) sobre la eficacia en hemodiálisis a pacientes de bajo peso. Rev Cienc Salud 2013; 11 (2): 173-183.

## Resumen

Las guías KDOQI del año 2006 utilizan como estándar de adecuación para la diálisis el parámetro  $Kt/V$ , donde  $V$  es el volumen de distribución de urea. Los pacientes con bajo peso tienen menor cantidad total de agua corporal total (menor  $V$ ), de modo que es posible reducir la cantidad de  $Qd$  sin alterar la eficacia de la diálisis. **Objetivo:** evaluar el efecto de la reducción del  $Qd$  sobre la adecuación de la diálisis en pacientes con pesos menores o iguales a 60 kg sometidos a hemodiálisis. **Metodología:** estudio observacional con alcance comparativo realizado en la unidad de diálisis de una clínica especializada de Bogotá. Se evaluaron dos valores de  $Qd$  (400 ml/min y 500 ml/min) dentro del proceso de diálisis de individuos con peso menor o igual a 60 kg. Se hizo un seguimiento de tres meses para cada forma de diálisis y al final de cada mes se midieron los niveles de  $Kt/V$ , hemoglobina y fósforo. **Resultados:** fueron incluidos 61 pacientes, 60,7% de sexo femenino. La edad media fue de 55,9 años (DE 14,8) para las mujeres y 60,1 años (DE 13,9) para los hombres. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles medios de las variables evaluadas, en los momentos de seguimiento ni al final del estudio. **Conclusiones:** es posible tener una adecuada terapia de diálisis utilizando un valor menor al establecido por los estándares tradicionales cuando se tienen pacientes con bajo peso, siempre y cuando se mantengan los demás parámetros de suplencia renal.

Palabras clave: *diálisis, enfermedad renal, bajo peso corporal,  $Kt/v$ .*

---

<sup>1</sup> Fundación Clínica Cardio Infantil. Correo electrónico: dranthonymartinez@gmail.com

### *Abstract*

KDOQI guidelines in 2006 using standard dialysis adequacy  $Kt/V$ , where  $V$  is volume of distribution of urea, underweight patients have lower total body water, lower  $V$ , which could reduce the requirement without affecting  $Qd$  the efficiency of dialysis. *Objective:* to evaluate the effect on the adequacy of dialysis  $Qd$  reduction occurs in patients weighing less than or equal to 60 kg who are on hemodialysis. *Methodology:* patients with chronic kidney disease on hemodialysis regularly with weight less than or equal to 60 kg of a renal clinic to evaluate two periods I and II, were continued therapy parameters with decrease of  $Qd$  for the second period. The variables were collected directly by the researchers of the history. The values thus obtained would be compared using  $t$  test or paired variables, and statistical significance of the test below 0,05. *Results:* we included 61 patients, 60.7% female, mean age 57,3 years (SD 14,8). Average age of men 60.1 (SD 13,9) and women was 55,9 (SD 15,4). There were no statistically significant differences for the variables  $Kt/V$ , Hemoglobin and there was a significant reduction in the phosphorus levels. *Conclusions:* this study demonstrates that adequate therapy is achieved with less than  $Qd$  traditional standards, with 400 ml/min in patients with low weight as long as you keep the other parameters of renal substitution.

Keywords: *dialysis, renal disease, low body weight,  $Kt/v$ .*

### *Resumo*

As guias KDOQI do ano 2006 utilizam como padrão de adequação da diálise o  $Kt/V$ , onde  $V$  é o volume de distribuição da ureia. Pacientes com baixo peso têm menor quantidade total de água no corpo total, (menor  $V$ ), de modo que seria possível reduzir a quantidade de  $Qd$  sem afetar a eficiência da diálise. *Objetivo:* avaliar o efeito que tem a redução do  $Qd$  sobre a adequação da diálise em pacientes com hemodiálise que têm peso menor ou igual a 60 kg. *Metodologia:* estudo descritivo realizado na unidade de diálise de uma clínica especializada de Bogotá. Foram avaliados dois valores de  $Qd$  (400 ml/min e 500 ml/min) dentro do processo de diálise realizado em indivíduos com peso menor ou igual a 60 Kg. Realizou-se um seguimento de três meses para cada uma das formas de diálise aplicada e ao final de cada mês realizaram-se medições dos níveis de  $Kt/V$ , hemoglobina e fósforo. *Resultados:* o estudo observacional incluiu 61 pacientes, 60,7% do gênero feminino. A idade média foi de 55,9 anos (DE 14,8) para as mulheres e 60,1 anos (DE 13,9) para os homens. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os níveis médios das variáveis nas medições de seguimento nem ao final do estudo. *Conclusões:* conclui-se que é possível obter uma terapia adequada de diálise com um valor de  $Qd$  inferior ao estabelecido sob os padrões tradicionais em pacientes como baixo peso, sempre e quando sejam mantidos os demais parâmetros de suplência renal.

Palavras-chave: *diálise, doença renal crônica, baixo peso corporal,  $Kt/v$ .*

La enfermedad renal crónica (ERC) es considerada hoy en día un problema de salud pública en el ámbito mundial, debido a su prevalencia e incidencia creciente en la población, su importancia relativa en la carga de enfermedad del país, su comportamiento crónico o permanente, su potencial letalidad y porque representa un importante gasto en salud para el sistema, dado que requiere una alta complejidad técnica en su manejo (1). En Colombia se estima que de los 640.492 individuos con enfermedad renal crónica registrados en la cuenta de alto costo del Ministerio de la Protección Social para el año 2010, un 3,6% (23.301) se encuentra en estadio 5 y, dentro de este porcentaje, un 85,6% se encuentra en terapia de reemplazo renal. De los 19.950 pacientes en terapia dialítica, 13.385 (67,1%) están en hemodiálisis y 6.165 (32,9%) en diálisis peritoneal (1).

La diálisis es una terapia de reemplazo como soporte vital por la letalidad de la insuficiencia renal terminal. La forma de aproximarse a la adecuada prescripción de diálisis es mediante el valor de Kt/V de la urea, donde K es aclaramiento de la urea, t es tiempo de terapia y V es volumen de distribución de la urea (2). En la práctica, el valor de K depende de las características del filtro con su equivalente: el coeficiente del área de transferencia de masas de la urea (KoA). De acuerdo con las necesidades individuales del paciente, se ajusta el tamaño de la membrana o filtro y el tiempo de diálisis para poder garantizar la dosis adecuada de diálisis (2, 3). Las guías de la National Kidney Foundation Disease Outcomes Quality Initiative (NKF KDOQI)<sup>TM</sup>, basadas en el estudio HEMO, recomiendan que el Kt/V óptimo debe ser superior a 1,2 e idealmente 1,4. Se considera que pacientes de bajo peso ( $\leq 60$ kg) tienen menor agua corporal total, es decir, menor V, por lo que se podría reducir el Qd sin alterar la eficiencia de la diálisis y lograr adecuados Kt/V.

La mayoría de los estudios encontrados en la literatura que investigaron la dosis entregada de diálisis mediante el Kt/V se basan en la experiencia in vivo e in vitro con Qb 250 mL/min y Qd entre 500 y 800ml/min (4-7). Clásicamente se ha descrito que los incrementos en el Qd se reflejan en un mejor aclaramiento de la urea; sin embargo, estas experiencias no han contemplado la prescripción individualizada del Qd de acuerdo con el tamaño corporal de los pacientes. El objetivo principal del presente trabajo es evaluar el efecto de un Qd más bajo que el estándar sobre el Kt/V y las moléculas pequeñas y medianas en pacientes con peso seco menor de 60 kg.

### *Materiales y métodos*

Se hizo un estudio observacional retrospectivo, mediante revisión de historias clínicas de pacientes adultos con enfermedad renal crónica (ERC) con peso menor o igual a 60 kg, prescritos con diálisis tres veces a la semana con duración mínima de cuatro horas en un centro de terapia de reemplazo renal en la ciudad de Bogotá, durante el período julio-diciembre del año 2010. Se excluyeron los datos de pacientes que presentaron episodios recientes (últimos tres meses) de enfermedad cardiovascular, disfunción del acceso vascular, enfermedad neoplásica y aquellos que fallecieron o que fueron trasladados a otras unidades renales durante el período de aplicación de los dos procedimientos.

Se evaluaron los niveles de fósforo sérico, el nivel de hemoglobina y la adecuación de diálisis medida mediante el Kt/V. Los protocolos de manejo de pacientes con diálisis incluyen la medición del fósforo sérico y Kt/V cada tres meses, la hemoglobina cada mes y, en el caso del fósforo sérico, algunas veces por criterio médico se omitía la evaluación durante el período de seguimiento. El procedimiento

de captura de datos fue realizado por dos de los investigadores en todos los momentos de seguimiento y, cuando se construyó el archivo de datos, un profesional en estadística, ajeno al proceso de recolección, hizo un control de calidad de las mediciones. Las sesiones de diálisis fueron desarrolladas en la unidad renal utilizando un Qd estándar de 500 ml/min con una membrana de fibra hueca de polinefrona en una máquina de hemodiálisis Nikisso, en los meses de julio, agosto y septiembre de 2010 (M1, M2 y M3 período I) y los mismos individuos fueron sometidos a procedimiento de diálisis utilizando 400 ml/min durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del mismo año (M1, M2, M3 período II). Para el análisis de datos, se estratificó la muestra de acuerdo con la presencia de etiologías asociadas a la ERC; de esta forma, se consideraron cuatro grupos de individuos: aquellos con hipertensión arterial (HTA), los que tenían diabetes mellitus, otros con ambas etiologías y quienes no presentaban ninguna de las dos. Para evaluar la hipótesis de trabajo centrada en la igualdad de resultados con cualquiera de los dos esquemas de diálisis, se consideró necesario evaluar que dicha igualdad se conserva bajo las diferentes condiciones de estudio (el tiempo que el individuo está sometido a los procedimientos y la presencia de enfermedades crónicas que podrían generar cambios en la respuesta) se estudió el comportamiento de las variables consideradas de interés dentro de los grupos entre momentos y para cada momento se estudió el comporta-

miento de las mismas entre los grupos. En el análisis estadístico de los datos, se realizaron pruebas de bondad de ajuste a la distribución normal a las variables y, dado que no se rechazó la hipótesis de normalidad, se reportan medias aritméticas y desviaciones estándar. Para realizar la comparación del comportamiento de las variables entre momentos de aplicación de diálisis y entre tipos de procedimiento (500 o 400) dentro de cada momento, se hicieron pruebas t de Student para muestras correlacionadas. Se aceptó un valor de 0,05 como máximo error tipo I permitido para evaluar la significancia estadística de las diferencias.

### *Resultados*

Se incluyeron 61 historias clínicas de pacientes a quienes primero se les hizo diálisis con Qd de 500 ml durante tres meses (M1, M2, M3) con evaluaciones de Kt/v, fósforo y hemoglobina al final de cada mes. Posterior a la evaluación M3, se ejecutó el procedimiento de diálisis con Qd de 400ml siguiendo el mismo protocolo de aplicación usado con el anterior Qd. El promedio de edad del grupo total de pacientes fue de 57,3 (DE 14,8); para los hombres, la edad promedio fue de 60,1 años (DE 13,9) y de 55,9 años (DE 15,4) para las mujeres. Un 60,7% (37) de los individuos estaba diagnosticado con hipertensión, 17 personas (27,9%) presentaban diabetes tipo 2, un 18% (11) presentaban ambas patologías y 18 personas no eran diabéticos ni hipertensos.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables de interés por momentos y Qd

MOMENTO	TRATAMIENTO 500 ml								
	KT/V			P			Hb		
	[1.2 a 1.4]			[2.5 a 4.5mg/dl]			[11 a 13gr/dl]		
	n	Media	DE	n	Media	DE	n	Media	DE
M1	51	1,6522	1,61	58	4,1714	1,33482	58	12,2259	2,00399
M2	57	1,6193	0,32385	40	4,4208	1,56323	59	11,9017	1,98177
M3	59	1,5847	0,32296	51	4,5224	1,4941	60	12,315	1,98373
MOMENTO	TRATAMIENTO 400 ml								
	KT/V			P			Hb		
	[1.2 a 1.4]			[2.5 a 4.5mg/dl]			[11 a 13 gr/dl]		
	n	Media	DE	n	Media	DE	n	Media	DE
M1	59	1,6212	0,31437	24	4,4688	1,29093	59	12,2237	1,82952
M2	58	1,7026	0,56143	26	4,2077	1,49599	59	11,911	2,00841
M3	55	1,6504	0,32506	36	3,8222	1,1379	60	11,0283	1,94751

Fuente: elaboración propia

Entre corchetes los rangos de valores aceptados como normales por la literatura.

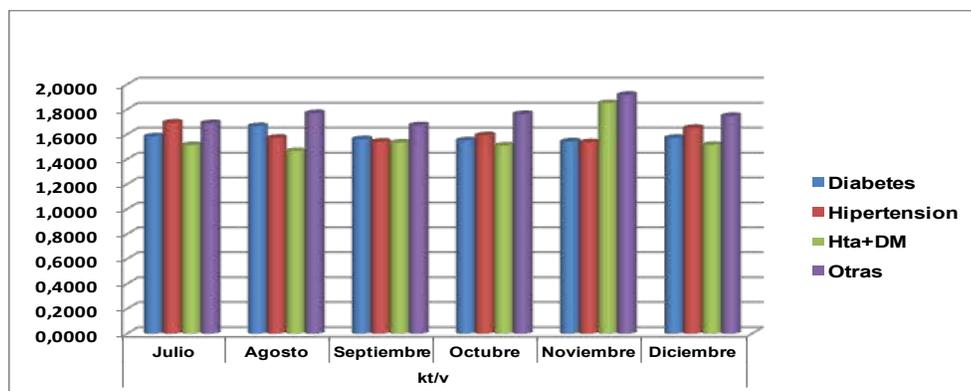
En los resultados presentados en la tabla 1 se puede observar que bajo el tratamiento con 500 ml/min los niveles medios de Kt/V y fósforo (P) se conservan estables y los de hemoglobina (Hb) sufren una leve disminución en el segundo momento de evaluación, pero vuelven a su nivel inicial en el tercer momento.

En el tratamiento con 400 ml/min, los niveles de Kt/V tienden a mostrar un leve aumento, mientras los de P y Hb presentan un comportamiento opuesto. En ninguno de los casos los niveles del parámetro Hb fueron menores o mayores a los niveles clínicamente establecidos como normales. Es importante resaltar que las cantidades de individuos no son las mismas en los diferentes momentos, debido a que en los pacientes con estabilización del parámetro muchas veces no son tomados en el mes contiguo, lo cual es más evidente en las mediciones de P, a pesar de la reducción del Qd a 400ml/min.

Puesto que la presencia de enfermedades crónicas puede alterar de alguna forma el com-

portamiento de los indicadores clínicos considerados como variables respuesta para hacer la comparación entre los procedimientos, fue importante formar cinco grupos de individuos para comparar los resultados y evaluar la homogeneidad de los mismos; esto refleja el efecto de la presencia de la enfermedad crónica sobre los trazos biológicos evaluados clínicamente. De esa forma, se compararon los resultados entre individuos diabéticos (G1), hipertensos (G2), diabéticos e hipertensos (G3), no diabéticos ni hipertensos (G4) y el grupo completo, sin tener en cuenta la presencia de diabetes o hipertensión (G5). El análisis de varianza de una vía (Anova) para establecer diferencias estadísticamente significativas entre los niveles medios de los índices clínicos de seguimiento no permitió rechazar la hipótesis nula de igualdad entre grupos al interior de cada uno de los tipos de procedimiento realizado (Qd de 500ml/min y Qd de 400ml/min).

Figura 1. Niveles medios de Kt/V observados en los diferentes momentos de evaluación bajo los valores de Qd



Fuente: elaboración propia

El análisis de comparación de los niveles medios de los diferentes indicadores clínicos en los seis momentos de evaluación se realizó primero controlando al interior de cada uno de los grupos y luego con el grupo completo de pacientes. Tras evaluar el comportamiento del Kt/V los niveles más bajos se observaron en los pacientes diabéticos e hipertensos cuando en el procedimiento se utilizó un Qd de 500ml/min y se presentó un discreto aumento para el momento dos (M2), cuando en el procedimiento se utilizó un Qd de 400ml/min (figura 1).

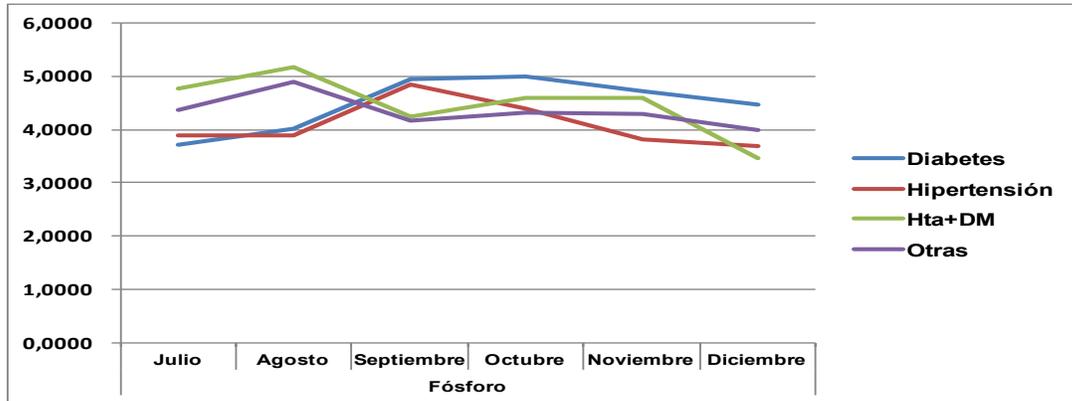
Respecto al comportamiento de los niveles de fósforo, se aprecia un leve aumento entre los momentos (M1 y M2) en los individuos diabéticos e hipertensos sometidos al procedimiento con 500ml/min de Qd, el cual cae en el momento tres (M3). Cuando los sujetos se ven expuestos al esquema de tratamiento dos, los niveles medios de fósforo tienden a comportarse de manera similar a la observada en los otros grupos de individuos (figura 2). En los grupos de pacientes diabéticos e hipertensos, la tendencia inicial observada fue contraria, con el mismo resultado al final del estudio, aunque es importante anotar que los niveles de fósforo observados entre hi-

perensos al final del seguimiento son menores que los obtenidos en el grupo de solo diabéticos.

Como se observa en la figura 3, los niveles de Hb se mantienen inicialmente bajos para el Qd 500ml/min en pacientes diabéticos por fuera de metas, que se incrementan en el último momento de este período y se mantienen para el Qd de 400ml/min, con ligero descenso en el grupo de hipertensión, sin volver a niveles por debajo de los parámetros establecidos. Tanto los pacientes con ambas patologías y los de otras patologías se comportaron con parámetros más estables y consiguieron, en el momento 3 para Qd de 400ml/min, rangos sin mayores desviaciones estándares (figura 3).

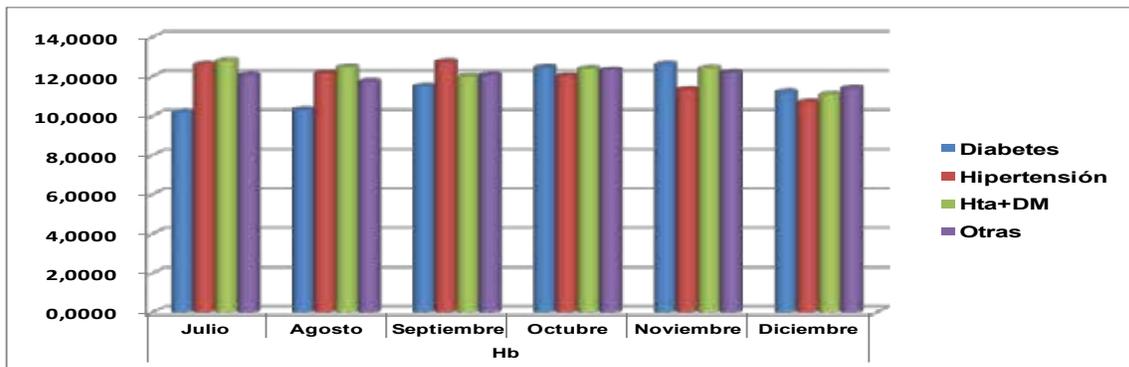
Los resultados presentados permiten concluir que no hay diferencias en los niveles medios de presentación de los tres trazos biológicos utilizados como indicadores de funcionamiento de los procedimientos de diálisis aplicados, entre los grupos de individuos formados ni entre los momentos de evaluación, lo que permite evaluar los procedimientos utilizando los valores medios de cada indicador clínico obtenido con las tres mediciones del seguimiento.

Figura 2. Niveles medios de fósforo (mg/dL) observados en los diferentes momentos de evaluación bajo los valores de Qd



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Niveles medios de hemoglobina (gr/dL) observados en los diferentes momentos de evaluación bajo los valores de Qd



Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Valores de Kt/V, fósforo plasmático (P) y hemoglobina (Hb) en los períodos Qd 500 cc/min y 400 cc/min. Valor medio para el total del grupo y los diferentes subgrupos

	Qd 500cc/min Kt/V (media)	Qd 400cc/min Kt/V (media)	Valor p
Total	1,6011	1,6489	0,167
Diabéticos	1,4994	1,5665	0,336
Hipertensos	1,5697	1,5905	0,620
DM e HTA	1,4700	1,5864	0,256
No DM no HTA	1,6817	1,8083	0,102

	Qd 500cc/min P (media)	Qd 400cc/min P (media)	Valor p
Total	4,3730	3,9837	0,015
Diabéticos	4,4173	4,2873	0,721
Hipertensos	4,3239	3,8252	0,003
DM e HTA	4,4720	3,9720	0,05
No DM no HTA	4,4756	3,9972	0,097

	Qd 500cc/min Hb (media)	Qd 400cc/min Hb (media)	Valor p
Total	12,0825	11,7254	0,141
Diabéticos	11,5965	11,9988	0,410
Hipertensos	12,3951	11,5668	0,008
DM e HTA	12,2073	11,9809	0,723
No DM no HTA	11,9750	11,9494	0,957

Fuente: elaboración propia

Se observó que para la totalidad del grupo la reducción del Qd a 400 ml/min no produjo diferencias en los valores de Kt/V y hemoglobina, comparados con el Qd 500 ml/min y, además, se logró una disminución significativa del fósforo plasmático. Cuando se evaluó el efecto del Qd 400 ml/min para los diferentes subgrupos, se encontró que la reducción del fósforo era significativa para hipertensos y para diabéticos e hipertensos, así como una reducción de la hemoglobina para el subgrupo de hipertensos. A pesar de las diferencias encontradas, todos los valores de las medias de Kt/V, fósforo y hemoglobina obtenidos con los diferentes Qd estuvieron dentro de las metas de una adecuada diálisis, dictadas por las guías KDOQI. El nivel medio calculado por trimestre para cada procedimiento de diálisis toma valores similares a los observados en los otros grupos en el momento tres (M3) de aplicación del procedimiento con 400ml/min (tabla 2).

### Discusión

Los resultados del presente estudio sugieren que reduciendo el flujo del líquido dializante se puede obtener aún una adecuada dosis de diálisis en términos de Kt/V, a diferencia de lo reportado en la literatura (5-7). Estudios previos establecen que niveles de Qd promedio de 700 a 800ml/min son propicios para comparar resultados de adecuación respecto a Qd de 500 ml/min; sin embargo, no consideran el tamaño corporal de los pacientes al momento de esa prescripción ni usan Qd inferiores a 500 ml/min (8, 9).

Según modelos matemáticos, es posible que poblaciones con menos peso (menor V) requieran menos agua, por lo que nuestro estudio disminuye el Qd a población con características que pueden ser el común denominador de gran parte de los pacientes en América Latina. No obstante, a pesar de las diferencias encontradas, todos los valores de las medias de Kt/V, fósforo y hemoglobina obtenidos con los diferentes Qd estuvieron dentro de las metas de una adecuada diálisis dictados por las guías KDOQI (10).

Actualmente, las estrategias de adecuación se enfocan en optimizar la eficacia de la hemodiálisis, en particular debido a que algunos pacientes no alcanzan el Kt/V umbral recomendado por las guías (10). Este rango de valores objetivo entre 1,2 y 1,4 resulta de trabajos como HEMO o Ademex, al concluir ambos que valores superiores no traen beneficio adicional significativo para el paciente, en términos de mejora de la supervivencia. Las medidas clásicas para mejorar el Kt/V van desde cambios en la duración o frecuencia de tratamiento, ajustes al Qb o al área de superficie del dializador (11). En general se considera que el aumento del Qd solo produce discretos incrementos en la depuración de la urea y, por lo tanto, del Kt/V.

En su informe, Kulf y Stapf mostraron la disponibilidad y la aplicación de las funciones automáticas de autofactor (AF) que permite un equilibrio óptimo entre el logro de una dosis de diálisis adecuada y la reducción de costos de tratamiento (12). Por lo tanto, sugirió que un adecuado autofactor de flujo debe ser cuidadosamente adaptado a las necesidades individuales del paciente, aumentando de forma escalonada hasta que la prescrita dosis objetivo haya sido alcanzada. Alayoud y otros autores son los primeros en predecir un AF adecuado, con un modelo matemático validado mediante el examen de los efectos de tres diferentes Qd en la dosis de diálisis; estos tres diferentes Qd mostraban que puede darse una dosis más baja de 500ml/min (12).

Los modelos matemáticos sugirieron que el AF depende de las características de la membrana y la sangre del circuito extracorpóreo especialmente relacionado (KoA/QBW). El modelo descrito parece ser útil en la predicción de un autoflujo apropiado, factor que consigue un aclaramiento de urea con un óptimo ahorro en el consumo de líquido de diálisis (12). El aumento del flujo de dializado, más que el modelo,

predice un impacto modesto en el Kt/V. En este estudio se emplearon promedios matemáticos como el de Alayoud, pero, de acuerdo con sus observaciones, consideramos posible dar una dosis de líquido dializante más baja a los pacientes con un V más bajo e incluir otros parámetros como comportamiento de moléculas, en este caso, el fósforo y la Hb condicionados a tratamientos suplementarios, que se modifican según los criterios establecidos por recomendaciones internacionales en la consulta mensual de cada paciente.

Para el grupo total se logró adecuada dosis de diálisis con los diferentes Qd, sin diferencias en los valores de Kt/V y hemoglobina e incluso con descenso estadísticamente significativo para el fósforo plasmático con Qd a 400 ml/min. Las variaciones de valores de hemoglobina y fósforo obedecen, en gran parte, a la modificación de otras variables como la administración de quelantes, eritropoyetina, procesos infecciosos y/o inflamatorios que se ajustan en cada paciente según las guías KDOQI para mantener hemoglobina entre 10,5 y 12 y fósforo menor de 5,5 consideradas óptimas para pacientes en hemodiálisis (10). De acuerdo con los resultados observados, el procedimiento evaluado no presenta alteraciones en el comportamiento de las variables tomadas como indicadores de calidad cuando es realizado en diferentes momentos (estudiamos tres meses) y, aunque se observaron algunos cambios estadísticamente significativos al evaluar entre grupos de individuos con enfermedades crónicas, los mismos no pueden considerarse importantes en términos de la práctica clínica, ya que en ninguno de los casos los valores observados están por fuera de los parámetros establecidos por la guías de manejo para el paciente dializado. En este estudio no se consideró necesario evaluar, como adecuación de diálisis, los niveles de potasio, ya que la homeostasis de este electrólito que se

comporta como molécula pequeña en hemodiálisis, no depende del flujo del dializante sino del tiempo de diálisis y del filtro, factores que no se vieron afectados por la reducción del Qd (2, 3).

Consideramos que una limitación importante del estudio es su carácter observacional retrospectivo, que no permite controlar todas las variables que pudieran influir en los resultados, así como el hecho de que todas las variables no fueron registradas mensualmente, obediendo así al criterio del médico tratante, lo cual redundaba en la presencia de subregistro, especialmente para el caso del fósforo plasmático.

Por último, creemos que con la reducción del flujo del dializante (rico en sodio) se plantea la posibilidad de disminuir la carga de sodio entregada durante la diálisis, hecho que se puede

reflejar en disminución de la ganancia de peso interdialítico y reducción de la presión arterial (13, 14). Esta hipótesis podría comprobarse con un estudio que incluya estas variables dentro de los parámetros a ser evaluados. De otro lado, un valor menor de Qd permite disminuir el volumen de agua empleada para producir el líquido de diálisis y el uso de materiales (por ejemplo, bicarbonato y ácido), lo que optimiza el consumo de recursos por paciente y, por ende, su huella de carbono. Estudios como el nuestro y los estudios de autoflujo han mostrado el potencial en el ahorro de agua de ósmosis y de energía eléctrica para calentar el dializado, sin comprometer la dosis de diálisis. Pensamos que estas conclusiones podrían dar origen a estudios de costo-efectividad para evaluar su validez.

### *Bibliografía*

1. Ospina ML, Montañó JI, Acuña L. Enfermedad renal crónica en Colombia 2010. Cuenta de alto costo. Bogotá: Fondo colombiano de enfermedades de alto costo; 2011.
2. Daugirdas JT. Bases fisiológicas y modelo cinético de la urea. Manual de diálisis. 4ta ed. Madrid: Lippincott and Wilkins; 2007.
3. Nissenson AR, Fine RN. Modelo cinético de la urea como guía terapéutica de hemodiálisis en adultos. Manual de diálisis. 4ta ed. Madrid: Elsevier Masson; 2008.
4. Ward AR, Idoux WJ, Ouseph R, Depner T, Golper T. Dialysate flow rate and delivered Kt/V urea for dialyzers with enhanced dialysate flow distribution. *Clinical J Soc Neph* 2011; 6: 2235-9.
5. Ouseph R, Ward AR. Increasing dialysate flow rate increases dialyzer urea mass transfer-area coefficients during clinical use. *Am J Kidney Dis* 2001; 37 (2): 316-20.
6. Bhimani JP, Ouseph R, Ward RA. Effect of increasing dialysate flow rate on diffusive mass transfer of urea, phosphate and 2-microglobulin during clinical haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2010; 25 (12): 3990-5.
7. Asar AT. Increasing dialysate flow rate increases dialyzer urea clearance and dialysis efficiency: an in vivo study. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2009; 6 (20): 1023-9.
8. Leypoldt J, Cheung A. Hemodialyzer mass transfer-area coefficients for urea increase at high dialysate flow rates. *Kidney International* 1997; 51(6): 2013-7.
9. Maduell F, García H. Influencia del flujo del líquido de diálisis y de la hemodiafiltración sobre la eficacia de la diálisis. *Nefrología* 1996; XVI (4): 347-52.
10. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines and clinical practice recommendations in chronic kidney disease. *Am J Kidney Dis* 2006; 47 (suppl. 3): S1-S145.
11. Eknoyan G, Beck G. Effect of dialysis dose and membrane flux in maintenance hemodialysis. *N Engl J Med* 2002; 347 (25): 2010-9.

12. Alayoud A, Benyahia M, Montassir D, Hamzi A, Zajjari Y, Bahadi A, El Kabbaj D et al. A model to predict optimal dialysate flow. *Therap Apheresis Dial* 2012; 16 (2): 152-8.
13. Gómez J, Villaverde M. Interdialytic weight gain as a marker of blood pressure, nutrition, and survival in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2005; 67 (supl. 93): S63-8.
14. Mendoza J, Sun S. Dialysate sodium and sodium gradient in maintenance Hemodialysis: a neglected sodium restriction approach? *Nephrol Dial Transplant* 2011; 26 (4): 1281-7.