

# Evolución de la función renal residual con una pauta incremental de diálisis: hemodiálisis frente a diálisis peritoneal

José L. Teruel-Briones, Milagros Fernández-Lucas, Maite Rivera-Gorriñ, Gloria Ruiz-Roso, Marta Díaz-Domínguez, Nuria Rodríguez-Mendiola, Carlos Quereda-Rodríguez-Navarro

Servicio de Nefrología. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid

Nefrología 2013;33(5):640-9

doi:10.3265/Nefrologia.pre2013.May.12038

## RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo principal del estudio es el análisis de la evolución de la función renal residual según la técnica de diálisis (diálisis peritoneal o hemodiálisis) y la frecuencia del tratamiento (dos o tres sesiones de hemodiálisis a la semana). Como objetivos secundarios hemos estudiado la evolución de la concentración sérica de  $\beta$ 2-microglobulina y la respuesta de la anemia a los agentes eritropoyéticos. **Material y métodos:** Se incluyeron 193 enfermos no anúricos, que comenzaron tratamiento renal sustitutivo con diálisis en nuestro hospital entre el 1 de enero de 2006 y el 31 de diciembre de 2011, y tuvieron un seguimiento superior a tres meses. De ellos, 61 enfermos (32 %) iniciaron tratamiento con dos sesiones de hemodiálisis a la semana, 49 enfermos (25 %) con tres sesiones de hemodiálisis a la semana y 83 enfermos (43 %) con diálisis peritoneal. Se midió el filtrado glomerular como la media de los aclaramientos renales de urea y creatinina. **Resultados:** El ritmo de descenso del filtrado glomerular fue igual en los enfermos que comenzaron tratamiento con la pauta de dos sesiones de hemodiálisis a la semana y con diálisis peritoneal (mediana 0,18 ml/min/mes) y fue superior en los enfermos que iniciaron tratamiento con tres sesiones de hemodiálisis a la semana (mediana 0,33 ml/min/mes,  $p < 0,05$ ). A lo largo de toda la evolución, la tasa de filtrado glomerular no mostró diferencias entre el grupo que comenzó con dos sesiones semanales de hemodiálisis y el grupo de diálisis peritoneal, y fue inferior en el grupo que comenzó tratamiento con tres

sesiones de hemodiálisis a la semana con significación estadística durante los primeros 24 meses de seguimiento. En los tres grupos de enfermos la concentración de  $\beta$ 2-microglobulina fue aumentando conforme disminuía el filtrado glomerular y fue más elevada en el grupo de tres sesiones de hemodiálisis a la semana durante los primeros 12 meses de seguimiento. En todos los controles realizados hubo una correlación negativa entre la concentración de  $\beta$ 2-microglobulina y el filtrado glomerular ( $p < 0,001$ ). La dosis de eritropoyetina se relacionó negativamente con el filtrado glomerular. Los enfermos que comenzaron con dos sesiones de hemodiálisis a la semana necesitaron una dosis menor de eritropoyetina que los enfermos que iniciaron tratamiento renal sustitutivo con tres sesiones a la semana. La dosis de eritropoyetina en el grupo de diálisis peritoneal fue inferior a la del grupo de dos hemodiálisis a la semana, a pesar de mantener un filtrado glomerular similar. **Conclusiones:** Los enfermos que comienzan tratamiento con dos sesiones de hemodiálisis a la semana experimentan el mismo ritmo de descenso de la función renal residual que los enfermos tratados con diálisis peritoneal. La evolución de la concentración de  $\beta$ 2-microglobulina es paralela a la del filtrado glomerular. Los enfermos tratados con dos sesiones de hemodiálisis necesitan una dosis de eritropoyetina menor que los que reciben tres sesiones a la semana, pero significativamente superior a la de los enfermos tratados con diálisis peritoneal, lo cual indica que la respuesta de la anemia a los agentes eritropoyéticos no solo está relacionada con la función renal residual, sino también con otros factores inherentes a la técnica de diálisis.

**Correspondencia:** José L. Teruel-Briones  
Servicio de Nefrología.  
Hospital Universitario Ramón y Cajal.  
Carretera de Colmenar km 9,100. 28034 Madrid.  
[jteruel.hrc@salud.madrid.org](mailto:jteruel.hrc@salud.madrid.org)

**Palabras clave:** Hemodiálisis. Diálisis peritoneal. Función renal residual.  $\beta$ 2-microglobulina. Anemia.

*Progression of residual renal function with an increase in dialysis: haemodialysis versus peritoneal dialysis*

**ABSTRACT**

**Objective:** The main objective of the study was to analyse the progression of residual renal function according to the dialysis technique (peritoneal dialysis or haemodialysis) and the frequency of treatment (two or three sessions of haemodialysis per week). As secondary objectives, we studied the progression of the serum concentration levels of  $\beta_2$ -microglobulin and the response of anaemia to erythropoietic agents. **Material and method:** 193 non-anuric patients were included, and began renal replacement therapy with dialysis in our hospital between 1 January 2006 and 31 December 2011, with a follow-up period of over three months. 61 patients (32%) began treatment with two haemodialysis sessions per week, 49 patients (25%) with three haemodialysis sessions per week and 83 patients (43%) with peritoneal dialysis. The glomerular filtration rate was measured as the mean of the renal clearances of urea and creatinine. **Results:** The rate of decrease in glomerular filtration was the same in patients who began treatment with two haemodialysis sessions per week and with peritoneal dialysis (median 0.18 ml/min/month) and it was higher in patients who began treatment with three sessions of haemodialysis per week (median 0.33 ml/min/month,  $P < .05$ ). Throughout progression, the glomerular filtration rate did not display differences between the group that began with two weekly sessions of haemodialysis and the group on peritoneal dialysis, and it was lower in the group that began treatment with three sessions of haemodialysis per week with statistical significance during the first 24 months of follow up. In the three patient groups,  $\beta_2$ -microglobulin concentration increased as the glomerular filtration rate decreased and it was higher in the group on three weekly haemodialysis sessions for the first 12 months of follow up. In all the controls carried out, there was a negative correlation between the  $\beta_2$ -microglobulin concentration and the glomerular filtration rate ( $P < .001$ ). The erythropoietin dose was negatively related to glomerular filtration. Patients who began with two sessions of haemodialysis per week required a lower dose of erythropoietin than patients that began renal replacement therapy with three weekly sessions. The erythropoietin dose in the peritoneal dialysis group was below that of the group of two weekly haemodialysis sessions despite maintaining a similar glomerular filtration rate. **Conclusions:** Patients who begin treatment with two sessions of haemodialysis per week experience the same rate of decrease in residual renal function as patients treated with peritoneal dialysis. The progression of the concentration of  $\beta_2$ -microglobulin is parallel to that of the glomerular filtration rate. Patients treated with two haemodialysis sessions require a lower dose of erythropoietin than those who receive three sessions per week, but a significantly higher dose than those treated with peritoneal dialysis, which suggests that the response of anaemia to erythropoietic agents is not only related to residual renal function, but also to other factors that are inherent to the dialysis technique.

**Keywords:** Haemodialysis. Peritoneal dialysis. Residual renal function.  $\beta_2$ -microglobulin. Anaemia.

**INTRODUCCIÓN**

La función renal residual tiene importancia pronóstica tanto en los enfermos tratados con diálisis peritoneal como en los tratados con hemodiálisis, y su conservación debe ser uno de los objetivos del tratamiento renal sustitutivo<sup>1-6</sup>. La cuantificación periódica de la función renal residual forma parte del protocolo terapéutico de los enfermos tratados con diálisis peritoneal, ya que se utiliza para calcular la dosis total de diálisis recibida. Sin embargo, su análisis no es habitual en los enfermos sometidos a hemodiálisis periódica y se asume que la dosis de diálisis es la proporcionada exclusivamente por el dializador. Por causas no totalmente aclaradas, la disminución de la función renal residual es más rápida tras el tratamiento con hemodiálisis, y posiblemente este sea uno de los motivos que expliquen el menor interés en su cuantificación.

Es práctica frecuente en las unidades de diálisis peritoneal comenzar el tratamiento renal sustitutivo con una dosis baja de aclaramiento peritoneal que va incrementándose conforme disminuye la función renal residual<sup>7,8</sup>. Por el contrario, es habitual en las unidades de hemodiálisis periódica iniciar el tratamiento con la pauta convencional de tres sesiones semanales de hemodiálisis (3HD/semana). Sin embargo, Gotch estableció en 1985 que, si el aclaramiento renal de urea es igual o superior a 2,5 ml/min, se puede conseguir una dosis adecuada de diálisis por el modelo cinético de la urea con dos sesiones semanales de hemodiálisis (2HD/semana)<sup>9</sup>.

A partir del año 2006 decidimos establecer una pauta incremental de diálisis en los enfermos que comienzan tratamiento con hemodiálisis, valorando la posibilidad de comenzar con 2HD/semana si el aclaramiento renal de urea es igual o superior a 2,5 ml/min. En un estudio previo observamos que los enfermos sometidos a esta pauta tenían una mejor preservación de la función renal residual<sup>10</sup>.

En el presente trabajo intentamos comprobar si la evolución de la función renal residual en enfermos que inician tratamiento con 2HD/semana es similar a la de los enfermos tratados con diálisis peritoneal. También analizamos la evolución de la anemia y de la concentración sérica de  $\beta_2$ -microglobulina, ya que se ha observado una clara influencia de la función renal residual con la respuesta a los agentes eritropoyéticos<sup>11-15</sup> y con el nivel de  $\beta_2$ -microglobulina<sup>11,16-19</sup>, en enfermos tratados tanto con hemodiálisis como con diálisis peritoneal.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

En el presente trabajo se han incluido a todos los enfermos que iniciaron tratamiento renal sustitutivo con diálisis en nuestro hospital entre el 1 de enero de 2006 y el 31 de diciembre de 2011 y permanecieron en diálisis más de tres meses. Fueron descartados los enfermos que eran anúricos en el momento de comenzar tratamiento con diálisis y los que eran portadores

de un trasplante renal y reanudaban tratamiento con diálisis por disfunción del injerto.

De acuerdo con nuestro protocolo clínico, la función renal residual se mide de forma rutinaria en todos los enfermos tratados con diálisis mediante la determinación del filtrado glomerular estimado como la media aritmética de los aclaramientos urinarios de urea y creatinina. En los enfermos tratados con hemodiálisis, el aclaramiento se calcula con las concentraciones de urea y creatinina en la orina recogida en las 24 horas previas a la primera sesión de hemodiálisis de la semana y en la muestra de sangre obtenida inmediatamente antes del inicio de dicha sesión<sup>20,21</sup>.

La primera determinación se realiza habitualmente en la primera semana de tratamiento renal sustitutivo y se considera como el filtrado glomerular basal. A continuación, se repite cada 2-3 meses hasta que la diuresis es inferior a 100 ml/día; a partir de ese momento se considera que el enfermo está anúrico y que la función renal residual es nula.

Los enfermos tratados con diálisis peritoneal comienzan el tratamiento con dos intercambios diarios de 1,5-2 litros de solución de glucosa con lactato (es nuestra pauta habitual de inicio cuando los enfermos tienen función renal residual). Conforme disminuye el filtrado glomerular, se aumenta el número de intercambios o se pasa a diálisis peritoneal automatizada nocturna.

En enfermos tratados con hemodiálisis, cuando el aclaramiento de urea en la primera determinación del filtrado glomerular es igual o superior a 2,5 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>, se intenta comenzar el tratamiento con la pauta de 2HD/semana (lunes y viernes o martes y sábados) si la situación clínica lo permite a criterio del médico responsable. Esta pauta se mantiene hasta que el aclaramiento renal de urea desciende por debajo de 2,5 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> o acontecen síntomas clínicos y/o alteraciones analíticas que aconsejen aumentar la frecuencia. El tiempo de hemodiálisis se fija inicialmente en 3,5 o 4 horas por sesión, según el peso seco sea menor o mayor de 60 kg. Todos los pacientes se dializan con membrana biocompatible de alta permeabilidad (poliamida con coeficiente de ultrafiltración de 71 ml/mmHg/h o polisulfona con coeficiente de ultrafiltración de 55 ml/mmHg/h) y baño de diálisis ultrapuro. En nuestro protocolo de tratamiento, la técnica de hemodiafiltración *on-line* posdilucional se reserva a enfermos con función renal residual mínima o nula. El inicio del tratamiento con hemodiálisis se consideró programado cuando el enfermo disponía de una fístula arteriovenosa funcionante.

Como norma habitual, los enfermos en diálisis peritoneal reciben una dosis oral diaria de 80 mg de furosemida; los enfermos de hemodiálisis con la pauta de 2HD/semana también reciben esta dosis de furosemida los días que no se dializan.

La fecha de cierre del estudio fue el 30 de junio de 2012. El ritmo de descenso del filtrado glomerular (ml/min/mes) y de la diuresis de 24 horas (ml/mes) se estableció de la siguiente forma: en los pacientes que comenzaron con la pauta de 2HD/semana, se calculó la diferencia entre el filtrado glomerular basal y el filtrado glomerular en la última determinación realizada antes de finalizar el tratamiento con dicha pauta por trasplante, fallecimiento, recuperación de función renal, transferencia a diálisis peritoneal o paso a la pauta de 3HD/semana, o el filtrado glomerular que tuviera el enfermo en la fecha de cierre del estudio en caso de continuar con 2HD/semana; la diferencia se dividió por los meses transcurridos entre ambas determinaciones. En los pacientes que comenzaron con 3HD/semana o con diálisis peritoneal, se calculó la diferencia entre el valor del filtrado glomerular basal y el último valor del filtrado glomerular obtenido antes de considerar que el filtrado glomerular había desaparecido (diuresis inferior a 100 ml/día), o el valor del filtrado glomerular previo a la finalización del tratamiento con diálisis (por trasplante, fallecimiento o recuperación de la función renal), o el valor del filtrado glomerular previo al cambio de técnica (transferencia de hemodiálisis a diálisis peritoneal o viceversa), o el valor del filtrado glomerular en el momento de cierre del estudio en el caso de que el enfermo conservara función renal residual en ese momento y permaneciera con su técnica de diálisis original. Esta diferencia se dividió por el número de meses del período analizado. El mismo procedimiento se hizo para calcular el descenso de la diuresis.

En cada uno de los grupos estudiados se ha recogido el valor del filtrado glomerular en las fechas más cercanas a los 6, 12, 18, 24, 30 y 36 meses de evolución con diálisis. En los enfermos sin función renal residual en las fechas analizadas, el valor del filtrado glomerular fue considerado igual a 0. En las mismas fechas en las que se determinó el filtrado glomerular, se recogieron los siguientes parámetros: concentraciones séricas de hemoglobina y de  $\beta_2$ -microglobulina y la dosis semanal de eritropoyetina (UI semana/kg).

### Análisis estadístico

Para verificar la bondad de ajuste de los datos a una distribución normal se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov. Los resultados son expresados como media  $\pm$  desviación estándar para datos con distribución normal. Los descensos del filtrado glomerular y de la diuresis no tienen una distribución normal, y los resultados son expresados como mediana y los percentiles 25 y 75 (rango intercuartil). Las variables cuantitativas fueron comparadas con los test de Student, Mann-Whitney o ANOVA, según procediera. Las variables cualitativas fueron comparadas con el test de  $\chi^2$ . La relación entre variables se evaluó con los test de Spearman y de Pearson, según procediera. Se utilizó la prueba de *log-rank* para la comparación de las curvas de supervivencia de Kaplan-Meier. El análisis de los datos se hizo por intención de tratar: cada enfermo se asignó

a su grupo inicial de tratamiento independientemente de los cambios posteriores. El tiempo de evolución corresponde al tiempo de tratamiento con diálisis, censurándose en el momento de fallecimiento, trasplante renal, recuperación de la función renal o pérdida de la evolución por traslado a otro hospital. Los valores de  $p < 0,05$  fueron considerados estadísticamente significativos.

## RESULTADOS

Desde el 1 de enero de 2006 hasta el 31 de diciembre de 2011, 224 pacientes con diuresis conservada se incorporaron al programa de diálisis crónica de nuestro hospital y permanecieron en diálisis más de tres meses. Fueron excluidos 31 enfermos portadores de un trasplante renal que reanudaban tratamiento con diálisis por disfunción crónica del injerto (24 fueron tratados con hemodiálisis y 7 con diálisis peritoneal). Ciento noventa y tres pacientes iniciaban tratamiento renal sustitutivo por primera vez y constituyen el grupo de estudio. Ciento diez enfermos comenzaron tratamiento con hemodiálisis: 61 (32 %) con la pauta de 2HD/semana, por tener un aclaramiento renal basal de urea igual o superior a 2,5 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> y permitirlo su situación clínica a criterio del médico responsable (grupo 2HD/semana), y 49 (25 %) con la pauta de 3HD/semana (grupo 3HD/semana). Ochenta y tres enfermos (43 %) comenzaron tratamiento con diálisis peritoneal (grupo DP). De los 49 enfermos que comenzaron tratamiento con hemo-

diálisis con la pauta de 3HD/semana, 25 tenían un aclaramiento basal de urea superior a 2,5 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>, pero el médico responsable decidió comenzar con dicha pauta por la existencia de complicaciones clínicas como insuficiencia cardíaca, hipertensión arterial o sobrecarga de volumen. De los 110 enfermos que comenzaron tratamiento con hemodiálisis, 55 (50 %) lo hicieron de forma programada, con una fístula arteriovenosa como acceso vascular. El inicio programado fue más frecuente en el grupo que comenzó tratamiento con la pauta 2HD/semana (35 enfermos, 64 %) que con la pauta 3HD/semana (20 enfermos, 36 %), pero la diferencia no tuvo significación estadística ( $\chi^2$  2,98,  $p = 0,124$ ).

Las características de los enfermos al inicio del tratamiento se muestran en la tabla 1. Los enfermos que iniciaron tratamiento con diálisis peritoneal tenían menor edad, menor índice de Charlson (edad-comorbilidad) y un mayor filtrado glomerular basal que los enfermos tratados con hemodiálisis, sin existir en estos tres apartados diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de 2HD/semana y los de 3HD/semana. Los enfermos del grupo 3HD/semana tenían una menor diuresis basal que los de los otros dos grupos. La prevalencia de nefropatía diabética era similar en los tres grupos.

En la tabla 2 se representa el descenso de la diuresis y del filtrado glomerular en los tres grupos de enfermos. La diuresis y el filtrado glomerular disminuyen más rápidamente en el grupo 3HD/semana, sin observarse diferencias entre los grupos

**Tabla 1.** Datos al inicio de diálisis

	<b>Grupo A</b> <b>2HD/semana</b> <b>(n = 61)</b>	<b>Grupo B</b> <b>3HD/semana</b> <b>(n = 49)</b>	<b>Grupo C</b> <b>DP</b> <b>(n = 83)</b>	
Edad (años)	63,1 ± 15,5	64,8 ± 10,7	53,8 ± 14,5	A vs. B: $p = 0,504$ A vs. C: $p < 0,001$ B vs. C: $p < 0,001$
Varón	41 (67 %)	39 (80 %)	60 (72 %)	$p = 0,350$
Mujer	20 (23 %)	10 (20 %)	23 (28 %)	
Diuresis (ml/24 horas)	1663 ± 862	1210 ± 659	1714 ± 895	A vs. B: $p = 0,002$ A vs. C: $p = 0,731$ B vs. C: $p < 0,001$
Filtrado glomerular (ml/min/1,73 m <sup>2</sup> )	6,10 ± 2,13	5,41 ± 2,87	6,99 ± 3,21	A vs. B: $p = 0,166$ A vs. C: $p = 0,046$ B vs. C: $p = 0,005$
Índice de Charlson	6,3 ± 2,8	7 ± 2,4	4,7 ± 2,5	A vs. B: $p = 0,167$ A vs. C: $p < 0,001$ B vs. C: $p < 0,001$
Nefropatía diabética	12 (19,7 %)	11 (22,4 %)	15 (18,1 %)	$p = 0,829$

2HD/semana: dos sesiones semanales de hemodiálisis; 3HD/semana: tres sesiones semanales de hemodiálisis; DP: diálisis peritoneal.

**Tabla 2.** Descenso de la diuresis y del filtrado glomerular

	<b>Grupo A</b> 2HD/semana	<b>Grupo B</b> 3HD/semana	<b>Grupo C</b> DP	
Descenso de la diuresis (ml/día/mes)	50 (0-133)	82 (40-200)	40 (10-97)	A vs. B: p = 0,027 A vs. C: p = 0,538 B vs. C: p = 0,001
Descenso del filtrado glomerular (ml/min/mes)	0,18 (0,01-0,39)	0,33 (0,03-0,90)	0,18 (0,06-0,35)	A vs. B: p = 0,036 A vs. C: p = 0,641 B vs. C: p = 0,021

Los resultados son expresados como mediana y los percentiles 25 y 75.

2HD/semana: dos sesiones semanales de hemodiálisis; 3HD/semana: tres sesiones semanales de hemodiálisis; DP: diálisis peritoneal.

de 2HD/semana y de DP. No se observó una correlación estadísticamente significativa entre el descenso del filtrado glomerular y el filtrado glomerular basal ( $r = 0,118$ ,  $p = 0,098$ ) o la edad ( $r = 0,0757$ ,  $p = 0,293$ ), pero sí se observó una correlación positiva con el índice de Charlson ( $r = 0,157$ ,  $p = 0,027$ ). El descenso del filtrado glomerular no estuvo influenciado por la existencia de diabetes mellitus como causa de la insuficiencia renal: diabéticos 0,22 (0,01-0,53), no diabéticos 0,20 (0,04-0,42) ml/min/mes (mediana y rango intercuartil,  $p = 0,884$ ), ni por el género de los enfermos: varones 0,18 (0,03-0,44), mujeres 0,24 (0,05-0,46) ml/min/mes (mediana y rango intercuartil,  $p = 0,194$ ), ni en el subgrupo de enfermos tratados con hemodiálisis por el hecho de iniciarse esta de forma programada o no: inicio programado 0,23 (0,05-0,67), inicio no programado 0,19 (0,02-0,55) ml/min/mes (mediana y rango intercuartil,  $p = 0,470$ ).

La evolución del filtrado glomerular en los tres grupos de enfermos se muestra en la tabla 3. A partir del control del sexto mes no hay diferencias estadísticamente significativas

entre los grupos de 2HD/semana y de DP. En el grupo 3HD/semana el filtrado glomerular sigue mostrando unas diferencias estadísticamente significativas con respecto a los otros dos grupos hasta el control de los 24 meses.

En la tabla 4 representamos la evolución de la concentración sérica de  $\beta_2$ -microglobulina. Entre el grupo 2HD/semana y el grupo DP solo hay diferencias estadísticamente significativas a nivel basal. En el grupo 3HD/semana la concentración sérica de  $\beta_2$ -microglobulina es mayor hasta el control de los 18 meses con respecto al grupo 2HD/semana y hasta el control de los 12 meses con respecto al grupo DP. En todos los controles realizados, incluyendo el basal, hubo una correlación negativa entre el nivel de  $\beta_2$ -microglobulina y el filtrado glomerular ( $p < 0,001$  en todos ellos). La concentración de  $\beta_2$ -microglobulina fue aumentando a lo largo de la evolución conforme disminuía el filtrado glomerular ( $p < 0,001$ ).

Los parámetros relacionados con la anemia están expresados en la tabla 5. En el control basal hubo diferencias estadística-

**Tabla 3.** Evolución del filtrado glomerular (ml/min/1,73 m<sup>2</sup>) en los tres grupos de enfermos

	<b>Basal</b>	<b>6 meses</b>	<b>12 meses</b>	<b>18 meses</b>	<b>24 meses</b>	<b>30 meses</b>	<b>36 meses</b>
Grupo 2HD/semana	6,10 ± 2,13 (n = 61)	4,61 ± 2,91 (n = 53)	3,9 ± 2,95 (n = 34)	3,33 ± 2,99 (n = 26)	2,44 ± 2,5 (n = 14)	1,83 ± 3,06 (n = 9)	1,86 ± 3,1 (n = 7)
Grupo 3HD/semana	5,41 ± 2,87 (n = 49)	2,72 ± 2,84 (n = 38)	1,88 ± 2,55 (n = 29)	1,22 ± 2,01 (n = 23)	0,82 ± 1,41 (n = 15)	1,23 ± 2,23 (n = 12)	1,21 ± 2,1 (n = 10)
Grupo DP	6,99 ± 3,21 (n = 83)	5,54 ± 3,21 (n = 78)	4,15 ± 3,45 (n = 55)	3,84 ± 3,69 (n = 36)	2,56 ± 2,53 (n = 27)	1,77 ± 1,80 (n = 22)	1,28 ± 2,19 (n = 13)

Grupo 2HD/semana frente a grupo 3HD/semana:  $p < 0,05$  a los 24 meses;  $p < 0,01$  a los 6, 12 y 18 meses.

Grupo 2HD/semana frente a grupo DP:  $p < 0,05$  en control basal.

Grupo 3HD/semana frente a grupo DP:  $p < 0,01$  en control basal y a los 12 y 24 meses;  $p < 0,001$  a los 6 y 18 meses.

2HD/semana: dos sesiones semanales de hemodiálisis; 3HD/semana: tres sesiones semanales de hemodiálisis; DP: diálisis peritoneal.

**Tabla 4.** Evolución de los niveles séricos de  $\beta$ 2-microglobulina (mg/l) en los tres grupos de enfermos

	Basal	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	30 meses	36 meses
Grupo 2HD/semana	19,3 $\pm$ 7,4	20,9 $\pm$ 6,4	23,3 $\pm$ 7,1	25,7 $\pm$ 9,6	26,6 $\pm$ 9,9	31,7 $\pm$ 9,9	31,4 $\pm$ 11
Grupo 3HD/semana	27 $\pm$ 18,4	29,4 $\pm$ 11,1	32,6 $\pm$ 9,4	33,9 $\pm$ 11,7	37,1 $\pm$ 17,7	37,8 $\pm$ 15	31,8 $\pm$ 13,4
Grupo DP	16,7 $\pm$ 5,6	21,1 $\pm$ 7,9	24,7 $\pm$ 9,6	28,2 $\pm$ 11,1	28,9 $\pm$ 9,7	30,7 $\pm$ 7,9	34 $\pm$ 8,6

Grupo 2HD/semana frente a grupo 3HD/semana:  $p < 0,01$  en control basal y a los 18 meses;  $p < 0,001$  a los 6 y 12 meses.

Grupo 2HD/semana frente a grupo DP:  $p < 0,05$  en control basal.

Grupo 3HD/semana frente a grupo DP:  $p < 0,001$  en control basal y a los 6 y 12 meses.

2HD/semana: dos sesiones semanales de hemodiálisis; 3HD/semana: tres sesiones semanales de hemodiálisis; DP: diálisis peritoneal.

mente significativas entre los tres grupos en lo que respecta a la concentración de hemoglobina y a la dosis de eritropoyetina. El índice de Charlson se relacionó de forma negativa con el nivel basal de hemoglobina ( $r = -0,33$ ,  $p < 0,001$ ) y de forma positiva con la dosis semanal de eritropoyetina ( $r = 0,33$ ,  $p < 0,001$ ). En el grupo de enfermos tratados con hemodiálisis, el inicio programado se asoció a un nivel basal más alto de hemoglobina (10,8  $\pm$  1,5 frente a 9,6  $\pm$  1,6 g/dl,  $p = 0,004$ ), a una menor dosis de eritropoyetina basal (104  $\pm$  61 frente a 168  $\pm$  78 UI semana/kg,  $p < 0,001$ ). A lo largo del resto de la evolución, ya no hubo diferencias en la concentración de hemoglobina entre los tres grupos. La dosis semanal de eritropoyetina fue menor en el grupo DP a lo largo de toda la evolución, pero las diferencias fueron estadísticamente significativas hasta el control de los 18 meses con respecto al

grupo 2HD/semana y hasta el control de los 36 meses con respecto al grupo 3HD/semana. La dosis de eritropoyetina fue menor en el grupo 2HD/semana con respecto al grupo 3HD/semana hasta el control de los 12 meses. En todos los controles realizados, excepto en el de los 36 meses, hubo una correlación negativa con significación estadística entre la dosis de eritropoyetina y el filtrado glomerular.

El tiempo de seguimiento en diálisis fue de 18,6  $\pm$  13,4 meses (94,8 enfermos-año) en el grupo 2HD/semana, 24,7  $\pm$  19,6 meses (101,1 enfermos-año) en el grupo 3HD/semana y 22,4  $\pm$  16,8 (154,8 enfermos-año) en el grupo DP, sin diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos. Durante el tiempo de seguimiento en diálisis, quedaron anúricos 15 enfermos en el grupo que comenzó con la pauta de

**Tabla 5.** Evolución de los parámetros relacionados con la anemia en los tres grupos de enfermos

Hb (g/dl)	Basal	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	30 meses	36 meses
Grupo 2HD/semana	10,5 $\pm$ 1,3	11,5 $\pm$ 1,2	11,3 $\pm$ 1	11,7 $\pm$ 1,2	11,8 $\pm$ 0,9	11,7 $\pm$ 0,8	11,4 $\pm$ 0,5
Grupo 3HD/semana	9,9 $\pm$ 1,5	11,5 $\pm$ 1,3	11,4 $\pm$ 1,3	11,2 $\pm$ 1,4	11,5 $\pm$ 0,9	11,3 $\pm$ 1,2	11,3 $\pm$ 1,8
Grupo DP	11,4 $\pm$ 1,3	12 $\pm$ 1,4	11,6 $\pm$ 1,6	11,6 $\pm$ 1,5	11,6 $\pm$ 1,6	11,4 $\pm$ 1,2	11,1 $\pm$ 1,3

Grupo 2HD/semana frente a grupo 3HD/semana:  $p < 0,05$  en control basal.

Grupo 2HD/semana frente a grupo DP:  $p < 0,001$  en control basal.

Grupo 3HD/semana frente a grupo DP:  $p < 0,001$  en control basal.

EPO (UI semana/kg)	Basal	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	30 meses	36 meses
Grupo 2HD/semana	118 $\pm$ 71	110 $\pm$ 67	100 $\pm$ 62	111 $\pm$ 129	105 $\pm$ 130	113 $\pm$ 124	125 $\pm$ 106
Grupo 3HD/semana	147 $\pm$ 78	155 $\pm$ 70	144 $\pm$ 98	150 $\pm$ 96	134 $\pm$ 85	138 $\pm$ 87	133 $\pm$ 69
Grupo DP	54 $\pm$ 61	52 $\pm$ 51	52 $\pm$ 58	53 $\pm$ 71	58 $\pm$ 49	70 $\pm$ 54	80 $\pm$ 48

Grupo 2HD/semana frente a grupo 3 HD/semana:  $p < 0,05$  en el control basal y a los 12 meses;  $p < 0,01$  a los 6 meses.

Grupo 2HD/semana frente a grupo DP:  $p < 0,05$  a los 18 meses;  $p < 0,001$  en el control basal, a los 6 meses y a los 12 meses.

Grupo 3HD/semana frente a grupo DP:  $p < 0,05$  a los 30 y 36 meses;  $p < 0,01$  a los 24 meses;  $p < 0,001$  en el control basal, a los 6, 12 y 18 meses.

2HD/semana: dos sesiones semanales de hemodiálisis; 3HD/semana: tres sesiones semanales de hemodiálisis; DP: diálisis peritoneal; EPO: eritropoyetina; Hb: hemoglobina.

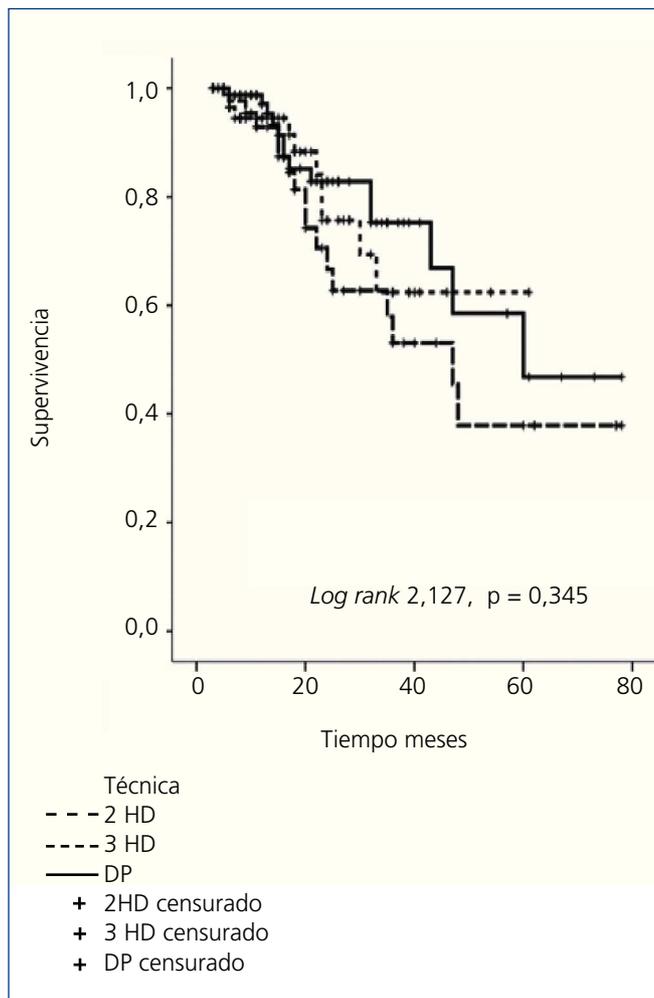
2HD/semana (25 %), 25 enfermos del grupo que comenzó con la pauta de 3HD/semana (51 %) y 17 enfermos del grupo DP (20 %) ( $p = 0,007$  entre los grupos 2HD/semana y 3HD/semana;  $p < 0,001$  entre los grupos 3HD/semana y DP;  $p = 0,701$  entre los grupos 2HD/semana y DP). De los 61 que comenzaron tratamiento renal sustitutivo con 2HD/semana, 25 pasaron a la pauta de 3HD/semana por disminución de la función renal residual tras un período de tiempo que osciló entre 3 y 25 meses ( $9 \pm 6$  meses). Recibieron un trasplante renal 23 enfermos del grupo 2HD/semana (15 de ellos mientras estaban siendo tratados con dos sesiones semanales de hemodiálisis), 16 enfermos del grupo 3HD/semana y 42 enfermos del grupo DP. De los 83 enfermos que comenzaron tratamiento con diálisis peritoneal, 10 fueron transferidos a la técnica de hemodiálisis tras un tiempo de permanencia en la técnica inicial de  $21 \pm 16$  meses (rango 3-48 meses). Fallecieron 10 enfermos del grupo 2HD/semana (mortalidad 10,5/100 enfermos-año), 16 enfermos del grupo 3HD/semana (mortalidad 15,8/100 enfermos-año) y 14 enfermos del grupo DP (mortalidad 9/100 enfermos-año). El análisis de Kaplan-Meier no mostró diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia entre los tres grupos de enfermos (*log-rank* 2,127,  $p = 0,345$ ) (figura 1).

De los 83 enfermos que iniciaron tratamiento con diálisis peritoneal, 19 llegaron a ser tratados con diálisis peritoneal automatizada con cicladora durante el período de estudio; del total de 110 enfermos que iniciaron tratamiento con hemodiálisis, 13 recibieron tratamiento con técnica convectiva a lo largo de la evolución. En todos los casos se trataba de enfermos con reducción relevante o pérdida total de la función renal residual.

## DISCUSIÓN

El objetivo principal de nuestro trabajo era el estudio de la influencia de diferentes técnicas y pautas de diálisis sobre el descenso de la función renal residual. Hemos comparado la evolución de la función renal residual, medida por el filtrado glomerular, en enfermos tratados con diálisis peritoneal y con dos pautas de hemodiálisis: dos y tres sesiones a la semana. Fueron excluidos del estudio los enfermos que se reincorporaron al tratamiento con diálisis tras la disfunción del trasplante renal, ya que en ellos la función renal residual disminuye más rápidamente<sup>22</sup> y su prevalencia fue mayor en el grupo de enfermos tratados con hemodiálisis.

El descenso de la función renal residual y de la diuresis fue el mismo en los enfermos tratados con diálisis peritoneal y en los enfermos que comenzaron con la pauta de 2HD/semana; ambos grupos tuvieron una tasa de filtrado glomerular similar a lo largo de toda la evolución. Los enfermos que comenzaron tratamiento renal sustitutivo con la pauta de 3HD/semana presentaron un declive más rápido de la función renal residual y mantuvieron una tasa de filtrado glomerular inferior



**Figura 1.** Gráfica de supervivencia actuarial.

DP: diálisis peritoneal; HD: hemodiálisis.

a la de los dos grupos previos durante los dos primeros años de evolución. El filtrado glomerular basal era superior en el grupo de enfermos tratados con diálisis peritoneal, pero no observamos que hubiera correlación entre el descenso de este y su nivel basal.

Las causas por las que la pérdida de la función renal residual es más rápida en los enfermos tratados con hemodiálisis que en los que reciben diálisis peritoneal no están aclaradas. La inducción de reacciones inflamatorias por la membrana del dializador o el líquido de diálisis es una de las razones consideradas. Estudios aislados han observado un ritmo de disminución de la función renal residual similar con ambas técnicas cuando los enfermos sometidos a tratamiento con hemodiálisis son tratados con un baño de diálisis ultrapuro y membrana de alto flujo<sup>23,24</sup>. Todos los enfermos de nuestro estudio utilizaban este tipo de baño y membrana y, sin embargo, el descenso de la función renal residual era mayor en el grupo que comenzó hemodiálisis con la pauta habitual de 3HD/se-

mana. La mayor preservación de la función renal residual en los enfermos tratados con 2HD/semana ya fue observada por Lin et al.<sup>25</sup> en una población prevalente y seleccionada seguida durante 6 meses (23 enfermos tratados con dos sesiones semanales y 51 con tres sesiones semanales). El motivo no está aclarado y no puede atribuirse a diferencias del estado de hidratación o del control de la tensión arterial, ya que en un estudio transversal realizado en nuestra unidad comprobamos que ambos parámetros eran similares en los enfermos tratados con dos o con tres sesiones semanales de diálisis<sup>10</sup>.

Al contrario que en otros estudios, no hemos observado una relación entre el ritmo de descenso de la función renal residual y la edad, el filtrado glomerular basal o la existencia de diabetes mellitus<sup>26,27</sup>. Al igual que otros autores<sup>28</sup>, sí hemos observado una correlación entre el descenso de la función renal residual y el índice de comorbilidad. Los enfermos que comenzaron tratamiento renal sustitutivo con diálisis peritoneal o con la pauta de 2HD/semana recibieron una dosis baja de furosemida oral. No creemos que este tratamiento haya tenido relevancia en el mantenimiento de la función renal residual, ya que no hay evidencia de que la furosemida preserve el filtrado glomerular en el enfermo dializado<sup>29</sup>, incluso su administración puede acelerar su ritmo de descenso<sup>27</sup>. En enfermos tratados con diálisis peritoneal, la repercusión del uso de icodextrina, de soluciones biocompatibles o de la técnica automatizada sobre la preservación de la función renal residual es un tema controvertido<sup>29-33</sup>. Tampoco está aclarado si las técnicas convectivas de hemodiálisis tienen un efecto protector<sup>34</sup>. En nuestra unidad de diálisis, la diálisis peritoneal automatizada y la hemodiafiltración *on-line* se suelen reservar para los enfermos con función renal residual mínima o nula y no podemos analizar su posible influencia sobre este tema.

Varios estudios atribuyen un valor pronóstico al nivel de  $\beta_2$ -microglobulina en enfermos tratados con hemodiálisis<sup>35,36</sup>. La función renal residual es uno de los factores determinantes de su concentración en suero en enfermos tratados con hemodiálisis o con diálisis peritoneal<sup>11,16-19</sup>. En nuestro estudio, la concentración basal de  $\beta_2$ -microglobulina era distinta en los tres grupos de enfermos. Este dato lo atribuimos a las diferencias observadas en el filtrado glomerular al inicio de la diálisis, pues, aunque la diferencia no alcanzó la significación estadística entre los dos grupos de hemodiálisis, sí había una correlación altamente significativa entre los valores basales de la concentración de  $\beta_2$ -microglobulina y el filtrado glomerular. La evolución posterior de la concentración de  $\beta_2$ -microglobulina es paralela a la del filtrado glomerular: no hay diferencias entre los enfermos tratados con diálisis peritoneal y los que comenzaron hemodiálisis con la pauta de 2HD/semana, y los niveles son más elevados en los enfermos que iniciaron tratamiento renal sustitutivo con la pauta de 3HD/semana. En los tres grupos, la concentración de  $\beta_2$ -microglobulina aumenta conforme disminuye la función renal residual y en todos los controles realizados hay una excelente correlación entre ambas.

Los enfermos tratados con diálisis peritoneal precisan menos dosis de eritropoyetina que los enfermos tratados con hemodiálisis<sup>37-39</sup>. Una de las razones para explicar este fenómeno podría ser la diferencia en la preservación de la función renal residual, ya que esta condiciona la respuesta de la anemia a los agentes eritropoyéticos en los dos tipos de diálisis<sup>12-15</sup>. En un estudio transversal comprobamos que los enfermos tratados con la pauta de 2HD/semana y, por tanto, con mejor función renal residual necesitaban una dosis menor de eritropoyetina para mantener idénticos niveles de hemoglobina que los enfermos tratados con la pauta de 3HD/semana<sup>10</sup>. El estudio actual confirma estos hallazgos: la diferencia en la dosis de eritropoyetina entre las dos pautas de hemodiálisis se mantiene a lo largo de la evolución mientras persisten las diferencias en la función renal residual. Hasta el control de los 36 meses, la dosis de eritropoyetina tuvo una correlación negativa, estadísticamente significativa, con el filtrado glomerular. Sin embargo, los enfermos tratados con diálisis peritoneal necesitaron menos dosis de eritropoyetina que los enfermos del grupo de 2HD/semana, a pesar de conservar a lo largo de la evolución una función renal residual similar. La mejor respuesta de la anemia a los agentes eritropoyéticos en la diálisis peritoneal no puede atribuirse de manera exclusiva a una mejor preservación de la función renal residual, sino que debe estar condicionada por otros factores. Hay que destacar que la concentración de hemoglobina y la dosis de eritropoyetina eran distintas en los tres grupos de enfermos al comienzo del tratamiento con diálisis. Estos datos pueden explicarse en parte por la influencia negativa sobre la anemia del índice de edad-comorbilidad y del inicio de forma no programada en el grupo de hemodiálisis.

En conclusión, los enfermos que comenzaron tratamiento con diálisis con la pauta de 2HD/semana tienen un ritmo de descenso de la función renal residual igual al observado en el grupo de enfermos tratados con diálisis peritoneal. Ambos grupos de enfermos mantienen un filtrado glomerular similar a lo largo de la evolución, y significativamente superior al del grupo de 3HD/semana. La evolución de la  $\beta_2$ -microglobulina fue parecida, confirmando la importancia de la función renal residual sobre la concentración sérica de esta. Los enfermos que comenzaron tratamiento con la pauta de 3HD/semana necesitaron una dosis de eritropoyetina mayor que los de los otros dos grupos, pero la dosis de eritropoyetina con diálisis peritoneal fue notablemente menor que con la pauta de 2HD/semana, indicando que, además de la tasa del filtrado glomerular, otros factores inherentes a la técnica de diálisis condicionan la respuesta de la anemia a los agentes eritropoyéticos.

### Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés potenciales relacionados con los contenidos de este artículo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bargman JM, Thorpe KE, Churchill DN (CANUSA Peritoneal Dialysis Study Group). Relative contribution of residual renal function and peritoneal clearance on adequacy of dialysis: a reanalysis of the CANUSA study. *J Am Soc Nephrol* 2001;12:2158-62.
- Termorshuizen F, Korevaar JC, Dekker FW, van Manen JG, Boeschoten EW, Krediet RT, for the NECOSAD Study Group. The relative contribution of residual renal function compared with peritoneal clearance for patient survival and quality of life: an analysis of the Netherlands Cooperative Study on the Adequacy of Dialysis (NECOSAD)-2. *Am J Kidney Dis* 2003;41:1293-302.
- Termorshuizen F, Dekker FW, Van Manen JG, Korevaar JC, Boeschoten EW, Krediet RT, for the NECOSAD Study Group. Relative contribution of residual renal function and different measures of adequacy to survival in hemodialysis patients: An analysis of the Netherlands Cooperative Study on the Adequacy of Dialysis (NECOSAD)-2. *J Am Soc Nephrol* 2004;15:1061-70.
- Bragg-Gresham JL, Fissell RB, Mason NA, Bailie GR, Gillespie BW, Wizemann V, et al. Diuretic use, residual renal function, and mortality among hemodialysis patients in the Dialysis Outcomes and Practice Pattern Study (DOPPS). *Am J Kidney Dis* 2007;49:426-31.
- Liao CT, Chen YM, Shiao CC, Hu FC, Huang JW, Kao TW, et al. Rate of decline of residual renal function is associated with all-cause mortality and technique failure in patients on long-term peritoneal dialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2009;24:2909-14.
- van der Wal WM, Noordzij M, Dekker FW, Boeschoten EW, Krediet RT, Korevaar JC, et al.; for the Netherlands Cooperative Study on the Adequacy of Dialysis Study Group (NECOSAD). Full loss of renal residual function causes higher mortality in dialysis patients; findings from a marginal structural model. *Nephrol Dial Transplant* 2011;26:2978-83.
- NKF-K/DOQI Clinical practice guidelines for peritoneal dialysis adequacy: update 2000. *Am J Kidney Dis* 2001;37(1 Suppl 1):S109-15.
- García Pérez H, Pérez Beñasco V, Arrieta J, Pérez Fontán M. La prescripción de diálisis peritoneal. Evaluación de la dosis de diálisis adecuada. *Nefrología* 2006;26 Suppl 4:67-85.
- Gotch FA, Keen ML. Care of the patient on hemodialysis. In: Cogan MG, Garovoy MR (eds.). *Introduction to dialysis*. New York: Churchill; 1985. pp. 73-143.
- Fernández-Lucas M, Teruel-Briones JL, Gomis-Couto A, Villacorta-Pérez J, Quereda-Rodríguez-Navarro C. Mantenimiento de la función renal residual en hemodiálisis: experiencia de 5 años de una pauta de diálisis incremental. *Nefrología* 2012;32:767-76.
- López-Menchero R, Migual A, García-Ramón R, Pérez-Contreras J, Gírbés V. Importance of residual renal function in continuous ambulatory peritoneal dialysis: its influence on different parameters of renal replacement treatment. *Nephron* 1999;83:219-25.
- Wang AY, Wang M, Woo J, Law MC, Chow KM, Li PK, et al. A novel association between residual renal function and left ventricular hypertrophy in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int* 2002;62:639-47.
- Vilar E, Wellsted D, Chandna SM, Greenwood RN, Farrington K. Residual renal function improves outcome in incremental haemodialysis despite reduced dialysis dose. *Nephrol Dial Transplant* 2009;24:2502-10.
- Shafi T, Jaar BG, Plantinga LC, Fink NE, Sadler JH, Parekh RS, et al. Association of residual urine output with mortality, quality of life, and inflammation in incident hemodialysis patients: the Choices for Healthy Outcomes in Caring for End-Stage Renal Disease (CHOICE) Study. *Am J Kidney Dis* 2010;56:348-58.
- Lars Penne E, van der Weerd N, Grooteman MPC, Mazairac AHA, van den Dorpel MA, Nubé MJ, et al.; on behalf of the CONTRAST investigators. Role of residual renal function in phosphate control and anemia management in chronic hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2011;6:281-9.
- Amici G, Virga G, Da Rin G, Grandesso S, Vianello A, Gatti P, et al. Serum beta-2-microglobulin level and residual renal function in peritoneal dialysis. *Nephron* 1993;65:469-71.
- McCarthy JT, Williams AW, Johnson WJ. Serum beta 2-microglobulin concentration in dialysis patients: importance of intrinsic renal function. *J Lab Clin Med* 1994;123:495-505.
- Fry AC, Singh DK, Chandna SM, Farrington K. Relative importance of residual renal function and convection in determining beta-2-microglobulin levels in high-flux haemodialysis and on-line haemodiafiltration. *Blood Purif* 2007;25:295-302.
- Lars Penne E, Van der Weerd NC, Blankestijn PJ, van den Dorpel MA, Grooteman MPC, Nubé MJ, et al.; on behalf of the CONTRAST investigators. Role of residual kidney function and convective volume on change in beta2-microglobulin levels in hemodiafiltration patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010;5:80-6.
- Daugirdas JT, Van Stone JC. Bases fisiológicas y modelo cinético de la urea. In: Daugirdas JT, Blake PG, Ing TS (eds.). *Manual de diálisis*. Barcelona: Masson SA; 2003. pp. 15-48.
- National Kidney Foundation. K/DOQI Clinical Practice Recommendations for Hemodialysis Adequacy. Guideline 6: Preservation of residual kidney function. *Am J Kidney Dis* 2006;48(Suppl 1):S68-70.
- Madar H, Korzets A, Ori Y, Herman M, Levy-Drummer RS, Gaftor U, et al. Residual renal function in peritoneal dialysis after renal transplant failure. *Perit Dial Int* 2010;30:470-4.
- Schiffel H, Lang SM, Fischer R. Ultrapure dialysis fluid slows loss of residual renal function in new dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17:1814-8.
- McKane W, Chandna SM, Tattersall JE, Greenwood RN, Farrington K. Identical decline of residual renal function in high-flux biocompatible hemodialysis and CAPD. *Kidney Int* 2002;61:256-65.
- Lin YF, Huang JW, Wu MS, Chu TS, Lin SL, Chen YM, et al. Comparison of residual renal function in patients undergoing twice-weekly versus three-times-weekly hemodialysis. *Nephrology (Carlton)* 2009;14:59-64.
- Moist LM, Port F, Orzol SM, Young EW, Ostbye T, Wolfe RA, et al. Predictors of loss of residual renal function among new dialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2000;11:556-64.
- Liao CT, Shiao CC, Huang JW, Hung KY, Chuang HF, Chen YM, et al. Predictor of faster decline of residual renal function in Taiwanese peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int* 2008;28 Suppl 3:S191-5.
- Singhal MK, Bhaskaran S, Vidgen E, Bargman JM, Vas SI, Oreopoulos DG. Rate of decline of residual renal function in patients on continuous peritoneal dialysis and factors affecting it. *Perit Dial Int* 2000;20:429-38.
- Coronel F, Pérez Flores I. Factores relacionados con la pérdida de función renal residual en diálisis peritoneal. *Nefrología* 2008;28 Suppl 6:39-44.

30. Montenegro J, Saracho R, Gallardo I, Martínez I, Muñoz R, Quintanilla N. Use of pure bicarbonate-buffered peritoneal dialysis fluid reduces the incidence of CAPD peritonitis. *Nephrol Dial Transplant* 2007;22:1703-8.
31. Rodríguez Carmona A, Pérez Fontán M, García LE, García FT, Díaz CH. Use of icodextrin during nocturnal automated peritoneal dialysis allows sustained ultrafiltration while reducing the peritoneal glucose load: a randomized crossover study. *Perit Dial Int* 2007;27:260-6.
32. Rabindranath KS, Adams J, Ali TZ, Daly C, Vale L, MacLeod AM. Automated vs continuous ambulatory peritoneal dialysis: a systematic review of randomized controlled studies. *Nephrol Dial Transplant* 2007;22:2991-8.
33. Michels WM, Verduijn M, Grootendorst DC, le Cessie S, Boeschoten EW, Dekker FW, et al.; for the NECOSAD Study Group. Decline in residual renal function in automated compared with continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2011;6:537-42.
34. Lars Penne E, van der Weerd N, van de Dorpel M, Grootman MPC, Lévesque R, Nubé MJ, et al.; on behalf of the CONTRAST Investigators. Short-term effects of online hemodiafiltration on phosphate control: A result from the randomized controlled convective transport study (CONTRAST). *Am J Kidney Dis* 2010;55:77-87.
35. Cheung AK, Rocco MV, Yan G, Leypoldt JK, Levin NW, Greene T, et al. Serum beta-2 microglobulin levels predict mortality in dialysis patients: Results of the HEMO study. *J Am Soc Nephrol* 2006;17:546-55.
36. Okuno S, Ishimura E, Kohno K, Fujino-Katoh Y, Maeno Y, Yamakawa T, et al. Serum beta2microglobulin level is a significant predictor of mortality in maintenance haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2009;24:571-7.
37. Coronel F, Herrero JA, Montenegro J, Fernández C, Gandara A, Conesa J, et al. Erythropoietin requirements: a comparative multicenter study between peritoneal dialysis and hemodialysis. *J Nephrol* 2003;16:697-702.
38. House AA, Pham B, Pagé DE. Transfusion and recombinant human erythropoietin requirements differ between dialysis modalities. *Nephrol Dial Transplant* 1998;13:1763-9.
39. Domenici A, Comunian MC, Fazzari L, Sivo F, Dinnella A, Della Grotta B, et al. Incremental peritoneal dialysis favourably compares with hemodialysis as a bridge to renal transplantation. *Int J Nephrol* 2011;2011:204216.