

# Las cinéticas con glucosa hipertónica permiten identificar mejor el fallo de ultrafiltración. ¿Qué aporta el cribado de sodio?

M.J. Fernández-Reyes<sup>1</sup>, M.A. Bajo Rubio, G. del Peso Gilsanz, P. Estrada, S. Sousa, R. Sánchez-Villanueva, M. Heras<sup>1</sup>, M. Osorio, C. Vega, R. Selgas

Servicio de Nefrología. <sup>1</sup> Hospital General de Segovia y Hospital Universitario La Paz. Madrid

Nefrología 2010;30(2):208-13

## RESUMEN

**Introducción:** La utilización de soluciones con glucosa al 3,86%/4,25% se ha postulado como el método ideal para estudiar la función peritoneal, ya que permite evaluar mejor la capacidad de ultrafiltración (UF). **Objetivo:** El objetivo del estudio es analizar la UF y sus relaciones con la permeabilidad peritoneal y el cribado de sodio mediante la realización de cinéticas peritoneales con glucosa hipertónica. **Pacientes y métodos:** Realizamos 184 cinéticas con glucosa hipertónica en pacientes estables en diálisis peritoneal (DP), con un tiempo medio en DP de  $16 \pm 22$  meses. Se midieron el coeficiente de transferencia de masa de creatinina (MTCcr), el cociente dializado/plasma de creatinina (D/Pcr), la UF y el cribado de sodio a los 60 minutos ( $\text{difNa}_{60}$ ). **Resultados:** Los valores medios fueron: MTC-Cr:  $9,1 \pm 4,5$  ml/min, D/Pcr:  $0,71 \pm 0,09$ , UF  $759 \pm 233$  ml/4 h y  $\text{difNa}_{60}$ :  $4,7 \pm 2,3$ . El modelo que mejor explica la UF es el que incluye  $\text{difNa}_{60}$ , MTCcr, edad y tiempo en DP ( $r = 0,57$ ;  $p > 0,0001$ ). En los pacientes con UF menor de 600 ml (percentil 25) se pierde la correlación entre la UF y el MTCcr, pero se mantiene con  $\text{difNa}_{60}$  ( $r = 0,48$ ). Los 38 pacientes con antecedentes de peritonitis no presentaron diferencias en UF, MTCcr o D/Pcr, pero tienen menor  $\text{difNa}_{60}$  ( $3,7 \pm 2,8$  frente a  $4,9 \pm 2,1$ ;  $p = 0,002$ ) que el resto de pacientes. **Conclusiones:** La cinética peritoneal realizada con glucosa hipertónica permite no sólo hacer una medida estandarizada de la UF sino también determinar el cribado de sodio, que es el parámetro más sensible para detectar alteraciones del transporte de agua.

**Palabras clave:** Cinética peritoneal. Glucosa hipertónica. Ultrafiltración. Cribado de sodio.

*Kinetic studies with hypertonic glucose permit better identification of ultrafiltration failure. What is the contribution of sodium sieving?*

## ABSTRACT

**Introduction:** The use of solutions containing hypertonic glucose (3.86%/4.25%) has been postulated as the method of choice for study the peritoneal function, and permits a better evaluation of the ultrafiltration (UF) capacity. **Objective:** The aim of our study was to analyze the UF capacity and its relation with the peritoneal permeability and sieving of sodium, performing the peritoneal kinetic study with hypertonic glucose solutions. **Patients and methods:** We performed 184 peritoneal kinetic studies with hypertonic glucose solutions in stable patients on peritoneal dialysis (PD), with a mean time on PD of  $16 \pm 22$  months. We measured the mass transfer coefficient of creatinine (CrMTC), dialysate to plasma ratio of creatinine (D/Pcr), UF capacity and sieving of sodium at 60 minutes ( $\text{difNa}_{60}$ ). **Results:** The mean values were: CrMTC:  $9.1 \pm 4.5$  ml/min, D/Pcr:  $0.71 \pm 0.09$ , UF  $759 \pm 233$  ml/4 h and  $\text{difNa}_{60}$ :  $4.7 \pm 2.3$ . The best multivariate model that predicts the UF capacity included:  $\text{difNa}_{60}$ , CrMTC, age and time on PD ( $r = 0.57$ ;  $p > 0.0001$ ). In patients with UF lower than 600 ml/4 h (Percentil 25) the correlation between UF and CrMTC was lost, but remains the correlation with  $\text{difNa}_{60}$  ( $r = 0.48$ ). The patients with previous peritonitis ( $n = 38$ ) showed no differences in UF, CrMTC or D/Pcr, but they had lower  $\text{difNa}_{60}$  ( $3.7 \pm 2.8$  vs.  $4.9 \pm 2.1$ ;  $p = 0.002$ ) than the remaining patients. **Conclusions:** The peritoneal kinetic study performed with hypertonic glucose allows to standardize the UF capacity and by determination of sieving of sodium, the early detection of water transport alterations, before the UF capacity and small solutes permeability alteration develops.

**Key words:** Peritoneal kinetics study. Hypertonic glucose. Ultrafiltration. Sieving of sodium.

## INTRODUCCIÓN

El test de equilibrio peritoneal (TEP), originariamente descrito por Twardowski et al. en 1987<sup>1</sup>, se realizaba mediante un intercambio de 4 horas con una solución de glucosa al

**Correspondencia:** María José Fernández-Reyes  
Servicio de Nefrología.  
Hospital General de Segovia.  
Ctra. de Ávila, s/n. 40002 Segovia.  
jfernandez@saludcastillayleon.es

2,27/2,5%. Este test proporciona una buena información sobre la permeabilidad peritoneal a pequeñas moléculas, pero no detecta precozmente alteraciones en el transporte de agua. El fallo de ultrafiltración (UF) se desarrolla con el tiempo en un 20-30% de los pacientes en diálisis peritoneal (DP)<sup>2</sup> y es una de las principales causas de fracaso de la técnica<sup>3</sup>, por lo que es necesario encontrar herramientas que permitan identificarlo de forma temprana y avanzar en el conocimiento de sus causas. La Sociedad Internacional de Diálisis Peritoneal (ISPD), a través de su Comité de Ultrafiltración (UF), recomienda realizar la cinética peritoneal con una solución de glucosa hipertónica (3,86% o 4,25%), lo que permite medir la capacidad de transporte de agua del peritoneo en condiciones extremas, estandarizar la medida de UF y definir el fallo de ultrafiltración (FUF)<sup>4</sup>. En trabajos previamente previos, con la cinética con glucosa hipertónica se han demostrado resultados equivalentes a los de la cinética con glucosa al 2,27/2,5% en lo que respecta al transporte de pequeñas moléculas (D/P de creatinina y urea)<sup>5</sup>, y además aporta información adicional sobre el transporte transcelular de agua, mediante la medida del cribado de sodio<sup>5-7</sup>. Durante la primera hora o 2 horas de un intercambio de glucosa hipertónica se observa una reducción en la concentración de sodio en el dializado, fenómeno denominado cribado de sodio, que se explica por el paso de agua libre a través de canales trascelulares impermeables a otros solutos (aquaporina-1). El empeoramiento del transporte transcelular de agua (TWC) a través de las aquaporinas se acepta hoy día como una causa más de fallo de UF<sup>6</sup>, por lo que la ISPD recomienda medir el cribado de sodio a los 60 minutos o durante la realización de las cinéticas. Por otro lado, se sabe que en fases iniciales de la DP, la correlación entre permeabilidad peritoneal y UF es menor que la descrita para pacientes que llevan más de un año en DP<sup>8</sup>, lo que indica que otros factores, además de la permeabilidad, pueden condicionar la UF en etapas precoces.

El objetivo de este estudio es analizar la capacidad de UF y sus relaciones con la permeabilidad peritoneal y el transporte de sodio en pacientes tratados con DP, mediante la realización de cinéticas con soluciones hipertónicas. Un objetivo adicional es confirmar que la relación entre la capacidad de UF y la permeabilidad peritoneal es diferente en estadios precoces de la DP.

## PACIENTES Y MÉTODOS

Se realizaron 184 estudios peritoneales en 184 pacientes estables en DP (edad  $50,7 \pm 15,9$ ), 75 tratados con diálisis peritoneal continua ambulatoria (DPCA) y 109 con diálisis peritoneal automática (DPA). Todos los pacientes utilizaban soluciones estándar de glucosa como agente osmótico y lactato como *buffer*. El tiempo medio en DP era de  $15,7 \pm 22$  (1-122 meses). Un 53% eran hombres y un 15% eran diabéticos. Treinta y ocho pacientes habían presentado algún episodio de peritonitis con anterioridad.

La cinética peritoneal se realizó en condiciones de estabilidad del paciente y, al menos, después de la aparición de cualquier episodio de peritonitis, hemoperitoneo o de una intervención quirúrgica abdominal. Se realizó según el protocolo estandarizado, empleando una bolsa de 2 litros de glucosa hipertónica (3,86/4,25%) con una permanencia de 4 horas. Durante el estudio de función peritoneal los pacientes permanecían en ayunas y no recibían medicación, a excepción de bajas dosis de insulina subcutánea, si era necesario. Para medir la función difusiva se recogieron seis muestras del efluente peritoneal (en los minutos 0, 30, 60, 120, 180 y 240) y una muestra basal de sangre. Con estas determinaciones, se calcularon la relación dializado/plasma de creatinina a los 240 min (D/P<sub>cr</sub>) y los coeficientes de transferencia de masa de urea (MTC<sub>urea</sub>) y creatinina (MTC<sub>cr</sub>), según el modelo matemático descrito previamente<sup>2</sup>. La UF estándar fue calculada como la diferencia del volumen drenado y el volumen infundido, tras el peso de las bolsas. Se considera fallo (UFF) cuando la UF después de 4 horas de permanencia de un intercambio de glucosa al 3,86% es menor de 400 ml, de acuerdo con los datos descritos por Krediet<sup>9</sup>.

Se midió el porcentaje de descenso en la concentración de sodio con respecto a basal a los 60 min ( $\text{difNa}_{60} \text{ min} = [\text{sodio en dializado basal} - \text{sodio en dializado a los 60 min}] * 100 / [\text{sodio en dializado basal}]$ ).

Los pacientes fueron clasificados en cuatro grupos según los cuartiles de UF y en cada grupo por separado se realizó un análisis independiente de las relaciones entre permeabilidad, UF y cribado de sodio. Las cinéticas realizadas en los primeros 6 meses fueron objeto también de un análisis posterior, con el fin de comprobar si los factores que condicionan la UF y su relación con permeabilidad o transporte de agua son diferentes en estadios tempranos. De igual manera, se analizaron por separado los datos de las cinéticas realizadas a pacientes con antecedente de algún episodio de peritonitis.

## Análisis estadístico

El análisis estadístico fue realizado mediante el programa SPSS 11.0. Los valores son expresados como porcentajes o medias  $\pm$  desviación estándar (DE). Un valor de  $p < 0,05$  es considerado como significación estadística. Se utilizó el test de la t de Student para comparar medias, y el test de Pearson para establecer coeficientes de correlación lineales. Si alguna variable era ordinal o no tenía una distribución normal se empleó el test de Sperman. Para establecer las variables que se asocian de manera independiente con el cribado de sodio o con la UF, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal por pasos, usando las variables que presentaban correlación con estos parámetros.

**RESULTADOS**

Durante la realización de la prueba no se observaron efectos adversos, salvo algún síntoma ligero de depleción de volumen en pacientes con diuresis residual y UF elevadas, que no requirieron la realización de medidas extraordinarias.

En la tabla 1 se exponen los resultados del estudio cinético peritoneal que se expresa en media, rango y cuartiles de D/Pcr, MTCcr, MTCurea, UF y porcentaje de descenso en la concentración de sodio a los 60 minutos (difNa<sub>60</sub>). Observamos una alta correlación entre MTCcr y D/Pcr ( $r = 0,86$ ;  $p = 0,000$ ). No existían diferencias en MTCcr o urea, D/Pcr, UF o difNa<sub>60</sub> en ningún punto entre los pacientes que eran dializados con DPCA o con DPA. Los pacientes en DPA eran más jóvenes ( $45 \pm 14$  frente a  $58 \pm 14$  años) y llevaban menos tiempo en DP ( $12 \pm 16$  frente a  $20 \pm 27$  meses). Treinta y ocho pacientes habían presentado algún episodio de peritonitis previo a la cinética (17 casos un episodio, 14 pacientes dos episodios y siete, tres o más). Como se observa en la tabla 2, no existieron diferencias en UF, MTCcr o D/Pcr entre estos pacientes y el resto. Sin embargo, los pacientes con antecedentes de peritonitis tienen un difNa<sub>60</sub> significativamente menor ( $3,7 \pm 2,8$  frente a  $4,9 \pm 2,1$ ;  $p = 0,002$ ).

En el grupo global, el difNa<sub>60</sub> mantuvo muy buena correlación con la UF ( $r = 0,49$ ) y con la permeabilidad, medida

tanto por MTCcr ( $r = -0,45$ ) como por D/Pcr ( $r = -0,49$ ) y con haber presentado una peritonitis previa ( $r = -0,22$ ;  $p = 0,002$ ). El modelo que mejor explica el cribado de sodio ( $r = 0,61$ ;  $r^2 = 0,38$ ;  $p < 0,0001$ ) es el que incluye UF, MTCcr, peritonitis y edad, y que se expone en la tabla 3. En la figura 1 se recoge la evolución de los cribados de sodio a los 30, 60 y 120 minutos, según los cuartiles de UF. Los pacientes en el percentil inferior de UF (<600 ml/4 h) se diferencian claramente del resto en el difNa<sub>60</sub>. Un difNa<sub>60</sub> igual o superior al 5% descartaría un fallo de UF.

La UF se correlacionó fundamentalmente con el difNa<sub>60</sub> ( $r = 0,49$ ;  $p = 0,00$ ), la permeabilidad peritoneal de pequeños solutos, tanto medida por MTCcr ( $r = -0,39$ ;  $p = 0,00$ ) como por D/Pcr ( $r = -0,32$ ;  $p = 0,00$ ), y con el tiempo en DP ( $r = -0,17$ ;  $p = 0,019$ ). El modelo que mejor explica la UF ( $r = 0,57$ ;  $p < 0,0001$ ) es aquel en el que se incluyen difNa<sub>60</sub>, MTCcr, edad y tiempo en DP, expuesto en la tabla 4. No se incluyen en el modelo las peritonitis. Cuando clasificamos a los pacientes según los cuartiles de UF en cuatro grupos observamos que, si bien el MTCcr fue significativamente mayor en los subgrupos con menos UF, las correlaciones entre UF y permeabilidad dentro de cada uno de los grupos se pierde (tabla 5). También se pierden las correlaciones entre la UF y el difNa<sub>60</sub> en los tres grupos de mayor UF, pero en el grupo de pacientes con UF <600 ml/4 h (P<sub>25</sub>), se mantiene una buena correlación entre UF y difNa<sub>60</sub> ( $r = 0,48$ ;  $p < 0,001$ ) (tabla 5).

**Tabla 1.** Resultados globales de los estudios cinéticos peritoneales

	Media	Rango	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75
D/P creatinina	0,71 ± 0,09	0,47-0,96	0,65	0,71	0,79
MTCcr (ml/min)	9,1 ± 4,5	1,3-33	6,2	8,6	11,9
MTCurea (ml/min)	20,7 ± 6,13	6,5-47,4	16,8	20,4	24,1
UF estándar (ml/4 h)	759 ± 233	100-1.350	600	750	900
DifNa 60 min	4,7 ± 2,3	-3,6-11,3	3,2	4,7	6,1

MTC: coeficiente de transferencia de masa; UF: ultrafiltración; DifNa 60 min: (Sodio en dializado basal – sodio en dializado a los 60 min) \* 100 / (Sodio en dializado basal).

**Tabla 2.** Resultados de los estudios cinéticos peritoneales en pacientes con y sin antecedentes de peritonitis

	Con peritonitis previas (n = 38)	Sin peritonitis previas (n = 145)	p
D/P creatinina	0,71 ± 0,08	0,71 ± 0,09	NS
MTCcr (ml/min)	8,9 ± 3,7	9,1 ± 4,7	NS
UF estándar (ml/4 h)	705 ± 229	773 ± 234	NS
DifNa 60 min	3,7 ± 2,8	4,9 ± 2,1	0,002

MTC: coeficiente de transferencia de masa; UF: ultrafiltración; DifNa 60 min: (Sodio en dializado basal – sodio en dializado a los 60 min) \* 100 / (Sodio en dializado basal).

**Tabla 3.** Análisis multivariante de los factores asociados con  $\text{difNa}_{60}$ 

	Coeficientes $\beta$ no estandarizados	p	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Constante	4,6	<0,001	3,1	6,1
Ultrafiltración	0,004	<0,001	0,002	0,005
MTCcr	-0,16	<0,001	-0,22	-0,097
Peritonitis previa	-0,92	0,007	-1,59	-0,25
Edad	-0,02	0,020	-0,037	-0,003

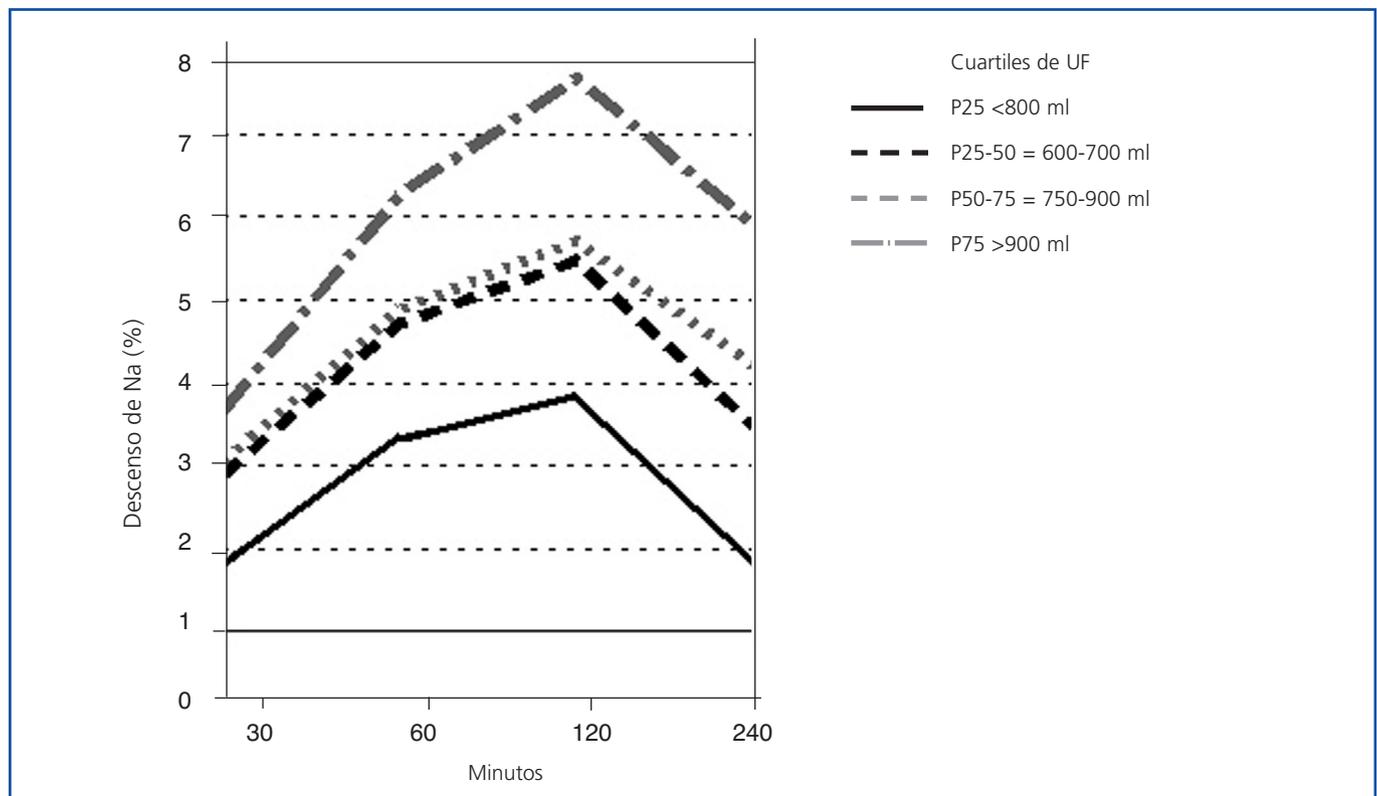
MTCcr: coeficiente de transferencia de masas de creatinina.

Finalmente, comparamos los 72 estudios cinéticos realizados en pacientes con un tiempo en diálisis menor a 6 meses frente al resto. No existían diferencias significativas en cuanto a UF ( $753 \pm 232$  ml/4 h, <6 meses frente a  $763 \pm 237$  ml/4 h, >6 meses),  $\text{difNa}_{60}$  ( $4,6 \pm 2,3$  frente a  $4,7 \pm 2,3$ ), D/Pcr ( $0,72 \pm 0,1$  frente a  $0,71 \pm 0,1$ ) o MTCcr ( $9,3 \pm 4,5$  frente a  $8,9 \pm 4,5$  ml/min). La correlación entre UF y MTCcr es menor en cinéticas realizadas antes los 6 meses ( $r = -0,33$  frente a  $r = -0,43$ ;  $p < 0,05$ );

## DISCUSIÓN

El déficit de UF, tanto inherente como adquirido con el tiempo en DP, es actualmente uno de los principales factores con-

dicionantes de la supervivencia del paciente y de la técnica<sup>3</sup>. Por ello, es imprescindible medir de manera estandarizada la UF, basalmente y de forma periódica, para avanzar en el conocimiento de las causas del fallo de UF. En nuestra unidad, los estudios cinéticos peritoneales se realizan con glucosa hipertónica al 3,86/4,25% desde el año 1999. En el presente estudio, el primer dato que llama la atención es la baja prevalencia de fallo de UF (4,9%, 9/184 pacientes), inferior a la referida por otros autores<sup>7-10</sup>. Posiblemente, esto se debe a que tanto el tiempo medio en diálisis (15,6 meses) como la incidencia de peritonitis previas, ambos considerados como los principales condicionantes de la pérdida de UF<sup>3</sup>, eran bajos. No obstante, el hecho de haber definido el fallo de UF como UF menor de 400 ml/4 h no implica que menores descensos o pérdidas progresivas de UF no deban considerarse como



**Figura 1.**  $\text{difNa}$  según cuartiles de ultrafiltración (UF).

**Tabla 4.** Análisis multivariante de los factores asociados con la ultrafiltración

	Coeficiente $\beta$ no estandarizado	p	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Constante	577,9	<0,001	413,1	742,7
DifNa <sub>60</sub>	40,8	<0,001	26,3	55,3
MTCcr	-11,1	0,003	-18,4	-3,8
Edad	2,3	0,014	0,46	4,1
Tiempo en diálisis	-1,38	0,04	-2,7	-0,064

MTCcr: coeficiente de transferencia de masas de creatinina.

patológicos. Milla et al.<sup>11</sup> estudiaron a 95 pacientes incidentes en DP mediante la realización de cinéticas con glucosa al 3,86% basal y posteriormente de forma anual, y observaron que con el tiempo en DP se produce una disminución de la UF, que es significativa a partir del tercer año, y que únicamente se encuentra precedida por cambios en el cribado de sodio, permaneciendo estables en el tiempo el resto de parámetros de transporte peritoneal (D/Pcr y D/Pglucosa). Como ya ha sido descrito previamente por nuestro grupo, las peritonitis son uno de los principales condicionantes de pérdida de UF<sup>3,12</sup>. En el presente estudio, en los pacientes con antecedentes de peritonitis, el difNa<sub>60</sub> es el parámetro que con probabilidad más rápidamente se ve alterado después de la inflamación peritoneal. De acuerdo con nuestros resultados y con los de Milla et al., sería recomendable la realización de cinéticas con glucosa hipertónica tras los episodios de peritonitis, con el fin de predecir precozmente cuáles serán los pacientes con riesgo de desarrollar fallo de UF y valorar la necesidad de medidas terapéuticas como, por ejemplo, el descanso peritoneal.

La realización de cinéticas con glucosa hipertónica nos permite no sólo medir el transporte difusivo (con resultados equivalentes en términos de permeabilidad de pequeñas moléculas a los obtenidos con glucosa al 2,27%) sino también la capacidad máxima de transporte peritoneal de agua, así como analizar las relaciones entre permeabilidad y UF. Esta última se consigue en DP gracias a la capacidad osmótica de la glucosa, y ésta se pierde rápidamente si el peritoneo es muy permeable; por ello, es lógico que la UF tras un intercambio de 4 horas dependa de la permeabilidad peritoneal. En nuestro estudio, hemos encontrado una correlación entre permeabilidad peritoneal y UF, pero no tan alta como otros autores<sup>10</sup>. Además, al igual que en otros trabajos previos de nuestro grupo<sup>8</sup>, esta correlación es menor en cinéticas realizadas antes de los primeros 6 meses, lo que indica que otros factores diferentes a la permeabilidad peritoneal están condicionando la UF, sobre todo en estadios iniciales de la DP. Esta menor correlación entre permeabilidad y UF se observa sobre todo en los grupos de pacientes con alto transporte o con baja UF<sup>8</sup>. Un hallazgo interesante de este estudio es que en pacientes con UF menor

**Tabla 5.** Correlaciones entre la ultrafiltración con MTC creatinina, D/P creatinina y cribado de sodio según cuartiles de ultrafiltración

	MTC creatinina	D/P creatinina	DifNa <sub>60</sub>
Percentil 25 UF <600 ml (n = 54)			
MTCcr = 11,4 ± 5,1	r = -0,21	r = -0,24	r = 0,48*
Percentiles 25-50 UF 600-750 ml (n = 46)			
MTCcr = 9,4 ± 3,7 <sup>a</sup>	r = -0,22	r = -0,20	r = 0,10
Percentiles 50-75 UF 750-900 ml (n = 44)			
MTCcr = 8,2 ± 3,5 <sup>a</sup>	r = 0,06	r = 0,02	r = -0,062
Percentiles 75-100 UF >900 ml (n = 40)			
MTCcr = 6,7 ± 4,2 <sup>a,b</sup>	r = -0,048	r = 0,033	r = 0,19

MTC: coeficiente de transferencia de masa; DifNa<sub>60</sub> min: (Sodio en dializado basal – sodio en dializado a los 60 min) \* 100 / (Sodio en dializado basal); r = coeficiente de correlación de Pearson.

En la primera columna se expresan los MTCcr medios para el subgrupo: <sup>a</sup>significativo con respecto al percentil 25 y <sup>b</sup>significativo con respecto al percentil 25-50.

\*p <0,05, <sup>d</sup>p <0,01.

de 600 ml/4 h ( $P_{25}$ ) se pierde la correlación entre UF y MTCcr o D/Pcr, pero se mantiene entre UF y  $\text{difNa}_{60}$  ( $r = 0,48$ ;  $p < 0,001$ ). Éste es un hecho muy importante, ya que en estos pacientes la realización de la cinética con glucosa al 3,86% nos permite detectar y cuantificar fallos de UF que posiblemente el D/Pcr y el MTCcr no discriminen adecuadamente. Por tanto, en situaciones extremas, como el alto transporte peritoneal o el fallo de UF, la cinética al 3,86%, con medida de UF estándar y cribado de sodio, se convierte en una herramienta de gran ayuda para la detección de una manera más sensible de alteraciones en el transporte transcelular de agua.

En conclusión, las cinéticas realizadas con glucosa hipertónica son bien toleradas y nos permiten, gracias a la medida estandarizada de la UF y a la determinación del cribado de sodio, detectar y definir mejor las alteraciones del transporte peritoneal de agua, en especial después de episodios de peritonitis o en pacientes con bajas UF, no exclusivamente debidas al aumento de permeabilidad peritoneal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Twardowski ZJ, Nolph KD, Khanna R, Prowant BF, Ryan LP, Moore HL. Peritoneal equilibration test. *Perit Dial Bull* 1987;7:138-47.
2. Selgas R, Fernández-Reyes M.J, Bosque E, Bajo MA, Borrego F, Jiménez C, et al. Functional longevity of human peritoneum-for how long is chronic peritoneal dialysis possible? Results of a prospective medium long-term study. *Am J Kidney Dis* 1994;23:64-73.
3. Ates K, Nergizoglu G, Keven K, Sen A, Kutlay S, Ertürk S, et al. Effect of fluid and sodium removal on mortality in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int* 2001;60:767-76.
4. Nolph K, Gokal R, Mujais S. ISPD Ad Hoc Committee on Ultrafiltration Management in Peritoneal Dialysis. *Perit Dial Int* 2000;20(Suppl 4):S3-S4.
5. Pride ET, Gustafson J, Graham QA, Spainhour L, Mauck V, Brown P, et al. Comparison of a 2.5% and 4.25% dextrose peritoneal equilibration test. *Perit Dial Int* 2002;22:365-70.
6. Ho-Dac-Pannekeet MM, Atesever B, Struijk DG, Krediet RT. Analysis of ultrafiltration failure in peritoneal dialysis patients by means of standar peritoneal permeability analysis. *Perit Dial Int* 1997;17:144-50.
7. Smit W, Van Dijk P, Langedijk MJ, Schouten N, Van den Berg N, Struijk DG, et al. Peritoneal function and assessment of reference values using a 3.86% glucose solution. *Perit Dial Int* 2003;23:440-9.
8. Selgas R, Bajo MA, Cirugeda A, Del Peso G, Valdés J, Castro MJ, et al. Ultrafiltration and small solute transport at initiation of PD: questioning the paradigm of peritoneal function. *Perit Dial Int* 2005;25:68-76.
9. Krediet R. The peritoneal membrane in chronic peritoneal dialysis patients. *Kidney Int* 1999;55:341-56.
10. Ortiz A, Marrón B, Berlanga JR, Reyero A, Gazapo R. Peritoneal equilibrium test with hypertonic exchange: practical application in a peritoneal dialysis program. *Nefrologia* 2001;21(4):362-9.
11. Milla V, Pozzoni P, Virga G, Crepaldi M, Vecchio L, Andrulli S, et al. Peritoneal transport assessment by peritoneal equilibration test with 3.86% glucose: a long-term prospective evaluation. *Kidney Int* 2006;69:927-33.
12. Del Peso G, Fernández-Reyes MJ, Hevia C, Bajo MA, Castro MJ, Cirujeda A, et al. Factors influencing peritoneal transport parameters during the first year on peritoneal dialysis: peritonitis the main factor. *Nephrol Dial Transplant* 2005;20:1201-6.