

Relación entre el aclaramiento de urea y la tasa de catabolismo proteico en pacientes en DPCA: importancia de la función renal residual

F. Caravaca, M. C. Cid, J. Galán, M. C. García, J. J. Cubero, M. Arrobas, C. Domínguez y J. L. Pizarro
Servicio de Nefrología. Hospital Regional Universitario Infanta Cristina. Badajoz.

RESUMEN

El significado del Kt/V de urea y la tasa de catabolismo proteico (TCP) normalizada al peso real como métodos para adecuar la cantidad de diálisis y valorar el estado de nutrición en los pacientes sometidos a DPCA son todavía discutidos. Quizá la normalización del aclaramiento de urea (Kt) al volumen de distribución de la misma (Kt/V), y la TCP al peso seco real, puede conducir a interpretaciones erróneas. También la calidad del aclaramiento de urea (renal o peritoneal) podría condicionar importantemente la relación entre el Kt y la TCP.

Para investigar los posibles condicionantes de esta relación, con especial interés en la importancia de la función renal residual, se realizó un estudio en tres grupos de pacientes. Se estudiaron 94 muestras procedentes de 37 pacientes con insuficiencia renal avanzada que no habían comenzado tratamiento con diálisis (grupo A), 50 muestras de 22 pacientes en DPCA con función renal residual ($Ccr > 5$ L/semana/ $1,73$ m²) (grupo B) y 94 muestras de 28 pacientes en DPCA sin función renal residual (grupo C). Los estudios fueron realizados a cada paciente de forma trimestral e incluyeron: Kt/V urea, TCP, ingesta proteica (encuesta dietética), Ccr y una elevación del estado de nutrición expresada cuantitativamente tomando en cuenta medidas antropométricas y bioquímicas.

Los valores absolutos de TCP y Kt de urea se correlacionaron significativamente con la estimación del estado de nutrición en los pacientes en DPCA. El Kt/V no se correlacionó con el estado de nutrición, y la TCP normalizada lo hizo más débilmente que en sus valores absolutos. La estimación del estado de nutrición medio en el grupo C fue significativamente peor que en los grupos A y B. La TCP se correlacionó significativamente con el aclaramiento de urea en los tres grupos (grupo A: $r = 0,65$; B: $r = 0,55$; C: $r = 0,63$, $p < 0,0001$). La pendiente de la ecuación de regresión del grupo C fue mayor que la de los grupos A y B (0,85 frente 0,65 y 0,60, respectivamente), pero el punto de intersección de las rectas fue mayor en los grupos A y B que en el C (35,1 frente 23,2 y 2,7, respectivamente), de tal forma que con Kt de urea en el rango medio o bajo, la tasa de catabolismo proteico fue siempre superior en los grupos con función renal residual.

Recibido: 27-X-95.
En versión definitiva: 6-II-96.
Aceptado: 8-II-96.

Correspondencia: Francisco Caravaca.
Servicio de Nefrología.
Hospital Infanta Cristina.
06080 Badajoz.

Estos resultados sugieren que la función renal residual juega un importante papel en la ingesta proteica del paciente sometido a DPCA. De este modo, el Kt/V objetivo en estos pacientes debe ser adaptado a esta circunstancia.

Palabras clave: **Aclaramiento urea. CAPD. Kt/V. Tasa catabolismo proteico.**

RELATIONSHIP BETWEEN UREA CLEARANCE AND PROTEIN CATABOLIC RATE: IMPORTANTE OF THE RESIDUAL RENAL FUNCTION

SUMMARY

The significance of Kt/V urea and normalized protein catabolic rate (PCR) as markers of dialysis adequacy and nutritional status, respectively, are controversial. Perhaps normalization for urea distribution volume and actual body weight may lead to misinterpretations of these parameters. Moreover, the quality of urea clearance (renal or peritoneal) may largely determine the relationship between Kt and PCR.

In order to investigate what factors may affect the relationship between Kt and PCR in uremic patients, 94 samples from 37 patients with end-stage renal failure prior to starting dialysis treatment (group A), 50 samples from 22 patients on CAPD with residual renal function (urinary Ccr > 5 L/weekly/1.73 m²) (group B) and 94 samples from 28 patients on CAPD with no residual renal function (group C), were studied. Each study was carried out at 3-month intervals and included: Kt/V urea, PCR, dietary protein intake (diet survey), Ccr, and a nutritional score calculated from anthropometric and biochemical measurements (lymphocyte count, transferrin, serum albumin, and lean body mass estimated by total creatinine production).

PCR and urea clearance (Kt) correlated with nutritional scores in CAPD patients. However, Kt/V did not correlate with nutritional scores. The mean nutritional score in group C was significantly worse than in groups A and B. PCR significantly correlated with Kt in all 3 groups (group A: $r = 0.65$; B: $r = 0.55$; C: $r = 0.63$, $p < 0.0001$). The slope of the regression equation in group C was steeper than in groups A and B (0.65, 0.60, 0.85 respectively), but the intercepts of the regression equation from groups A and B were higher than group C (35.1 vs 23.2 vs 2.7, respectively). According to these equations, at any given Kt value in the medium and low range, the PCR was always higher in the groups with residual renal function than the group with anuric.

These results suggest that residual renal function may play an important role in protein intake of patients on CAPD. Target Kt/V urea in these patients should be adapted to this observation.

Key words: **CAPD. Kt/V. Residual renal function. PCR.**

INTRODUCCION

La alta prevalencia de malnutrición proteico-calórica entre los pacientes sometidos a DPCA y su clara relación con la morbilidad¹⁻³ es un problema preocupante.

La aplicación del modelo cinético de la urea como guía para la prescripción de la cantidad de diálisis capaz de mantener al paciente libre de síntomas urémicos y con un buen estado de nutrición ha sido ampliamente aceptada entre los nefrólogos encargados

de las unidades de diálisis peritoneal, aunque sigue siendo controvertida. Existen muy pocos estudios en los que se haya demostrado una relación entre el Kt/V de urea o la tasa de catabolismo proteico normalizada y los parámetros que habitualmente se aceptan como marcadores de nutrición^{4,5}. Quizá la normalización al volumen de distribución de urea o al peso corporal total puede conducir en algunas ocasiones a interpretaciones erróneas⁶. Así, la pérdida progresiva de peso por desnutrición severa, junto con un aumento del catabolismo endógeno, podría

elevar las cifras de Kt/V (por descenso de V) y aumentar la TCP normalizada (por aumento real de la tasa de catabolismo y por descenso del peso seco).

Por otro lado, la diálisis peritoneal rinde unos aclaramientos de urea que son significativamente inferiores a los que se logra mediante la hemodiálisis. Entre las teorías barajadas para explicar los buenos resultados clínicos de la DPCA a pesar del déficit de aclaramiento de moléculas pequeñas destaca la de Keshaviah y cols.⁷, que proponen el aclaramiento continuo y el mantenimiento de concentraciones de urea sin «picos» como una de las principales virtudes del tratamiento de la DPCA frente a las altas concentraciones «pico» de urea que se alcanzan en tratamientos discontinuos como la hemodiálisis. No obstante, es también posible que el mejor aclaramiento peritoneal con respecto a la urea de otras sustancias de retención urémica con mayor peso molecular influya positivamente en los resultados clínicos de la DPCA⁸. Y si tenemos en cuenta la calidad del aclaramiento como un punto clave en la eficacia de una diálisis, hay que señalar que la función renal residual se suele conservar durante más tiempo en pacientes en DPCA que en hemodiálisis.

Aunque la función renal residual ya ha sido calificada como un importante determinante de la eficacia de la DPCA⁹, el objetivo del presente trabajo es estudiar la relación entre el aclaramiento de urea (Kt) y la TCP, prescindiendo de la normalización al tamaño o peso del paciente, y valorar la influencia de la función renal residual en dicha relación, en un intento de establecer por extrapolación los Kt/V de urea adecuados para mantener determinadas TCP en cada situación clínica.

PACIENTES Y METODOS

Se estudiaron tres grupos de pacientes: 95 muestras procedentes de 37 pacientes con insuficiencia renal terminal que todavía no habían comenzado tratamiento con diálisis (grupo A), 50 muestras de 22 pacientes en DPCA con un aclaramiento de creatinina residual superior a 5 L/semana/1,73 m² (grupo B) y 94 muestras de 28 pacientes en DPCA sin función renal residual. Aunque el estudio no es puramente transversal, ya que en cada paciente hubo repetición de estudios, se consideró cada muestra como un caso, debido a que sí existió en la gran mayoría de ellos variaciones notables en los parámetros de eficacia de diálisis o función renal a lo largo del tiempo. Las características demográficas y clínicas de cada grupo se muestran en la [tabla I](#).

A todos los pacientes se les prescribió una dieta sin restricción proteica. Ninguno de ellos presentaba un estado fuertemente catabólico y todas las muestras

Tabla I. Características demográficas y clínicas de los tres grupos estudiados

Grupo	A	B	C
Edad (años)	58 ± 14	53 ± 16	54 ± 16
Sexo: Mujeres	30	18	24
Hombres	7	4	4
Tiempo en diálisis (meses)	0	11 ± 14	33 ± 27
Peso ideal (kg)	58 ± 9	57 ± 9	55 ± 10
Porcentaje diabéticos	32 %	36 %	32 %

de los pacientes en DPCA se obtuvieron durante períodos de al menos un mes libre de peritonitis.

Cada paciente fue estudiado trimestralmente con la diuresis de veinticuatro horas, junto con todo el efluente peritoneal de dicho período (en el caso de DPCA), además de una encuesta dietética de los tres días previos a cada estudio. Con estas muestras y el estudio bioquímico se determinaron los siguientes parámetros: Aclaramiento de urea (Kt) y Kt/V, donde V fue determinado mediante las ecuaciones de Watson y cols.¹⁰. Aclaramiento de creatinina (no confundir con la aproximación del filtrado glomerular) calculado mediante las fórmulas convencionales. Tasa de catabolismo proteico (TCP), determinada mediante las fórmulas de Randerson y cols.¹¹ y de Bergström y cols.¹² (ver Apéndice) en los pacientes en DPCA, y mediante las fórmulas de Cottini y cols. y Maroni y cols.^{13,14}, según la descripción combinada de Bergström y cols.¹², para los pacientes con insuficiencia renal que aún no habían comenzado tratamiento con diálisis. A través de la encuesta dietética se obtuvo la ingesta proteica como la media aritmética de las estimadas en los tres días previos. La ingesta proteica neta se calculó restando a la ingesta proteica la excreción total de proteínas por la orina y el efluente peritoneal. La ingesta proteica mediante encuesta se determinó en todas las muestras de los pacientes en DPCA, pero sólo en 35 muestras de los pacientes en prediálisis. En 111 muestras de pacientes en DPCA también se estimó la ingesta calórica a través de la encuesta dietética.

El estado de nutrición de los pacientes se estimó cuantitativamente a través de la determinación de parámetros antropométricos y bioquímicos. Los parámetros antropométricos fueron: índice de masa corporal (kg/m²), pliegue tricipital, circunferencia del brazo y circunferencia muscular del brazo. Cada parámetro fue comparado con los de una población española sana clasificada de acuerdo al sexo, edad, talla y peso^{15,16}. Se asignó como puntuación 0 si el percentil de la media era superior al 15, como 1 cuando el percentil estaba entre 10-15, como 2 con percentiles entre 5-10 y 3 con percentiles menores a 5.

Los parámetros bioquímicos de nutrición que se estudiaron fueron: recuento de linfocitos (puntuación 0 si linfocitos > 1.500/mm³; puntuación 1 si linfocitos < 1.500/mm³), transferrina plasmática (0 si transferrina > 240 mg/dl y 1 si < 240 mg/dl), albúmina plasmática determinada mediante nefelometría (0 si albúmina > 4 g/dl, 1 si albúmina entre 3,5-4 g/dl, 2 si albúmina entre 3,0-3,5 g/dl y 3 si albúmina < a 3 g/dl), y la masa corporal magra determinada mediante la generación total de creatinina de acuerdo al método descrito por Keshaviah, Nolph y cols.¹⁷ y expresado como porcentaje del peso corporal total. Se asignó la puntuación 0 si el porcentaje de masa magra era superior al 70 % en hombres y 60 % en mujeres, 1 si estaba entre el 60-70 % en hombres y 50-60 % en mujeres, 2 si estaba entre 50-60 % en hombres y 40-50 % en mujeres y 3 si era inferior al 50 % en hombres y 40 % en mujeres. De esta forma la mejor puntuación de nutrición conjunta fue de 0 y el peor posible de 20, con una asignación del 60 % a los parámetros antropométricos que fundamentalmente estimaban la desnutrición calórica y un 40 % a los parámetros bioquímicos que se centraban en la detección de desnutrición proteica.

Análisis estadístico

Para la comparación de dos medias se utilizó el test de Student para datos no apareados, dos colas. La correlación entre variables continuas se realizó mediante la regresión lineal de Pearson. De acuerdo al examen de los residuos, se optó por la aplicación de una correlación polinómica de segundo grado. Salvo otra especificación, los datos se expresan en media aritmética y desviación estándar. Una *p* inferior a 0,05 se consideró como estadísticamente significativa.

RESULTADOS

En la [tabla II](#) se muestran los datos referentes a la eficacia de diálisis expresada en términos de Kt/V y aclaramiento de creatinina, además de los marcadores de nutrición en los tres grupos. El grupo A (prediálisis) mostró el Kt/V más bajo, siendo significativamente inferior al de los grupos B y C. El grupo B mostró el mejor Kt/V, contribuyendo la función renal residual en casi un 25 % al total del aclaramiento de urea. También la diferencia entre los Kt/V de los grupos B y C fue significativa.

La TCP normalizada calculada por la fórmula de Randerson y cols., la albúmina sérica y el estado de nutrición fueron significativamente mejores en los grupos A y B que en el grupo C.

Tabla II. Resultados de los parámetros de depuración y nutrición en los tres grupos estudiados

Grupo	A	B	C
Kt/V urea semanal	1,57 ± 0,38	1,96 ± 0,44**	1,79 ± 0,31+
Acl. creatinina (L/semana/1,73 m ²)	97 ± 31*	73 ± 22**	50 ± 8
Urea sérica (mg/dl)	220 ± 57*	147 ± 35**	120 ± 39
Cr sérica (mg/dl)	7,5 ± 2,2*	9,5 ± 3,6	9,8 ± 2,9
Tasa catabolismo proteico (g/kg/día)	1,06 ± 0,18	1,02 ± 0,28**	0,85 ± 0,68
Albúmina sérica (g/dl)	4,26 ± 0,44*	3,93 ± 0,53**	3,40 ± 0,68
Malnutrición	3,5 ± 3**	3,1 ± 3**	8,4 ± 6++

* *p* < 0,001 A > B o C; ** *p* < 0,001 B > C; | *p* < 0,001 C > A; ++ *p* < 0,001 C > A o B.

Hubo una buena correlación entre la TCP calculada tanto por la fórmula de Randerson y cols. como con la de Bergström y cols. y la ingesta proteica neta estimada por la encuesta dietética en los pacientes en DPCA (*r* = 0,68, *p* < 0,0001). También hubo una buena correlación entre TCP calculada por las fórmulas combinadas de Cottini y Maroni con la ingesta proteica neta en pacientes en prediálisis (grupo A) (*r* = 0,85, *p* < 0,0001).

La ingesta calórica media en 111 muestras procedentes de pacientes en DPCA fue de 1.466 ± 474 kcal/día, 25 kcal/kg/día, sin contar con el aporte calórico procedente de la absorción de glucosa del líquido peritoneal. Hubo una correlación muy fuerte entre ingesta proteica e ingesta calórica (*r* = 0,78, *p* < 0,0001). Esta correlación fue mucho menor con la TCP (*r* = 0,33, *p* = 0,0004). La ingesta calórica en los pacientes en DPCA con función renal residual fue significativamente mayor que aquellos que no tenían función renal (1.716 ± 428 frente a 1.335 ± 445 kcal/día, *p* < 0,0001).

Al comparar los métodos de cálculo de la TCP descritos por Randerson y cols. y Bergström y cols. en pacientes en DPCA, se observó que, aunque ambos mostraban un grado similar de correlación, el equivalente proteico de la generación de urea descrito por Bergström sobreestimaba sistemáticamente la ingesta proteica (66,0 ± 18 frente a 57,4 ± 19 g/24 h, *p* < 0,0001), así como el equivalente proteico de la generación de urea no proteica sobreestimaba la ingesta proteica neta (58,1 ± 17 frente a 49,8 ± 18 g/24 h, *p* < 0,0001). En cambio, la TCP calculada por la fórmula de Randerson y cols. no fue significativamente diferente a la ingesta proteica neta (50,8 ± 12 frente a 49,8 ± 18 g/24 h, NS) ([fig. 1](#)).

El score de malnutrición se correlacionó polinómicamente con el Kt (*r* = 0,69, *p* < 0,0001) ([fig. 2](#)), pero no con el Kt/V en los pacientes en DPCA (*r* = 0,07,

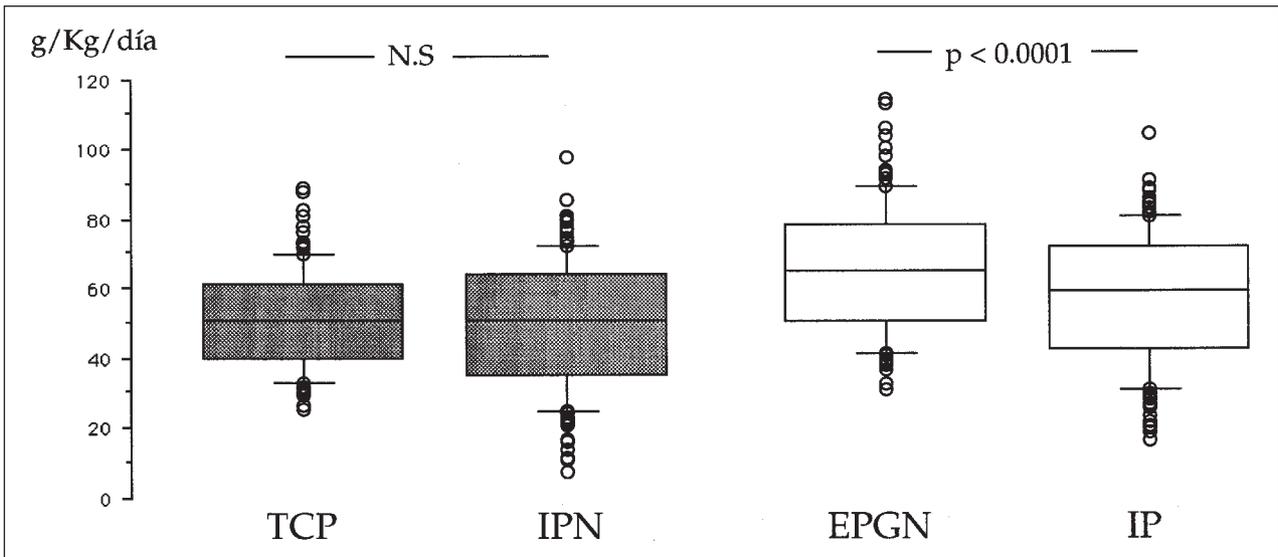


Fig. 1.—Representación gráfica de la media aritmética, error y desviación estándar de la tasa de catabolismo proteico determinada por el método de Randerson y cols. (TCP), ingesta proteica neta calculada mediante encuesta dietética (IPN), equivalente proteico de la generación de urea calculado mediante el método de Bergström y cols. (EPGN) e ingesta proteica (IP).

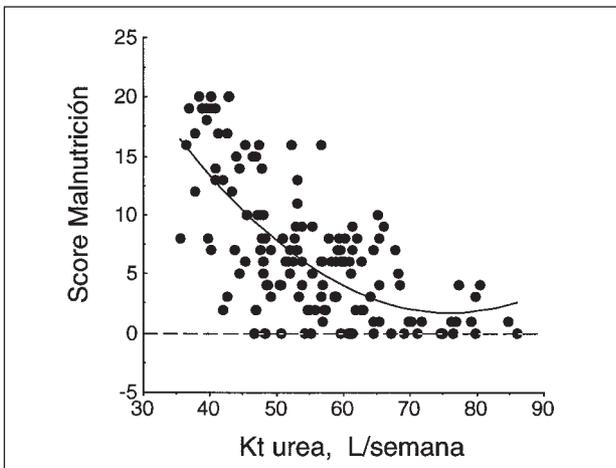


Fig. 2.—Correlación polinómica de segundo orden entre el score de malnutrición y el aclaramiento de urea (Kt) semanal en pacientes sometidos a DPCA ($y = 53,8 - 1,37 \times + 0,009 \times^2$; $r = 0,69$, $p < 0,0001$).

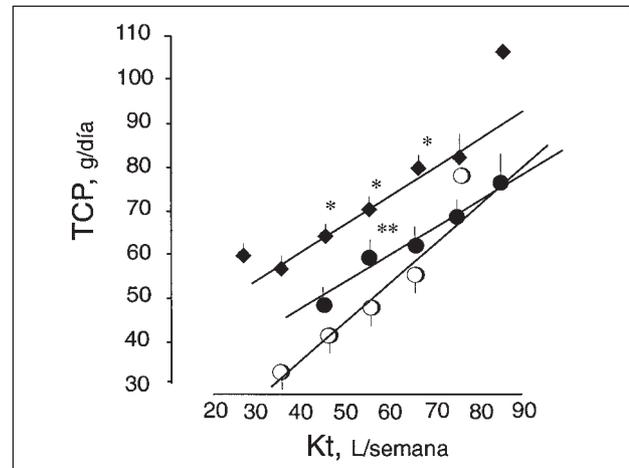


Fig. 3.—Regresión lineal entre la tasa de catabolismo proteico y el aclaramiento semanal de urea (Kt) en el grupo A (◆), grupo B (●) y grupo C (○). Se muestran las tres rectas de regresión y los valores agrupados de TCP en cada tramo de 10 L/semana de Kt con su error estándar. * $p < 0,0001$ A vs B o C; ** $p < 0,001$ B vs C.

NS). Este score de malnutrición se correlacionó también de forma polinómica con la TCP absoluta ($r = 0,64$, $p < 0,0001$), y de forma menos significativa con la TCP normalizada en los pacientes en DPCA ($r = 0,35$). En los pacientes en prediálisis (grupo A) no hubo correlación entre el score de malnutrición y el Kt, Kt/V, TCP o TCP normalizado.

La TCP se correlacionó positiva y linealmente con el aclaramiento de urea (Kt) en los tres grupos. En la figura 3 se muestran las rectas de regresión y la me-

dia de los valores agrupados en cada tramo de 10 L/semana de aclaramiento de urea en los tres grupos. A cualquier valor dado de Kt, sobre todo en el rango medio o bajo, la TCP fue significativamente superior en el grupo A que en el grupo B, y este último a su vez superior al grupo C. No obstante, se observó una clara convergencia de las tres rectas para los valores más altos de aclaramiento de urea. De acuerdo con estas tres ecuaciones de regresión se podrían extrapolar los Kt/V necesarios para mantener un PCR de 1

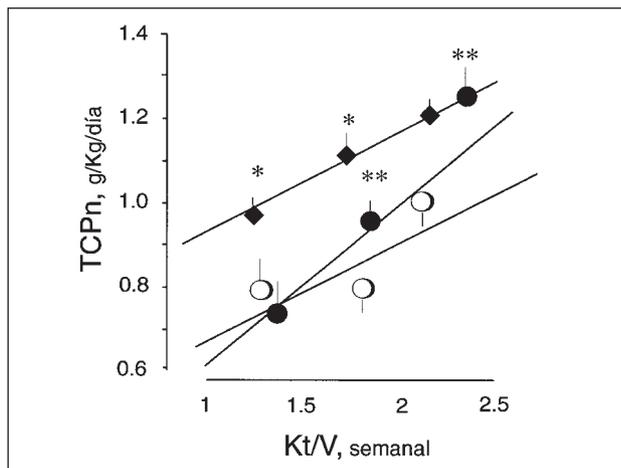


Fig. 4.—Correlación entre la tasa de catabolismo proteico normalizada al peso corporal (TCPn) y el Kt/V de urea semanal en el grupo A (◆), grupo B (●) y grupo C (○). Se muestran las tres rectas de regresión y los valores agrupados de TCPn correspondientes a Kt/V inferiores a 1,5; entre 1,5-2 y superiores a 2. * $p < 0,0001$ A vs B o C; ** $p < 0,001$ B vs C.

g/kg/día en un paciente con un determinado peso y según la presencia o no de función renal residual. Así, un paciente de 60 kg (volumen de distribución urea = 60 % peso corporal) necesitaría para mantener una TCP igual a 60 g/día un Kt/V de urea de 1,1 semanal en caso de encontrarse en situación prediálisis, 1,7 en caso de estar en DPCA con función renal residual y de 1,9 en caso de estar en DPCA sin función renal residual.

En la figura 4 se muestran en términos más convencionales las tres rectas de regresión entre la TCP normalizada y el Kt/V de urea semanal y los valores medios de TCP agrupados en tres tramos de Kt/V medio ($< 1,5$, $1,5-2$ y > 2). Kt/V inferiores a 1,5 en pacientes en DPCA rindieron siempre TCP bajas y similares en ambos grupos con o sin función renal residual. En cambio, en el tramo medio de Kt/V entre 1,5-2, los pacientes con función renal residual (grupo B) mostraron una TCP normalizada significativamente más elevada. Sin embargo, como se puede apreciar en esta figura 4, la pendiente de la recta de regresión entre la TCP normalizada y el Kt/V en el grupo C fue menos pronunciada y con tendencia a diverger de las otras dos rectas.

También hubo una correlación significativa entre ingesta proteica estimada mediante encuesta dietética y Kt tanto en pacientes en DPCA con función renal residual ($r = 0,42$) como sin función renal residual ($r = 0,49$). De igual forma que con la TCP, la correlación entre ingesta proteica y Kt presentó una pendiente superior en los pacientes sin función renal residual (0,92 frente a 0,55), aunque el punto de intersección fue muy superior en los pacientes con fun-

ción renal residual (25,7 frente a -3,5), de tal forma que para Kt reducidos siempre fue superior la ingesta proteica en los pacientes con función renal residual.

DISCUSION

La aplicación del modelo cinético de la urea en los pacientes sometidos a DPCA sigue siendo controvertida. Las grandes diferencias de aclaramiento de urea que existen entre un paciente sometido a hemodiálisis y otro sometido a DPCA suscita la duda de si el aclaramiento de una molécula pequeña y relativamente poco tóxica como es la urea puede representar a la gran cantidad de otros catabolitos más tóxicos que quedan retenidos en los pacientes con insuficiencia renal⁸. Otra cuestión poco clara es si el aclaramiento de urea que debe lograrse a través de la diálisis debe ser proporcional al tamaño del paciente en todos los casos⁶.

Una de las manifestaciones más tempranas de la uremia sintomática suele ser la falta de apetito, en muchas ocasiones referida por los pacientes como selectiva a alimentos ricos en proteínas. De esta forma, la introducción de la estimación de la ingesta proteica (de forma directa o indirecta a través de la tasa de catabolismo proteico) como dato importante a tener en cuenta en la prescripción de la diálisis ha sido ampliamente aceptada. Aunque existen muchas causas coadyuvantes a esta anorexia¹⁸, la más frecuente es la infradiálisis, como lo demuestra la relación entre la cantidad de diálisis y la ingesta proteica en pacientes tanto en hemodiálisis como en DPCA^{19,20}. Una hipótesis sobre el origen de esta anorexia en la uremia es la retención de un factor anorexígeno¹⁸, molécula de mayor tamaño que la urea, que sería más eficazmente dializada a través de la membrana peritoneal que por las membranas de hemodiálisis. Así, el aclaramiento de esta hipotética molécula no sería proporcional al aclaramiento de urea, sino que habría que añadir un factor corrector dependiente de la calidad de este aclaramiento, y en estos términos parece muy plausible pensar que el filtrado glomerular sería la mejor forma de aclarar este tipo de sustancias con respecto a la urea.

Los resultados de este estudio muestran que la correlación entre el aclaramiento de urea y la tasa de catabolismo proteico es lineal en pacientes tanto en situación prediálisis como en DPCA con o sin función renal residual. Dicha correlación podría estar artefactada matemáticamente, aunque el dato más interesante que se puede extraer de estos resultados es que, a igual aclaramiento de urea, la correspondencia con la tasa de catabolismo proteico es mayor en aquellos con función renal residual. Estos hallazgos favorecen la hipótesis de que el aclaramiento de

urea como método para establecer la cantidad más adecuada de diálisis debe ser valorada según las características de esta depuración.

A pesar de un aclaramiento medio de urea inferior, el aclaramiento de creatinina en los pacientes en situación prediálisis (grupo A) fue significativamente superior que el de los dos grupos en DPCA. Esto es muy probablemente debido a la secreción tubular de moléculas como la creatinina, que hace del aclaramiento de esta sustancia poco fiable como expresión del filtrado glomerular en situaciones de insuficiencia renal avanzada. Sin embargo, se conoce muy poco sobre el manejo renal de otros catabolitos retenidos en la uremia terminal y del papel que podría jugar en su depuración un aumento de la secreción tubular.

Un estudio reciente pone en duda la validez tanto del aclaramiento de urea corregido al volumen de distribución de la misma (Kt/V) y la tasa de catabolismo proteico normalizada como marcadores de diálisis adecuada y del estado de nutrición⁶. Pacientes con grandes masas corporales pueden mantener un buen estado de nutrición y llevar un curso clínico sin problemas a pesar de unos Kt/V y tasas de catabolismo proteico normalizadas más bajas. En cambio, pacientes malnutridos y catabólicos pueden mostrar unos buenos índices de Kt/V y TCP normalizadas.

Los resultados del presente estudio también demuestran que el estado de nutrición de los pacientes en DPCA se correlaciona tanto con el aclaramiento de urea como con la tasa de catabolismo proteico, pero no con estos dos parámetros normalizados al V y peso real de los pacientes, respectivamente. Ya que entre los parámetros de valoración de la malnutrición se incluyeron las medidas antropométricas, aquellos más desnutridos y con una reducción importante de su peso mantenían unos valores de Kt/V en teoría adecuados. Con un peso ideal medio de aproximadamente 58 kg en el grupo estudiado, el aclaramiento de urea que marcó el punto de inflexión de la malnutrición fue de unos 50-60 L semanales. A pesar de aclaramientos absolutos de urea bajos, el grupo más desnutrido mantuvo Kt/V altos. Esto plantea de nuevo la cuestión de si en los pacientes desnutridos el aclaramiento de urea debería corregirse a su peso ideal más que a su peso real. Por otro lado, aclaramientos de urea absolutos elevados logrados a través de la diálisis peritoneal contrarrestan el aparente efecto beneficioso de la función renal residual sobre la tasa de catabolismo proteico, sugiriendo que las hipotéticas deficiencias cualitativas de la membrana peritoneal con respecto al aclaramiento renal podrían ser compensadas con aumentos cuantitativos.

En este estudio se han comparado también dos métodos para determinar la tasa de catabolismo proteico a partir de la generación de urea. El equivalente proteico de la generación de nitrógeno descrito por

Bergström y cols.¹² fue significativamente superior a la tasa de catabolismo proteico descrito por Randerson y cols.¹¹. Al comparar ambos con la ingesta proteica estimada mediante encuesta dietética se observó que, aunque mostraban un idéntico grado de correlación con ésta, el método descrito por Bergström sobrestimaba sistemáticamente la ingesta proteica, así como el equivalente proteico de la generación no proteica de urea sobrestimaba la ingesta proteica neta. En cambio, la tasa de catabolismo proteico calculada por el método de Randerson no fue significativamente diferente a la ingesta proteica neta.

Ya que la edad y proporción de pacientes con procesos comórbidos —causa importante de anorexia y desnutrición entre los pacientes con insuficiencia renal terminal¹⁸— fueron similares en los tres grupos, la única variable que podría inducir confusión sobre las conclusiones del presente estudio es el tiempo en diálisis, significativamente superior en los pacientes en DPCA sin función renal residual. Sin duda, el tiempo de evolución es determinante en las manifestaciones clínicas de una inadecuada ingesta proteico-calórica, aunque parece poco probable que la reducción de la ingesta proteica en pacientes con tiempos prolongados de tratamiento con DPCA sea debida a causas diferentes a las aquí analizadas^{21, 22}.

En conclusión, la función renal residual parece ejercer un efecto muy beneficioso en el mantenimiento del apetito de los pacientes en DPCA. La pérdida de esta función renal residual no sólo debe ser compensada en términos de Kt/V urea a través del aclaramiento peritoneal, sino incrementada para mantener una adecuada ingesta proteica.

APENDICE

Kt/V urea total = Kt/V diálisis (d) + Kt/V renal (r).

Ktd = Volumen efluente peritoneal (ml/24 h) × (concentración urea efluente/concentración urea sangre).

Ktr = Volumen urinario (ml/24 h) × (concentración urea orina/concentración urea en sangre).

V = Volumen de distribución de urea = Volumen agua corporal total según fórmulas de Watson y cols.¹⁰:

Volumen agua corporal total (varones) = $2.447 - 0,09516$ edad (años) + $0,1074$ talla (cm) + $0,3362$ peso (kg).

Volumen agua corporal total (mujeres) = $-2.097 + 0,1069$ talla (cm) + $0,2366$ peso (kg).

Aclaramiento creatinina total = Aclaramiento Cr peritoneal + aclaramiento Cr urinario.

Aclaramiento Cr peritoneal = (Volumen minuto efluente × Cr efluente)/Cr sérica.

Aclaramiento Cr urinario = (Volumen minuto urinario × Cr orina)/Cr sérica.

Tasa de catabolismo proteico según Randerson y cols.¹¹: TCP = 10,76 (generación nitrógeno ureico + 1,46) g/24 h, donde generación nitrógeno ureico (GNU) (mg/min) = (V efluente peritoneal × concentración nitrógeno ureico peritoneal + volumen urinario × concentración nitrógeno ureico urinario)/tiempo recolección (1.440 min).

Equivalente proteico de la generación de nitrógeno (EPGN) según Bergström y cols.¹²: EPGN (g/día) = 19 + 7,62 × GNU.

Equivalente proteico de la generación de nitrógeno no proteico (EPGNNP) según Bergström y cols.¹²: EPGNNP (g/día) = 13 + 7,31 × GNU.

Bibliografía

- Lindholm B y Bergström J: Nutritional management of patients undergoing peritoneal dialysis. En: *Peritoneal Dialysis*. Nolph KD (ed.). Boston. Kluwer Academic Publishers, 1989, pp. 230-260.
- Fenton SSA, Johnston N, Delmore T, Detsky AS, Whitewell J, O'Sullivan R, Cattran DC, Richardson RMA y Jejeebhoy KN: Nutritional assessment of continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *ASAIO Trans* 33:650-653, 1987.
- Pollock CA, Allen BJ, Warden RA, Caterson RJ, Blagojevic N, Cocksedge B, Mahony JF, Waugh DA e Ibels LS: Total body nitrogen by neutron activation in maintenance dialysis. *Am J Kidney Dis* 16:38-45, 1990.
- Lindsay RM y Spanner E: The lower serum albumin does reflect nutritional status. *Semin Dial* 5:215-218, 1992.
- Germain M, Harlow P, Mulhern J, Lipkowitz G y Braden G: Low protein catabolic rate and serum albumin correlate with increased mortality and abdominal complications in peritoneal dialysis. *Adv Perit Dial* 8:113-115, 1992.
- Harty JC, Boulton H, Curwell J, Heelis N, Uttley L, Venning MC y Gokal R: The normalized protein catabolic rate is a flawed marker of nutrition in CAPD patients. *Kidney Int* 45:103-109, 1994.
- Keshaviah P y Nolph K: The peak concentration hypothesis: A urea kinetic approach to comparing the adequacy of continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD) and hemodialysis. *Perit Dial Int* 9:257-260, 1989.
- Vanholder RC y Ringoir SM: Adequacy of dialysis: A critical analysis. *Kidney Int* 42:540-558, 1992.
- Tattersall JE, Doyle S, Greenwood RN y Farrington K: Kinetic modelling and underdialysis in CAPD patients. *Nephrol Dial Transplant* 8:535-538, 1993.
- Watson PE, Watson ID y Batt RD: Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurement. *Am J Clin Nutr* 33:27-39, 1980.
- Randerson DH, Chapman GV y Farrell PC: Amino acid and dietary status in long-term CAPD patients. En: Atkins RC, Farrell PC y Thomson N (eds.). *Peritoneal dialysis*. Edinburgh. Churchill-Livingstone, 1981, pp. 171-191.
- Bergström J, Fürst P, Alvestrand A y Lindholm B: Protein and energy intake, nitrogen balance and nitrogen losses in patients treated with continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney Int* 44:1048-1057, 1993.
- Cottini EP, Gallina DL y Domínguez JM: Urea excretion in adult humans with varying degrees of kidney malfunction fed milk, eggs or an amino acid mixture: Assessment of nitrogen balance. *J Nutr* 103:11-19, 1973.
- Maroni BJ, Steinman TI y Mitch WE: A method for estimating nitrogen intake of patients with chronic renal failure. *Kidney Int* 27:58-65, 1985.
- Ricart W, González-Huix, Conde V y grup per l'Évaluació de la Composició Corporal de la Població de Catalunya: Valoración del estado de nutrición a través de la determinación de parámetros antropométricos: nuevas tablas en la población laboral de Cataluña. *Med Clin (Barcelona)*, 100:681-691, 1993.
- Esquiús M, Schwartz S, López Hellín J, Andreu AL y García E: Parámetros antropométricos de referencia de la población anciana. *Med Clin (Barcelona)*, 100:692-698, 1993.
- Keshaviah P, Nolph KD, Moore HL, Prowand B, Emerson PF, Meyer M, Twardowski Z, Khanna R, Ponferrada L y Collins A: Lean body mass estimated by creatinine kinetics. *J Am Soc Nephrol* 4:1475-1485, 1994.
- Bergström J y Lindholm B: Nutrition and adequacy of dialysis. How do hemodialysis and CAPD compare? *Kidney Int* 43 (supl. 40):S39-S50, 1993.
- Heimbürger O, Traaneus A, Bergström J y Lindholm B: The effect of increased PD on Kt/V, protein catabolic rate (PCR) and serum albumin (abstract). *Perit Dial Int* 12 (supl. 2):S19, 1992.
- Burkart J, Jordan J, Garchow S y Jones M: Using a computer kinetic modelling program to prescribe PD (abstract). *Perit Dial Int* 13 (supl. 1):S77, 1993.
- Heimbürger O, Bergström J y Lindholm B: Maintenance of optimal nutrition in CAPD. *Kidney Int* 46 (supl. 48):S39-S46, 1994.
- Lameire NH, Vanholder R, Veyt D, Lambert MC y Ringoir S: A longitudinal, five year survey of urea kinetic parameters in CAPD patients. *Kidney Int* 42:426-432, 1992.