

MONITORIZACIÓN CONTINUA DE LA UREA EN PFD: ESTUDIO DE LA ADECUACION DIALITICA Y DEL ESTADO NUTRICIONAL

M.^a C. Pérez Sedeño

Servicio de Nefrología. Clínica Puerta de Hierro. Madrid

INTRODUCCIÓN

1. Concepto de diálisis adecuada

Es difícil definir el término de diálisis adecuada, pero se puede hablar de conceptos como suficiente, satisfactoria, ni más ni menos de la necesaria, etc. Según Hakim, sería aquella que no aumenta, sino reduce la morbilidad y mortalidad asociada a la IR y diálisis, es decir aquella que no sólo mantiene vivo al paciente, sino que le proporciona la mejor rehabilitación y calidad de vida.

Para considerar una diálisis adecuada se deben tener en cuenta una serie de características como son: biocompatibilidad, corrección del equilibrio ácido-base, eliminación de fluidos, buena estabilidad hemodinámica y buena eficiencia depurativa (cantidad o dosis dialítica administrada).

2. Concepto de Kt/V

La cantidad o dosis dialítica es medida con el índice Kt/V, definido como fracción de agua corporal que es aclarada de urea durante una sesión de diálisis. Es el método más aceptado y usado para la determinación de la cantidad de diálisis,

$$Kt/V = \ln \frac{\text{BUN-pre}}{\text{BUN-post}}$$

donde **K**= Aclaramiento total de urea del dializador en ml/min; **t** = Duración de diálisis en minutos, **KT**= Volumen de agua plasmática aclarada o limpiada de urea durante una sesión de diálisis, **V** = Volumen de distribución en el cuerpo de la urea (corresponde al agua corporal total en ml).

Es el modelo más simple, que asume que la urea se distribuye por el cuerpo en un solo compartimento y que su volumen de distribución (V) es igual al agua corporal, es decir un 53% para las mujeres y un 58% para los hombres.

3. Optimización e individualización del tratamiento

La diálisis adecuada, tanto en su modalidad, como en su dosis, varía de paciente a paciente, dependiendo de su edad, sexo, patología, peso, etc. Un tipo y dosis de diálisis puede ser adecuada para un determinado paciente, pero totalmente insuficiente para otro, de aquí lo importante que es la individualización del tratamiento dialítico. Para saber qué diálisis es adecuada para cada paciente, lo primero que debemos conocer es la dosis o cantidad de diálisis que se debe suministrar al paciente. Para ello se ha creado el análisis de la cinética de la urea.

La cinética de la urea nos da información sobre las características del paciente, la dieta que realiza y datos relativos al tratamiento dialítico realizado. En particular, los datos obtenidos de la cinética de la urea son de dos tipos:

a) *Variables del paciente.*: 1. Volumen de distribución de la urea (V); 2. Generación de urea (G) 1 3. Grado de catabolismo proteico (PCR)

b) *Variables de la diálisis*: 1. Concentración media de urea a lo largo de la semana (TAC. BUN); 2. Aclaramiento efectivo del dializador, 3. Índice de dosis dialítica (KT/V) 4. Tiempo de diálisis.

4. Relación de la dosis de diálisis y el estado nutricional

El estudio NCDS (National Cooperative Dialysis Study) se designó para conocer el papel de dos parámetros en la determinación de la diálisis adecuada a largo plazo. El primero fue la concentración de BUN, Se eligió la concentración media en el tiempo del BUN, llamado TAC, en lugar de una medida más fácil que sería BUN prediálisis mitad de semana porque la toxicidad a largo plazo de la uremia parece estar más en función de una exposición media que algunas concentraciones en pico.

El segundo parámetro fue la *duración de la diálisis*, ya que para un determinado tipo de membrana la eliminación de las moléculas de gran peso molecular está en relación con la duración de la diálisis y la superficie de la membrana, presumiendo que se mide el aclaramiento de las medianas moléculas. Otro de los parámetros que se fijaron en el estudio fue la *tasa de catabolismo proteico (PCR)*, como medida de la generación de urea. El PCR es el reflejo del estado nutricional del paciente, que se relaciona de manera directamente proporcional con la calidad de su tratamiento. Es un parámetro importante a tener en cuenta en la morbilidad y mortalidad de los pacientes en IRC El PCR se expresa como:

$$\text{PCR} = 2,03 \times \frac{\text{BUN3}-\text{BUN2}}{100} + 0,16$$

BUN3 = BUN prediálisis última sesión (viernes o sábado), BUN2 = BUN postdiálisis mitad de semana (miércoles o jueves).

La mainutrición del enfermo urémico es de origen multifactorial: a) ingesta inadecuada; b) alteraciones endocrinas y metabólicas; c) efecto catabólico de la diálisis; d) enfermedades intercurrentes. En hemodiálisis se recomienda una ingesta de 1,0-1,2 g/kg día de proteínas, es decir un PCR > 1.

OBJETIVOS

1 . Determinar los datos nutricionales, la adecuación dialítica y características de la diálisis a través de un sistema de monitorización continua de la urea en hemodiafiltración en cinco pacientes.

2. Valorar la utilidad de este sistema y las ventajas que aporta frente al método tradicional de muestras sanguíneas.

3. Obtener bases de datos con las características de cada sesión dialítica de cada paciente a través del programa informático del sensor y valorar su utilidad en el seguimiento y estudio de los pacientes.

4. Calcular los parámetros de dosis dialítica (KT/V) a través de diversas fórmulas y evidenciar las posibles diferencias de cálculo.

5. Conocer la dosis dialítica real corrigiendo los KT/V por el rebote y la función renal residual del paciente.

MATERIAL Y MÉTODOS I : TÉCNICA DIALÍTICA

1 . Concepto de PFI)

La PFD es una técnica de hemodiafiltración que separa el proceso difusivo del convectivo, mediante la utilización de dos filtros colocados en serie. A nivel del primer filtro (hemofiltro), se efectúa una hemofiltración y por eso hay ausencia de baño de diálisis, estando presente en el segundo filtro donde se efectúa la diálisis tradicional. El proceso convectivo del hemofiltro se modula en la Multimat D, siendo el porcentaje de ultrafiltración variable entre el 95% y el 60% de la UF total realizada. Ofrece la posibilidad de tomas de ultrafiltrado (agua plasmática on-line).

2. Sistemática de utilización de PFD

Los parámetros utilizados son: a) Tiempo de tratamiento: 180-240 min.; b) Flujo de sangre > 300 ml/min.; c) Flujo dialisate > 500 ml/min., d) Reinfusión total: 6 a 9 litros de solución D-8 (bicarbonato 60mEq.)

MATERIAL Y MÉTODOS II: DISPOSITIVO DE MONITORIZACIÓN CONTINUA DE LA UREA

1. Obtención del UF puro en PFD

La PFD es la única técnica de HDF que, permite la obtención continua de ultrafiltrado puro, sin mezcla con el líquido de diálisis. La obtención del ultrafiltrado puro permite la posibilidad de monitorizar numerosas sustancias, entre ellas la urea, ya que su concentración en el ultrafiltrado es totalmente comparable a la existente en el plasma del paciente.

2. Correlación entre el UF puro y el agua plasmática

Se ha comprobado que las mediciones de urea en el UF puro, obtenido a través de la PFD, demuestran una excelente correlación con los niveles de urea en sangre.

3. Aspectos técnicos del UMS

El sistema de monitorización continua de la urea en tiempo real (UMS) consiste en un cartucho que contiene ureasa inmovilizada y que está colocado en dos células de conductividad en la línea del ultrafiltrado de la máquina de diálisis multimat. Además, la Multimat System incorpora un ordenador personal integrado (MPC, Multimat Personal Computer) donde se realizan automáticamente los procesos para la obtención de la concentración de urea y de diversos parámetros nutricionales y referentes al tratamiento dialítico. (KT/V, nPCR, TAC-BUN, recirculación de la FAV). Estos cálculos se realizan a través de un programa de software (*UMS software*). El programa procesa los datos obtenidos por las células de conductividad y los datos provenientes de los microprocesadores de la Multimat System.

4. Medición de la urea

El UF proveniente del hemofiltro pasa a través de la primera célula de conductividad, donde ésta es medida. Posteriormente pasa al cartucho de ureasa, donde se produce la hidrólisis completa de la urea, produciendo ion amonio: Este desdoblamiento crea una variación en la conductividad del ultrafiltrado. El valor de esta variación es medido en la segunda célula de conductividad. La concentración de urea está linealmente correlacionada con la diferencia de las lecturas tras las dos medidas efectuadas en las células de conductividad.

5. El programa UMS: Prestaciones

El programa UMS nos ofrece las siguientes prestaciones:

1. *Concentración de urea inicial, final y a lo largo del tratamiento:* El UMS nos informa de las concentraciones de urea cada quince segundos, expresándolas de manera gráfica en la pantalla del ordenador.

2. *Datos de la cinética de la urea.* a) KT/V. Se obtiene el KT/V de cada momento de la sesión y el KT/V final, a través de diferentes fórmulas, b) TAC BUN. Calcula los TAC BUN del período interdialítico entre dos sesiones de diálisis consecutivas, c) Parámetro nutricional: nPCR.

3. *Rebote de la urea,* Tras el fin del tratamiento, realizándose una ultrafiltración aislada, se puede visualizar la subida de la urea y calcular de este modo la urea y el KT/V al equilibrio. El estudio de la curva de rebote nos da información acerca de cada uno de sus componentes (recirculación de la FAV y cardiopulmonar y coeficiente de transferencia de masa de la urea). Esta curva puede obtenerse sin necesidad de realizar la UF aislada postdiálisis, con el modelo predictivo.

4. *Modelo predictivo.* El UMS incorpora un modelo matemático que permite predecir, a partir de la primera hora de tratamiento, los valores de urea y KT/V finales y al equilibrio, dibujando la gráfica del descenso de la urea respecto al tiempo y del rebote de la urea. Esto significa que con antelación podemos conocer la eficacia final del tratamiento dialítico. Esto permite, si los valores que se van a obtener no son los adecuados, modificar los parámetros de la diálisis para lograr un tratamiento correcto.

5. *Recirculación de la FAV* El conocimiento de la recirculación de la FAV es posible sin realizar extracciones de sangre con el consiguiente beneficio para el paciente.

6. Base de datos

Los datos obtenidos a través del programa UMS son: Nombre del paciente, edad, peso seco, concentración inicial de urea, tiempo de UI, PCIR estancar, KT/V de Gotch, KT/V de Keshaviah, KT/V de Daurgidas, KT/V de Jindai, KT/V de Garred, altura, concentración final de urea, pérdida de peso, TAC-13UN, fecha de la diálisis, volumen total, volumen extracelular, volumen intracelular, velocidad de ultrafiltración, velocidad líquido de infusión % de PFD, concentración de urea al equilibrio, KT/V al equilibrio, flujo de sangre, flujo líquido de diálisis, flujo de ultrafiltración, pérdida de peso realizada y tiempo de diálisis realizado.

MATERIAL Y MÉTODOS III: RUTINA DE TRABAJO

1. El material utilizado para la realización del trabajo fue

Monitor de diálisis: Multimat System Plus. Filtro, S.G.5 (polisulfona ± hemoipharú. *Lineas* arteriovenosas, línea de infusión y líquido de reinfusión (D-8). Kit cartucho ureasa.

2. Preparación del material

El monitor de diálisis se prepara con metódica habitual para técnica de hemodiafiltración de PIFID, El cartucho de ureasa se coloca en su departamento especial para él, y se activa antes del comienzo de la sesión de PFD.

3. Manejo del programa UMS

Al encender el monitor de diálisis Multimat en el PC incorporado aparece una pantalla con diferentes opciones:

DIÁLISIS
ELABORACIÓN
DISCO

Para realizar la sesión de PFD con el biosensor de urea, *antes* de comenzar la sesión, se pulsa el icono de DIÁLISIS, apareciendo el listado de pacientes que previamente se han introducido con el programa de ELABORACION. Ante la confirmación del nombre del paciente que se desee dializar nos encontraremos con la pantalla de trabajo en la que se visualizarán ya todos los datos de la sesión dialítica.

MATERIAL Y MÉTODOS IV: PACIENTES

El número de pacientes elegido para el siguiente trabajo fue de cinco. Durante dos meses consecutivos se les realizó la técnica de PFD con la monitorización de urea con un ritmo de 3/sesiones/semana. Los pacientes elegidos fueron dos mujeres y tres hombres con una edad media de 44 años \pm 11,7 (31-57).

1 . Datos antropométricos: a) Peso = 58,3 kg \pm 7,7 (49-69.5), b) Altura = 170 cm \pm 7,07 (160 - 180).

2. Etiología de la IRC: La etiología de los cinco pacientes estudiados fue: diabetes mellitus (dos pacientes), glomerulonefritis membranosa-proliferativa: 1, púrpura trombótica PTT:, poliquistosis hepatorrenal: 1.

3. FAV. Las fístulas de los pacientes eran todas autólogas y estaban situadas, en cuatro pacientes en el antebrazo izquierdo y un paciente en el antebrazo derecho.

4. Aclaramiento renal residual: dos pacientes =5 ml/min, un paciente = 3,4 ml/min, dos pacientes = 0 ml/min,

MATERIAL Y MÉTODOS V: CARACTERÍSTICAS DE LA DIÁLISIS

OB = 347 ml/min \pm 15 (300-400), Qd = 500 ml/min \pm 96,9 (500-800), % PFD - 84% \pm 5,3 (73-95), volumen de infusión en l/hora = 2,88 \pm 0,15 (1,7-3,15), tiempo de la sesión en minutos = 178,6 \pm 9,5 (165-195).

RESULTADOS I: PARÁMETROS DE ADECUACIÓN DIALÍTICA:

- Urea inicial (Co) = 138,8 \pm 31,7 (72~231,26) (Fig. 1).
- Urea final (Cf) = 52,98 \pm 10,98 (29,5-93,48) (Fig. 2).
- Urea reduction ratio (URR) = 61,26 \pm 5,1 (44,5-69,8) (Fig. 6).
 - KT/V final (Fig. 3):
 1. Gotch = 0,95 \pm 0,12 (0,55-1,2)
 2. Keshaviah = 1,10 \pm 0,14 (0,61,39)
 3. Daurgidas = 1,14 \pm 0,16 (0,63-1,53)
 4. Jinda) = 1,24 \pm 0,14 (Q6-1,39)
- Urea al equilibrio = 61 \pm 14 (41-108) (Fig. 1)
- KT/V al equilibrio - 0,84 \pm 0,14 (0,52-1,11) (Fig. 4)
- % Rebote Cf. de urea al equilibrio = 12,2% \pm 7,7 (Q3-33,1) (Fig.6).
- % Rebote KT/V al equilibrio = 13,7 \pm 9,5 (0-43,7) (Fig. 6)

RESULTADOS II : PARÁMETROS NUTRICIONALES

- TAC BUN = 44,54 \pm 8,8 (24,2-66,5) (Fig. 5)
- PCR estándar = 0,98 \pm 0,29 (0,47-1,93) (Fig. 2)

DISCUSIÓN

El descubrimiento de la diálisis supuso un enorme avance en el campo de la medicina, permitiendo la supervivencia de los pacientes con fallo renal. Las primeras diálisis constituían un verdadero reto para médicos, enfermeras y pacientes, dada la precariedad de los equipos primitivos, estando restringidas a escasos pacientes con características muy determinadas. En tan sólo unos pocos años, el tratamiento dialítico se popularizó de manera exponencial, pudiendo hoy en día ser ofertado a todos aquellos pacientes que lo necesiten y cumplan los criterios de inclusión en programa de diálisis. Aunque esto no es todavía cierto en países en

KT/V AL EQUILIBRIO

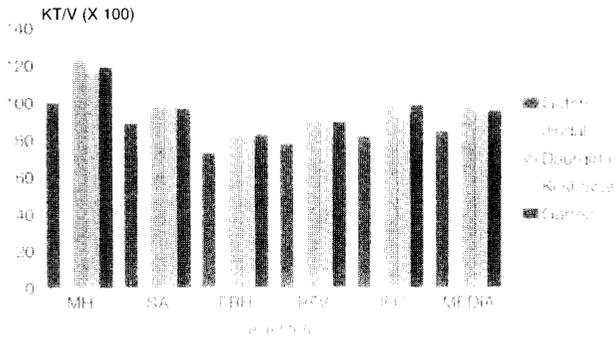


Fig. 4. Media de los Kt/V corregidos por el rebote para cada paciente y media global.

TAC-BUN

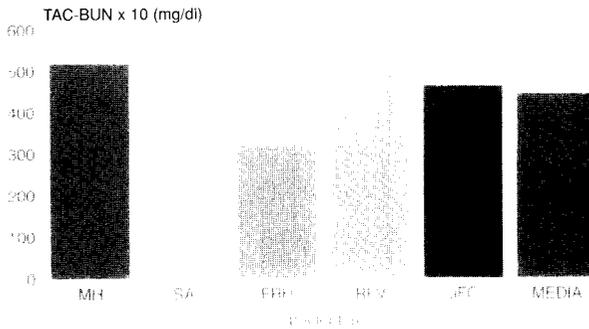


Fig. 5. Media de los TAC-BUN para cada paciente y media global.

REDUCCIÓN DE UREA (URR) Y REBOTE

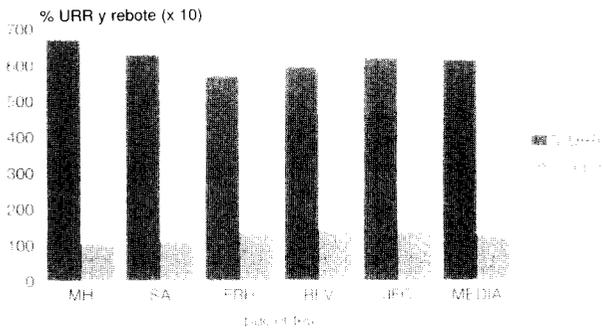


Fig. 6. Media de los URR y rebotes para cada paciente y media global.

KT/V CORREGIDO POR REBOTE Y CCI RESIDUAL

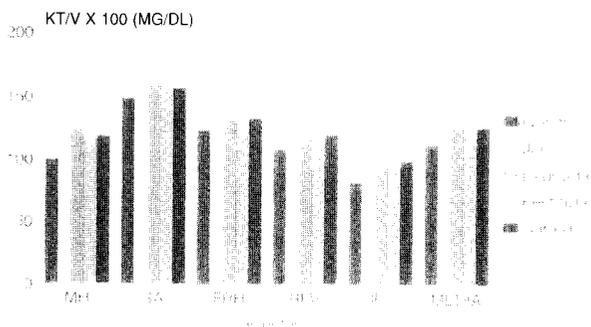


Fig. 7. Media de los Kt/V corregidos por rebote y aclaramiento renal residual para cada paciente y media global

vía de desarrollo por condicionamientos económicos, en los países occidentales la accesibilidad a la diálisis ya no supone un problema, pero como es natural esta problemática ha sido sustituida por nuevos retos: el principal actualmente es la calidad de la diálisis que médicos y enfermeras administramos. Mantener vivo al paciente ya no supone un problema, pero hoy en día lo que debemos pretender es una rehabilitación total de paciente, y para ello el primer punto es dializarlo de manera adecuada. Para alcanzar este objetivo, las innovaciones tecnológicas y la continua formación de los equipos de médicos y enfermeras han sido esenciales. La mejora de los tratamientos de agua, el perfeccionamiento de los monitores de diálisis y el desarrollo de membranas más permeables y más biocompatibles han permitido ofrecer una diálisis de mayor calidad. Sin embargo, la comunidad nefrológica estaba perdiendo de vista un parámetro esencial en toda terapia: la dosis. Algo tan obvio en los tratamientos farmacológicos como es el intento de responder a la pregunta: «¿Cuánta cantidad de este terapia o tratamiento debo administrar al paciente (mg de un fármaco, etc.)?» no había sido respondida para la terapia dialítica hasta que se creó el NCDS y el análisis de la cinética de la urea. A través de este estudio se obtuvo el índice KT/V que nos informa de la cantidad o dosis dialítica que necesita un paciente y que es el reflejo de muchas variables de la diálisis, como es el tipo de membrana, el tiempo de la sesión, los datos antropométricos del paciente, los flujos usados, etc. Este parámetro mostró su gran importancia al evidenciarse que se correlacionaba con la morbimortalidad del paciente, es decir, que si no administrábamos la necesaria cantidad o dosis de diálisis al paciente (KT/V), éste tenía una mayor probabilidad de enfermar o morir. De esta manera se protocolizó la medición del KT/V en las unidades de diálisis, a través de toma de muestras de la sangre del paciente pre y postdiálisis. Sin embargo, este método tradicional basado en la muestra sanguínea presenta varios inconvenientes, como son los posibles errores al realizar la toma, la manipulación de la muestra por diverso personal, el peligro evidente que se desprende del trabajo con productos sanguíneos en una población con alta tasa de infección de enfermedades transmisibles como la hepatitis C y B, SIDA, etc. Además, a esto se suma el tiempo usado por diverso personal (ATS, auxiliares, celadores, técnicos de laboratorio, etc) en la toma y procesamiento de las muestras, y por otra parte la necesidad de realizar personalmente los cálculos para hallar los parámetros de adecuación dialítica, con la consiguiente utilización de tiempo y la posibilidad de cometer errores al entrar en juego el factor humano. Como último cabe destacar el coste económico (jeringas, tubos, agujas, reactivos,

autoanalizadores y coste de personal). otro de los inconvenientes de este método es su dificultad para repetirlo en todas las sesiones dialíticas por el trabajo que ocasiona, entorpeciendo el normal desarrollo de la labor de enfermería. En efecto, en la mayoría de las unidades, la cinética de la urea se calcula cada uno, dos o tres meses, cuando no en períodos de tiempo más largos. Sin embargo, se ha evidenciado que el KT/V varía de manera considerable de diálisis a diálisis, dependiendo de la posición de las agujas, el estado de la fístula, las hipotensiones y otras incidencias intradiálisis, por lo que sería conveniente medirlo en cada sesión para conocer exactamente la dosis de diálisis que suministramos, puesto que el dato obtenido en una sola sesión no es extrapolable al resto de sesiones.

Debido a todos estos inconvenientes del método tradicional, recientemente se han desarrollado sensores de urea que permiten calcular los datos de la cinética sin toma de muestras de sangre, evitando el riesgo e inconvenientes previamente señalados. Además, presentan la ventaja de ser reproducible en todas las sesiones dialíticas, dándonos exactamente la dosis dialítica suministrada en cada sesión. Otra gran ventaja es que estos métodos permiten al personal de la unidad disponer de los datos \langle en tiempo real \rangle , es decir, de manera instantánea, no teniendo que esperar al procesamiento de las muestras para conocer los resultados. A esto se suma la gran ventaja que presenta el sensor UMS al disponer de un modelo predictivo, que nos informa de los datos que van a ser obtenidos al final de la diálisis, y si éstos no van a ser los adecuados, disponemos de la posibilidad de variar los parámetros de la sesión (tiempo, flujos, etc) para lograr la dosis de diálisis prescrita,

Este sensor nos informa de los datos de la cinética de la urea cada quince segundos, lo que quiere decir que una sesión de tres horas dispondremos de 720 mediciones, frente a una sola medición que nos aporta el método tradicional. Otro factor importante es la relatividad de los resultados dependiendo de las fórmulas que utilicemos para el cálculo de los parámetros. En efecto, como se puede observar en la Fig. 3, para unos mismos valores de urea el KT/V varía enormemente según las fórmulas que utilicemos para su cálculo. El sensor UMS nos permite su cálculo con cuatro fórmulas diferentes, pudiendo ser escogida la que más se adapte a las características de la sesión realizada. Por ejemplo, para técnicas de alta eficacia como la PFD de alto flujo, es necesario el cálculo con un modelo bicompartimental, como el de Jindal.

En los últimos años se ha venido prestando una especial importancia al factor del rebote de la urea, que es el incremento de la concentración de urea al finalizar el tratamiento, disminuyéndose de esta manera el KT/V . El rebote varía de paciente a paciente, según su coeficiente de transferencia de urea del compartimento intracelular al extracelular, de su función cardíaca y de su recirculación cardiopulmonar, de la recirculación de la fístula, del \langle refilling \rangle o reperusión de los órganos al final de la diálisis, etc. Además varía de sesión a sesión dependiendo de la eficacia del tratamiento, siendo mayor el rebote cuanto mayor es la eficacia. Esto obliga a medir el rebote en cada sesión para su cálculo exacto, Para su obtención es necesario en el método tradicional la extracción de una toma de sangre del paciente 30-40 minutos después de terminar la sesión, con los trastornos que esto ocasiona para el paciente y para el personal de la Unidad. Gracias al modelo predictivo, la concentración de urea y KT/V al equilibrio son calculados de manera automática al final del tratamiento, no teniendo que esperar estos 30-40 minutos (Figs. 1, 4 y 6).

Otra gran ventaja de este sensor UMS es la gran cantidad de datos que nos proporciona, no sólo la cinética de la urea, sino de todas las características de diálisis, como flujos, tiempos características del paciente, etc. Esto nos permite crear detallados registros de cada sesión, lo que permite su examen ulterior para el seguimiento del paciente, realización de trabajos, etc.

Por todas estas ventajas, nos enfrentamos hoy en día al inicio de la era de la biosensorización en hemodiálisis, que si bien hoy en día nos parece una sofisticación restringida a ciertos centros o pacientes, sin duda acabará popularizándose como lo hicieron en su día los dispositivos de ultrafiltración controlada o los módulos de bicarbonato.

TABLA 1
MEDIA DE LOS VALORES DE LAS VARIABLES PARA CADA PACIENTE
Y MEDIA GLOBAL

	MH	SA	FRH	RFV	JFC	Media
Edad (años)	31	57	39	56	37	44
Altura (cm)	170	160	170	170	180	170
Peso (kg)	54,5	56,5	49	69,5	62	58,3
CCI residual (mi/min)	0	5	5	3,4	0	2,68
Volumen total (l)	38,5	28,9	33,6	38,8	39,2	35,2
Volumen extracelular (l)	21,7	17,4	20,5	17,3	23,5	21,2
Volumen intracelular (l)	16,8	12,5	14,7	17,3	18,3	15,9
Tiempo diálisis (min)	194	180	165	181	180	179
Ob (mi/min)	346	347	339	361	334	347
Od (mi/min)	507	565	55	546	595	556
Ganancia interdialisis (mg)	2.742	970	1.413	2.291	1057	2.066
% PFID	83	87	84	89	78	84
Infusión (l/min)	2,7	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Co (mg/min)	168	131	107	168	143	139
Cf (mg/min)	55	48	45	68	54	53
Ceq	62	53	50	80	63	61
KT/V final						
Gotch	1,11	1,00	0,85	0,90	0,96	0,96
Jindal	1,48	1,31	1,07	1,18	1,27	1,25
Daugidas	1,37	1,14	1,01	1,07	1,18	1,15
Keshaviah	1,29	1,15	0,99	1,05	1,19	1,11
Garred	1,32	1,16	1,00	1,06	1,16	1,12
KT/V eq						
Gotch	1,00	0,89	0,73	0,78	0,82	0,85
Jindal	1,32	1,15	0,89	1,00	1,08	1,07
Daugidas	1,23	0,99	0,83	0,91	1,00	0,99
Keshaviah	1,16	1,00	0,82	0,89	0,94	0,95
Garred	1,19	0,97	0,83	0,90	0,99	0,96
KT/V + CCI						
Gotch	1,00	1,49	1,23	1,08	0,82	1,12
Jindal	1,32	1,75	1,39	1,30	1,08	1,37
Daugidas	1,23	1,59	1,33	1,21	1,00	1,27
Keshaviah	1,16	1,60	1,32	1,19	0,94	1,24
Garred	1,19	1,57	1,33	1,20	0,99	1,26
URR	67,0	62,8	56,9	59,4	61,9	61,3
%rebote	10,1	10,7	13,3	13,9	13,4	12,3
TAC-BUN (mg/dl)	51,8	41,2	32,3	54,5	46,4	44,5
PCR n (g/kg/d)	1,23	0,97	0,74	1,18	0,98	0,99

Ccl: Aclaramiento de urea.

Qb: Flujo de sangre.

Qd: Flujo del baño de diálisis.

Co: Concentración inicial (le urca).

Ceq: Concentración final de urea,

Cf: Coricentración final de urea.

Kt/V eq Kt/V corregido por el rebote

Kt/V+CO Kt/V corregido por el rebote y la función renal residual.

CONCLUSIONES

El sistema de monitorización de la urea UMS presenta grandes ventajas frente a los métodos tradicionales:

1. No son necesarias extracciones sanguíneas por lo que:
 - a) Facilita la labor de enfermería y ahorra tiempo.
 - b) Evita los riesgos de la manipulación de la sangre.
2. Es un método continuo y en tiempo real, disponiendo de los datos al instante y evitando errores de procesamiento.
3. Permite la individualización del tratamiento a cada paciente, garantizando una dosis de diálisis adecuada.
4. Comodidad: Evita trabajo (extracciones, auxiliares, celadores, analistas).
5. A través del modelo predictivo podemos conocer con anterioridad la dosis dialítica que el paciente va a recibir al final del tratamiento, lo que permite variar los parámetros de la diálisis si dicha dosis no es la adecuada.
6. Obtención de una gran cantidad de información sobre el paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Motellon, J. L: Mesa redonda sobre <Monitorización continua de la urea> XX Congreso SEDEN. Granada,1995
2. Ghezzi, P M; Dutto, A., Gervasio, R. Botella J.. Hemodiafiltración with Separate Convection and diffusion: Paired Filtration Dialysis. *Contributions to Nephrology*, vol 69 141-161, 1989
3. Zucchelli. R, Botella, J.; Spongano, M., Santoru, A , Sari., Mureno, C Paired Filtration Dialysis optimizing depurative efficiency with separate convection and diffusion processes. *Nephron* 1990, 56(2) 166-73.
4. De Francisco, A, L. M.;Diálisis adecuada. *Nefrología*. vol, XIII, suppl 4 1993.
- 5 Pérez-Sedeño: Manejo de la técnica de P F D II Mesa Redonda PFD, Toledo, Febrero 1987.