

Validación de una hoja de cálculo electrónica comercial para la prescripción de hemodiálisis según el modelo cinético de la urea, considerando el reuso del dializador

Mathematical écheme to prescribe chronic hemodiálisis considering the kinetic model and dializer reuse.

CIEZA Javier*, BONILLA Juan, CAMPOS Miguel *****

*Servicio de Nefrología, Hospital Nacional Cayetano Heredia.

**Centro de Diálisis Servicios Médicos Córpac S.A. Lima-Perú

***Departamento de Matemáticas. Universidad Peruana Cayetano Heredia

SUMMARY

We show a mathematical scheme to prescribe chronic hemodialysis in patients with end stage renal disease. This scheme was formulated with application of Gotch & Sargent model and modified with dialyzer's reuse. We used a commercial software (Lotus 123). The results showed a lineal correlation ($r= 0.77$) between measured urea and expected urea. We made a prescription to achieve a daily protein intake to 0.8 g/Kg/d. In 70.5% of patients the prescription was achieved. We also prescribed to maintain a Kt/V in 1; 82% patients achieved this goal. Our discussion remarks the utility of this model and its important contribution to measure the nutritional effect in dialysis. (Rev Med Hered 1992; 3: 148-152).

Key Word: Hemodialysis, dialyzer reuse, urea kinetic.

RESUMEN

Se presenta un modelo matemático de prescripción dialítica para pacientes con Insuficiencia Renal Crónica Terminal, basado en la cinética de urea formulada por Gotch y Sargent, con modificaciones en su aplicación al tomar en cuenta el reuso del filtro y usar un software comercial (Lotus 1-2-3). Los resultados vistos a través de las concentraciones de urea sérica esperadas y observadas en 17 pacientes sujetos del estudio, demostraron una correlación lineal de $r=0.77$. La prescripción fue realizada con cambios dietéticos para ajustar la ingesta proteica a 0.8 g/Kg/día, lo que ocurrió en el 82% de los pacientes. Se discute la utilidad del modelo propuesto en la valoración de la ingesta proteica de los pacientes y el mejor uso de las variables intradialíticas. (Rev Med Hered 1992; 3: 148-152)

INTRODUCCION

La hemodiálisis es un procedimiento médico empleado universalmente en el tratamiento de pacientes con insuficiencia Renal en estado urémico. Su utilidad es relevante en

pacientes con Insuficiencia Renal Crónica Terminal (IRCT) para quienes el tratamiento permite una expectativa de vida al momento actual, muy importante (1).

En los últimos años los esfuerzos en este campo han estado encaminados a la búsqueda de esquemas dialíticos cuantificables (2,3) y a la preservación del mejor estado general posible del paciente (4,5).

PALABRAS CLAVE: Hemodiálisis, prescripción, reuso filtros, cinética urea

Es crítico poder cuantificar y predecir los marcadores de uremia (niveles de urea sérica), y correlacionarlos con la ingesta proteica del paciente medida a través del índice de catabolismo proteico diario (ICP) (6), con la finalidad de mantener al paciente en buen estado nutricional y menor riesgo de uremia (2,7).

En tal sentido, el modelo sugerido inicialmente por Gotch y Sargent probablemente representa el mejor esquema para cuantificar diálisis y evaluar el nivel de ingesta proteica de pacientes tratados en forma crónica (8, 9, 10,11). Sin embargo, no se dispone en la literatura de datos que permitan evaluar la confiabilidad del modelo al reusar los dializadores de fibra hueca.

El presente trabajo tiene como objetivo medir la confiabilidad de un programa computarizado elaborado por nosotros, en un grupo de pacientes en hemodiálisis crónica a quienes se indicó modificaciones de su dieta y/o cambios en flujo sanguíneo (Q_b), flujo de dializado (Q_d), tiempo de diálisis, frecuencia de diálisis y tipo de filtro, tomando los fundamentos teóricos y matemáticos propuestos por Gotch, Sargent y Lazarous, en los que hemos agregado los cambios del aclaramiento de solutos en el reuso de dializadores, medidos in vivo en dos tipos diferentes de filtros de fibra hueca bajo métodos convencionales de valoración (12).

MATERIAL Y METODO

Se evaluaron 17 pacientes adultos con más de 3 meses en Hemodiálisis Crónica Intermittente (HCI) del centro Privado de Hemodiálisis "Servicios Médicos Corpac S.A.", Lima-Perú, entre los meses de julio y diciembre de 1989.

Se elaboró un programa implementado en una hoja de cálculo (Standard de Facto-Lotus 1-2-3), tomando en consideración la formulación matemática propuesta por Gotch, Sargent y Lazarous (8, 9, 10,11). Se agregaron como variables intradialíticas independientes: el aclaramiento de urea esperado del filtro (K_d), y el coeficiente de transferencia de masa para urea (K_{oA}) de dos modelos de filtro Travenol^R (CF 12, 11 y CF15,11) y de un modelo Terumo^R (TAF 12) en los que previamente se midió la variación del K_{oA} en el reuso in vivo ([Tabla 1](#)).

Se midió el nivel de urea sérica de prescribir cambios y se anotaron las siguientes variables intradialíticas: peso del paciente (Kg), tipo de filtro, tiempo de diálisis (td en minutos), flujo sanguíneo (Q_b en cc/min), flujo de dializado (Q_d en cc/min), K_{oA} del filtro (12) calculado en función de K_d, Q_b, Q_d . Las variables interdialíticas consideradas fueron: medida de aclaramiento residual de urea del paciente (K_r en cc/min), y

frecuencia de sesiones por semana. Con todos estos valores se calcularon el ICP (expresado en g/Kg/día)(4), y la relación Kt/V (6,13).

Luego se prescribió un nuevo esquema de hemodiálisis modificando las variables intradialíticas incluyendo el reuso del filtro y la dieta, para ajustar un ICP en 0.8 g/Kg/día y un Kt/V a 1.

Cuatro semanas después de haberse indicado el nuevo esquema dialítico, se midió el nivel de urea sérica, y se correlacionó con el valor de la urea esperada. Los valores de urea fueron certificados en dos mediciones simultáneas.

Los valores de urea fueron analizados mediante correlación lineal, estableciéndose un intervalo de confianza de 95%. Se utilizó la t de student para comparación de valores pareados (antes y después de la prescripción).

RESULTADOS

Los resultados evaluados correspondieron a 6 mujeres y 11 varones con edades que fluctuaron entre 19 y 74 años; el peso promedio libre de edemas fue 60 ± 11.8 Kg. (rango 43 a 88 Kg).

Las variables intradialíticas de los pacientes antes de la prescripción y a la cuarta semana de ésta, pueden verse en la [Tabla 2](#), [Figura 1](#).

Los resultados de las variables interdialíticas, ICP y Kt/V, antes y después de la prescripción se pueden ver en la [Tabla 3](#), [Figura 2](#).

El valor predictivo del modelo, medido a través de la correlación lineal de la urea sérica esperada y la urea sérica medida puede verse en la [Figura 3](#), con sus respectivos intervalos de confianza para el 95%.

DISCUSION

Nuestros resultados demuestran un adecuado nivel de confiabilidad en relación al valor sérico de la urea esperada cuando se realizan modificaciones en el esquema nutricional de los pacientes, aún cuando un significativo número de ellos se acompañaron de cambios en otras variables como el tipo de filtro y frecuencia de las sesiones dialíticas y las variables intradialíticas (Qb, Qd y estado del reuso del filtro).

El programa presentado no difiere en su concepto fundamental de cualquier software empleado en otros países para la prescripción de diálisis crónica utilizando el modelo cinético de la urea. Sin embargo, la particularidad del modelo propuesto está dado en el uso de una hoja electrónica muy comercial y de fácil manejo como es el Lotus, así como también el empleo de las consideraciones dependientes del reuso del dializador, traducidas en pérdida del KoA (12), que resultarían en distorsiones importantes del valor estimado del volumen de distribución de la urea, y del ICP.

Aunque no ha sido objetivo fundamental del presente trabajo evaluar las ventajas del mejor uso de los filtros, sólo un 11.7% de pacientes requirieron pasar a filtros de mayor eficiencia, mientras que el KoA fue mejorado en el 58.3% a expensas de las variables intradialíticas. Igualmente queremos resaltar que en 17.6% de los pacientes hubo necesidad de cambiar la frecuencia de diálisis a mayor o menor número de sesiones/semana para adecuar un nivel de Kt/V dentro de los márgenes sugeridos por la literatura (2,13). Es importante mencionar que los cambios en el ICP no correlacionaron con los cambios en el Kt/V ($r=0.15$, $p>0.05$), lo que sugiere que la prescripción fue realizada en forma independiente para cada sujeto en cada una de las variables.

De esta forma, utilizando una hoja electrónica comercial, se ha implementado un modelo muy sencillo a emplear en la prescripción de pacientes sometidos al tratamiento en hemodiálisis crónica, que permite: a) evaluar con precisión la ingesta proteica diaria (medido a través del ICP) en cualquier paciente metabólicamente estable, obviando los tediosos e imprecisos métodos de valoraciones nutricionales anamnésticas; b) evaluar la adecuación del esquema dialítico prescrito en función del Kt/V, y de este modo, tener una primera valoración objetiva y medible de un determinado tratamiento dialítico; c) poder hacer un empleo más racional del tipo de filtro, su reuso y tiempo de diálisis, con los consecuentes beneficios en el costo del procedimiento por paciente y la mejor utilización de la proporción paciente/máquina.

El uso de un formato de hoja electrónica comercial de amplia difusión en el mercado, pone al alcance de un gran sector de técnicos y profesionales relacionados a la salud esta metodología de valoración nutricional, calidad de diálisis y posibilidad de un uso más racional de la terapia en hemodiálisis crónica.

Finalmente, el modelo puede ser ampliado en sus usos para cualquier tipo de persona, con o sin insuficiencia renal, en quien se desee tener un valor preciso de la cantidad de ingesta proteica, como también ha sido evaluado por nosotros, incluyendo la posibilidad de realizar trabajos de campo y sondeo de la calidad de ingesta proteica de una determinada población.

Correspondencia:

Dr. Javier Cieza Cevallos
Universidad Peruana Cayetano Heredia. Av. Honorio Delgado 430, San Martín de Porres. Lima, Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Situ O. "Supervivencia de pacientes en Hemodiálisis Crónica Intermitente". Tesis Doctoral, UPCH, Lima 1987.
2. Gotch F.A. Sargent J.A. "A mechanistic analysis of the National Cooperative Dialysis Study (NCDS)" *Kidney Int* 1985; 28: 526-534.
3. Vanholder R, Van Trimpont P. & Ringoir S. "Urea Kinetic modelling: Comparison of three methods" *Journal of Medical Engineering & Technology* 1989; 13: 87-89.
4. Castillo W. "Evaluación Integral de un Program de Hemodiálisis Crónica". Tesis de Doctor en Medicina UPCH, Lima. 1991.

5. Lowrie E.G. et al "Effect of the Hemodialysis prescription on patient morbidity-Report from the NCDS" N Engl J Med 1981; 305: 1176-1181.
6. Borah M.F. et al "Nitrogen balance during intermittent dialysis therapy of uremia" Kidney Int 1978; 14: 491-500.
7. Sargent J.A. & Lowrie E.G. "Which mathematical model to study uremic toxicity. National Cooperative Dialysis Study (NCDS)" Clin Nephrol 1982; 17: 303-314.
8. Gotch F.A. & Sargent J.A. "A theoretical definition of minimal acceptable dialysis therapy" Kidney Int 1978; 13 (Suppl 18): 108-111.
9. Gotch F.A. & Sargent J.A. et al "Clinical results of intermittent dialysis therapy (IDT) guided by on going kinetic analysis of urea metabolism". Trans Am Soc Artif Int Organs 1976; 22: 175.
10. Sargent J.A. "Kinetic Modeling in the Guidance of Dialysis Therapy" Dialysis & Transplantation 1979; 8: 1101-1110.
11. Sargent J.A. & Gotch F.A. "Mathematic modeling of dialysis therapy". Kidney Int 1980; 18 (Suppl 10): 2-10.
12. Garred L.J. et al. "Effect of reuse on dialyzer efficacy" Artificial Organs 1990; 14(2): 80-84.
13. Farrell P.C. "Kinetic Modeling : Applications in renal and related diseases ". Kidney Int 1983; 24: 487-495.