



# Excreción urinaria de una sustancia predicha del índice sustancia-creatinina

José Reynaldo Salabarría González,\* Sergio Santana Porbén,†  
María del Rosario Liriano Ricabal‡

**Palabras clave:**  
Índice de excreción,  
excreción urinaria,  
orina de 24  
horas, creatinina,  
comparación de  
métodos.

**Key words:**  
Excretion index,  
urinary excretion,  
creatinine, 24-hour  
urine, comparison of  
methods.

\* Médico, Especialista de Segundo Grado en Laboratorio Clínico. Profesor Auxiliar de Laboratorio Clínico. Hospital Pediátrico Universitario «Juan Manuel Márquez», La Habana, Cuba.

† Médico, Especialista de Segundo Grado en Bioquímica Clínica. Máster en Nutrición en Salud Pública.

Profesor Asistente de Bioquímica. Hospital Clínico Quirúrgico «Hermanos Ameijeiras», La Habana, Cuba.

‡ Médico, Especialista de Primer Grado en Laboratorio Clínico. Profesor Asistente de Laboratorio Clínico. Hospital Pediátrico Universitario «Juan Manuel Márquez» La Habana, Cuba.

Recibido:  
17/03/2015  
Aceptado:  
02/04/2015

## RESUMEN

**Introducción:** El índice  $C_{sust}/OCre$  puede ser un método alternativo para la determinación de la excreción urinaria de una sustancia. **Objetivo:** Evaluar la utilidad analítica y clínica de la determinación de la excreción urinaria de una sustancia predicha a partir del índice  $C_{sust}/OCre$ . **Material y métodos:** De los registros del Laboratorio de Estudios de la Función Renal del Servicio de Laboratorio Clínico se recuperaron los valores de creatinina (OCre) y la sustancia de interés ( $C_{sust}$ ; siendo sust: proteínas totales, albúmina, calcio, magnesio o uratos) determinados en muestras de orina de niños y adolescentes de uno u otro sexo, con edades entre uno y 19 años, atendidos en el Hospital Pediátrico Universitario «Juan Manuel Márquez» (La Habana, Cuba) entre 2009 y 2014. La excreción urinaria de la sustancia se estimó del índice  $C_{sust}/OCre$  corregido para la creatinuria predicha según Schwartz y colaboradores (1973). **Resultados:** Asegurando la correcta colección de 24 horas de orina, los valores promedio de la excreción esperada de la sustancia especificada fueron similares a los de la observada, y los valores de excreción urinaria devueltos por una u otra estrategia de cálculo fueron equivalentes entre sí en todo el rango de interés (siendo la exactitud analítica  $\geq 85\%$ ), para la misma frecuencia de resultados anómalos. **Conclusiones:** El índice  $C_{sust}/OCre$  puede servir para predecir la cantidad de una sustancia excretada durante 24 horas en la vida de un sujeto.

## ABSTRACT

**Introduction:**  $C_{sust}/OCre$  index can be an alternative method for measuring urinary excretion of a substance. **Objective:** To assess the analytical and clinical usefulness of the prediction of the urinary excretion of a substance from its  $C_{sust}/OCre$  index. **Material and methods:** From the records of the Laboratory for the Study of Kidney Function, Clinical Laboratory Service, the concentration values of creatinine (OCre) and the substance of interest ( $C_{sust}$ ; with sust: total proteins, albumin, calcium, magnesium or uric acid) were measured in urine samples of children and adolescents of either sex, ages between 1 and 19 years, treated at the «Juan Manuel Márquez» Teaching University Hospital (Havana City, Cuba) between 2009 and 2014. Urinary excretion of the substance was estimated from the  $C_{sust}/OCre$  ratio, after adjusting for creatinine expected as per Schwartz et al. (1973). **Results:** Ensuring correct 24-hour urine collection, average excretion values for a specified substance were similar to the observed ones; and urinary excretion values returned by either of the calculation strategies were equivalent throughout the whole range of interest (being analytical accuracy  $\geq 85\%$ ); for the same frequency of abnormal values. **Conclusion:**  $C_{sust}/OCre$  index might serve to predict the quantity of a substance to be excreted during 24 hours in a subject's life.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la excreción urinaria de una sustancia especificada ha tropezado siempre con las dificultades inherentes a la obtención de una colección de orina que sea «exacta», esto es, representativa del periodo «natural» en que ocurre la excreción del soluto.<sup>1</sup> Tradicionalmente, este periodo natural se refiere a las 24 horas de un día en la vida del paciente, y es por esta razón que la estimación de la excreción urinaria del soluto conlleva la recogida de la orina que se excreta a lo largo de

24 horas. Cuando más, sólo la tercera parte de las colecciones de 24 horas de orina reúnen las condiciones para denominarlas como «exactas».<sup>1-3</sup> Esta circunstancia introduce sesgos notables en la calidad de la excreción urinaria estimada del analito de interés, afectando así la calidad de la información que devuelve el laboratorio.<sup>4</sup>

Se ha avanzado que el índice de excreción de una sustancia –esto es, la cantidad de la sustancia en cuestión que se excreta en una muestra de orina tomada en cualquier momento del día, después de corregida para la cantidad de creatinina presente en la misma

Laboratorio de Estudios de la Función Renal. Servicio de Laboratorio Clínico. Hospital Pediátrico Universitario «Juan Manuel Márquez». La Habana. Cuba.

Correspondencia:  
Dr. José Reynaldo Salabarría González  
Romay Núm. 259 e/t  
Vigía y San Felipe.  
Cerro. La Habana,  
Cuba.  
Tel: 53(7)8619978.  
E-mail: salabarria@infomed.sld.cu  
ssergito@infomed.sld.cu  
charito@infomed.sld.cu

muestra— sea aceptada como un estimado confiable de la concentración urinaria durante las 24 horas de un día.<sup>5,6</sup>

En este trabajo, los autores presentan un modelo determinístico para la estimación de la excreción urinaria de una sustancia a partir del conocimiento del índice de excreción de la misma y después de corregido para la excreción esperada de creatinina.

### Presentación del modelo determinístico de predicción de la excreción urinaria de un analito

El modelo ha sido descrito previamente.<sup>7</sup> Brevemente, la excreción urinaria de una sustancia especificada se puede estimar de la expresión:

$$\text{ExMet, g.24 horas}^{-1} = \text{IndEx} * K \quad (1)$$

El término *IndEx* representa el índice de excreción de la sustancia, y que recoge  $C_{\text{sust}}$ : la concentración de la sustancia en una muestra de orina tomada al azar y corregida para la concentración de creatinina en la misma muestra:

$$\text{ExMet, g.24 horas}^{-1} = \frac{C_{\text{sust}}, \text{ g.L}^{-1}}{\text{OCre, g.L}^{-1}} * K \quad (2)$$

En las ecuaciones (1) y (2), *K* es una constante que se refiere a la creatinuria esperada para 24 horas. Se trata ahora de encontrar la expresión que constituya la mejor aproximación de *K* en el segmento demográfico de interés.

Se le debe a Schwartz (1973) la ecuación siguiente para la estimación del filtrado glomerular en niños:<sup>8,9</sup>

$$\text{FG} * 1.73 \text{ m}^{-2} = Q * \frac{\text{Talla, cm}}{\text{SCre, mg.dL}^{-1}} \quad (3)$$

En la ecuación (3), *Q* es una constante de proporcionalidad dependiente de las características demográficas y antropométricas de la población local, que expresa la tasa de conversión de la creatina muscular en creatinina y la aparición de esta molécula en el torrente sanguíneo. Según estudios completados en el laboratorio de pertenencia de los autores, *Q* = 0.45 para niños menores de un año de edad;

mientras que *Q* = 0.50 para niños con edades entre uno y 19 años.<sup>7</sup>

Siguiendo el curso de pensamiento expuesto más arriba, se puede arribar a una fórmula como la que se presenta en (4):

$$\text{ExMet, g.24h}^{-1} = \text{IndEx} * Q * \text{Talla} * \text{SC}, \text{ m}^2 * \text{U} \quad (4)$$

En la ecuación (4), *SC* se corresponde con la superficie corporal del niño. Por su parte, *U* es un número que integra varias influencias y cuyo valor depende de la unidad de masa del soluto en cuestión: *U* = 0.00833 si la masa excretada del soluto de interés se expresa como gramos.24 horas<sup>-1</sup>; *U* = 8.33, si la masa excretada se reporta como miligramos.24 horas<sup>-1</sup>.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Locación del estudio:** Laboratorio de Estudios de la Función Renal, Servicio de Laboratorio Clínico, Hospital Pediátrico Universitario «Juan Manuel Márquez» (Marianao, La Habana, Cuba).

**Diseño del estudio:** Estudio retrospectivo, analítico. Los registros del laboratorio fueron escrutados para la recuperación de aquellas instancias que contuvieran datos sobre las características demográficas, antropométricas y bioquímicas de los pacientes atendidos en la institución de pertenencia de los autores. Los datos fueron almacenados en un contenedor digital creado con ACCESS 7.0 para OFFICE de Microsoft (Redmond, Virginia, Estados Unidos), descrito previamente.<sup>7</sup>

**Métodos analíticos:** Las sustancias estudiadas fueron determinadas mediante los procedimientos analíticos implementados en el Servicio de Laboratorio Clínico. Los métodos analíticos empleados en las determinaciones de los analitos estudiados se implementaron en un autoanalizador HITACHI (Boehringer-Manheim, Alemania).

La concentración urinaria de proteínas totales se determinó mediante un ensayo colorimétrico con el rojo de pirogalol.<sup>8</sup> Las cantidades de albúmina presentes en las muestras de orina se midieron con un test semicuantitativo de aglutinación con partículas de látex.<sup>9</sup> La concentración urinaria de calcio se estimó con un test colorimétrico con el colorante Arsenazo III.<sup>10</sup> Las cantidades presentes de magnesio en

las muestras de orina se midieron con un método colorimétrico basado en el azul de calmagita.<sup>11</sup> La presencia de uratos en las muestras ensayadas de orina se determinó con un método enzimático basado en la reacción de la uricasa.<sup>12</sup> Finalmente, la concentración urinaria de creatinina se determinó mediante el modo cinético de la reacción de Jaffé.<sup>13</sup>

**Procesamiento de los datos:** Los registros recuperados fueron empleados en la estimación de la excreción urinaria del soluto, después de ajustados para los volúmenes de las colecciones de 24 horas de orina.

La excreción urinaria del soluto en una colección de orina de 24 horas se estimó de la expresión (5):

$$\text{ExMet, g.24 horas}^{-1} = C_{\text{sust}} \text{ g.L}^{-1} * \text{Volumen de orina, L.24 horas}^{-1} \quad (5)$$

Paralelamente, se calcularon los correspondientes índices *IndEx* de excreción utilizando para ello los valores recuperados de creatinina y la sustancia en cuestión. Las unidades de reporte del *IndEx* dependieron de la sustancia estudiada: proteínas totales: mg/g; albúmina: mg/g; calcio: mg/mg; magnesio: mg/mg; y uratos: mg/mg. El valor obtenido del *IndEx* se convirtió en la excreción urinaria del soluto mediante la fórmula presentada en (4).

Los registros fueron filtrados según la calidad de la recolección de la orina de 24 horas y la «normalidad» del valor excretado del soluto. La calidad de la recolección de la orina de 24 horas se calificó según lo prescrito por Ghazali y colaboradores.<sup>14,15</sup> La «normalidad» del valor excretado del soluto se calificó como sigue: proteínas totales: < 0.15 g.24 horas<sup>-1</sup>; albúmina: < 30 mg.24 horas<sup>-1</sup>;

calcio: < 4 mg.kg<sup>-1</sup>.24 horas<sup>-1</sup>; magnesio: < 122 mg.24 horas<sup>-1</sup>; y uratos: < 450 mg.24 horas<sup>-1</sup>.

#### Análisis estadístico-matemático de los resultados:

La existencia de diferencias entre los valores observados y predichos de la excreción urinaria de las sustancias estudiadas se estableció mediante el test «t» de Student para muestras apareadas.<sup>16</sup> La comparabilidad de los resultados de la excreción urinaria de la sustancia estudiada mediante una u otra estrategia se evaluó mediante técnicas de regresión lineal basadas en los mínimos cuadráticos.<sup>16</sup> Según fuera la instancia de análisis, se estimaron el coeficiente de determinación *r*<sup>2</sup>, el error típico de la regresión, y la pendiente y el intercepto de la recta de comparación de métodos. La concordancia entre las frecuencias de valores anómalos de la excreción urinaria de la sustancia mediante uno u otro método se examinó por medio del test de McNemar.<sup>16</sup> En todo momento se empleó un nivel menor de 5% para denotar como significativo el hallazgo estadístico.

## RESULTADOS

Se recuperaron 634 registros para cinco sustancias diferentes, a saber: proteínas totales (205 determinaciones), albúmina (108), calcio (134), magnesio (63) y uratos (124). El cuadro I muestra las características demográficas, antropométricas y bioquímicas de la serie de estudio. Los sujetos de estudio fueron preadolescentes con edades promedio entre 10 y 12 años, sin un predominio notable de un sexo sobre el otro. Los volúmenes promedio de las colecciones de 24 horas de orina oscilaron entre 900 y 1,100 mililitros.

**Cuadro I.** Datos demográficos, antropométricos y bioquímicos de los pacientes incluidos en la serie de estudio, distribuidos según el analito estudiado.

Analito	Sexo M/F	Edad Años	Talla Centímetros	Peso Kilogramos	Volumen de orina L.24 horas <sup>-1</sup>	C <sub>sust</sub> Unidades de masa, mg.L <sup>-1</sup>
Proteínas totales	87/118	12.1 ± 4.2	147.1 ± 19.9	43.7 ± 15.5	1.109 ± 0.638	396.970 ± 1,028.970
Albúmina	52/56	11.3 ± 4.6	144.2 ± 24.1	44.1 ± 18.4	1.084 ± 0.814	45.759 ± 42.123
Calcio	68/66	10.5 ± 3.7	143.1 ± 18.9	38.6 ± 14.4	0.926 ± 0.518	140.999 ± 99.279
Magnesio	30/33	10.4 ± 3.5	142.8 ± 18.2	37.4 ± 14.0	0.879 ± 0.445	76.602 ± 25.834
Uratos	60/64	10.3 ± 3.7	142.2 ± 18.7	37.9 ± 13.8	0.912 ± 0.510	396.313 ± 200.232

Fuente: Registros del Laboratorio de Estudios de la Función renal. Servicio de Laboratorio Clínico. Hospital Universitario Pediátrico «Juan Manuel Márquez». La Habana, Cuba.

Fecha de cierre de los registros: 14 de abril de 2014.

El cuadro II muestra los resultados del ensayo de las muestras de orina junto con los valores observados y predichos de la excreción urinaria de las sustancias estudiadas. Se debe hacer notar que la frecuencia de colecciones adecuadas de 24 horas de orina fue (a lo sumo) de 50%. En todos los casos analizados (excepción hecha de la magnesuria), la excreción urinaria de la sustancia predicha del índice de excreción de la misma fue significativamente superior a la determinada en las colecciones de 24 horas de orina. Estas diferencias desaparecieron cuando el análisis estadístico se restringió a aquellas colecciones adecuadas de 24 horas de orina (datos no mostrados).

La figura 1 muestra el aspecto de la recta de comparación de métodos construida con los valores predichos y observados de la excreción urinaria de las sustancias estudiadas en este trabajo. Se comprobó la linealidad de la relación *valor\_predicho* versus *valor\_observado* en todo el rango de interés de la sustancia.

El cuadro III muestra los estimados de las características y los parámetros de las rectas de comparación de métodos. Para este análisis estadístico, sólo se utilizaron los resultados obtenidos con las colecciones adecuadas de 24 horas de

orina. El coeficiente  $r^2$  de determinación fue de 90% (o superior) para la determinación de la excreción urinaria de proteínas totales, albúmina y calcio. El error típico de la regresión lineal (que estima la diferencia promedio entre el valor observado de la excreción urinaria del analito y el predicho según el modelo ajustado de regresión lineal) se distribuyó como sigue: proteinuria de 24 horas: 0.2726 g.24 horas<sup>-1</sup> (43.8% del valor promedio de la excreción observada de proteínas totales en una colección de 24 horas de orina); albuminuria de 24 horas: 8.5408 mg.24 horas<sup>-1</sup> (12.8% del valor promedio de la excreción observada en una colección de 24 horas de orina); calciuria de 24 horas: 28.1190 mg.24 horas<sup>-1</sup> (22.9%); magnesuria de 24 horas: 8.5303 mg.24 horas<sup>-1</sup> (13.5%), y uricosuria de 24 horas: 71.3790 mg.24 horas<sup>-1</sup> (21.2%).

El intercepto de la recta de comparación de métodos fue indistinto de cero, con las excepciones de la magnesuria de 24 horas y uricosuria de 24 horas. Por su parte, la pendiente de la recta de comparación de métodos fue diferente de la unidad, con valores observados entre 0.7057 (magnesuria de 24 horas) y 1.1100 (proteinuria de 24 horas). Los valores estimados de los parámetros de la recta de comparación de métodos pueden deberse a la

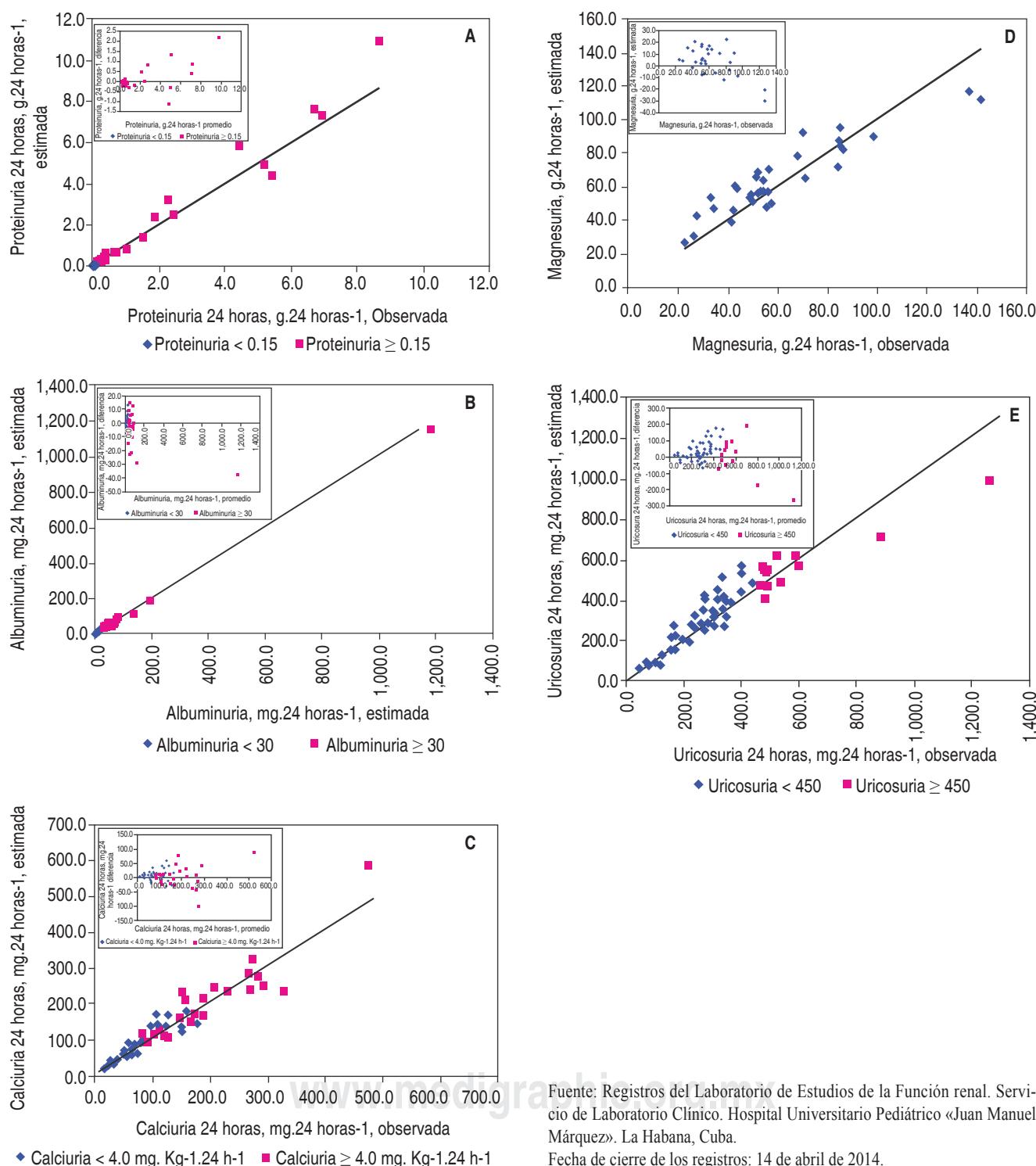
**Cuadro II.** Resultados del ensayo de las muestras de orina junto con los valores observados y predichos de la concentración urinaria de los analitos estudiados.

Analito	Número de casos	Adecuación de las orinas <sup>¶</sup>	Concentración urinaria, observada <sup>¥</sup> mg.24 horas <sup>-1</sup>	<i>IndEx</i>	
				Índice de excreción Unidades de masa de sustancia/unidades de masa de creatinina	<i>ExMet</i> Concentración urinaria, estimada <sup>£</sup> mg.24 horas <sup>-1</sup>
Proteinuria de 24 horas	205	46.3	501.000 ± 1,516.000	784.000 ± 1,960.000	630.000 ± 1,722.000 <i>t</i> = -4.160 <sup>§</sup>
Albuminuria de 24 horas	108	41.7	53.262 ± 121.017	110.458 ± 178.424	79.213 ± 132.616 <i>t</i> = -5.064 <sup>§</sup>
Calciuria de 24 horas	134	47.8	113.954 ± 86.461	0.194 ± 0.124	138.88 ± 96.013 <i>t</i> = -3.931 <sup>§</sup>
Magnesuria de 24 horas	63	50.8	63.120 ± 34.957	0.099 ± 0.037	71.941 ± 35.021 <i>t</i> = -1.730
Uricosuria de 24 horas	124	48.4	327.888 ± 218.272	0.557 ± 0.243	396.087 ± 187.738 <i>t</i> = -3.704 <sup>§</sup>

<sup>¶</sup>Adecuación expresada como el porcentaje de las orinas recogidas correctamente respecto del total de casos recuperados. <sup>¥</sup>Concentración determinada después del ensayo de la colección de 24 horas. <sup>£</sup>Concentración predicha del índice de excreción de la sustancia de acuerdo con las fórmulas presentadas en este trabajo. <sup>§</sup>Valor del estadígrafo «t» de Student de comparación de medias apareadas significativo para  $p < 0.05$ .

Fuente: Registros del Laboratorio de Estudios de la Función renal. Servicio de Laboratorio Clínico. Hospital Universitario Pediátrico «Juan Manuel Márquez». La Habana, Cuba.

Fecha de cierre de los registros: 14 de abril de 2014.



Fuente: Registros del Laboratorio de Estudios de la Función renal. Servicio de Laboratorio Clínico. Hospital Universitario Pediátrico «Juan Manuel Márquez». La Habana, Cuba.

Fecha de cierre de los registros: 14 de abril de 2014.

**Figura 1.** Concentración urinaria de la sustancia predicha del índice de excreción encontrado en una muestra única de orina. La recta de comparación de métodos se ha construido con los valores obtenidos con colecciones adecuadas de 24 horas de orina. Recuadro: Gráfico Bland-Altman para la excreción predicha de la sustancia para 24 horas. **A:** proteinuria de 24 horas. **B:** albuminuria de 24 horas. **C:** calciuria de 24 horas. **D:** magnesuria de 24 horas. **E:** uricosuria de 24 horas. Los resultados de la proteinuria de 24 horas se expresan en g.24 horas<sup>-1</sup>.

**Cuadro III.** Comparación entre los métodos empleados en la determinación de la excreción urinaria del analito estudiado.

Analito	Número de casos	Coeficiente de determinación, $r^2$	Error típico de la regresión lineal	Intercepto	Pendiente
Proteinuria de 24 horas	95	0.9762	0.2726	-0.0247	1.1100 <sup>¶</sup>
Albuminuria de 24 horas	45	0.9974	8.5408	+1.1285	0.9636 <sup>¶</sup>
Calciuria de 24 horas	64	0.9074	28.1190	+9.6310	0.9783 <sup>¶</sup>
Magnesuria de 24 horas <sup>-1</sup>	32	0.8445	8.5303	+21.5297 <sup>§</sup>	0.7057 <sup>¶</sup>
Uricosuria de 24 horas <sup>-1</sup>	60	0.8874	71.3790	+76.0574 <sup>§</sup>	0.8594 <sup>¶</sup>

Para este análisis estadístico, sólo se utilizaron los resultados obtenidos con las colecciones adecuadas de 24 horas de orina. <sup>§</sup>Valor estimado del intercepto significativamente diferente de cero ( $p < 0.05$ ). <sup>¶</sup>Valor estimado de la pendiente significativamente diferente de uno ( $p < 0.05$ ).

Fuente: Registros del Laboratorio de Estudios de la Función renal. Servicio de Laboratorio Clínico. Hospital Universitario Pediátrico «Juan Manuel Márquez». La Habana, Cuba.

Fecha de cierre de los registros: 14 de abril de 2014.

influencia desproporcionada de los valores anómalos de la sustancia en cuestión. En el caso de la determinación de la magnesuria de 24 horas, los valores superiores al punto de corte diagnóstico representaron 15.6% de las colecciones adecuadas de 24 horas de orina. En el caso de la uricosuria de 24 horas, este valor fue de 23.3% de las colecciones.\*

La exactitud de la predicción, estimada del valor de la pendiente de la recta de comparación de métodos, fue como sigue: proteinuria de 24 horas: 111.0%; albuminuria de 24 horas: 96.4%; calciuria de 24 horas: 97.8%; magnesuria de 24 horas: 70.6%, y uricosuria de 24 horas: 85.9%.

Finalmente, el cuadro IV muestra la proporción de valores anómalos de la sustancia en cuestión para cada uno de los métodos empleados en la determinación de la excreción urinaria de la misma. Se puede apreciar que la frecuencia de valores anómalos de la excreción urinaria de la sustancia es similar para cualquiera de los métodos empleados. Las diferencias numéricas observadas entre los métodos respecto de las frecuencias de valores anómalos no alcanzaron significación estadística.

## DISCUSIÓN

Este trabajo ha demostrado la comparabilidad de la excreción urinaria de una sustancia predicha del índice  $C_{sust}/OCre$  respecto de la observada en una colección de 24 horas de orina. El empleo del índice  $C_{sust}/OCre$  para la

predicción de la excreción urinaria de una sustancia se destaca por la equivalencia entre los valores promedio de la excreción urinaria observada versus predicha, la buena comparabilidad entre los resultados obtenidos con uno u otro método para el rango de observaciones del analito (siendo la exactitud igual e incluso superior al 85%, con la sola excepción de la magnesuria de 24 horas) y la similitud comprobada entre las frecuencias de valores anómalos de la excreción urinaria sin importar el método utilizado.

Se debe hacer notar que la comparabilidad entre los resultados de excreción urinaria de la sustancia obtenidos con cualquiera de los métodos empleados se asegura sólo si el análisis estadístico se restringe a los valores obtenidos con colecciones adecuadas de 24 horas de orina. En la práctica analítica, apenas la mitad de las colecciones de 24 horas de orina son adecuadas (según los estándares avanzados por Ghazali y colaboradores para las edades pediátricas), lo que introduce sesgos importantes en el valor estimado de la excreción urinaria del analito y limita seriamente la utilidad de los mismos.<sup>1-4</sup> Tampoco se debe dejar de mencionar que no siempre se puede asegurar el cumplimiento de la orden de recogida de una colección de 24 horas de orina para el estudio de la excreción urinaria de un analito en un entorno hospitalario debido a problemas organizativos y culturales.<sup>1-4</sup>

Por otro lado, la utilidad diagnóstica de la excreción urinaria de una sustancia estimada de una colección adecuada de 24 horas se ve afectada por la dilatación que se produce en el tiempo entre el evento metabólico que se quiere investigar a partir de la cantidad excretada del analito y el momento en que se obtiene el resultado, lo que puede afectar la comprensión de los trastornos que rodean la aparición en la orina de una sustancia

\* La exclusión de los valores de uricosuria  $\geq 450 \text{ mg.24 horas}^{-1}$  resultan en los siguientes estimados de los parámetros de la recta de comparación de métodos: Intercepto: -8.989 ( $p > 0.05$ ); Pendiente: 1.181 ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro IV.** Frecuencia de los valores mayores del punto de corte para el establecimiento de la «normalidad» biológica devueltos por uno u otro método de determinación de la concentración urinaria del analito.

Analito	Número de casos	Frecuencia de valores anómalos	
		Concentración urinaria observada en una colección de 24 horas de orina	Concentración urinaria predicha del índice de excreción del analito en una muestra única de orina
Proteinuria de 24 horas	95	38 [40.0]	37 [38.9] <sup>¶</sup>
Albuminuria de 24 horas	45	22 [48.9]	23 [51.1] <sup>¶</sup>
Calciuria de 24 horas	64	25 [39.1]	28 [43.7] <sup>¶</sup>
Magnesuria de 24 horas	32	2 [6.5]	0 [0.0] <sup>§</sup>
Uricosuria de 24 horas	60	14 [23.3]	17 [28.3] <sup>¶</sup>

Se muestran los resultados observados con colecciones adecuadas de 24 horas de orina. <sup>¶</sup>p > 0.05 para el test de McNemar de la concordancia entre los valores observados y predichos de la concentración urinaria del analito. <sup>§</sup>No calculado debido a la ocurrencia de casillas vacías.

Fuente: Registros del Laboratorio de Estudios de la Función renal. Servicio de Laboratorio Clínico. Hospital Universitario Pediátrico «Juan Manuel Márquez». La Habana, Cuba.

Fecha de cierre de los registros: 14 de abril de 2014.

especificada. Se han propuesto varias estrategias para acortar este tiempo de latencia,<sup>5,17</sup> pero éstas no han encontrado mayor acogida entre los equipos de asistencia del enfermo.<sup>18,19</sup> La predicción de la excreción urinaria de una sustancia especificada a partir del índice  $C_{sust}/OCre$  (tal y como se ha expuesto en este trabajo)<sup>20,21</sup> podría resultar, entonces, en la obtención de un estimado confiable de este valor en el momento en que el equipo médico lo desea, coadyuvando al completamiento oportuno del proceso diagnóstico.

El trabajo ha presentado evidencias de la utilidad analítica de la predicción de la excreción urinaria de una sustancia a partir del índice  $C_{sust}/OCre$ . Además de los resultados presentados, también se debe destacar la concordancia observada en la frecuencia de valores anómalos obtenidos por uno u otro método, lo que habla de la utilidad clínica del empleo del índice  $C_{sust}/OCre$  en la predicción de la excreción urinaria de una sustancia de interés.

El diseño experimental del estudio presentado en este artículo ha prescrito la predicción de la excreción urinaria de una sustancia a partir del índice  $C_{sust}/OCre$  calculado con las cantidades de la misma medida en una colección de 24 horas de orina. Este recurso podría escalarse hasta convertirse en una herramienta de control de calidad de la colección de orina y, por extensión, de la excreción urinaria estimada.

La utilidad clínica del empleo del índice  $C_{sust}/OCre$  para la predicción de la excreción urinaria de una sus-

tancia podría extenderse para establecer la cantidad excretada en una muestra de orina tomada en cualquier momento de un día diferente del reservado para la obtención de una colección de 24 horas. Así, se podrían obtener estimados de la variabilidad analítica día a día para ahondar en el estudio de la utilidad tanto clínica como analítica del índice de excreción en la predicción de la excreción urinaria de la sustancia.

Hasta donde alcanza el conocimiento de los autores, no se encuentran estrategias de predicción de la excreción urinaria de una sustancia mediante la transformación del índice  $C_{sust}/OCre$  obtenido para una muestra única de orina en un estimado de la cantidad excretada para 24 horas en un día de la vida del paciente. Las recomendaciones vigentes actualmente se limitan a sustituir la excreción urinaria observada para 24 horas en un índice  $C_{sust}/OCre$  corregido para la presencia de creatinina en la muestra ensayada de orina.<sup>5-7</sup> Llegado este punto, se deben destacar los esfuerzos hechos para construir una estrategia de predicción de la excreción urinaria de sodio y potasio que sigue una línea de razonamiento similar a la expuesta en este artículo.<sup>20,21</sup>

## CONCLUSIONES

El uso del índice  $C_{sust}/OCre$  para la predicción de la excreción urinaria de una sustancia para las 24 horas del día ha demostrado ser útil analíticamente y clínicamente. La

predicción de la excreción urinaria de un analito a partir del índice  $C_{\text{sust}}/\text{OCre}$  puede ofrecer (casi) «en tiempo real» información valiosa para el equipo médico sobre la utilización, metabolismo y disposición final de minerales como el calcio y cuerpos azoados como el ácido úrico. Esta estrategia de predicción ofrece resultados corregidos para las 24 horas del día en lugar de la cantidad de creatinina presente en la muestra ensayada de orina, lo que la distingue de otras propuestas corrientemente utilizadas para enfrentar los mismos problemas diagnósticos.

#### ADDENDUM

Una calculadora que ofrece los cálculos descritos en este trabajo está disponible *on-line* en: <http://nefrocalc.sarhugo.com>. También se ofrece al lector interesado una aplicación para dispositivos móviles: <http://nefrotoolbox.sarhugo.com/>.

#### REFERENCIAS

1. Caleffi A, Manoni F, Alessio MG, Ottomano C, Lippi G. Quality in extra-analytical phases of urinanalysis. *Biochem Med* [Zagreb]. 2010; 20: 179-183.
2. Miler M, Simundić AM. Low level of adherence to instructions for 24-hour urine collection among hospital outpatients. *Biochem Med* [Zagreb]. 2013; 23: 316-320.
3. Healy KA, Hubosky SG, Bagley DH. 24-hour urine collection in the metabolic evaluation of stone formers: Is one study adequate? *J Endourol*. 2013; 27: 374-378.
4. Tormo C, Lumbreras B, Santos A, Romero L, Conca M. Strategies for improving the collection of 24-hour urine for analysis in the clinical laboratory: redesigned instructions, opinion surveys, and application of reference change value to micturition. *Arch Pathol Lab Med*. 2009; 133: 1954-1960.
5. Price CP, Newall RG, Boyd JC. Use of protein:creatinine ratio measurements on random urine samples for prediction of significant proteinuria: a systematic review. *Clin Chem*. 2005; 51: 1577-1586.
6. Pathania M, Rathaur VK, Yadav N, Jayara A, Chaturvedi A. Quantitative micro-albuminuria assessment from “random voided urinary albumin: creatinine ratio” versus “24 hours urinary albumin concentration” for screening of diabetic nephropathy. *J Clin Diagn Res*. 2013; 7: 2828-2831.
7. Salabarría GJR, Santana PS. Laboratorio clínico y función renal. Madrid: Editorial EAE Académica Española; 2011. ISBN-13: 978-3846568637.
8. Schwartz GJ, Lue PB, Spitzer A. Uso de la concentración de creatinina plasmática para estimar el índice de filtración glomerular en lactantes, niños y adolescentes. *Clin Ped Norteam*. 1987; 3: 615-636.
9. Schwartz GJ, Muñoz A, Schneider MF et al. New equations to estimate GFR in children with CKD. *J Am Soc Nephrol*. 2009; 20: 629-637.
10. Watanabe N, Kamei S, Ohkubo A, Yamanaka M, Ohsawa S, Makino K et al. Urinary protein as measured with a pyrogallol red-molybdate complex, manually and in a Hitachi 726 automated analyzer. *Clin Chem*. 1986; 32: 1551-1554.
11. Microalb-Látex. Juego de reactivos para la determinación de albúmina en muestras de orina. Manual del usuario. Registro número 0308-15. Helfa Diagnósticos. Habana. Cuba.
12. Michalylova V, Ilkova P. Photometric determination of micro-amounts of calcium with arsenazo III. *Anal Chim Acta*. 1971; 53: 194-198.
13. Kisner HJ, Koch TR, Knoblock EC. Determination of serum and urine magnesium with a centrifugal analyzer. *Clin Chem*. 1983; 29: 2120-2121.
14. Gochman N, Schmitz JM. Automated determination of uric acid, with use of a uricase-peroxidase system. *Clin Chem*. 1971; 17: 1154-1159.
15. Bartels H, Cikes M. Ueber Chromogene der Kreatininbestimmung nach Jaffé [Chromogens in the creatinine determination of Jaffé]. *Clin Chim Acta*. 1969; 26: 1-10 [Artículo aparecido originalmente en alemán].
16. Ghazali S, Barratt TM. Urinary excretion of calcium and magnesium in children. *Arch Dis Child*. 1974; 49: 97-101.
17. Counahan R, Chantler C, Ghazali S, Kirkwood B, Rose F, Barratt TM. Estimation of glomerular filtration rate from plasma creatinine concentration in children. *Arch Dis Child*. 1976; 51: 875-878.
18. Santana PS, Martínez CH. Manual de procedimientos bioestadísticos. Segunda Edición. Madrid: EAE Editorial Académica Española; 2012. ISBN-13: 9783659059629. ISBN-10: 3659059625.
19. Ruggenenti P, Gaspari F, Perna A, Remuzzi G. Cross-sectional longitudinal study of spot morning urine protein:creatinine ratio, 24-hour urine protein excretion rate, glomerular filtration rate, and end-stage renal failure in chronic renal disease in patients without diabetes. *BMJ*. 1998; 316: 504-509.
20. Graves C, Saffle J, Morris S. Comparison of urine urea nitrogen collection times in critically ill patients. *Nutr Clin Pract*. 2005; 20: 271-275.
21. Ford EG, Jennings LM, Andrassy RJ. Hourly urine nitrogen values do not reflect 24-hour totals in injured children. *Nutr Clin Pract*. 1987; 2: 195-198.
22. Ogura M, Kimura A, Takane K, Nakao M, Hamaguchi A, Terawaki H et al. Estimation of salt intake from spot urine samples in patients with chronic kidney disease. *BMC Nephrol*. 2012; 13: 36. doi:10.1186/1471-2369-13-36.
23. Tanaka T, Okamura T, Miura K, Kadokawa T, Ueshima H, Nakagawa H et al. A simple method to estimate populational 24-h urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. *J Human Hypertens*. 2002; 16: 97-103.