

Efecto de la ingestión de sal en la excreción renal de agua en pacientes urolitiásicos

Effect of salt intake on the renal excretion of water in urolithiasis patients

Raymed Antonio Bacallao Méndez,^I Yadira Caldevilla Rodríguez,^{II} Reynaldo Mañalich Comas,^I Francisco Gutiérrez García,^I Aymara Badell Moore,^I Betsy Llerena Ferrer^I

^I Instituto de Nefrología Dr. "Abelardo Buch López". La Habana, Cuba.

^{II} Hospital Universitario "General Calixto García". La Habana, Cuba.

RESUMEN

Introducción: la relación entre la excreción urinaria de sodio y el volumen urinario pudiera ser un elemento a tener en cuenta para la prescripción del tratamiento en los pacientes con litiasis urinarias.

Objetivo: identificar la posible relación entre excreción urinaria de sodio y volumen urinario, en pacientes cubanos adultos con litiasis urinaria.

Métodos: se realizaron estudio descriptivo de corte transversal y estudio metabólico renal en el Instituto de Nefrología, entre enero de 2009 y diciembre de 2012. Se registró edad, sexo, peso, talla y además, se realizaron determinaciones de creatinina sérica, sodio urinario y se midió el volumen urinario. La información fue procesada de forma automatizada (SPSS 18.0). Las comparaciones de los promedios fueron realizadas mediante la prueba t y ANOVA. También se empleó el coeficiente de correlación lineal de Pearson y la regresión lineal simple.

Resultados: el volumen urinario diario medio de los varones fue de aproximado 106 mL superior al de las féminas. La media del mismo se incrementó desde 1267,8 mL, en los pacientes con excreción de sodio urinario inferior a 100 mEq/día, hasta 2927,7 mL, en los sujetos con excreción de sodio urinario superior a 400 mEq/día ($p= 0.00$). El coeficiente de correlación lineal de Pearson resultó ser de 0,75, indicándose una asociación intensa y directa entre las variables.

Conclusiones: en los pacientes urolitiásicos existe una relación directa y predecible entre volumen urinario y excreción urinaria de sodio, que debe ser tomada en consideración al realizar las recomendaciones dietéticas para el tratamiento.

Palabras claves: sal; sodio; volumen urinario; litiasis urinaria.

ABSTRACT

Introduction: The association of urinary sodium excretion and the urine volume may be an element to be considered for the prescription of treatment in patients with urinary lithiasis.

Objective: To determine the possible association of urinary sodium excretion and urine volume in Cuban adult lithiatic patients.

Methods: A cross-sectional and descriptive study and metabolic study were conducted at the Institute of Nephrology from January 2009 through December 2012. The variables age, sex, weight, and height were registered, serum creatinine and urinary sodium were estimated and urine volume was measured. Data were processed with the SPSS 18.0 software. The averages were compared through the t-test and ANOVA. Pearson's linear correlation coefficient and the simple linear regression were used in the study.

Results: Average daily urine volume in males was higher than that of females by 105 mL approximately. The urinary volume mean increased from 1267.8 mL in patients with urinary sodium excretion below 100 mEq/day to 2927.7 mL in subjects with urinary sodium excretion over 400 mEq/day ($p= 0.00$). Pearson's linear correlation coefficient was 0.75, which indicated a great direct association among the variables.

Conclusions: In urolithiatic patients, there is direct predictable association of the urinary volume and urinary sodium excretion that should be taken into consideration when making dietary recommendations for treatment.

Keywords: salt; sodium; urinary volume; urinary lithiasis.

INTRODUCCIÓN

Los altos niveles de ingestión dietética de sodio, en lo fundamental en forma de sal (cloruro de sodio), se han asociado de manera fehaciente a elevación de las cifras de tensión arterial e incremento del riesgo de enfermedades cardiovasculares,¹ así como a otros trastornos no cardiovasculares como el cáncer de estómago, cataratas, enfermedad de Meniere, osteoporosis, y litiasis urinarias.^{2,3}

En los pacientes con urolitiasis la ingestión de sodio y de agua suelen ser modificadas como parte del tratamiento; así se recomienda un aumento en la ingestión de agua, que propicia una disminución de la concentración de los factores que promueven la litogénesis en la orina, y una disminución en la ingestión de sal.⁴ Esta última recomendación obedece a que el aumento en la excreción de calcio urinario (hipercalcúria) es el factor de riesgo metabólico más común de urolitiasis y los tenores de sodio en el túbulo distal influyen en la reabsorción de calcio a este nivel.⁵

De este modo es conocido, que una reducción en el contenido de sodio en la dieta propicia la reabsorción de calcio en el túbulo proximal y una menor llegada del mismo al túbulo distal, lo que favorece la reabsorción de calcio a este nivel, y disminuye las pérdidas urinarias de calcio.⁵ Sin embargo, la relación entre la ingestión de sal y el volumen urinario ha sido mucho menos estudiada.⁶ Los estudios en animales han mostrado que la ingestión elevada de sodio incrementa la excreción renal de agua,

debido al aumento en la ingestión de agua, a través del mecanismo de la sed.⁷ En los pacientes hipertensos sí se ha identificado una relación predecible entre el volumen urinario de 24 h y la excreción urinaria de sodio.⁶

A partir de los elementos antes explicados se hace necesario conocer la posible relación existente entre la excreción urinaria de sodio y el volumen urinario de los pacientes con urolitiasis, ya que esta relación pudiera ser un elemento a tener en cuenta para la prescripción del tratamiento en este tipo de paciente.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo de corte transversal. Fueron incluidos todos los pacientes cubanos adultos con litiasis urinaria que se hicieron estudio metabólico renal en el Instituto de Nefrología, en el período comprendido entre enero de 2009 y diciembre de 2012. Se excluyeron del mismo los pacientes con muestras mal recolectadas (excreción urinaria de creatinina superior o inferior a una desviación estándar de lo esperado), extranjeros, afectados de nefropatías perdedoras de sal, pacientes que utilizaban diuréticos y/o inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina, con disfunción renal (aclaramiento de creatinina por debajo de 60 mL/min/1,73 m²SC), sujetos con actividad física intensa y sudoración profusa, pacientes con síndromes diarreicos crónicos y aquellos que padecían cirrosis hepática o disfunción hepática.

A los pacientes seleccionados se les registró la edad, el sexo, el peso y la talla. Además se les realizaron determinaciones de creatinina sérica, de sodio urinario y se les midió el volumen urinario de 24 h mediante probetas graduadas, certificadas al efecto. Las determinaciones de creatinina fueron realizadas por el método cinético de Jaffé con espectrofotómetro marca Jenway® y la medición del sodio urinario fue hecha con un analizador electrolítico ión selectivo marca Roche® modelo 9180. A continuación se les calculó la superficie corporal mediante fórmula de Dubois-Dubois, el índice de masa corporal (IMC) mediante la fórmula: $IMC = \text{Peso (Kg)} / (\text{Talla (m)}^2)$ y el aclaramiento de creatinina mediante la ecuación: $\text{Aclaramiento de creatinina} = ([\text{creatinina urinaria}] \times \text{Volumen urinario/ minuto}) / [\text{creatinina sérica}]$.

Estadística

La totalidad de la información fue procesada de forma automatizada; se utilizó el paquete estadístico SPSS, versión 18.0. Fueron calculadas la media y la desviación estándar para las variables: edad, superficie corporal, índice de masa corporal, creatinina sérica, aclaramiento de creatinina, y volumen urinario de 24 h, además para esta última variable se calculó el máximo y el mínimo. Las comparaciones de los promedios de las variables mencionadas entre los sexos fueron realizadas mediante la prueba t para muestras independientes. Se utilizó ANOVA para comparar las medias de los volúmenes urinarios entre los distintos estratos de excreción urinaria de sodio, y además el coeficiente de correlación lineal de Pearson, para cuantificar la intensidad de la relación entre estas dos variables. Como último paso del análisis fue ajustado un modelo de regresión lineal simple con el objetivo de predecir el valor del volumen urinario de 24 h del paciente a partir de la excreción urinaria de sodio. Para todas las pruebas de hipótesis que se realizaron se fijó un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

De los 1 985 pacientes estudiados, 1 363 eran del sexo masculino (68,7 %) y 622 del sexo femenino (31,3 %). La edad media, la superficie corporal (SC) media, el índice de masa corporal (IMC) medio, así como la media de la creatinina (Cr) sérica y el aclaramiento de creatinina, según sexo, pueden observarse en la [tabla 1](#). Resultaron mayores la SC, el IMC, la Cr sérica y el aclaramiento de creatinina para los pacientes varones. Por el contrario, las féminas tuvieron una edad promedio discretamente superior.

Tabla 1. Características de los pacientes estudiados según sexo

Sexo	Edad (años)	Superficie corporal (m ²)	Índice de masa corporal (kg/m ²)	Creatinina sérica (mg/dl)	Aclaramiento de creatinina (ml/min/1.73m ² SC*)
Masculino	42,1	1,89	27,53	1,09	96,48
Femenino	43,0	1,65	26,70	0,91	89,57
Total	42,4	1,81	27,26	1,03	94,32

* Superficie corporal.

En la [tabla 2](#) se puede apreciar el volumen urinario de los sujetos según el sexo. Obsérvese que el volumen urinario diario medio de los varones fue de aproximado 106 mL superior al de las féminas.

Tabla 2. Estadígrafos descriptivos del volumen urinario de 24 h (mL) según sexo, de los pacientes estudiados

Sexo	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
Masculino	1821,6	760,7	5702	475
Femenino	1715,2	684,4	4708	374
Total	1788,3	739,1	5702	374

P= 0,00.

Al subdividir los pacientes por estratos de excreción de sodio urinario ([tabla 3](#)) se hace evidente como aumenta el volumen urinario en la medida que aumenta la excreción urinaria de sodio. Así, la media del volumen urinario se incrementó desde 1267,8 mL en los pacientes con una excreción de sodio urinario inferior a 100 mEq/día hasta 2927,7 mL en los sujetos con una excreción de sodio urinario superior a 400 mEq/día. Las diferencias en el volumen urinario entre los diferentes estratos de excreción de sodio resultaron estadísticamente significativas ($p= 0,00$).

Tabla 3. Volumen urinario de 24 h según estratos de excreción urinaria de sodio

Excreción urinaria de sodio (mEq/día)	Nº	Volumen urinario diario (ml)
<100	56	1267,8
100-199	668	1413,5
200-299	871	1815,6
300-399	309	2301,2
≥400	81	2927,7

P= 0,00.

En la figura se puede ver el diagrama de dispersión de la excreción urinaria de sodio y el volumen urinario diarios. El coeficiente de correlación lineal de Pearson resultó ser de 0,75, lo que indica que entre las variables existe una asociación intensa y directa. Véase con la ayuda de la recta de regresión ajustada como se incrementa el volumen urinario en la medida que lo hace la excreción urinaria de sodio. El modelo de regresión utilizado permite plantear que:

$$\text{Volumen urinario diario (mL)} = 4,36 \times \text{excreción (Ingestión) de sodio (mEq/día)} + 763.$$

Así se puede decir que el volumen urinario diario se incrementa en alrededor de 4,36 mL, por cada miliequivalente que se incremente la ingestión diaria de sodio. Del mismo modo, por cada 100 mEq que se reduzca la ingestión diaria de sodio, el volumen urinario diario disminuye en 436 mL.

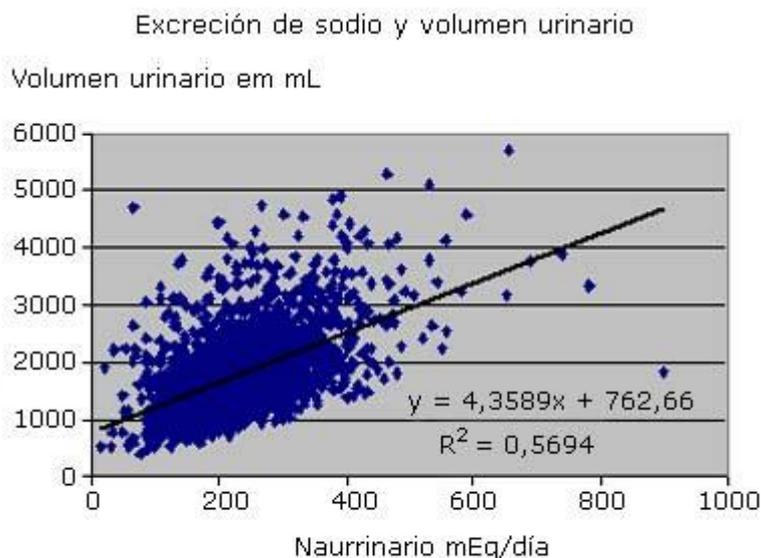


Fig. Diagrama de dispersión de la excreción urinaria diaria de sodio y el volumen urinario de 24 horas.

DISCUSIÓN

La mayor incidencia de litiasis urinarias en individuos del sexo masculino es un hecho documentado en múltiples estudios, lo que hacía esperable la mayor proporción de ellos en esta investigación.^{4,8} Asimismo, el pico de incidencia de litiasis urinarias se suele registrar en edades medias de la vida, muy particular, en la cuarta y quinta décadas lo que coincide con la edad media registrada en este estudio.⁹ La función renal media de los pacientes estudiados se encontraba en torno a 90 mL/min/1,73 m² SC, lo que asegura que el deterioro funcional renal no tenga influencia en la excreción de sodio y en el volumen urinario identificados, aun cuando los pacientes con aclaramientos de creatinina por debajo de 60 mL/min/1,73 m² SC fueron excluidos de la investigación.

El sobrepeso es un acompañante habitual de las litiasis urinarias, sin embargo en Cuba, a nivel poblacional, se registra un incremento notorio de los sujetos incluidos en esta categoría.^{4,10} Así, respecto a la evaluación nutricional, las características de la población incluida en esta investigación semejan a la población adulta del país. Este estudio demuestra que en los pacientes litiásicos con dietas *ad libitum*, una mayor ingestión de sal se acompaña de una mayor excreción urinaria de agua. Así, resulta evidente que la ingestión dietética de sal es un determinante muy importante del volumen urinario, cuyo efecto es mediado por el mecanismo de la sed, y por lo tanto por la ingestión de agua.

La razón identificada en este estudio entre la excreción urinaria de sal (semejante a la ingestión) y el volumen urinario, solo fue ligeramente superior a la hallada por He y colaboradores en pacientes hipertensos.⁶ Del mismo modo, fue algo superior a la identificada en el estudio INTERSALT el cual incluyó 1731 pacientes hipertensos y 8343 sujetos no hipertensos de 52 centros en todo el mundo, pues en este trabajo se halló que por cada miliequivalente de sodio ingerido el volumen urinario se incrementaba 3,99 mL.¹¹

Las diferencias en la razón entre la ingestión de sodio y el volumen urinario identificadas en este estudio en comparación con los estudios antes descritos pudo obedecer a múltiples factores, como las diferencias étnicas y factores dietéticos independientes de la sal, en fundamental la ingestión proteica, que también es un determinante de la carga osmolal urinaria.

Debe tenerse presente que el riñón sano es capaz de modificar la osmolalidad urinaria entre 40-1200 mOsm/kg de agua aproximadamente y el volumen urinario variará en función de la cantidad de osmoles que se necesite excretar (condicionados por la ingesta de sodio y proteínas).^{12,13} En circunstancias habituales, la osmolalidad urinaria es de dos a tres veces superior a la plasmática, es entonces la diuresis media diaria, en individuos sanos, de 1,2-2,0 L.¹⁴ Asimismo, el volumen urinario obligatorio, que se obtiene dividiendo la excreción osmolar diaria (mOsm/día) por la osmolalidad urinaria máxima (mOsm/kg H₂O), será cerca de 500 mL de orina en condiciones de máxima concentración.¹²

El aumento de la osmolalidad plasmática ocasionado por la ingestión de sal, además de estimular la sed y por consiguiente la ingestión de agua, también causa aumento de la secreción de hormona antidiurética (ADH), lo que ocasiona incremento de la reabsorción tubular de agua, fundamental, a nivel de los túbulos colectores, por

aumento de la expresión de aquaporinas-2 (canales de agua), con disminución del volumen urinario y aumento de la osmolalidad urinaria.^{15,16} De este modo, el volumen urinario condicionado por la carga de solutos urinarios, entre los que destaca el cloruro de sodio, está determinado en individuos con acceso pleno a las fuentes de agua, por la diferencia entre el aumento de la ingestión y la disminución de la excreción urinaria de agua.

En los pacientes con litiasis urinaria se recomiendan dietas ricas en líquidos, de forma principal, agua, y pobres en sal, con la intención de conseguir la mayor dilución posible de los factores que propician la litogénesis. La restricción de sal disminuye la carga filtrada de sodio, lo que promueve su reabsorción tubular y conjuntamente la reabsorción de calcio.^{17,18} La excreción incrementada de calcio en la orina es el trastorno metabólico urinario que más frecuentemente predispone a las litiasis urinarias.¹⁹ Sin embargo, este estudio subraya el papel de la excreción urinaria de sodio (semejante a la ingestión) como determinante del volumen urinario, de modo que debe ser un elemento a considerar para la prescripción de la dieta en los pacientes con litiasis urinarias.

Un sesgo potencial que tienen las investigaciones de esta naturaleza es la recolección inadecuada de la muestra de orina, ya sea por colección incompleta o sobrercolección, lo cual en esta investigación se evitó al eliminar los pacientes con una excreción urinaria de creatinina que excedía en más de una desviación estándar el valor esperado a nivel poblacional, de acuerdo al sexo y edad del paciente en cuestión. Sin embargo, debe tenerse presente que aun cuando pudieran existir problemas con la recolección de orina de 24 h, tanto la excreción urinaria de sodio como el volumen urinario se modificarían en igual proporción, de modo que la relación entre ellos no se vería particularmente afectada.

A modo de conclusión se puede plantear que existe una relación directa y predecible entre el volumen urinario y la excreción urinaria de sodio, que debe ser tomada en consideración al realizar las recomendaciones dietéticas en los pacientes urolitiásicos.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no tienen conflictos de intereses que declarar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mozaffarian D, Fahimi S, Singh GM, Micha R, Khatibzadeh S, Engell RE, et al. Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. *N Engl J Med.* 2014 Aug 14;371(7):624-34.
2. Aburto NJ, Ziolkovska A, Hooper L, Elliott P, Cappuccio FP, Meerpohl J, et al. Effect of lower sodium intake on health: systematic review and meta-analyses. *BMJ.* 2013;346:f1326.
3. He FJ, MacGregor GA. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J Hum Hypertens.* 2009;23:363-84.
4. Bae SR, Seong JM, Kim LY, Paick SH, Kim HG, Lho YS, et al. The epidemiology of reno-ureteral stone disease in Koreans: a nationwide population-based study. *Urolithiasis.* Apr 2014;42(2):109-14.
5. Cappuccio FP, Kalaitzidis RG, Dunelclift S, Eastwood JB. Unravelling the links between calcium excretion, salt intake, hypertension, kidney stones and bone metabolism. *J Nephrol.* 2000;13:169-77.

6. He FJ, Markandu ND, Sagnella GA, MacGregor GA. Effect of Salt Intake on Renal Excretion of Water in Humans. *Hypertension*. 2001;38:317-20.
7. Cowley AW, Skelton MM, Merrill DC, Quillen EW, Switzer SJ. Influence of daily sodium intake on vasopressin secretion and drinking in dogs. *Am J Physiol*. 1983;245:R860-R872.
8. Seitz C, Fajkovic H. Epidemiological gender-specific aspects in urolithiasis. *World J Urol*. Oct. 2013;31(5):1087-92.
9. Trinchieri A. Epidemiology of urolithiasis: an update. *Clin Cases Miner Bone Metab*. May 2008;5(2):101-6.
10. Jiménez Acosta S, Díaz ME, Barroso I, Bonet M, Cabrera A, Wong I, et al. Estado nutricional de la población cubana adulta. *Rev Esp Nutr Comunitaria*. 2005;11(1):18-26.
11. Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure: results for 24-hour urinary sodium and potassium excretion. *BMJ*. 1988;297:319-28.
12. Lorenzo V. Doctor, ¿cuánto debo beber? *Nefrología* 2014;34(6):693-7.
13. Lotan Y, Daudon M, Bruyere F, Talaska G, Strippoli G, Johnson RJ, et al. Impact of fluid intake in the prevention of urinary system diseases: a brief review. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 2013;22 Suppl 1:S1-10.
14. Wang CJ, Grantham JJ, Wetmore JB. The medicinal use of water in renal disease. *Kidney Int* 2013;84(1):45-53.
15. Perucca J, Bichet DG, Bardoux P, Bouby N, Bankir L. Sodium excretion in response to vasopressin and selective vasopressin receptor antagonists. *J Am Soc Nephrol*. 2008;19(9):1721-31.
16. Graffe CC, Bech JN, Pedersen EB. Effect of high and low sodium intake on urinary aquaporin-2 excretion in healthy humans. *Am J Physiol Renal Physiol*. 2012 Jan 15;302(2):F264-75.
17. Borghi L, Schianchi T, Meschi T, Guerra A. Comparison of two diets for the prevention of recurrent stones in idiopathic hypercalciuria. *N Engl J Med*. 2002;346:77.
18. Muldowney FP, Freaney R, Moloney MF. Importance of dietary sodium in the hypercalciuria syndrome. *Kidney Int*. 1982;22:292.
19. Bacallao Méndez RA, Madrid Mancia C, Mañalich Comas R, Gutiérrez García F, Badell Moore A. Trastornos metabólicos renales en pacientes cubanos adultos con litiasis urinarias. *Rev cubana med*. 2014;53(4):456-67.

Recibido: 11 de junio de 2015.

Aprobado: 10 de julio de 2015.

Raymed Antonio Bacallao Méndez. Instituto de Nefrología Dr. "Abelardo Buch López".
La Habana, Cuba.

Correo electrónico: raymed@infomed.sld.cu