



## ACERCA DE LAS RECIENTES CONTROVERSIAS SOBRE EL ROL DEL SODIO EN LA HIPERTENSIÓN Y EL RIESGO CARDIOVASCULAR

### Requerimientos diarios de sodio y fuentes alimentarias

Las pérdidas diarias de sodio en un sujeto adulto en condiciones basales oscilan alrededor de los 60 mg (3 mEq). Por la orina se eliminan entre 10 y 30 mg; por piel, no considerando el sudor, aproximadamente 25 mg; y por materia fecal 10 mg, aunque puede llegar hasta los 100 mg, con escasas variaciones en relación a las ingestas. Las pérdidas por saliva, lágrimas, cabellos, uñas, semen y menstruación son de escasa significación. Por lo expuesto, las vías de eliminación que juegan un rol fundamental para mantener la homeostasis del sodio son la cutánea y la renal. Las pérdidas por piel en personas con un ingreso diario de sodio de 100 a 150 mg no superan los 25 mg/día, y son fundamentalmente por perspiración. En sujetos sometidos a tareas físicas intensas y altas temperaturas, el contenido de sodio en el sudor está directamente relacionado a su ingreso, de modo tal que aunque el contenido de sodio sea de 100 mg por litro de sudor, se deberían sudar 10 litros para que las pérdidas de sodio fueran de 1 gramo; por lo que aun en las condiciones más tórridas, y aun con un desgaste físico mayor que lo habitual, la homeostasis del sodio está asegurada con las ingestas racionales del mismo.

Un lactante alimentado con leche materna recibe entre 130 mg y 230 mg de sodio diario (5 a 10 mEq), cantidad que cubre satisfactoriamente sus necesidades básicas. Los requerimientos de un adolescente en desarrollo son relativamente mayores que los del adulto debido al contenido de sodio en los tejidos en formación; por lo tanto, deben sumarse a las pérdidas de 60 mg un suplemento de 25 mg, y otros 100 mg aproximadamente por pérdidas por sudor debida a su actividad física normal. En consecuencia, las necesidades diarias son cubiertas con una ingesta de sodio de 180 a 210 mg (8 a 9 mEq, o 500 mg de sal común de mesa). Se ha señalado que el hombre primitivo vegetaria-

no estricto tuvo una ingesta de sodio de alrededor de 100 mEq/día (230 mg de sodio o 600 mg de cloruro de sodio); y cuando pasó a ser estrictamente carnívoro el aporte de sodio fue de aproximadamente 60 mEq/día (1.400 mg de sodio o 3,5 g de cloruro de sodio). Una dieta civilizada racional debería contener 85 mEq/día de sodio (2 g de sodio o 5 g de cloruro de sodio). A pesar de que el consumo diario de sal varía de país en país, inclusive dentro del mismo país de región a región, y aun dependiendo del sexo y de la edad, se puede estimar que el consumo diario promedio de cloruro de sodio en nuestro país sería de 8-15 g (hasta 260 mEq o hasta 6 g de sodio), y esto es lo que se denomina la dieta occidental, supuestamente "civilizada". Estudios epidemiológicos y análisis estadísticos permiten sospechar que entre 25 y 50% del consumo de sodio en la dieta de los países occidentales proviene del uso discrecional de sal de mesa en la cocción de los alimentos, o el agregado de sal en la mesa a los productos ya elaborados y servidos para su consumo. El contenido de sal en los alimentos naturales sería no mayor al 10% de lo que se consume diariamente, por lo que la cantidad restante provendría de la adición de sal en la manufacturación de los alimentos y el uso discrecional en la cocción y el consumo. Siguiendo con el análisis del contenido de sodio en los diversos nutrientes, se debe destacar que las concentraciones del mismo en el agua son muy bajas respecto a otros productos, y se considera que la carga de sodio proveniente de la ingesta diaria de agua no supera el 1% de la carga total.<sup>1,2</sup>

### ¿Cómo medir el contenido nutricional de sodio?

Se han evaluado diferentes métodos para caracterizar el contenido nutricional de sodio; entre ellos se pueden mencionar la historia clínica alimentaria, el diario alimentario de 24 horas, el diario alimentario semanal, la excreción urinaria de sodio de 24 horas, o la excreción

urinaria de sodio en una muestra aislada de orina. Sin embargo, todos ellos tienen limitaciones que se analizarán en los próximos párrafos. El objetivo fundamental es determinar la ingesta alimentaria de sodio, y es probable que ninguno de los métodos desarrollados hasta la actualidad pueda estimar con precisión esta información, ya que en la mayoría de los casos se utilizan procedimientos indirectos, no exentos de sesgos metodológicos. A ello se suma el reconocimiento reciente de que ciertos aspectos de la fisiopatología de la excreción urinaria de sodio podrían influenciar su determinación, tales como la variabilidad día a día observable aun en situaciones de ingestas estables, por lo que el ritmo de excreción de sodio y sus patentes de retención podrían influenciar los resultados.<sup>3</sup>

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de los Estados Unidos de América (NHANES) analiza el contenido de sodio en la ingesta a partir de la información alimentaria obtenida con una metodología sistematizada. Para ello utiliza un diario nutricional personalizado, computarizado, automático e interactivo de 24 horas. El contenido de nutrientes se calcula de acuerdo a la Base de Datos Nutricional del Departamento de Agricultura de ese país, y considerando que el análisis del contenido nutricional de 24 horas no representa la gran variabilidad alimentaria que existe día a día, la carga diaria de sodio, potasio y calorías se estima según la metodología del Instituto Nacional de Cáncer. El fundamento de esta propuesta es que el consumo alimentario de un día es equivalente a la probabilidad promedio de consumo habitual. Entre sus limitaciones se debe remarcar que no considera el contenido de sodio alimentario a partir de su agregado en la mesa; y además, presenta fuentes intrínsecas de variabilidad, dependiendo del día de la semana y de la semana del mes en que se realiza, así como de la etnia y raza, y la edad de los entrevistados, es por ello que se recomienda que en un porcentaje variable de individuos (alrededor de 8% de los estudiados), la encuesta se repita en un segundo día no consecutivo.<sup>4</sup>

El contenido de sodio en una muestra de orina recolectada en 24 horas ha sido considerado el patrón oro para determinar la carga alimentaria de este electrolito. La metodología fue validada en 1986 por Clark y col. en una muestra de niñas adolescentes, las que fueron instruidas para que durante un período de 2 semanas, durante 4 días en la primera y 3 días en la segunda, colectaran por duplicado los alimentos comprados y cocinados de modo tal de calcular la carga de sodio nutricio-

nal, y ello se correlacionó con la excreción de sodio en una muestra de orina de 24 horas tomada diariamente durante ese período de tiempo. En todos los sujetos la ingesta promedio de sodio fue mayor o igual al valor de sodio analizado, que a su vez fue mayor que el sodio calculado; y al mismo tiempo, el sodio urinario fue mayor que el sodio calculado, y en la mayoría de las instancias menor que la ingesta total de sodio. El uso discrecional de sal, llámese salero en la mesa, fue una de las mayores causas de las diferencias, oscilando según el caso entre 5 y 30%. La diferencia promedio entre los niveles de sodio analizados y calculados fue 0,666 g/día, y en todos los casos el valor analizado fue mayor que el calculado en un rango que osciló entre 0,3 y 1,1 g/día; por otra parte, la diferencia entre el sodio total –que incluye el alimentario y el discrecional– con el sodio calculado fue 1,038 g/día. Por lo expuesto, los niveles de sodio total muestran las mejores correlaciones con el sodio urinario, y cuando la cantidad de ingesta de sodio discrecional se agrega al sodio calculado la correlación con la excreción urinaria de sodio mejora pero no equipara a la correlación con el sodio total. Los autores concluyeron que el sodio en orina de 24 horas es un método efectivo para calcular la ingesta total de sodio, ya que muestra una mejor correlación que otros procedimientos; sin embargo, se debe aceptar que presenta una subestimación del 17,3%, que podría estar dada, entre otras causas, por una mala recolección de las muestras, o por las pérdidas excesivas de sodio por vías alternativas como la transpiración. En una revisión recientemente publicada, en la que se analizaron 190 publicaciones entre los años 1957 y 2010, que incluyeron más de 69.000 participantes de 45 países, se observó que la ingesta estimada promedio de sodio a partir de la recolección de orina de 24 horas fue  $159,4 \pm 22,3$  mmol/día, equivalente a 3.666 mg/día, con un rango de 114 a 210 mmol/día, equivalente a un rango entre 2.622 y 4.830 mg/día, lo que establece que la ingesta de sodio en los seres humanos sigue una distribución normal de los valores, con intervalos estrechos, límites superiores e inferiores de normalidad estrictos, que no se ha modificado durante las cinco décadas del estudio, es comparable a través de todas las muestras poblacionales estudiadas, y que no es influenciada por razas, etnias ni sexo.<sup>5</sup>

En 1993 Kawasaki y col. publicaron una metodología que permitiría estimar la ingesta alimentaria de sodio y potasio en sujetos sanos y no medicados a partir del contenido de estos electrolitos y la creatinina

en una segunda muestra aislada de orina matinal, tomada dentro de las 4 horas de emitida la primera orina luego del despertar y antes de desayunar. Para ello correlacionaron el contenido de sodio y potasio en estas segundas muestras de orina con los valores obtenidos en colecciones de orina de 24 horas en períodos de 3 a 5 días consecutivos, y construyeron dos fórmulas que permitían calcular la excreción urinaria de sodio y potasio de 24 horas. La correlación detectada entre los valores estimados y los medidos fue para el sodio 0,728 ( $p < 0,001$ ) y para el potasio 0,78 ( $p < 0,001$ ). Para validar esta metodología, los sujetos fueron divididos en dos grupos, aquellos evaluados por una sola muestra de orina, en quienes la correlación fue 0,531 y 0,443 para sodio y potasio respectivamente; y aquéllos en los que la validación se realizó en tres días consecutivos; en éstos las correlaciones fueron 0,821 y 0,59 para sodio y potasio, respectivamente. En el año 2006 Kawamura y col. evaluaron esta metodología en pacientes hipertensos que podían estar recibiendo medicación antihipertensiva; para ello compararon la técnica en dos grupos: pacientes hospitalizados sometidos a una dieta fija de cloruro de sodio de 7 g diarios y pacientes ambulatorios que registraban un diario alimentario; la ingesta diaria de cloruro de sodio en los pacientes que recibían tratamiento osciló entre los 5 y los 10,6 g, y la correlación con los valores obtenidos a partir de la fórmula de la segunda muestra de orina fue 0,69 ( $p < 0,01$ ), mientras que en los individuos no medicados la ingesta diaria de cloruro de sodio osciló entre 5,2 y 11,1 g, y la correlación con la metodología en evaluación fue 0,66 ( $p < 0,01$ ). Más recientemente, en una muestra de más de 1.000 individuos de población general de 11 países, se compararon los valores estimados de la excreción urinaria de sodio en una muestra aislada en ayunas con las fórmulas de Kawasaki modificada, Tanaka y la del estudio Intersalt con los obtenidos de muestras de orina de 24 horas; las correlaciones obtenidas fueron: con la fórmula de Kawasaki modificada 0,71 (IC 95%: 0,65-0,76), con la fórmula del estudio Intersalt 0,49 (IC 95%: 0,29-0,62), y con la fórmula de Tanaka 0,54 (IC 95%: 0,42-0,62); siendo el valor del desvío absoluto entre los resultados de las fórmulas y los valores obtenidos en las muestras de orina de 24 horas con la fórmula de Kawasaki modificada 313 mg/día (IC 95%: 182-444 mg/día), la fórmula del estudio Intersalt -872 mg/día (IC 95%: -728 a -1016 mg/día), y la fórmula de Tanaka -548 mg/día (IC 95%: -408 a -688 mg/día).<sup>6,7</sup>

### Relación entre sodio, hipertensión arterial y eventos cardiovasculares

En el estudio PURE (*Prospective Urban Rural Epidemiology*), recientemente publicado, en el que se incluyeron más de 100.000 sujetos de 18 países, y se utilizó una variación del método de Kawasaki y col. para estimar la ingesta de sodio, se determinó que por cada gramo que se incrementa la excreción urinaria de sodio, en el análisis de regresión la presión arterial sistólica se eleva 2,11 mmHg y la diastólica 0,78 mmHg, siendo la curva de la relación no lineal y más pronunciada con las mayores ingestas de sodio; por otra parte, la relación fue más significativa en los individuos hipertensos que en los no hipertensos, y en los de mayor edad que en los más jóvenes.<sup>8</sup>

En la encuesta NHANES III, luego de ajustar por múltiples variables, se determinó que por cada 1.000 mg/día que aumenta la ingesta de sodio se incrementa la mortalidad total en un 20%, con un intervalo de confianza del 95% de 3 a 41%; y por otra parte, se verificó una relación lineal entre la relación sodio-potasio y la mortalidad total, de modo tal que entre el cuartil más alto y el más bajo el riesgo fue un 46% mayor; sin embargo, no se observó asociación entre la ingesta de sodio y la enfermedad cardiovascular ni la mortalidad por enfermedad coronaria.<sup>5</sup>

Retomando la información del estudio PURE, los sujetos incluidos en el mismo fueron seguidos en promedio durante un período de 3,7 años, y comparando aquéllos que tuvieron una excreción urinaria estimada de sodio entre 4 y 5,99 g/día con los que tuvieron  $\geq 7$  g/día al momento de la selección, estos últimos tuvieron un riesgo 15% mayor de presentar una muerte cardiovascular o un evento mayor no fatal, y el riesgo fue mayor en los hipertensos que en los no hipertensos. Por otra parte, en los sujetos con una excreción urinaria de sodio estimada menor a 3 g/día el riesgo de padecer el punto final primario aumentó un 27%. Entre las limitaciones de este estudio se debe remarcar que la estratificación se basó en una sola muestra de orina tomada al inicio del estudio, y como se mencionó previamente, la ingesta de sodio y la excreción urinaria de sodio presentan múltiples fuentes de variabilidad como para ser expresadas a partir de un solo corte. Por otra parte, se trata de un estudio epidemiológico con un diseño de cohorte, y por lo tanto, valioso para describir la situación sanitaria de la muestra, con posibilidades de transferir la información a la población en su conjunto y diseñar políticas de salud, y al mismo tiempo intentar establecer interacciones entre las distintas variables consideradas,

pero con reconocidas limitaciones para determinar relaciones causales entre ellas; sin embargo, la información que se obtiene con este tipo de diseño puede constituirse en un motor para disparar nuevas hipótesis de trabajo.<sup>9</sup>

### Consideraciones finales

La ingesta de sodio es excesiva y supera nítidamente las necesidades fisiológicas de este mineral. La determinación de las cantidades de sodio ingeridas en la dieta está basada en métodos indirectos, y solo con moderado grado de certeza. Si bien estudios epidemiológicos trans-

versales y de cohorte han permitido relacionar el nivel de consumo de sodio con los valores de presión arterial y la incidencia de eventos cardiovasculares, limitaciones metodológicas para cuantificar el consumo de sodio, y el diseño de los estudios, permiten tener solo una visión cualitativa general de este problema de salud pública.

DANIEL PISKORZ\*

*Instituto de Cardiología del Sanatorio Británico SA,  
Rosario.*

### Referencias

1. Allemandi L, Garipe L, Schoj V, Pizarro M, Tambussi A. *Análisis del contenido de sodio y grasas trans de los alimentos industrializados en Argentina*. Rev Arg Salud Pública 4: 14-9, 2013.
2. Vilanova S. *Evaluación de las aguas comercializadas y consumidas en la ciudad de Buenos Aires*. Rev Maestría Salud Pública, Año 2(3), agosto 2014.
3. Rakova N, Juttner K, Dahlmann A, y col. *Long-term space flight simulation reveals infradian rhythmicity in human Na<sup>+</sup> balance*. Cell Metab 17: 125-31, 2013.
4. Yang Q, Liu T, Kuklina EV, Flanders WD, y col. *Sodium and potassium intake and mortality among US adults. Prospective data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey*. Arch Intern Med 171: 1183-91, 2011.
5. McCarron DA, Kazaks AG, Geerling JC, Stern JS, Graudal NA. *Normal range of human dietary sodium intake: a perspective based on 24-hour urinary sodium excretion worldwide*. Am J Hypertens 26: 1218-23, 2013.
6. Kawasaki T, Itoh K, Uezono K, Sasaki H. *A simple method for estimating 24 h urinary sodium and potassium excretion from second morning voiding urine specimen in adults*. Clin Exp Pharmacol Physiol 20: 7-14, 1993.
7. Mente A, O'Donnell MJ, Dagenais G, y col. *Validation and comparison of three formulae to estimate sodium and potassium excretion from a single morning fasting urine compared to 24-h measures in 11 countries*. J Hypertens 32: 1005-15, 2014.
8. Mente A, O'Donnell MJ, Rangarajan S, y col. *Association of urinary sodium and potassium excretion with blood pressure*. N Engl J Med 371: 601-11, 2014.
9. O'Donnell M, Mente A, Rangarajan S, y col. *Urinary sodium and potassium excretion, mortality, and cardiovascular events*. N Engl J Med 371: 612-23, 2014.

\* Dirección postal: Paraguay 40, 2000 Rosario (SF), Argentina. Correo electrónico: danielpiskorz@ciudad.com.ar



**UAI**  
Universidad Abierta Interamericana  
**El futuro sos vos**

**MEDICINA Y  
CS. DE LA SALUD**

uai.elfuturososvos  
@UAInow  
www.uai.edu.ar

Av. Pellegrini 1816 (S2000BUS) Rosario  
Tel/Fax: (+54) 0341 440-8010  
E-Mail: uairosario@uai.edu.ar



**INGRESO  
2015**



**MEDICINA 6 AÑOS**

---

**INSTRUMENTACIÓN QUIRÚRGICA UNIVERSITARIA 3 AÑOS**

---

**LIC. EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA 5 AÑOS**

---

**LIC. EN NUTRICIÓN 4 AÑOS**

---

**LIC. EN PRODUCCIÓN DE BIOMÁGENES 4 AÑOS**

---

**ENFERMERO PROFESIONAL 2,5 AÑOS**