



## ARTÍCULO ESPECIAL

# Validez y limitaciones de los métodos para medir la ingesta y la eliminación de sal



Amelia Jiménez Rodríguez<sup>a</sup>, Luis Palomo Cobos<sup>a,\*</sup>, José Pedro Novalbos Ruiz<sup>b</sup>  
y Amelia Rodríguez Martín<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Médico de Atención Primaria, Servicio Extremeño de Salud, Cáceres, España

<sup>b</sup> Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Cádiz, Cádiz, España

Recibido el 13 de marzo de 2019; aceptado el 14 de mayo de 2019

Disponible en Internet el 9 de julio de 2019

### PALABRAS CLAVE

Hipertensión arterial;  
Ingesta de sal;  
Natriuresis;  
Encuestas  
alimentación

### KEYWORDS

High blood pressure;  
Salt intake;  
Natriuresis;  
Food surveys

**Resumen** La hipertensión arterial (HTA) es el principal factor de riesgo cardiovascular modificable. La HTA se puede relacionar con el consumo elevado de sal. Para medir la ingesta no todas las encuestas de alimentación son comparables y válidas. El procedimiento de referencia para valorar la ingesta de sal consiste en medir la excreción urinaria de sodio en orina recolectada durante 24 h, aunque se han propuesto métodos alternativos, como las recolecciones de muestras de orina puntuales y cronometradas. En esta revisión analizamos qué instrumentos permiten valorar la ingesta de sal y cuáles de ellos han aportado una mayor validez y fiabilidad a través de los estudios de concordancia con la eliminación de sodio en orina. Las encuestas actuales de consumo de alimentos son inadecuados debido a su amplia variabilidad y relativamente baja correlación con la eliminación de sodio en orina de 24 h. Su principal limitación es la necesidad de validación en diferentes grupos poblacionales. En Atención Primaria se debería valorar la ingesta de sal mediante la utilización de cuestionarios de frecuencia de consumo que recojan alimentos con elevado contenido en sal, el consumo de platos preelaborados y preguntas que cuantifiquen la adición de sal en la preparación de alimentos o en la mesa. Para la validación de estos cuestionarios debe emplearse como gold standard la eliminación de sodio en orina de 24 h ajustada según el aclaramiento de creatinina.

© 2019 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Validity and limitations of methods to measure the intake and elimination of salt

**Abstract** High blood pressure (HBP) is the main modifiable cardiovascular risk factor. HBP can be related to high salt intake. To measure intake, not all feeding surveys are comparable and valid. The reference procedure for assessing salt intake consists of measuring the urinary

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [luispalomocobos@gmail.com](mailto:luispalomocobos@gmail.com) (L. Palomo Cobos).

excretion of sodium in urine collected during 24 hours, although alternative methods have been proposed, such as the collection of punctual and timed urine samples. In this review, we analyze which instruments allow the assessment of salt intake and which of them have provided greater validity and reliability through studies of concordance with the elimination of sodium in urine. Current food consumption surveys are inadequate because of their wide variability and relatively low correlation with the elimination of sodium in 24-hour urine. Its main limitation is the need for validation in different population groups. In primary care, salt intake should be assessed by using frequency-of-consumption questionnaires that collect foods with a high salt content, the consumption of preprepared dishes and questions that quantify the addition of salt in the preparation of food or at the table. For the validation of these questionnaires, the standard gold elimination of 24-hour urine sodium adjusted according to creatinine clearance should be used.

© 2019 The Authors. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

La hipertensión arterial (HTA) es el principal factor de riesgo cardiovascular modificable. Afecta a más de 1.000 millones de personas en el mundo, causando más de 10 millones de muertes evitables cada año. Condiciona un aumento del riesgo de enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, enfermedad renal y muerte de origen cardiovascular<sup>1</sup>. En España, se estima una prevalencia de HTA del 48% en adultos mayores de 18 años. La prevalencia aumenta desde el 17% entre los 31 y 45 años hasta el 44% entre los 46 y 60 años, alcanzando el 75% entre los 61 y 75 años<sup>2</sup>.

La HTA se puede relacionar con el consumo elevado de sal según estudios realizados en animales, genéticos, epidemiológicos y de intervención llevados a cabo en el hombre<sup>1,3</sup>. Ingestas elevadas de sal pueden originar a largo plazo daños importantes en órganos diana relacionados con la presencia de HTA<sup>4</sup>. Las poblaciones hipertensas presentan consumos de sal significativamente más elevados que poblaciones normotensas de idénticas características sociodemográficas y culturales<sup>5</sup>.

El concepto de sal-sensible se define como la elevación transitoria de la presión arterial asociada con una ingesta aguda de sal y llega a afectar aproximadamente al 25% de la población general. Sin embargo, solo la mitad de esos sujetos sal-sensibles son hipertensos. Esta respuesta a la sal puede estar genéticamente determinada, por lo que un alto aporte de sodio no debe considerarse por sí mismo un factor etiológico de HTA, pero sí debe tenerse en consideración, ya que es en población sal-sensible donde existe especial interés en la detección del consumo de sal por la elevación transitoria tensional<sup>6</sup>.

Estudios realizados en pacientes hipertensos ambulatorios han demostrado cómo estos, además de consumir alimentos con alto contenido en sal, adicionan hasta 7 g de sal a su alimentación, pudiéndose alcanzar los 13,5 g de sal/día<sup>7</sup>.

La contribución de cada fuente de consumo de sal puede variar según grupos sociales, cultura, hábitos y prácticas alimentarias. Para medir la ingesta, no todas las encuestas

de alimentación son comparables y válidas; estas deben adaptarse a las características de cada región y tablas de composición de alimentos, y los platos preparados deben referirse a los alimentos más comunes.

Tanto a escala individual como poblacional, el procedimiento de referencia para valorar la ingesta de sal consiste en medir la excreción urinaria de sodio en orina recolectada durante 24 h (PAHO, WHO 2010)<sup>8,9</sup>. Sin embargo, cuando las mediciones se deben repetir, o llevarse a cabo en grupos de población numerosos, los inconvenientes de la recogida de muestras pueden ocasionar recolecciones incompletas, elevar el coste y disminuir la tasa de respuesta, afectando a la validez de la prueba. Una revisión realizada en 2015 encontró que la mayoría de los estudios tuvieron una tasa de respuesta por debajo del 40%, pudiéndose cuestionar la representatividad de los encuestados. Por lo tanto, los inconvenientes prácticos pueden significar que otros métodos sean superiores para las evaluaciones individuales de la ingesta de sal, así como para la clasificación de la población y la identificación de grupos de alto riesgo<sup>8</sup>.

Como la recogida de orina de 24 h supone una pesada carga para los encuestados y presenta desafíos logísticos y financieros en encuestas a gran escala, se han propuesto métodos alternativos, como las recolecciones de muestras de orina puntuales y cronometradas. Se ha recurrido a la obtención de muestras de orina a mitad de la mañana e incorporar la edad, el género, la altura y el peso para calcular la excreción de creatinina como estimación intermedia de la eliminación de sodio. Por tanto, a nivel individual se debe y se aconseja medir orina de 24 h, mientras que a nivel poblacional se pueden emplear los métodos adaptados como mejor opción.

En el presente trabajo revisamos los instrumentos utilizados en los estudios que se han realizado en los últimos 10 años para medir el consumo de sal en la población. Nos centramos en las características y las limitaciones de las estimaciones a través de las encuestas recordatorias de 24 h y los cuestionarios de consumo de alimentos. También revisamos los patrones de referencia utilizados habitualmente en estos estudios para determinar la eliminación urinaria de

sodio y su estimación mediante ecuaciones indirectas. Analizamos qué instrumentos permiten valorar la ingesta de sal y cuáles de ellos han aportado una mayor validez y fiabilidad a través de los estudios de concordancia con la eliminación de sodio en orina.

## Metodología

### Criterios de búsqueda

Realizamos una búsqueda de la literatura publicada en los últimos 10 años en Medline empleando los siguientes descriptores DeCs y MESH: (HIPERTENSION/prevenición & control; PROMOCION DE SALUD; «sodio [alimentario, cloruro, ingesta, excreción]», «sal [ingesta]», «orina [cronometrada, puntual, aleatoria, 24-h]», «sodium [dietary, chloride, intake, excretion]», «salt [intake]», «urinary excretion (timed or spot or random) and (24-h or 24-hour)», «urine (timed, spot, random, 24-hour)». Se incluyeron artículos publicados hasta el año 2018.

### Criterios de inclusión y exclusión

Los estudios se incluyeron si cumplían los siguientes criterios: 1) descritos en un artículo de texto completo; 2) realizados en humanos; 3) realizados en una población específica o en un grupo poblacional grande (tamaño muestral > 100), y 4) mediciones informadas a través de la recolección de orina de 24 h o bien uno o más métodos alternativos (muestreo puntual, cronometrado por tramos o al menos «durante la noche»). Solo se seleccionaron aquellos trabajos que presentaron los coeficientes de regresión ( $\beta$ ) o los coeficientes de correlación ( $r$ ) y el análisis de concordancia a través de gráficos de Bland-Altman entre los distintos métodos de medición de la ingesta y de la natriuresis.

Se excluyeron los estudios si: 1) se realizaron en un grupo muy específico de pacientes (insuficiencia renal o cardíaca, diabetes, etc.), o 2) no informaban de los resultados de ingesta de sal basado en el cuestionario, en la recolección de orina de 24 h o en uno de los métodos alternativos.

Debido a la heterogeneidad de las publicaciones, se pueden identificar 4 grupos de trabajos: 1) encuestas de consumo de alimentos e instrumentos específicos para determinar el consumo de sal en grupos poblacionales; 2) estudios que analizan alternativas a la determinación de sodio en orina de 24 h, como la determinación de sodio en muestras puntuales de orina o su estimación mediante ecuaciones indirectas; 3) estudios de concordancia que analizan la fiabilidad y validez de los instrumentos para determinar el consumo de sal alimenticia, y 4) metaanálisis, ensayos clínicos y revisiones sistemáticas.

## Resultados

Hemos revisado los resultados de 18 estudios, la mayoría centrados en poblaciones adultas. Únicamente 2 estudios incluyen población escolar. En la [tabla 1](#) resumimos las características y los hallazgos principales de estos estudios.

### Estudios que emplean encuestas e instrumentos específicos basados en el consumo de alimentos para determinar la ingesta de sal

La mayoría de los estudios revisados no categorizan los alimentos según la cantidad de sal concentrada, o los extraen de la tabla de alimentos nacionales del país. Algunos seleccionan alimentos determinados, sin tener en cuenta su contenido de sal, y otros sí los agrupan por categorías. El estudio transversal de Costa-Leite et al.<sup>10</sup> analizó el consumo de sal en alimentos en un comedor escolar y, aunque concluyó que alimentos como la leche, el yogur, los cereales precocidos y la sal se asociaban a una mayor ingesta de sal, los resultados no pueden extrapolarse a la población general. Por otro lado, Temme et al.<sup>11</sup>, mediante un estudio de cohortes y anidado de casos y controles, seleccionaron alimentos generales y los clasificaron en 5 grupos. No pudieron calcular con exactitud el consumo de sal en la alimentación, ya que no tuvieron en cuenta la sal añadida en la mesa ni en cocina, ni los patrones alimentarios. En el estudio de Elorriaga et al.<sup>12</sup> se redujo el análisis a 4 grupos de alimentos pero sin seleccionar alimentos determinados.

Se han planteado otras herramientas para la medición del consumo de sal, como son las encuestas alimentarias de 24 h y las encuestas sobre consumo de frecuencia de alimentos. Rasheed et al.<sup>13</sup>, Elorriaga<sup>12</sup> y de Keyzer et al.<sup>14</sup> elaboraron unas encuestas alimentarias y aplicaciones para recogida de alimentos (EpicSoft, en el estudio de Keyzer), teniendo en cuenta los alimentos con un mayor nivel de sal, según su criterio, pero no los seleccionaron en función de ninguna tabla de alimentos.

A pesar de que hay estudios que han intentado<sup>12,15,16</sup> demostrar que la reducción de sal en la composición de alimentos se relaciona necesariamente con descensos en la eliminación de sodio en orina, y estos con descensos significativos en las cifras de presión arterial, no siempre los cambios se observan a nivel individual, aunque sí en datos poblacionales. En 2011 se intentó establecer un acuerdo para la reducción voluntaria y progresiva del contenido de sodio de los alimentos procesados del 5 al 15% del contenido de sodio, no siendo concluyentes los resultados publicados sobre el efecto de esta medida<sup>12</sup>.

### Estudios que analizan alternativas a la determinación de sodio en orina de 24 h: en muestras puntuales de orina o su estimación mediante ecuaciones indirectas

Aunque la Organización Mundial de la Salud considera que el gold standard para el cálculo de consumo de sal es la cuantificación de la excreción de sodio en orina de 24 h, muchos son los investigadores que intentan analizar otras alternativas. La orina puntual o «spot» es aquella que se recoge en una parte determinada del día para analizar si podría ser la referencia de medida más adecuada para establecer el consumo de sodio. Así lo hicieron los estudios de Costa-Leite et al.<sup>10</sup> y de Hashimoto et al.<sup>17</sup>, que recogieron la orina puntual de primera hora de la mañana. Tanaka et al.<sup>18</sup>, aunque realizaron una comparación entre orina de 24 h y orina spot, defendieron que podría ser cualquier orina puntual. Los estudios de Conkle y van der Haar<sup>8</sup> y Toft et al.<sup>19</sup> también

**Tabla 1** Características de los principales estudiados evaluados sobre medición del consumo y de la eliminación de sal

Autor y referencia	Tipo estudio	Población estudiada	Orina (tipo muestra)	Mediciones principales	Resultados principales
Costa-Leite et al. <sup>10</sup>	Transversal	Niños (6-12 años) 2.018 entre 3 regiones de Portugal	Puntual	Relación entre NA en orina 24 h (Intersalt) vs. eliminación Na en orina puntual	Adecuado nivel de l y Na excretado pese a baja cifra de uso de sal yodada (< 2% de la población) Fórmulas de predicción de Na excretado/24 h, ambos sexos
Temme et al. <sup>11</sup>	Cohorte prospectiva: cortes en 2006, 2010 y 2015. Grupo control	Adultos (317 en 2006, 342 en 2010, 289 en 2015)	24 h	Contenido sal de alimentos a lo largo del tiempo y Na y creatinina en orina	Entre 2011-2015 disminuye el contenido de sal de algunos alimentos La ingesta media de sal, medida en orina/24 h, no difiere entre 2006 y 2015
Terry et al. <sup>22</sup>	Transversal 2.ª parte aleatoria	Adultos (476)	24 h	Contenido de Na en 24 y 2.ª muestra de orina 24 h a los 4 días	Importante variabilidad inter e intrapersona en la eliminación de Na observada
Rhee et al. <sup>34</sup>	Metaanálisis de ensayos controlados aleatorios	Adultos (496) elegidos al azar	24 h	Actividad renina plasmática y eliminación Na	La reducción en la ingesta de Na no se asocia con elevación de niveles plasmáticos de renina
Elorriaga et al. <sup>12</sup>	Cohortes Transversal	Adultos (2.127)	24 h x 3	Na en alimentos seleccionados; frecuencia de adición de sal	Identifican principales fuentes de consumo de sodio
Hashimoto et al. <sup>17</sup>	Transversal	Adultos (638)	Puntual	Gusto por la comida salada (sí/no) y eliminación de Na según fórmula de Kawasaki	80% consumidores excesivos de sal (> 10 g/día). tanto en los de preferencia salada como en los que no
Tanaka et al. <sup>18</sup>	Transversal	Adultos (513)	24 h y puntual	Fórmula para estimar medias poblacionales de eliminación de Na y K a partir de orinas puntuales	Método no fiable para muestras individuales; sí para tendencias anuales poblacionales y educación para salud
Ji et al. <sup>23</sup>	Revisión sistemática (20 estudios incluidos)	Adultos (estudios con n.º > 30; N.º total 1.380.130)	Puntual Noche 24 h	Coefficiente de correlación	Correlación 0,65 entre el Na puntual y orina 24 h Orina 24 capta el 90% Na ingerido
Conkle y van der Haar <sup>8</sup>	Revisión sistemática	Adultos	24 h y puntual	Na en orina casual vs. diario	Na en orina puntual no predice la ingesta de Na en 24 h
Peters et al. <sup>4</sup>	Observacional	Adultos	Na en alimentos	Aplicación de móvil-identificador código de barras	Clasificar alimentos por aporte de Na (base de datos de Healthy Food Switch)

Tabla 1 (continuación)

Autor y referencia	Tipo estudio	Población estudiada	Orina (tipo muestra)	Mediciones principales	Resultados principales
Graudal et al. <sup>35</sup>	Metaanálisis basado en ECA (185 estudios)	Adultos (1.220)	24 h	Presión arterial, renina, aldosterona, catecolaminas, colesterol, c-HDL, C-LDL, TGC	Reducción de la ingesta media de Na de 201 mmol/día (ingesta elevada) a 66 mmol/día (ingesta recomendada)
Huang et al. <sup>38</sup>	Revisión sistemática y metaanálisis	Adultos 10.414 personas de 538 estudios	Puntual 24 h	Na en 24 h frente a Na en orina puntual + ecuaciones de Intersalt, o Tanaka, o Kawasaki	Na en orina puntual válida para estudios individuales, no para muestras poblacionales
Mohammadifard et al. <sup>20</sup>	Observacional 1 año	167 niños y adolescentes y 198 adultos (n = 345)	Puntual (3 muestras) 24 h	Na en orina; frecuencia de alimentos (136 valores)	Frecuencia de alimentos y orina puntual es útil para determinar Na. No demuestra su utilidad en estudios poblacionales
De Keyzer et al. <sup>14</sup>	Observacional	Adultos (365)	24 h (2 muestras)	2 registros dietéticos Epic-soft y orina 24 h	Epic-soft subestima ingesta Na en la dieta
Toft et al. <sup>19</sup>	Transversal	Adultos (473)	24 h Puntual	Na en orina 24h y Na en puntual + ecuación de Tanaka según creatinina	Correlaciones de Spearman entre Na puntual y 24 h entre 0,39 y 0,49 (según ecuación Tanaka o modelo danés). Orina puntual no reemplaza orina 24 h
Cogswell et al. <sup>31</sup>	Transversal	Adultos (407)	24 h Puntual (3 muestras)	Na corregido por peso, talla, edad, creatinina	La muestra puntual de tarde-noche predice mejor que la muestra de la mañana la eliminación en 24. Ninguna de las ecuaciones proporciona estimaciones insesgadas de la eliminación de Na 24 h en individuos
Ferreira-Sae et al. <sup>7</sup>	Transversal	Adultos (132)	24 h	Eliminación de Na 24 h, baja correlación con recuerdo alimentario de 72 h (r 0,19-0,27)	No correlación entre eliminación Na en orina 24 h en pacientes de bajos ingresos y baja alfabetización
Ajani et al. <sup>5</sup>	Transversal	Adultos (4.011)	24 h	Ingesta de Na en mg/día	En hipertensos 3.600 mg/día, en normotensos 3.330 mg/día; p < 0,001. No diferencias según consumo medicamentos

**Tabla 2** Ecuación INTERSALT

Hombres	Mujeres
$\text{Predicción de excreción de sodio en orina de 24 h (mg/día)} = 23 \times \{25,46 + [0,46 \times \text{sodio en orina puntual (mmol/l)}] - [2,75 \times \text{creatinina en orina puntual (mmol/l)}] - [0,13 \times \text{potasio en orina puntual (mmol/l)}] + [4,10 \times \text{IMC (kg/m}^2\text{)}] + [0,26 \times \text{edad (y)}]\}$	$\text{Predicción de excreción de sodio en orina de 24 h (mg/día)} = 23 \times \{5,07 + [0,34 \times \text{sodio en orina puntual (mmol/l)}] - [2,16 \times \text{creatinina en orina puntual (mmol/l)}] - [0,09 \times \text{potasio en orina puntual (mmol/l)}] + [2,39 \times \text{IMC (kg/m}^2\text{)}] + [2,35 \times \text{edad (y)}] - [0,03 \times \text{edad}^2 \text{ (y)}]\}$
IMC: índice de masa corporal Tomado de Whitton et al. <sup>26</sup>	

se sumaron a la recomendación de utilizar la orina puntual como método de análisis para la estimación del consumo de sal.

Los estudios de Mohammadifard et al.<sup>20</sup>, Elorriaga et al.<sup>12</sup> y Cogswell et al.<sup>21</sup> compararon la correlación de 3 y 4 muestras de orinas puntuales (correspondientes a tramos de mañana/media mañana, tarde y tramo nocturno) con la orina de 24 h para poder definir cuál era la más apropiada. Estas mediciones podrían ser válidas para uso individualizado, no siendo aplicables para poblaciones grandes y estudios epidemiológicos, ya que no tendrían la misma fiabilidad que la prueba gold standard para una población<sup>22</sup>.

La orina de 24 h es una prueba que llega a capturar el 90% del sodio ingerido, y así se refleja en estudios como el de Temme et al.<sup>11</sup> y de Ji et al.<sup>23</sup>, porque las muestras puntuales tienen dificultades para cuantificar la sal discrecional utilizada en la cocina y en la mesa.

También se han utilizado ecuaciones para estimar la determinación del consumo de sal alimenticia. Una de las ecuaciones por excelencia es la ecuación INTERSALT, que mencionan y utilizaron diferentes investigadores<sup>24-28</sup>. Otras ecuaciones son las de Tanaka et al.<sup>18</sup> y Kawasaki<sup>29</sup>, que se reflejan en las [tablas 2-4](#).

En el estudio de Mente et al.<sup>30</sup>, tras analizar resultados entre 11 países con unos 1.083 participantes, se concluyó que la mejor correlación establecida de la excreción de sodio en orina de 24 h con la estimación de Kawasaki fue en la orina puntual de la mañana.

En cambio, según Cogswell et al., en población afroamericana<sup>31</sup>, la mayor correlación con la excreción de sodio en orina de 24 h se encuentra en la orina puntual recogida en el final de la tarde.

### Estudios de concordancia que analizan la fiabilidad y validez de los instrumentos para determinar el consumo de sal alimenticia

En ocasiones, lo que interesa en la clínica no es la determinación exacta del consumo de sal, sino la identificación de sujetos con consumos excesivos como población diana susceptible de intervenciones (en Atención Primaria, especialmente). En el estudio de Hashimoto et al.<sup>17</sup> se propuso la utilización de cuestionarios que evaluaran la predilección o la preferencia por el consumo de alimentos ricos en sal, contrastándola con las ingestas estimadas a partir de la fórmula de Kawasaki. Este estudio encontró porcentajes similares de sujetos con elevada predilección por alimentos «salados» (en torno al 80%), tanto en el grupo de sujetos con consumos excesivos de sal (superior a 10 g/día), como en el grupo de sujetos con consumos más bajos, concluyendo que un simple cuestionario sobre «preferencias» no es efectivo para identificar consumidores excesivos de sal.

En el estudio de Kong et al.<sup>32</sup>, se combinaron la realización de encuesta recordatoria de 24 h con la preferencia por alimentos salados, y obtuvieron un modelo de regresión lineal multivariante. Las variables que predijeron mejor el consumo dietético de sal (determinada en orina 24 h) fueron la edad, el peso corporal, el comportamiento alimentario (consumo alimentos salados, kimchi, sopa coreana, salsa de soja, etc.), la preferencia de sal y el estado de fumador. El sesgo medio entre la excreción de sodio y la estimada en el diagrama de Bland-Altman se situó entre -1,9 y -1,5; los puntos de corte de ingesta de sodio calculados fueron de 4 g/día y 3,5 g/día para hombres y mujeres respectivamente, con un 90 y un 75% de sensibilidad. Estos resultados parecen indicar que, con una validación adecuada, la combinación de cuestionario de consumo de alimentos y de preferencia

**Tabla 3** Ecuación de Kawasaki

$\text{NaUr (mEq)} = 0,96 \times [\text{Na orina (mEq/l)} / (\text{Cr orina mg/dl} \times 10)] \times (\text{CrPr 24 h})$	
$\text{La estimación de la excreción de Na en 24 h (mEq)} = 16,3 \times (\sqrt{[(\text{NaUr}) \times (\text{CrPr 24 h})]})$	
Hombres	Mujeres
$\text{Excreción urinaria creatinina 24 h (mg)} = (15,12 \times \text{peso, kg}) + (7,39 \times \text{altura, cm}) (12,63 \times \text{edad, años}) - 79,9$	$\text{Excreción urinaria creatinina 24 h (mg)} = (8,58 \times \text{peso, kg}) + (5,09 \times \text{altura, cm}) (4,72 \times \text{edad, años}) - 74,95$
CrPr 24 h: excreción urinaria creatinina 24 h (mg); NaUr: sodio en orina. Tomado de Kawamura et al. <sup>29</sup> .	



Tabla 4 Ecuación de Tanaka

$$\text{NaUr (mEq)} = [\text{Na orina, mEq/l} / (\text{Cr orina, mg/dl} \times 10)] \times \text{CrPr 24 h (mg)}$$

$$\text{La estimación de la excreción de Na en 24 h (mEq)} = 21,98 \times \text{NaUr}^{0,392}$$

La creatinina en 24 h se calcula como:

$$\text{CrPr 24 h (mg)} = [(14,89 \times \text{peso, kg}) + (16,14 \times \text{altura, cm}) (2,04 \times \text{edad, años})] - 2.244,45$$

De forma similar, la excreción estimada de potasio en 24 h (mg/día) corresponde a  $[k1 \times (K/\text{Crm}) \times \text{Cre 24 h}] 0,43 \times k2$

K1 y K2 -->k1 = 7,6 y k2 = 39.

Crm: concentración de creatinina en muestra de orina (mg/dl); CrPr 24 h: excreción urinaria creatinina 24 h (mg); Cr 24 h: creatinina en orina de 24 h; K: concentración de potasio en muestra de orina (mEq/l); Na: concentración de sodio en muestra de orina (mEq/l); NaUr<sup>0,392</sup>: sodio en orina;

Tomado de Tanaka et al.<sup>18</sup>.

de alimentos podría ser útil para la identificación de poblaciones con elevados consumos de sal.

### Metaanálisis, ensayos clínicos y revisiones sistemáticas

McLean et al.<sup>33</sup> realizaron una revisión sistemática sobre 16 estudios que analizaban la validez de los cuestionarios de consumo de alimentos y las muestras de orina para determinar el consumo dietético de sal. Se puso de manifiesto que la mayoría de los cuestionarios de consumo de alimentos empleados para valorar la ingesta de sodio debían someterse a validación antes de ser una alternativa al método de estimación basado en la excreción urinaria de sodio en orina de 24 h, debido a la heterogeneidad de costumbres alimentarias poblacionales y a la variabilidad inter e intraindividual.

Basándose en los resultados del ensayo clínico Women Health Initiative, Huang et al.<sup>27</sup> consideraron que los autoinformes sobre dieta subestimaban la ingesta de sodio entre un 5 y un 15%, sobrestimaban el potasio entre un 8 y un 15%, y subestimaban la relación sodio/potasio en aproximadamente un 20%, utilizando cuestionarios de frecuencia de alimentos y registros de alimentos de 3 o 4 días, lo que debería considerarse a la hora de interpretar estudios epidemiológicos.

Ji et al.<sup>23</sup> realizaron una revisión de 20 estudios sobre orina de 24 h, orina puntual y consumo de alimentos. Las muestras de orina recolectadas de forma puntual, cronometrada y de toda la noche estaban sujetas a mayor variabilidad intra e interindividual que las recolecciones de orina de 24 h.

Rhee et al.<sup>34</sup> asociaron la ingesta de sodio y los niveles de renina plasmática en un estudio transversal y un metaanálisis de ensayos controlados aleatorios, determinando si existía una elevación persistente de la renina plasmática por la restricción de la ingesta de sodio a más largo plazo. No se utilizó encuesta alimentaria en ningún momento, pero sí una recolección de orina de 24 h. Sugirieron que la reducción prolongada en la ingesta de sodio era poco probable que estuviera asociada con la elevación de los niveles plasmáticos de renina.

### Discusión

Las prácticas alimentarias de los diferentes grupos sociales y culturales ocasionan variaciones en las cantidades de sal

consumidas, tanto por el distinto contenido en sal de los alimentos, como por la adición de sal en la preparación o en el momento de ingerirlos. Se identifican 3 comportamientos alimentarios saludables relacionados con el bajo consumo de sal en la dieta (un máximo de 2 g de sodio<sup>35</sup> que equivalen a 5 g de sal): 1) baja adición de sal en la preparación de alimentos; 2) no añadir sal a alimentos ya elaborados, evitando el uso de saleros en la mesa, y 3) evitar el consumo de alimentos o condimentos con elevado contenido de sal (salazones, encurtidos, concentrados de carne, etc.).

Respecto a las encuestas alimentarias, numerosos autores<sup>14,20,36,37</sup> utilizan encuestas alimentarias de 24 h, encuestas de frecuencia de alimentos o encuestas específicas que recopilan determinados alimentos con un mayor contenido en sal, pero no tienen en cuenta la sal añadida en la mesa, ni en la cocina, ni los patrones alimentarios, subestimando la ingesta<sup>38</sup>.

Otro de los factores a tener en cuenta a la hora de determinar el consumo de sal en alimentos es la cantidad de sal empleada en su elaboración. Existen publicaciones que identifican platos preelaborados con elevado contenido en sal<sup>39-41</sup>, mayor que en su preparación doméstica, que deberían ser incluidos en encuestas específicas.

La recogida de orina de 24 h sí recogería la sal discrecional utilizada en la cocina y en la mesa. Entre sus inconvenientes estarían las recolecciones incompletas, el coste y la disminución de la tasa de respuesta, afectando a la validez de la prueba. Recoger 3 o 4 muestras de orina de distintos momentos del día simplificaría la recogida, pero presenta el inconveniente de que no sería aplicable sobre poblaciones grandes, dado que carecerían de la misma fiabilidad que la prueba de gold standard para una población, porque las orinas recolectadas de forma puntual están sujetas a mayor variabilidad intra e interindividual que las recolecciones de orina de 24 h. Aunque también el gold standard actual está sujeto a variabilidad: el consumo de sal cambia en días consecutivos, o con la función renal, incluso con las modificaciones que se producen por el ritmo circadiano.

Sobre estas determinaciones hay establecidas una serie de ecuaciones que aproximan la determinación del consumo de sal alimenticia<sup>10,18,33</sup>. Por ejemplo, con la ecuación de Tanaka también se ha comprobado que existe mejor estimación de la natriuresis calculada en la orina de 24 h que en la de una orina puntual en pacientes con enfermedad renal crónica (coeficiente de correlación  $r = 0,309$ )<sup>37</sup>. En un artículo

de Mann et al.<sup>42</sup> realizado en 81 pacientes, en 45 de ellos, con muestras de orina en tramo nocturno recogidas antes de cenar, encontraron una alta correlación con la excreción de sodio en 24 h ( $r = 0,86$ ). Este mismo artículo señaló que la concordancia con el «gold standard» para predecir una excreción de sodio en 24 h  $> 100$  mEq, era  $\kappa = 0,71$ .

En determinadas ocasiones, lo que interesa en clínica es la identificación de sujetos con consumos excesivos de sal en los que se pueda intervenir, fundamentalmente en Atención Primaria. Por ello puede ser de utilidad la utilización conjunta de una encuesta recordatoria de 24 h teniendo en cuenta la preferencia por alimentos salados<sup>32</sup>.

Los resultados de esta revisión sugieren que las encuestas actuales de consumo de alimentos como medio para estimar las ingestas de sodio de poblaciones de interés son inadecuados debido a su amplia variabilidad y relativamente baja correlación con la eliminación de sodio en orina de 24 h. La principal limitación de estas encuestas es la necesidad de validación en diferentes grupos poblacionales.

En Atención Primaria se debería valorar la ingesta de sal de los pacientes mediante la utilización de cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos que recojan alimentos propios o característicos de cada cultura culinaria con elevado contenido en sal, el consumo de platos o comida preelaborados (en los que el contenido de sal suele ser elevado) y preguntas específicas que cuantifiquen la adición de sal en la preparación de alimentos o en la mesa. Para la validación de estos cuestionarios debe emplearse como gold standard la eliminación de sodio en orina de 24 h ajustada según el aclaramiento de creatinina. Las fórmulas de estimación de la ingesta de sal por tramos horarios no deben ser empleadas como estimadores a nivel individual<sup>22</sup>.

Debemos medir el consumo de sal fundamentalmente a pacientes hipertensos, obesos, pacientes con síndrome metabólico o mayores de 45 años, ya que estos constituyen un elevado porcentaje de la población que acude a consultas de Atención Primaria. Proponemos la utilización de un cuestionario sencillo como cribado y la posterior confirmación, mediante la formulación de Tanaka con la orina puntual en el tramo de la tarde o Kawasaki en el tramo de la noche. En pacientes buenos cumplidores emplearemos la recogida de orina de 24 h.

Para mejorar las recomendaciones dietéticas a los pacientes, especialmente a los hipertensos, sería útil contar en nuestro medio con una encuesta validada que permitiera determinar de una manera sencilla su consumo de sal y que fuera de fácil aplicación; así se podrían identificar pacientes con elevado consumo sobre los que actuar, hecho que contribuiría a controlar mejor las enfermedades relacionadas con este consumo<sup>32,38</sup>. Porque los pacientes hipertensos que consumen mucha sal (más de 6 g/día) sí se benefician de reducciones en la ingesta<sup>43</sup>.

## Autoría

Todos los autores han hecho aportaciones relevantes en la obtención de documentación, en la discusión de los contenidos y en la redacción definitiva.

## Financiación

No existen fuentes de financiación externas.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no incurrir en conflicto de interés alguno.

## Bibliografía

1. Valero Zanuy MA. Nutrición e hipertensión arterial. *Hipertens y Riesgo Vasc.* 2013;30:18–25, <http://dx.doi.org/10.1016/j.hipert.2012.09.004>.
2. Menéndez E, Delgado E, Fernández-Vega F, Prieto MA, Bordiú E, Calle A, et al. Prevalencia, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial en España Resultados del estudio Di@bet.es. *Rev Esp Cardiol.* 2016;69:572–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2015.11.036>.
3. Weinberger MH. Salt sensitivity of blood pressure in humans. *Hypertens (Dallas, Tex 1979).* 1996;27 3 Pt 2:481–90, <http://dx.doi.org/10.1161/01.HYP.27.3.481>.
4. Peters SAE, Dunford E, Ware LJ, Harris T, Walker A, Wicks M, et al. The sodium content of processed foods in South Africa during the introduction of mandatory sodium limits. *Nutrients.* 2017;9:404, <http://dx.doi.org/10.3390/nu9040404>.
5. Ajani UA, Dunbar SB, Ford ES, Mokdad AH, Mensah GA. Sodium intake among people with normal and high blood pressure. *Am J Prev Med.* 2005;29 5 Suppl 1:63–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2005.07.008>.
6. Stanhewicz AE, Larry Kenney W. Determinants of water and sodium intake and output. *Nutr Rev.* 2015;73 Suppl 2:73–82, <http://dx.doi.org/10.1093/nutrit/nuv033>.
7. Ferreira-Sae M-CS, Gallani M-CB, Nadruz W, Rodrigues RC, Franchini KG, Cabral PC, et al. Reliability and validity of a semi-quantitative FFQ for sodium intake in low-income and low-literacy Brazilian hypertensive subjects. *Public Health Nutr.* 2009;12:2168–73, <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980009005825>.
8. Conkle J, van der Haar F. The use and interpretation of sodium concentrations in casual (spot) urine collections for population surveillance and partitioning of dietary iodine intake sources. *Nutrients.* 2017;9:7, <http://dx.doi.org/10.3390/nu9010007>.
9. Powles J, Fahimi S, Micha R, Khatibzadeh S, Shi P, Ezzati M, et al. Global, regional and national sodium intakes in 1990 and 2010: A systematic analysis of 24 h urinary sodium excretion and dietary surveys worldwide. *BMJ Open.* 2013;3:e003733, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2013-003733>.
10. Costa Leite J, Keating E, Pestana D, Cruz Fernandes V, Maia ML, Norberto S, et al. Iodine status and iodised salt consumption in Portuguese school-aged children: The logeneration Study. *Nutrients.* 2017;9:458, <http://dx.doi.org/10.3390/nu9050458>.
11. Temme EHM, Hendriksen MAH, Milder IEJ, Toxopeus IB, Westenberg S, Brants HAM, et al. Salt reductions in some foods in The Netherlands: Monitoring of food composition and salt intake. *Nutrients.* 2017;9:791, <http://dx.doi.org/10.3390/nu9070791>.
12. Elorriaga N, Gutierrez L, Romero IB, Moyano DL, Poggio R, Calandrelli M, et al. Collecting evidence to inform salt reduction policies in Argentina: Identifying sources of sodium intake in adults from a population-based sample. *Nutrients.* 2017;9:964, <http://dx.doi.org/10.3390/nu9090964>.
13. Rasheed S, Jahan S, Sharmin T, Hoque S, Khanam MA, Land MA, et al. How much salt do adults consume in climate vulnerable coastal Bangladesh? *BMC Public Health.* 2014;14, <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-14-584>.
14. De Keyser W, Dofková M, Lillegaard ITL, De Maeyer M, Andersen LF, Ruprich J, et al. Reporting accuracy of population dietary sodium intake using duplicate 24h dietary recalls and a salt questionnaire. *Br J Nutr.* 2015;113:488–97, <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114514003791>.



15. Korošec Ž, Pravst I. Assessing the average sodium content of prepacked foods with nutrition declarations: The importance of sales data. *Nutrients*. 2014;6:3501–15, <http://dx.doi.org/10.3390/nu6093501>.
16. De Luis D, Aller R, Zarzuelo S. Sal en la dieta en la era de los antihipertensivos. *Med Clin (Barc)*. 2006;127:673–5, <http://dx.doi.org/10.1157/13094824>.
17. Hashimoto T, Yagami F, Owada M, Sugawara T, Kawamura M. Salt preference according to a questionnaire vs. dietary salt intake estimated by a spot urine method in participants at a health check-up center. *Intern Med*. 2008;47:399–403, <http://dx.doi.org/10.2169/internalmedicine.47.0622>.
18. Tanaka T, Okamura T, Miura K, Kadowaki T, Ueshima H, Nakagawa H, et al. A simple method to estimate population 24-h urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. *J Hum Hypertens*. 2002;16:97–103, <http://dx.doi.org/10.1038/sj/jhh/1001307>.
19. Toft U, Cerqueira C, Andreasen AH, Thuesen BH, Laurberg P, Ovesen L, et al. Estimating salt intake in a Caucasian population: Can spot urine substitute 24-hour urine samples? *Eur J Prev Cardiol*. 2014;21:1300–7, <http://dx.doi.org/10.1177/2047487313485517>.
20. Mohammadifard N, Khosravi A, Esmailzadeh A, Feizi A, Abdollahi Z, Salehi F, et al. Rationale, design and initial findings: Validation of simplified tools for assessment of sodium intake in Iranian population. *Arch Iran Med*. 2016;19:652–8, 0161909/AIM.009.
21. Cogswell ME, Maalouf J, Elliott P, Loria CM, Patel S, Bowman BA. Use of urine biomarkers to assess sodium intake: Challenges and opportunities. *Annu Rev Nutr*. 2015;35:349–87, <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-nutr-071714-034322>.
22. Terry AL, Cogswell ME, Wang C-Y. Feasibility of collecting 24-h urine to monitor sodium intake in the National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Clin Nutr*. 2016;104:480–8, <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.115.121954>.
23. Ji C, Sykes L, Paul C, Dary O, Legetic B, Campbell NRC. Revisión sistemática de estudios comparativos entre recolección de muestras de orina de 24 h y puntual para calcular el consumo de sal en la población. *Rev Panam Salud Publica*. 2012;32:56–65, <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892012001000010>.
24. Iwahori T, Miura K, Ueshima H, Tanaka-Mizuno S, Chan Q, Arima H, et al. Estimating 24-h urinary sodium/potassium ratio from casual ("spot") urinary sodium/potassium ratio: The INTERSALT Study. *Int J Epidemiol*. 2017;46, <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyw287>.
25. McLean RM, Farmer VL, Nettleton A, Cameron CM, Cook NR, Campbell NRCC. Assessment of dietary sodium intake using a food frequency questionnaire and 24-hour urinary sodium excretion: A systematic literature review. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2017;19:1214–30, <http://dx.doi.org/10.1111/jch.13148>.
26. Whitton C, Gay GMW, Lim RBT, Tan LWL, Lim W-Y, van Dam RM. Evaluation of equations for predicting 24-hour urinary sodium excretion from casual urine samples in Asian adults. *J Nutr*. 2016;146:1609–15, <http://dx.doi.org/10.3945/jn.116.232108>.
27. Huang L, Crino M, Wu JHY, Woodward M, Barzi F, Land MA, et al. Mean population salt intake estimated from 24-h urine samples and spot urine samples: A systematic review and meta-analysis. *Int J Epidemiol*. 2016;45:239–50, <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyv313>.
28. Brown IJ, Dyer AR, Chan Q, Cogswell ME, Ueshima H, Stamler J, et al. Estimating 24-Hour urinary sodium excretion from casual urinary sodium concentrations in western populations. *Am J Epidemiol*. 2013;177:1180–92, <https://doi.org/10.1093/aje/kwt066>.
29. Kawamura M, Kusano Y, Takahashi T, Owada M, Sugawara T. Effectiveness of a spot urine method in evaluating daily salt intake in hypertensive patients taking oral antihypertensive drugs. *Hypertens Res*. 2006;29:397–402, <http://dx.doi.org/10.1291/hypres.29.397>.
30. Mente A, O'Donnell MJ, Dagenais G, Wielgosz A, Lear SA, McQueen MJ, et al. Validation and comparison of 3 formulae to estimate sodium and potassium excretion from a single morning fasting urine compared to 24-h measures in 11 countries. *J Hypertens*. 2014;32:1005–15, <http://dx.doi.org/10.1097/HJH.000000000000122>.
31. Cogswell ME, Wang CY, Chen TC, Pfeiffer CM, Elliott P, Gillespie CD, et al. Validity of predictive equations for 24-H urinary sodium excretion in adults aged 18-39 y1-5. *Am J Clin Nutr*. 2013;98:1502–13.
32. Kong J-S, Lee Y-K, Kim MK, Choi MK, Heo YR. Estimation model for habitual 24-hour urinary-sodium excretion using simple questionnaires from normotensive Koreans. Shimosawa T, ed. *PLoS One*. 2018;13:e0192588, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0192588>.
33. McLean RM, Williams SM, Te Morenga LA, Mann JI. Spot urine and 24-h diet recall estimates of dietary sodium intake from the 2008/09 New Zealand Adult Nutrition Survey: a comparison. *Eur J Clin Nutr*. 2018;72:1120–7, <http://dx.doi.org/10.1038/s41430-018-0176-0>.
34. Rhee OJ, Rhee MY, Oh SW, Shin SJ, Gu N, Nah DY, et al. Effect of sodium intake on renin level: Analysis of general population and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Cardiol*. 2016;215:120–6, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.04.109>.
35. Graudal NA, Hubeck-Graudal T, Jurgens G. Effects of low sodium diet versus high sodium diet on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterol, and triglyceride. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;2017(4.), <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD004022.pub4>.
36. Kim HJ, Oh K. Epidemiology and Health Methodological issues in estimating sodium intake in the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Epidemiol Health*. 2014;36(e2014033):1–5, <http://dx.doi.org/10.4178/epih/e2014033>.
37. Harnack LJ, Cogswell ME, Shikany JM, Gardner CD, Gillespie, Loria CM, et al. Sources of sodium in US adults from 3 geographic regions. *Circulation*. 2017;135(19.), <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.024446>.
38. Huang Y, Van Horn L, Tinker LF, Neuhauser ML, Carbone L, Mossavar-Rahmani Y, et al. Measurement Error Corrected Sodium and Potassium Intake Estimation Using 24-Hour Urinary Excretion. *Hypertension*. 2014;63:238–44, <http://dx.doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.113.02218>.
39. Korošec Ž, Pravst I. Assessing the average sodium content of prepacked foods with nutrition declarations: The importance of sales data. *Nutrients*. 2014;6:3501–15, <http://dx.doi.org/10.3390/nu6093501>.
40. Mohammadifard N, Khosravi AR, Esmailzadeh A, Feizi A, Abdollahi Z, Salehi F, et al. Validation of Simplified Tools for Assessment of Sodium Intake in Iranian Population: Rationale, Design and Initial Findings. *Arch Iran Med*. 2016;19:652–8, doi:0161909/AIM.009.
41. Kong JS, Lee YK, Kim MK, Choi MK, Heo YR, Hyun T, et al. Estimation model for habitual 24-hour urinary-sodium excretion using simple questionnaires from normotensive Koreans. Shimosawa T, ed. *PLoS One*. 2018;13:e0192588, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0192588>.
42. Mann SJ, Gerber LM. Estimation of 24-Hour Sodium Excretion from Spot Urine Samples. *J Clin Hypertens*. 2010;12:174–80, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-7176.2009.00241.x>.
43. Adler AJ, Taylor F, Martin N, Gottlieb S, Taylor RS, Ebrahim S. Reduced dietary salt for the prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009217.pub3>.