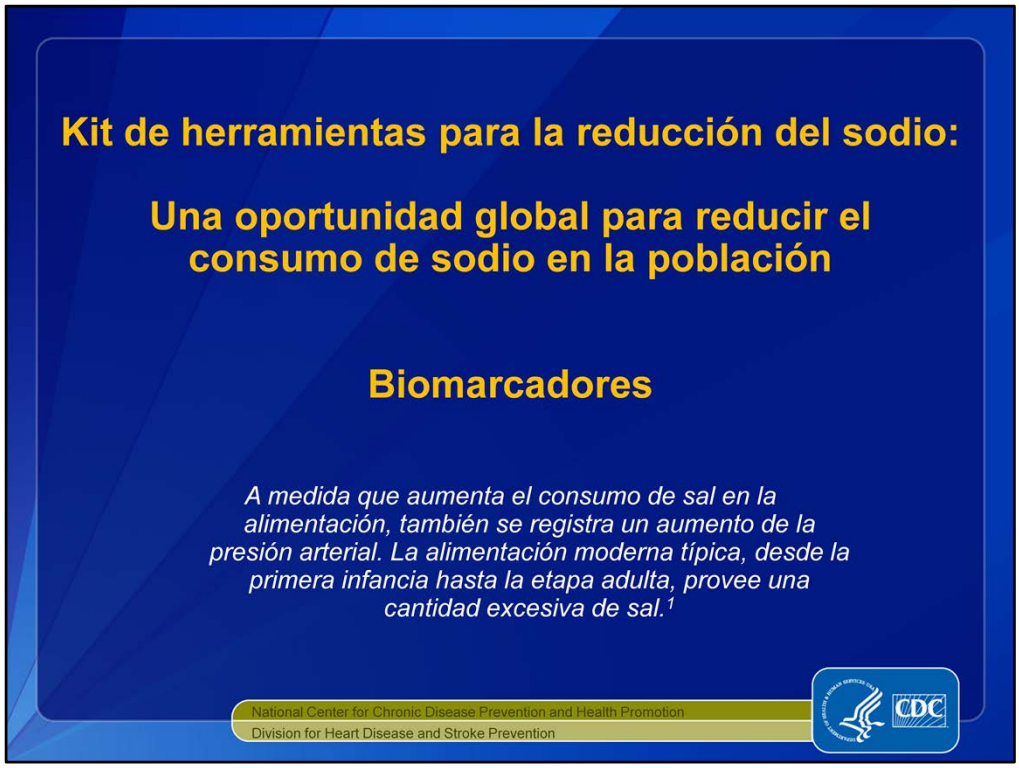
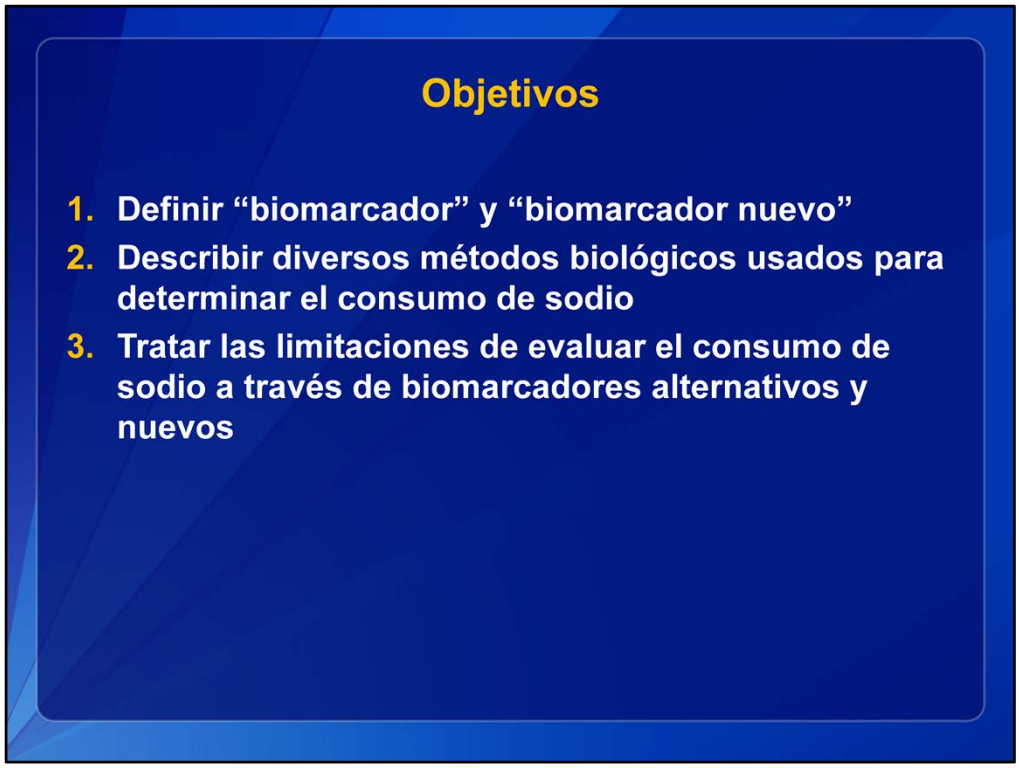


Este módulo es parte del Kit de herramientas para la reducción del sodio: una oportunidad global para reducir el consumo de sodio en la población, de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. El kit de herramientas está diseñado para proveer a las agencias del gobierno, organizaciones internacionales y otras partes interesadas una breve reseña, herramientas e información necesaria para comunicar estrategias que reduzcan el consumo de sodio en la población.

A medida que aumenta el consumo de sal en la alimentación, también se registra un aumento de la presión arterial. La alimentación moderna típica, desde la primera infancia hasta la etapa adulta, provee una cantidad excesiva de sal.[1]

Este módulo del Kit de herramientas para la reducción del sodio abarca los métodos para evaluar el consumo de sodio a través de los biomarcadores. Otros módulos del kit de herramientas proporcionan información acerca del impacto global del sodio en la salud; los métodos para evaluar el consumo de sodio a través de cálculos indirectos y evaluaciones alimentarias; el análisis del sodio en el suministro de alimentos, incluidas indicaciones para la creación de una base de datos para evaluar la cantidad de sodio en el suministro de alimentos procesados; los conocimientos, las actitudes y los comportamientos relacionados con el consumo de sodio y la salud; las estrategias para aplicar intervenciones políticas de reducción de sodio con el fin de disminuir el consumo de sodio; y el proceso de aplicar y compartir estudios basados en evidencias. Además, cada módulo incluye ejemplos y una lista de los 10 recursos principales.

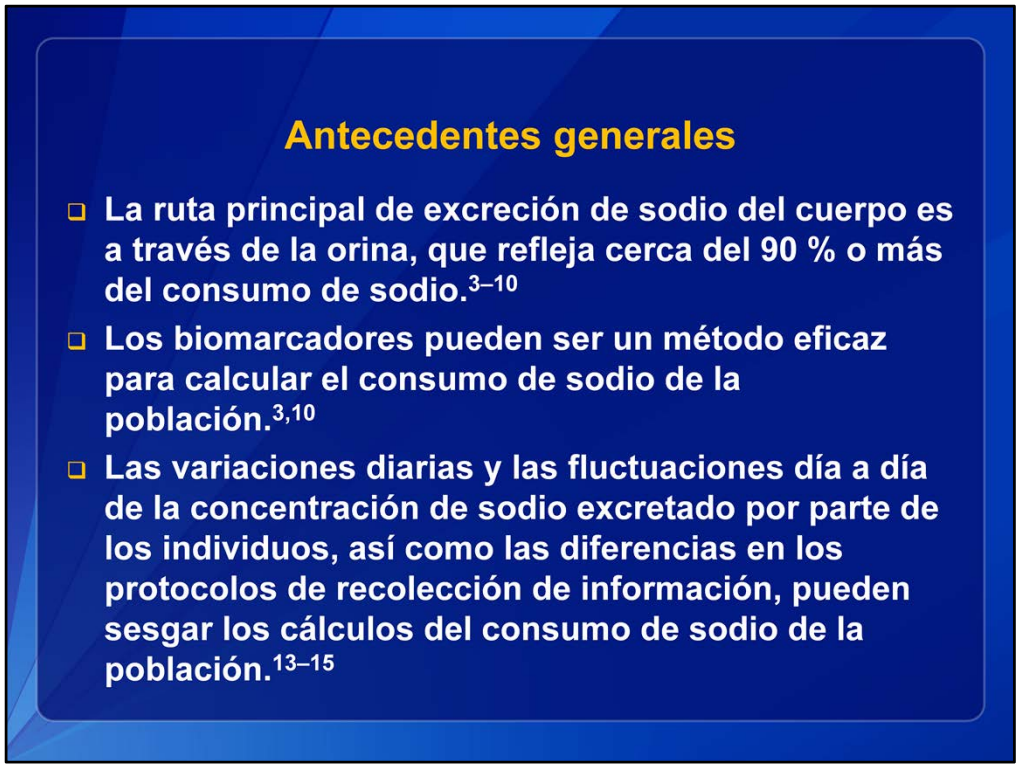
Tenga en cuenta que los términos “sal” (también denominada cloruro de sodio) y “sodio”, que aparecen a lo largo de este módulo, no son sinónimos. Los módulos de esta serie utilizan el término “sal” para referirse al cloruro de sodio y “sodio” para referirse al sodio. En la página web del kit de herramientas encontrará una tabla de conversiones para la sal y el sodio.



Los objetivos del módulo de Biomarcadores son:

1. Definir “biomarcador” y “biomarcador nuevo”.
2. Describir diversos métodos biológicos usados para determinar el consumo de sodio.
3. Tratar las limitaciones de evaluar el consumo de sodio a través de biomarcadores alternativos y nuevos.

Los biomarcadores son eventos moleculares o celulares clave que vinculan una exposición específica con una consecuencia en la salud.[2] En este caso, el consumo excesivo de sodio es la exposición específica y la presión arterial alta es la consecuencia en la salud. Se incluyen ejemplos de casos de estudio y consideraciones. Tenga en cuenta que los ejemplos y las recomendaciones ofrecidas se deberían utilizar únicamente para capacitaciones y que no implican necesariamente que sean apropiados para su país.



Bajo condiciones normales, la ruta principal de excreción del sodio del cuerpo es a través de la orina.[3] Los estudios muestran que la cantidad promedio de sodio excretado refleja alrededor del 90 por ciento o más del total del consumo de sodio.[4–9] Como tales, los biomarcadores urinarios pueden ser un método eficaz para calcular el consumo de sodio en la población.[3,10]

La información obtenida a través de este método puede ser usada para desarrollar, implementar y controlar tendencias en el consumo de sodio, así como también para evaluar la eficacia de las políticas e iniciativas de reducción de sodio.[3,10] La Iniciativa Nacional de Reducción de la Sal del Reino Unido y la ciudad de Nueva York utilizó métodos con biomarcadores para calcular el impacto de sus esfuerzos en la reducción del sodio.

Debido a variaciones individuales y diarias en la excreción del sodio, ha sido un desafío identificar un método de obtención de muestras de orina que sea simple además de preciso.[13–16]

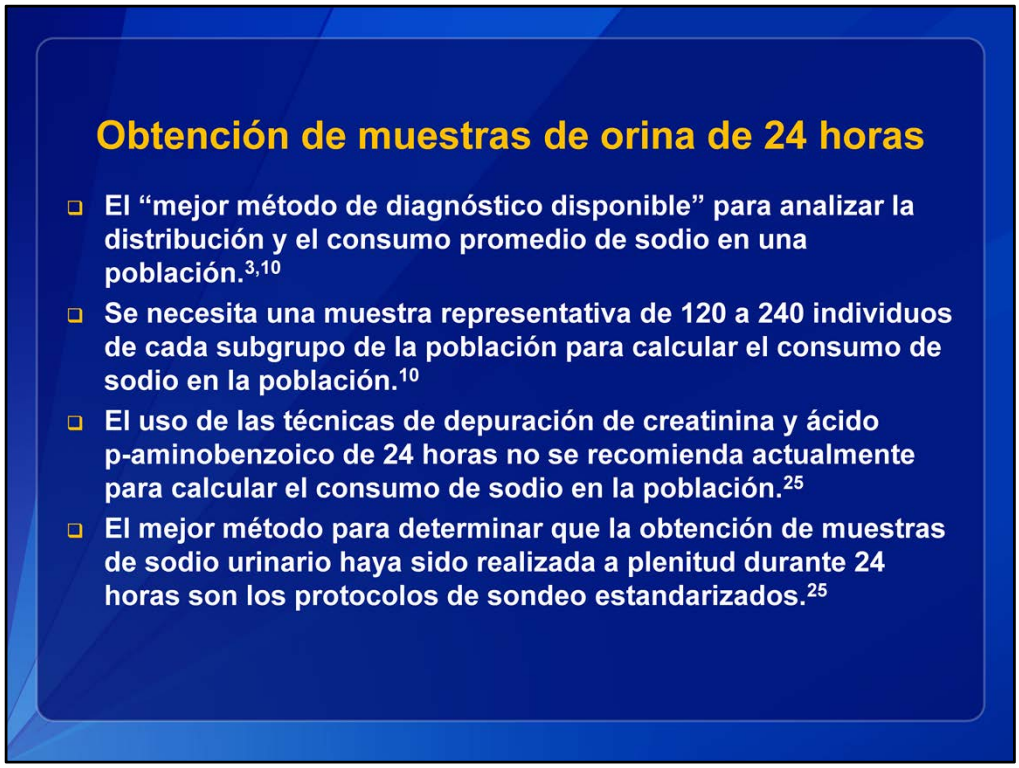
La concentración de sodio en la orina también puede fluctuar con el consumo reciente de alimentos y bebidas,[17] la actividad física,[18] el medio ambiente[19] y el uso de medicamentos.[20] Algunos antibióticos y diuréticos pueden producir resultados artificialmente elevados en la prueba y algunos corticoesteroides y fármacos antiinflamatorios no esteroideos pueden reducir artificialmente los resultados de la prueba.[20] Estos factores se deben considerar al determinar los niveles basales y las tendencias en el consumo de sodio de la población.

En individuos sanos, la variación diaria en la excreción de sodio es menor desde la medianoche hasta la mañana y mayor durante el día hasta el anochecer.[13–16,21] Lo contrario —excreciones electrolíticas de sodio más altas por la noche— ocurre entre individuos con hipertensión y entre afroamericanos.[21–24] También puede ocurrir una variación durante el proceso de recolección de información si se toman en cuenta muestras de orina incompletas o inexactas, o si el momento en que se obtienen las muestras de orina es inconsistente.[19,22]

Debido a las variaciones diarias y a las fluctuaciones día a día de la concentración de sodio excretado por parte de los individuos, así como las diferencias en los protocolos de recolección de información, los cálculos del consumo de sodio pueden ser sesgados. A pesar de estas limitaciones, evaluar el nivel de consumo de sodio en la población a través de biomarcadores urinarios puede ser una herramienta eficaz para determinar la información basal y las tendencias en el consumo de sodio de la población.

Las siguientes diapositivas describen los diversos métodos utilizados para calcular el consumo de sodio.

Se estudiaron diversos métodos biológicos para calcular el consumo de sodio en la población.[25] Estos métodos incluyen la obtención de muestras de orina de 24 horas, obtención de muestras de orina durante la noche, obtención de muestras de orina al azar o casual, y nuevos biomarcadores.[15,19,26–33] Aunque aquí se presentan todos los métodos, la obtención de muestras de orina de 24 horas es el único marcador biológico válido y fiable que se recomienda actualmente para el cálculo del consumo de sodio en la población.[34] Todavía se realizan investigaciones para estudiar la validez y fiabilidad potencial de otros métodos para calcular el consumo de sodio en la población.[34]



Las muestras de orina de 24 horas miden la concentración promedio de sodio en las muestras de orina durante el transcurso de un día de 24 horas.[3,10] Este método se considera el "mejor método de diagnóstico disponible" para determinar la distribución y el consumo promedio de sodio en una población representativa.[3,25] Debido a las variaciones diarias y de cada individuo en la excreción de sodio, el cálculo exacto de la distribución y la media del consumo de sodio de la población requiere obtener varias muestras de orina de 24 horas.[13–16]

El grupo regional de la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud, experto en la prevención de enfermedades cardiovasculares a través de la reducción de la sal en la alimentación de toda la población, elaboró un protocolo para determinar la cantidad de sodio en la población en muestras de orina de 24 horas. Según el protocolo, se necesita una muestra representativa de 120 a 240 individuos de cada subgrupo de la población para calcular el consumo de sodio en ella.[10] El valor superior del rango representa la posibilidad de tasas altas de deserción y la obtención de muestras incompletas o no válidas.[10,25]

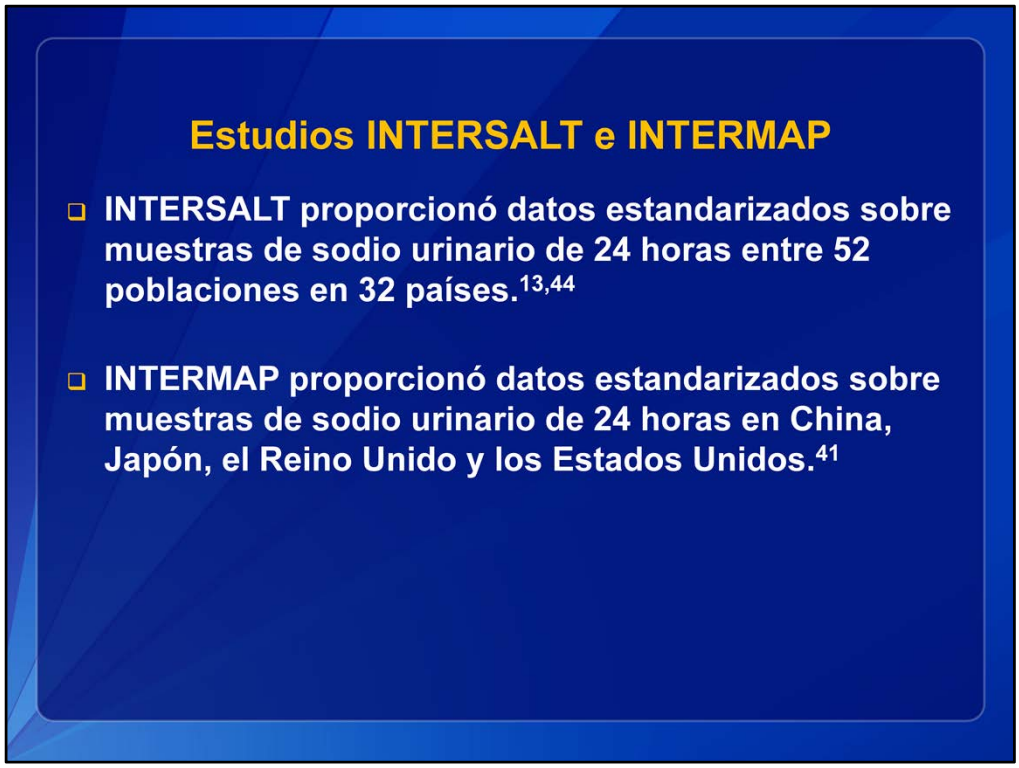
La técnica de ácido p-aminobenzoico, la obtención de muestras casuales o al azar, y la obtención de muestras de orina cronometradas durante la noche se han analizado para calcular la excreción urinaria de sodio durante 24 horas. A la fecha, estos métodos no han sido validados para su uso en el cálculo del consumo de sodio en la población.[9,25,27–29,35–40]

El mejor método disponible para determinar que la obtención de muestras de sodio urinario haya sido realizada a plenitud durante 24 horas son los protocolos de sondeo estandarizados.[25] Este método implica capacitar al personal de campo y a los participantes para que obtengan, guarden y analicen muestras de orina correctamente.[25] Tanto el estudio INTERSALT como el estudio INTERMAP utilizan protocolos de sondeo estandarizados.[40,41] Si los participantes informaron que "algo más que algunas gotas" de orina se perdieron durante la obtención de la muestra, si el volumen de orina fue menor a 250 mililitros, o si el momento en que se obtuvo la muestra no estaba dentro del rango de 20 a 28 horas, se les solicitó a los participantes que repitieran el protocolo o se usó un voluntario sustituto.[40]

Aunque la obtención de muestras de sodio urinario durante 24 horas es recomendada por la Organización Mundial de la Salud[34] y se considera "el mejor método de diagnóstico disponible" para determinar el consumo de sodio en la población,[3,25] tiene algunas limitaciones. Las limitaciones reportadas más comúnmente incluyen el alto costo de administrar y controlar la obtención de muestras, especialmente en países con ingresos bajos y medios; la dificultad para reclutar suficientes voluntarios de cada subgrupo de la población, lo que puede llevar a la obtención de muestras de orina incompletas y altas tasas de deserción; y el proceso general asociado a este método.[10,25] En un estudio, solo el 40 por ciento de los participantes proporcionó una muestra de orina de 24 horas completa.[28] Otro estudio reportó que fue necesario obtener 14 muestras separadas de sodio urinario de 24 horas, por persona por subgrupo, para obtener un cálculo válido y fiable del consumo de sodio.[42]

Sin embargo, otros estudios han reportado éxito en la obtención de muestras de sodio urinario de 24 horas válidas y fiables. Por ejemplo, datos de Finlandia, el Reino Unido y el estudio INTERSALT mostraron que las tasas de participación de los voluntarios que completaron muestras de orina de 24 horas oscilaron entre el 59 y el 80 por ciento.[11,25,43] Algunos países con "buenas" tasas de respuesta atribuyeron el éxito a la entrega de instrucciones verbales y escritas claras acerca de cómo obtener las muestras de orina, así como también una capacitación intensiva del personal de campo. Otros países, tales como el Reino Unido, utilizaron incentivos de vales para supermercado o en efectivo para fomentar el cumplimiento.[11]

En las siguientes diapositivas se tratan ejemplos de países que han utilizado las muestras de sodio urinario de 24 horas para calcular el consumo de sodio.



Los estudios INTERSALT e INTERMAP examinaron la relación entre el consumo de sodio y la presión arterial.[13,41,44] Ambos estudios calcularon el consumo de sodio examinando datos de muestras de sodio urinario de 24 horas.[13,41,44]

En el estudio INTERSALT, se obtuvieron muestras de sodio urinario de 24 horas de más de 10,000 hombres y mujeres de entre 20 y 59 años, de 52 grupos diferentes de población en 32 países. Este estudio utilizó el mayor conjunto de datos estandarizados en el mundo sobre muestras de sodio urinario de 24 horas.[13,44]

El estudio INTERMAP obtuvo muestras de sodio urinario de 24 horas de hombres y mujeres de entre 40 y 59 años, de 17 grupos de población en 4 países: China, Japón, el Reino Unido y los Estados Unidos.[41]

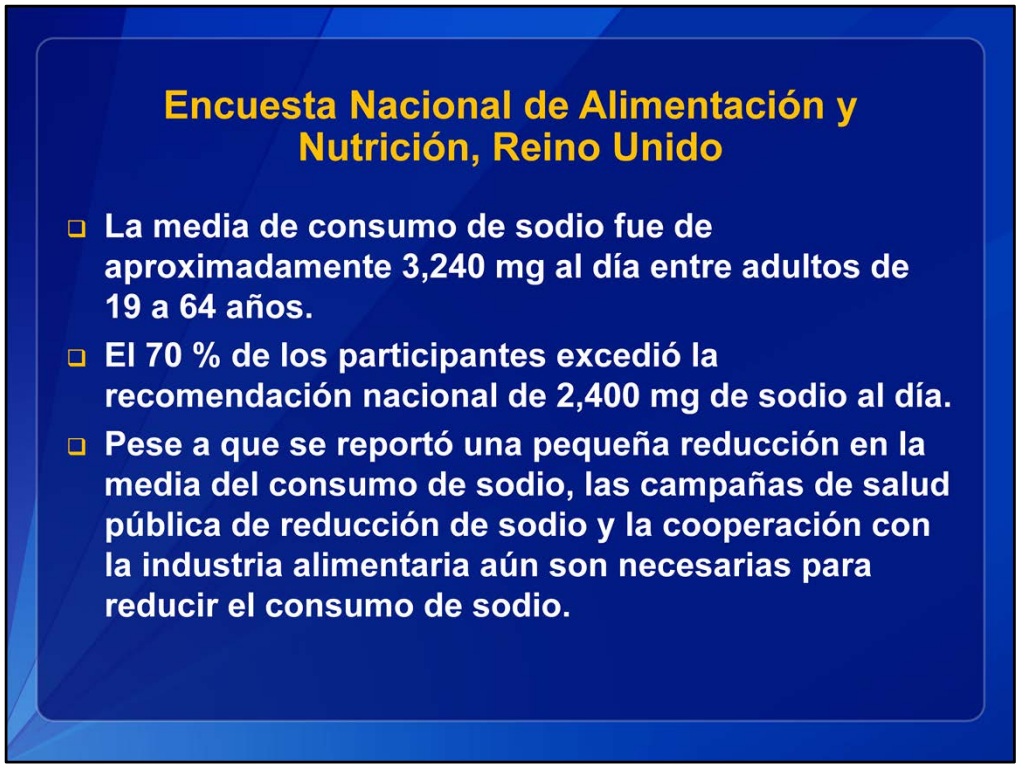
Los resultados del estudio INTERSALT mostraron que en las 52 poblaciones estudiadas, la excreción de sodio urinario de 24 horas estuvo significativamente relacionada con la mediana de presión arterial sistólica y diastólica. Una presión arterial más alta se asoció con mayor edad y la prevalencia de hipertensión.[13,44]

La mayoría de las poblaciones tuvo una media de valores de excreción de sodio urinario de 24 horas que varió entre 2,300 a 5,750 miligramos por día.[13,44] El rango general de excreción de sodio urinario de 24 horas varió desde los 23 miligramos entre los indígenas yanomami de Brasil hasta los 6,000 miligramos en hombres y 5,300 miligramos en mujeres en Tianjin, China.[13,44] Canadá, Colombia, Portugal, la República de Corea y Japón también registraron valores por encima de los 4,600 miligramos de sodio por día.[13,44]

Es interesante notar que los valores de excreción de sodio en partes del sur de China fueron menores que en el norte. Esta variación se debe en parte a diferencias regionales en los hábitos alimentarios, como el consumo de sodio, y frutas y verduras.[45]

Además de las muestras de orina de 24 horas, el estudio INTERMAP también obtuvo valores de presión arterial y múltiples registros alimentarios de 24 horas.[41] Estos registros fueron evaluados por medio del método de pasos múltiples. Para más información sobre registros alimentarios, por favor vea el módulo de Cálculo indirecto y evaluaciones alimentarias.[41]

Excepto en China, donde los valores de sodio en orina fueron más altos, el estudio INTERMAP reportó hallazgos similares a los del estudio INTERSALT respecto de las excreciones de sodio urinario de 24 horas.[41] Los resultados en adultos de los EE. UU. indicaron que la mediana de excreciones de sodio urinario de 24 horas fue más alta que los límites recomendados en la Guías Alimentarias para Estadounidenses, con una variación entre 2,500 a 3,700 miligramos de sodio por día.[41]

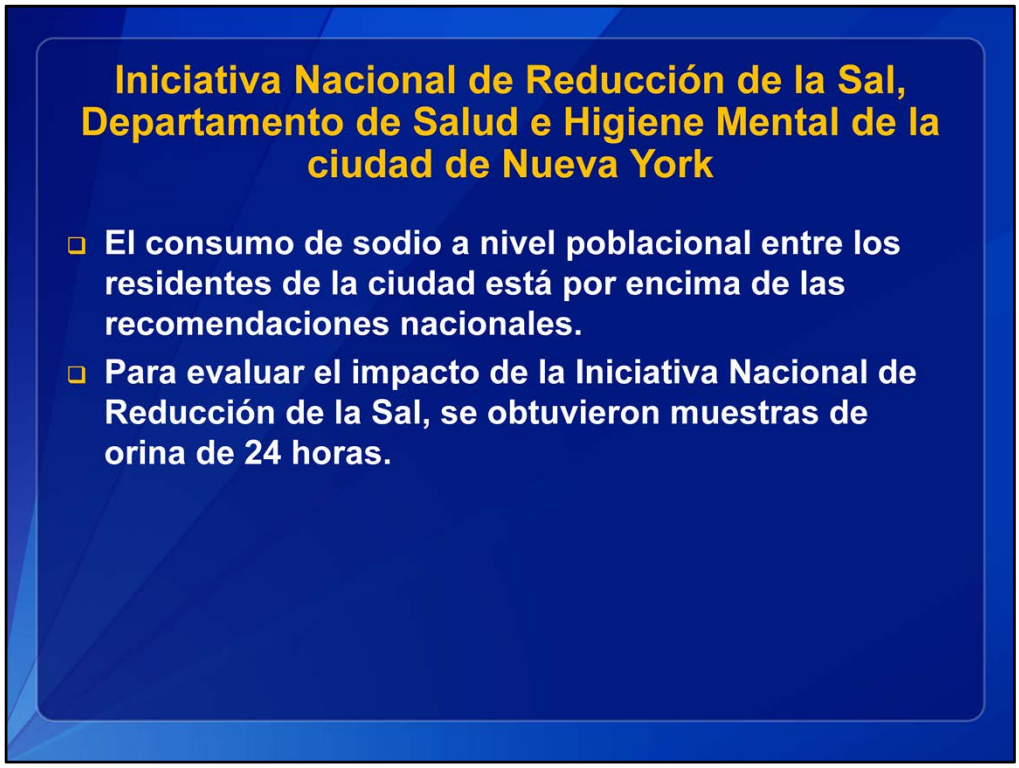


La Agencia de Normas Alimentarias del Departamento de Salud del Reino Unido estableció una iniciativa para la reducción de sal a nivel nacional con el objeto de disminuir el consumo promedio diario en la población a cerca de 2,400 miligramos de sodio o 6 gramos de sal.[11]

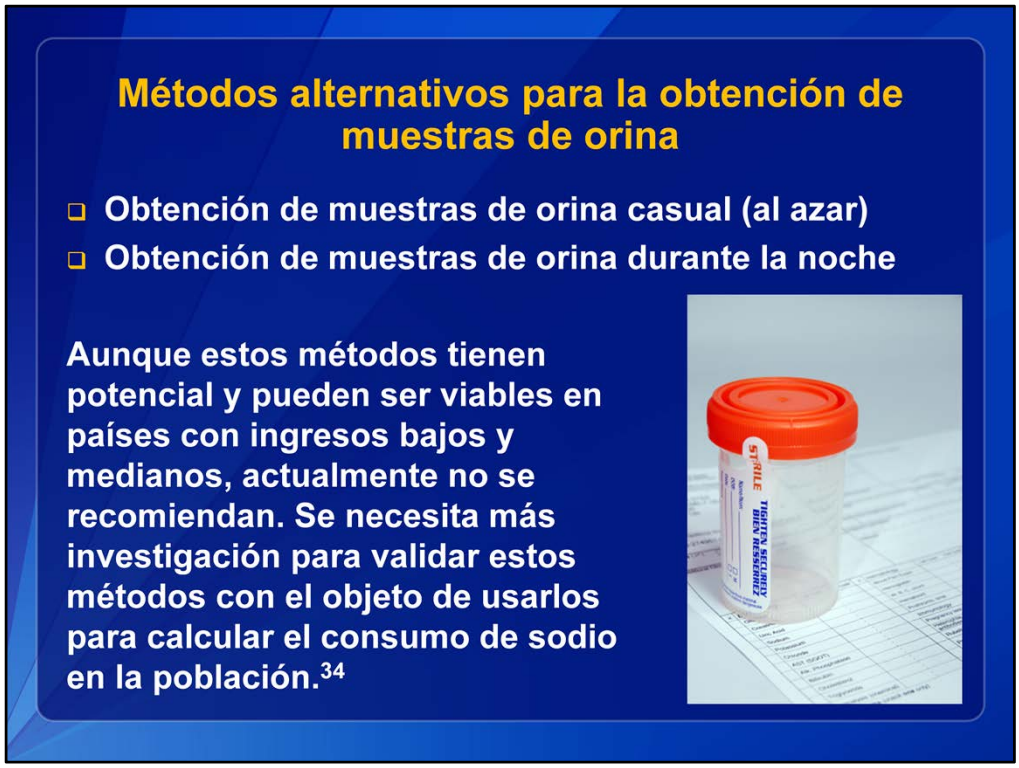
Para controlar el progreso y dar respuesta a las recomendaciones de consumo de sodio entre la población adulta, el Departamento de Salud comenzó a obtener muestras de excreciones de sodio urinario de adultos en el año 2000. Se tomaron muestras de orina de 24 horas a cerca de 600 adultos de entre 19 y 64 años que estaban inscritos en el programa de la Encuesta Nacional de Alimentación y Nutrición.

Con base en la excreción de sodio urinario, aproximadamente el 70 por ciento de los voluntarios estaba por encima de los niveles nacionales recomendados. La media de consumo diario calculada fue de aproximadamente 8.1 gramos de sal o 3,240 miligramos de sodio.

Aunque la tasa de respuesta fue del 77 por ciento, el estudio reportó un bajo número de muestras utilizables en adultos de entre 19 y 34 años. Pese a que se reportó una pequeña reducción en la media del consumo de sodio, las campañas de salud pública de reducción de sodio y la cooperación con la industria alimentaria aún son necesarias para reducir el consumo de sodio en la población británica.[11]



El Departamento de Salud e Higiene Mental de la ciudad de Nueva York lidera la Iniciativa Nacional de Reducción de Sal, una asociación de más de 85 autoridades de salud estatales y locales y organizaciones de salud nacionales que tiene como objetivo reducir el consumo de sodio de los estadounidenses en un 20 por ciento para el año 2014.[12,46] Esta iniciativa voluntaria es respaldada a través del compromiso de empresas productoras de alimentos y restaurantes para disminuir la cantidad de sodio en alimentos envasados y de restaurantes.[12,46] Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, junto con otros patrocinadores, ayudaron a financiar las evaluaciones del consumo de sodio en Nueva York a través del uso de muestras de orina de 24 horas entre 1,800 residentes de la ciudad mayores de 18 años.[12,46] La evaluación es un componente complementario al estudio de seguimiento en curso de salud cardíaca de la Encuesta de Salud Comunitaria de la Ciudad de Nueva York.



Debido a las limitaciones del uso de muestras de orina de 24 horas, se ha llevado a cabo una investigación para encontrar otros métodos para calcular el consumo de sodio en la población. Estos incluyen el uso de muestras de orina casual o al azar y muestras de orina obtenidas durante la noche.[13,27–29,31–33]

Una muestra de orina casual o al azar consiste en una sola muestra de orina.[28] Un estudio hecho a 143 mujeres estadounidenses sanas, de entre 30 y 79 años, reportó una moderada correlación entre las muestras de sodio urinario de 24 horas y las tomadas al azar.[48] Un estudio escocés también concluyó que calcular la media del consumo de sodio de la población a partir de una muestra de orina casual única es suficiente para distinguir entre subgrupos, similar a la muestra de orina de 24 horas.[49] Los resultados de la Encuesta de Salud 2012 de Inglaterra mostraron que los cálculos del consumo de sodio que se obtuvieron al utilizar muestras de orina al azar fueron similares a aquellos de otros estudios que usaron muestras de orina de 24 horas.[50]

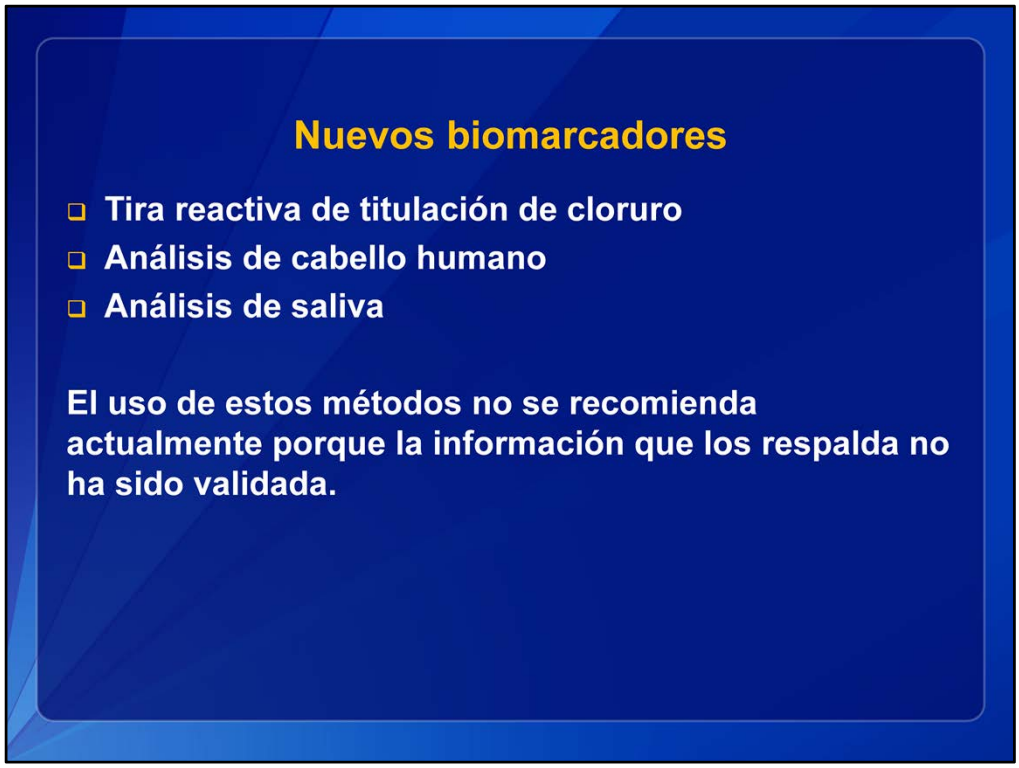
Tanaka y sus colegas desarrollaron fórmulas para calcular la media de excreción de sodio urinario de 24 horas en muestras de orina casual.[28] El estudio concluyó que "aunque este método no es apropiado para calcular la excreción de sodio y potasio individual, estas fórmulas son consideradas útiles para calcular la media de excreción de sodio y potasio de 24 horas a nivel poblacional, y están disponibles para comparar diferentes poblaciones así como también para indicar tendencias anuales de una población particular".[28]

En el estudio INTERSALT, se estableció una relación entre las muestras de orina al azar y las excreciones de sodio urinario de 24 horas.[51] Los resultados de estos estudios indican que a pesar de las limitaciones de estos métodos, las muestras de orina al azar son una posible alternativa para evaluar y controlar los niveles basales y las tendencias en el tiempo respecto del consumo de sodio en la población y subgrupos.[50]

Una muestra de orina durante la noche registra todas las muestras de orina obtenidas durante la noche y la primera orina de la mañana.[15,25] Antes de irse a dormir, los participantes vacían sus vejigas y desechan la orina. Después de que los participantes han vaciado sus vejigas, comienza la obtención de muestras de orina durante la noche. Se instruye a los participantes para que anoten la hora en que se van a dormir y la hora que es después de que se obtiene la primera orina de la mañana.

Algunos estudios han reportado una correlación razonable a moderadamente buena entre las muestras obtenidas durante la noche y las muestras de orina de 24 horas, y que la carga para los participantes fue moderada.[22] Sin embargo, la variación diaria entre los individuos con presión arterial alta y los afroamericanos puede sesgar los cálculos.[13,22,27–29,31–33]

Aunque para los países con ingresos bajos y medios puede ser más factible administrar y controlar las muestras de orina casual o al azar y las muestras de orina durante la noche, aún se investiga el uso de estos métodos.



Se han desarrollado otras técnicas para calcular el consumo de sodio en la población, entre las que se encuentran una tira reactiva de titulación de cloruro y el análisis de cabello y saliva humanos.[31–33]

Para comprender por qué una tira reactiva de titulación de cloruro puede ayudar a calcular el consumo de sodio, es importante recordar las características del cloruro de sodio, que es el nombre químico de la sal.[52] Esta contiene aproximadamente 40 por ciento de sodio y 60 por ciento de cloruro.[52] Ya que la excreción promedio de sodio refleja cerca del 90 por ciento o más del consumo de sodio,[52,53] algunos estudios han probado la funcionalidad de utilizar una tira reactiva de titulación de cloruro para calcular el consumo de sodio de la población.[31]

Aunque se ha encontrado una correlación razonable a moderadamente buena entre los cálculos de consumo de sodio que utilizan este método y las muestras de orina de 24 horas y las que se obtienen durante la noche, no se ha determinado que este método calcule precisamente el consumo de sodio en la población.[23,54] Por lo tanto, no se recomienda.

Otros estudios han analizado el sodio en el cabello humano[32] y en concentraciones de sodio en la saliva.[33] Debido a la contaminación ambiental externa, estos métodos no son recomendados para calcular el consumo de sodio en individuos o poblaciones.

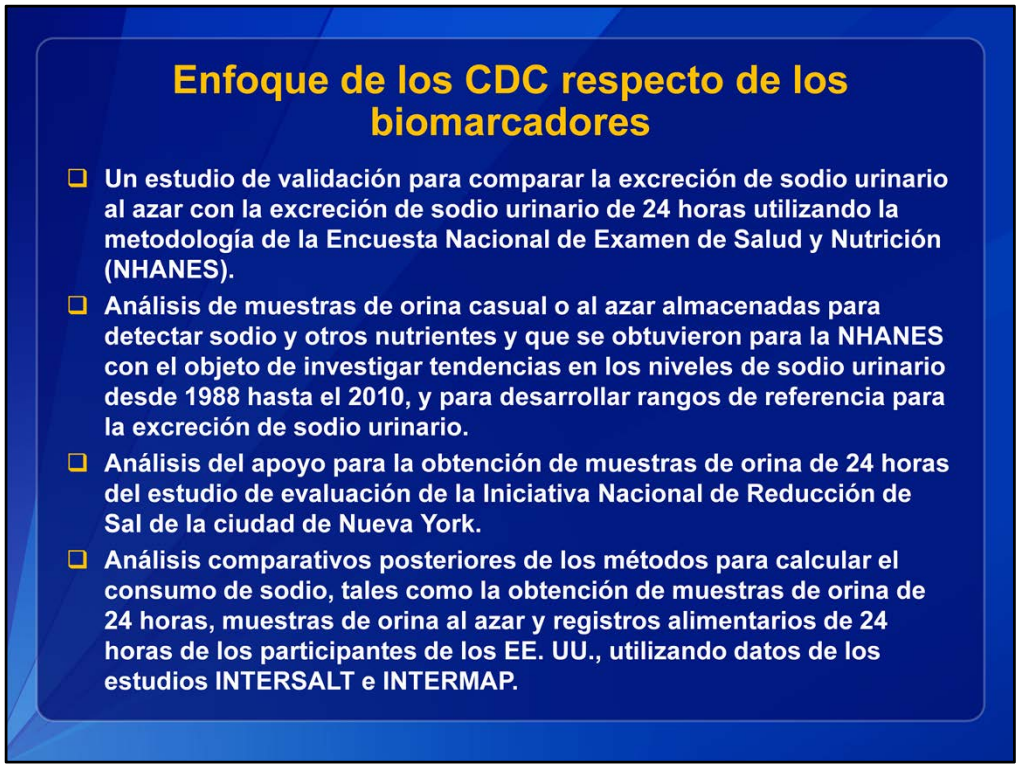
Consideraciones sobre biomarcadores

- El método de obtención de muestras de orina de 24 horas es considerado el "mejor método de diagnóstico disponible", pero puede requerir gran cantidad de recursos, y ser complejo y costoso para países de bajos y medianos ingresos.[55]
- Los métodos de obtención de muestras de orina casual o al azar, cronometradas durante la noche y de ecuaciones matemáticas son menos costosos y más fáciles de administrar, pero son menos precisos y no tan fiables.[34]
- Se necesita más investigación para desarrollar un método más simple y más factible desde el punto de vista económico para calcular el consumo de sodio en la población.
- La Organización Mundial de la Salud recomienda que los países de bajos y medianos ingresos concentren sus esfuerzos en el desarrollo de un protocolo para las muestras de orina de 24 horas y su análisis en lugar de encuestas alimentarias.[34]

Aunque el método de obtención de muestras de orina de 24 horas es considerado el "mejor método de diagnóstico disponible" para calcular el consumo de sodio en la población, puede requerir gran cantidad de recursos, y ser complejo y costoso, especialmente para países con ingresos bajos y medios.[55] Pese a que la obtención de muestras de orina casuales o al azar, cronometradas durante la noche, o las ecuaciones matemáticas son menos costosas y más fáciles de administrar, no han sido validadas para su uso en estudios a gran escala con el fin de calcular el consumo de sodio en la población.[34]

Se necesita más investigación para desarrollar un método más simple y más factible desde el punto de vista económico para calcular el consumo de sodio en la población.[34,55,56] Por ahora, la Organización Mundial de la Salud recomienda que los países con ingresos bajos y medios concentren sus recursos —principalmente— en la elaboración de un protocolo para las muestras de orina de 24 horas y su análisis.[34] Esta estrategia puede ayudar a los países a determinar los datos basales más precisos y las tendencias respecto del consumo de sodio en la población.

Además, el Instituto de Medicina recomienda que la División para la Prevención de Enfermedades Cardiacas y Accidentes Cerebrovasculares de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades lleven a cabo investigaciones adicionales sobre otros métodos de biomarcadores válidos y fiables para calcular el consumo de sodio en la población.[56] A continuación se tratan ejemplos de los esfuerzos actuales de la agencia para evaluar biomarcadores.



Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades han seguido trabajando en la medición del consumo de sodio en la población al evaluar varios métodos de biomarcadores que podrían ser económicos y factibles de implementar a nivel nacional.

El trabajo continuo de los CDC en esta área incluye los siguientes cuatro proyectos:

1. Un estudio de validación para comparar la excreción de sodio urinario única con la excreción de sodio urinario de 24 horas utilizando la metodología de la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición;
2. análisis de muestras de orina casual o al azar almacenadas para detectar sodio y otros nutrientes, y que se obtuvieron para la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición, con el fin de investigar tendencias en los niveles de sodio urinario desde 1988 hasta el 2010 y para desarrollar rangos de referencia para la excreción de sodio urinario;
3. análisis del apoyo para la obtención de muestras de orina de 24 horas del estudio de evaluación de la Iniciativa Nacional de Reducción de Sal de la ciudad de Nueva York, cofinanciado por los CDC, y
4. análisis comparativos posteriores de los métodos para calcular el consumo de sodio, tales como la obtención de muestras de orina de 24 horas, muestras de orina al azar y registros alimentarios de 24 horas de los participantes de los EE. UU., utilizando datos de los estudios INTERSALT e INTERMAP.

Los CDC compartirán los resultados de estos análisis a medida que estén disponibles.

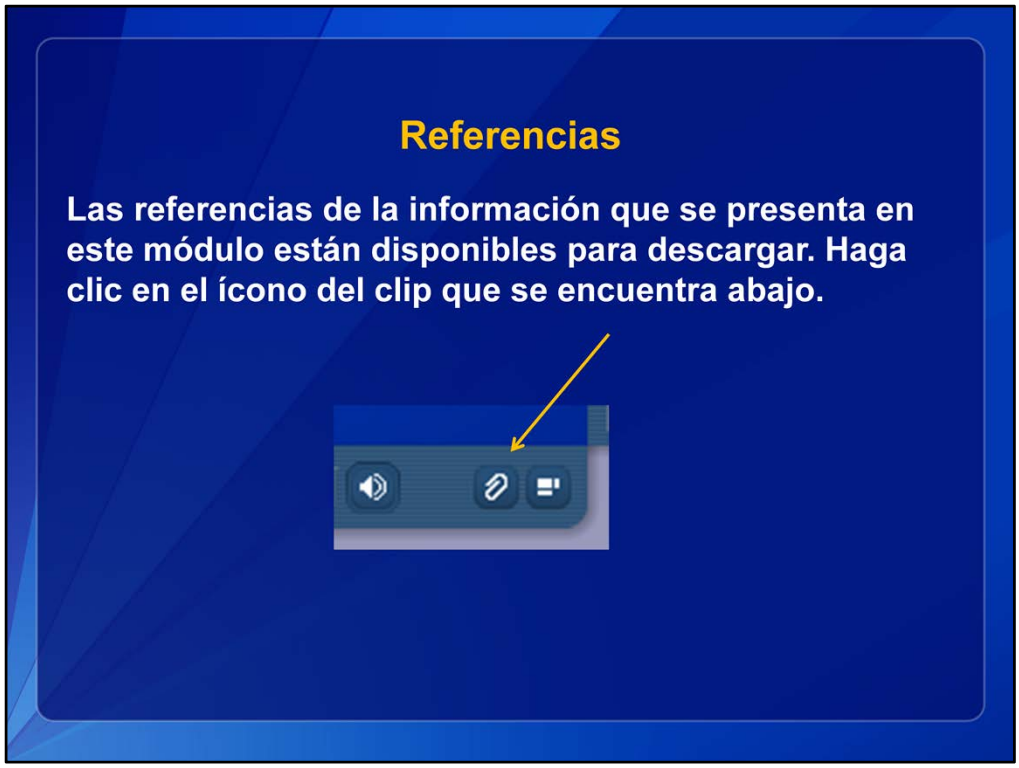
Los 10 recursos principales

1. Dyer AR, Shipley M, Elliott P, for the INTERSALT Cooperative Research Group. Urinary electrolyte excretion in 24 hours and blood pressure in the INTERSALT Study. I. Estimates of reliability. Am J Epidemiol. 1994;139:927–39.
2. Elliott P, Stamler J, Nichols R, Dyer AR, Stamler R, Kesteloot H, et al. Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. BMJ. 1996;312:1249–53.
3. Institute of Medicine. *Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States.* Washington, DC: National Academies Press; 2010.
4. Institute of Medicine. Diet*ary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate.* Washington, DC: National Academies Press; 2004. www.nap.edu/catalog/10925.html. Accessed February 4, 2013.
5. National Center for Social Research. *A Survey of 24 Hour and Spot Urinary Sodium and Potassium Excretion in a Representative Sample of the Scottish Population.* UK Food Standards Agency Web site. 2007. www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/scotlandsodiumreport.pdf. Accessed February 4, 2013.

Los recursos que se incluyen aquí proporcionan antecedentes adicionales sobre la reducción de sodio y los biomarcadores.

Los 10 recursos principales

6. Reinivuo H, Valsta LM, Laatikainen T, Tuomilehto J, Pietinen P. Sodium in the Finnish diet: II Trends in dietary sodium intake and comparison between intake and 24-h excretion of sodium. Eur J Clin Nutr. 2006;60:1160–7.
7. Pan American Health Organization. *Preventing Cardiovascular Disease in the Americas by Reducing Dietary Salt Intake Population-wide: A Pan American Health Organization Initiative.* Pan American Health Organization Web site. 2009. www.interamericanheart.org/files/saltpolicystatementengweb.pdf. Accessed February 4, 2013.
8. World Health Organization/Pan American Health Organization Regional Expert Group for Cardiovascular Disease Prevention through Population-wide Dietary Salt Reduction. *Protocol for Population Level Sodium Determination in 24-Hour Urine Samples*. Pan American Health Organization Web site. 2010. http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2010/pahosaltprotocol.pdf. Accessed February 4, 2013.
9. Stamler J, Elliott P, Dennis B, Dyer AR, Kesteloot H, Liu K, et al. INTERMAP: Background, aims, design, methods and descriptive statistics (non-dietary). J Hum Hypertens. 2003;17:591–608.
10. World Health Organization and Pan American Health Organization. *Expert Group for Cardiovascular Disease Prevention Through Population-wide Dietary Salt Reduction: Final Report*. Pan American Health Organization Web site. 2011. http://new.paho.org/hq/index.php?option=com_content&task=view&id=2015&Itemid=1757. Accessed February 4, 2013.



Las referencias de la información que se presenta en este módulo están disponibles para descargar. Haga clic en el ícono del clip que se encuentra abajo.

Con esto concluye el módulo de Biomarcadores. Revise los otros módulos para saber más acerca de las estrategias para reducir el consumo de sodio en su país.

Biomarcadores: Referencias

1. Pan American Health Organization. *Preventing Cardiovascular Disease in the Americas by Reducing Dietary Salt Intake Population-wide: A Pan American Health Organization Initiative.* Pan American Health Organization Web site. 2009. www.interamericanheart.org/files/saltpolicystatementengweb.pdf. Accessed February 4, 2013.
2. National Institute of Environmental Health Sciences. Biomarkers Web site. www.niehs.nih.gov/health/topics/science/biomarkers/index.cfm. Accessed February 4, 2013.
3. Institute of Medicine. *Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States.* Washington, DC: National Academies Press; 2010.
4. Clark AJ, Mossholder S. Sodium and potassium intake measurements: dietary methodology problems. Am J Clin Nutr. 1986;3:470–6.
5. Luft FC, Fineberg NS, Sloan RS. Overnight urine collections to estimate sodium intake. Hypertension. 1982;4:494–8.
6. McCullough ML, Swain JF, Malarick C, Moore TJ. Feasibility of outpatient electrolyte balance studies. J Am Coll Nutr. 1991;10:140–8.
7. Ovesen L, Boeing H. The use of biomarkers in multicentric studies with particular consideration of iodine, sodium, iron, folate and vitamin D. Eur J Clin Nutr. 2002;56(Suppl 2):S12–7.
8. Reinivuo H, Valsta LM, Laatikainen T, Tuomilehto J, Pietinen P. Sodium in the Finnish diet: II Trends in dietary sodium intake and comparison between intake and 24-h excretion of sodium. Eur J Clin Nutr. 2006;60:1160–7.
9. Schachter J, Harper PH, Radin ME. Comparison of sodium and potassium intake with excretion. Hypertension. 1980;2:695–9.
10. World Health Organization/Pan American Health Organization Regional Expert Group for Cardiovascular Disease Prevention through Population-wide Dietary Salt Reduction. *Protocol for Population Level Sodium Determination in 24-Hour Urine Samples*. Pan American Health Organization Web site. 2010. http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2010/pahosaltprotocol.pdf. Accessed February 4, 2013.
11. Sadler K, Nicholson S, Steer T, Gill V, Bates B, Tipping S, et al. *National Diet and Nutrition Survey-Assessment of Dietary Sodium in Adults (Aged 19–64 Years) in England, 2011.* UK Department of Health Web site. 2012. www.wp.dh.gov.uk/transparency/files/2012/06/Sodium-Survey-England-2011_Text_to-DH_FINAL1.pdf. Accessed February 4, 2013.
12. New York City Department of Health and Mental Hygiene. National Salt Reduction Initiative Web site. www.nyc.gov/html/doh/html/diseases/salt.shtml. Accessed February 12, 2013.
13. Elliott P, Stamler J, Nichols R, Dyer AR, Stamler R, Kesteloot H, et al. Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. BMJ. 1996;312:1249–53.
14. Carriquiry AL. Estimation of usual intake distributions of nutrients and foods. J Nutr. 2003;133:601S–8S.
15. Liu K, Dyer AR, Cooper RS, Stamler R, Stamler J. Can overnight urine replace 24-hour urine collection to assess salt intake? Hypertension. 1979;1:529–36.
16. Luft FC, Fineberg NS, Sloan RS. Estimating dietary sodium intake in individuals receiving a randomly fluctuating intake. Hypertension. 1982;4:805–8.
17. Kirkendall AM, Connor WE, Abboud F, Rastogi SP, Anderson TA, Fry M. The effect of dietary sodium chloride on blood pressure, body fluids, electrolytes, renal function and serum lipids of normotensive man. J Lab Clin Med. 1976;87:418–34.
18. O'Connor WJ. Normal sodium balance in dogs and in man. Cardiovasc Res. 1977;11:375–408.

19. Bingham SA, William R, Cole TJ, Price CP, Cummings JH. Reference values for analytes of 24-h urine collection known to be complete. Ann Clin Biochem. 1988;25:610–9.
20. Landry DW, Bazari H. Approach to the patient with renal disease. In: Goldman L, Schafer AI, eds. *Cecil Medicine.* 24th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2011:116.
21. Bankir L, Perucca J, Weinberger MH. Ethnic differences in urine concentration: possible relationship to blood pressure. Clin J Am Soc Neprhol. 2007;2:304–12.
22. Dyer AR, Stamler R, Grimm R, Stamler J, Berman R, Gosch FC, Emidy LA, Elmer P, et al. Do hypertensive patients have a different diurnal pattern of electrolyte excretion? Hypertension. 1987;10:417–24.
23. Pietinen PI, Findley TW, Clausen JD, Finnerty FA Jr, Altschul AM. Studies in community nutrition: estimation of sodium output. Prev Med. 1976;5:400–7.
24. Dyer AR, Martin GJ, Burton WN, Levin M, Stamler J. Blood pressure and diurnal variation in sodium, potassium, and water excretion. J Hum Hypertens. 1988;12:363–71.
25. Elliot P, Brown I. *Sodium Intakes Around the World*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2006. www.who.int/dietphysicalactivity/Elliot-brown-2007.pdf. Accessed February 4, 2013
26. Watson RL, Langford HG. Usefulness of overnight urines in population groups. Pilot studies of sodium, potassium, and calcium excretion. Am J Clin Nutr. 1970;23:290–304.
27. Kawasaki T, Itoh K, Uezono K, Sasaki H. A simple method for estimation of 24 H urinary sodium and potassium excretion from second morning voiding urine specimens in adults. Clin Exp Pharmacol Physiol. 1993;20:7–14.
28. Tanaka T, Okamura T, Miura K, Kadowaki 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 Hum Hypertens. 2002;16:97–103.
29. Pan W-H, Chen J-Y, Chen Y-C, Tsai W-Y. Diurnal electrolyte excretion pattern affects estimates of electrolyte status based on 24-hour, half-day, and overnight urine. Chin J Physiol. 1994;37:49–53.
30. 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.
31. Luft FC, Aronoff GR, Sloan RS, Fineberg NS, Miller JZ, Free AH. The efficacy of quantitative and qualitative chloride titrators in the estimation of human salt intake. Klin Worchescher. 1985;63:62–7.
32. Sasaki N. The salt factor in apoplexy and hypertension: Epidemiological studies in Japan. In: Yamori Y, ed. *Prophylactic Approach to Hypertensive Diseases.* New York: Raven Press; 1979:467–74.
33. Farleigh CA, Shepherd R, Land DG. Measurement of sodium intake and its relationship to blood pressure and salivary sodium concentration. Nutr Res. 1985;5:815–26.
34. World Health Organization and Pan American Health Organization. *Expert Group for Cardiovascular Disease Prevention Through Population-wide Dietary Salt Reduction: Final Report*. Pan American Health Organization Web site. 2011. http://new.paho.org/hq/index.php?option=com_content&task=view&id=2015&Itemid=1757. Accessed February 4, 2013.
35. Doyle AE, Chua KG, Duffy S. Urinary sodium, potassium and creatinine excretion in hypertensive and normotensive Australians. Med J Aust. 1979;2:898–900.
36. Ljungman S, Aurell M, Hartford M, Wikstrand J, Wilhelmsen L, Berglund G. Sodium excretion and blood pressure. Hypertension. 1981;3:318–26.
37. Henderson L, Irving K, Gregory J, Bates CJ, Prentice A, Perks J, et al. *National Diet and Nutrition Survey: Adults Aged 19 to 64 Years. Vitamin and Mineral Intake and Urinary Analytes.* Vol 3. UK Food Standards Agency Web site. 2003. www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/ndnsv3.pdf. Accessed February 4, 2013.
38. Mage DT, Allen RH, Kdali A. Creatinine corrections for estimating children's and adult's pesticide intake doses in equilibrium with urinary pesticide and creatinine concentrations. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2008;18:360–8.

39. Huber DR, Blount BC, Mage DT, Letkiewicz FJ, Kumar A, Allen RH. Estimating perchlorate exposure from food and tap water based on US biomonitoring and occurrence data. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2011;21:395–407.
40. Elliott P, Stamler R. Manual of operations for "INTERSALT" an international cooperative study on the relation of sodium and potassium to blood pressure. Control Clin Trials. 1988;9(Suppl):1S–118S.
41. Stamler J, Elliott P, Dennis B, Dyer AR, Kesteloot H, Liu K, et al. INTERMAP: Background, aims, design, methods and descriptive statistics (non-dietary). J Hum Hypertens. 2003;17:591–608.
42. Liu K, Cooper R, McKeever J, McKeever P, Byington R, Soltero I, et al. Assessment of the association between habitual salt intake and high blood pressure: methodological problems. Am J Epidemiol. 1979;110:219–26.
43. Laatikained T, Pietinen P, Valsta L, Sundvall J, Reinivuo H, Tuomilehto J. Sodium in the Finnish diet: 20-year trends in urinary sodium excretion among the adult population. Eur J Clin Nutr. 2006;60:965–70.
44. Dyer AR, Shipley M, Elliott P, for the INTERSALT Cooperative Research Group. Urinary electrolyte excretion in 24 hours and blood pressure in the INTERSALT Study. I. Estimates of reliability. Am J Epidemiol. 1994;139:927–39.
45. Wang D, He Y, Li Y, Luan D, Yang X, Zhai F, et al. Dietary patterns and hypertension among Chinese adults: a nationally representative cross-sectional study. BMC Public Health. 2011;11:925.
46. New York City Department of Health and Mental Hygiene. *National Salt Reduction Initiative Goals and Summary*. New York City Department of Health and Mental Hygiene Web site. www.nyc.gov/html/doh/downloads/pdf/cardio/cardio-salt-factsheet.pdf. Accessed February 4, 2013.
47. Watson RL, Langford HG. Usefulness of overnight urines in population groups. Pilot studies of sodium, potassium, and calcium excretion. Am J Clin Nutr. 1970;23:290–304.
48. Ilich JZ, Blanusa M, Orlic ZC, Orct T, Kostial K. Comparison of calcium, magnesium, sodium, potassium, zinc, and creatine concentration in 24-h and spot urine samples in women. Clin Chem Lab Med. 2009;47:216–21.
49. National Center for Social Research. *A Survey of 24 Hour and Spot Urinary Sodium and Potassium Excretion in a Representative Sample of the Scottish Population.* UK Food Standards Agency Web site. 2007. www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/scotlandsodiumreport.pdf. Accessed February 4, 2013.
50. Millett C, Laverty A, Stylianou N, Bibbins-Domingo K, Pape UJ. Impacts of a national strategy to reduce population salt intake in England: Serial cross sectional study. PLoS ONE. 2012;7(1):e29836.
51. Elliott P, Freeman J, Pryer J, Brunner E, Marmot M. Dietary protein and blood pressure: a report from the Dietary and Nutritional Survey of British Adults [abstract]. J Hypertens. 1992;109(Suppl):S141.
52. Institute of Medicine. Diet*ary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate.* Washington, DC: National Academies Press; 2004. www.nap.edu/catalog/10925.html. Accessed February 4, 2013.
53. Medical Research Council. *Why 6g? A Summary of the Scientific Evidence for the Salt Intake Target*. United Kingdom: MRC Human Nutrition Research Unit; 2005.
54. Brungel M, Kluthe R, Furst P. Evaluation of various rapid chloride tests for assessing urinary NaCl excretion. Ann Nutr Metab. 2001;45:169–74.
55. World Health Organization and Government of Canada. *Strategies to Monitor and Evaluate Population Sodium Consumption and Sources of Sodium in the Diet: A Report of a Joint Technical Meeting Convened by WHO and the Government of Canada.* Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2010. http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501699_eng.pdf. Accessed February 4, 2013.
56. Institute of Medicine. *A Population-Based Policy and Systems Change Approach to Prevent and Control Hypertension.* Washington, DC: National Academies Press; 2010.