

ORIGINAL

Evolución del estado de nutrición de yodo en los escolares de la Comunidad Autónoma del País Vasco

Juan José Arrizabalaga^{a,*}, Nerea Larrañaga^{b,c}, Mercedes Espada^d,
Pilar Amiano^{b,c}, Joseba Bidaurrezaga^e, Kepa Latorre^f y Esther Gorostiza^g

^a Sección de Endocrinología y Nutrición, Hospital Universitario de Álava-Arabako Unibertsitate Ospitalea (Hospital Santiago Ospitalea), Osakidetza-Servicio Vasco de Salud, Vitoria-Gasteiz, España

^b Subdirección de Salud Pública de Gipuzkoa, Gobierno Vasco-Eusko Jaurlaritza, Donostia-San Sebastián, España

^c CIBERESP (CIBER Epidemiología y Salud Pública)

^d Laboratorio Normativo de Salud Pública, Dirección de Salud Pública, Gobierno Vasco-Eusko Jaurlaritza, Bilbao, España

^e Subdirección de Salud Pública de Bizkaia, Gobierno Vasco-Eusko Jaurlaritza, Bilbao

^f Unidad de Investigación, Atención Primaria de Bizkaia, Osakidetza-Servicio Vasco de Salud, Bilbao, España

^g Unidad de Pediatría, Centro de Salud de Matiena, Osakidetza-Servicio Vasco de Salud, Abadiño, Bizkaia, España

Recibido el 3 de enero de 2012; aceptado el 27 de marzo de 2012

Disponible en Internet el 6 de junio de 2012

PALABRAS CLAVE

Concentración
urinaria de yodo;
Escolares;
Estudio
epidemiológico

Resumen

Introducción: Un estudio epidemiológico demostró en 1992 la existencia de deficiencia de yodo y bocio endémico en los escolares de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV).

Objetivos: 1) Conocer el porcentaje de las viviendas de escolares en las que se consume sal yodada (SY); 2) estudiar el estado de nutrición del yodo en la población escolar y comparar los datos obtenidos con los disponibles de estudios epidemiológicos anteriores.

Métodos: Estudio descriptivo transversal en 720 escolares seleccionados mediante muestreo aleatorio. Las determinaciones de concentración urinaria de yodo (CUY) se realizaron mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

Resultados: El porcentaje de consumo de SY en el domicilio fue 53,0% (intervalo de confianza [IC] del 95%, 49,2-56,7%). La mediana de las CUY ha aumentado un 226% desde los 65 µg/L de 1992, alcanzando 147 µg/L (percentil [P]₂₅, 99 µg/L; P₇₅, 233 µg/L) en la actualidad. Tanto los escolares que consumen SY en sus domicilios como los que utilizan sal sin fortificar tuvieron CUY que corresponden a ingestas adecuadas de yodo (165 y 132 µg/L respectivamente). Las CUY sufrieron grandes fluctuaciones estacionales, resultando un 55% mayores durante noviembre-febrero que durante junio-septiembre (191 µg/L frente a 123 µg/L; p < 0,001).

Discusión y conclusiones: Los escolares de la CAPV han normalizado su estado de nutrición con respecto al yodo. El patrón fuertemente estacional seguido por las CUY orienta hacia el consumo

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: JUANJOSE.ARRIZABALAGAABASOLO@osakidetza.net (J.J. Arrizabalaga).

KEYWORDS

Urinary iodine concentration;
Schoolchildren;
Epidemiologic survey

de leche y lácteos ricos en yodo procedentes de vacas alimentadas con piensos yodados como uno de los factores más importantes involucrados en el aumento producido en la ingesta del micronutriente desde 1992.

© 2012 SEEN. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Changes in iodine nutrition status in schoolchildren from the Basque Country**Abstract**

Background: An epidemiologic survey showed in 1992 iodine deficiency and endemic goiter in schoolchildren from the Basque Country.

Objectives: 1) To determine the percentage of homes of schoolchildren where iodized salt (IS) is used; 2) to assess iodine nutrition status in schoolchildren and to compare the data collected to those available from previous epidemiological studies.

Design and Methods: A cross-sectional study in 720 randomly selected schoolchildren. Urinary iodine concentration (UIC) was measured using high-performance liquid chromatography (HPLC) with electrochemical detection.

Results: IS was used at 53.0% of the homes (95% confidence interval [CI], 49.2-56.7%). Median UIC has increased by 226%, from 65 µg/L in 1992 to 147 µg/L (percentile [P], P₂₅, 99 µg/L; P₇₅, 233 µg/L) today. Both schoolchildren consuming IS and those using unfortified salt at their homes had UICs corresponding to adequate iodine intakes (165 and 132 µg/L respectively). UICs experienced great seasonal fluctuations, being 55% higher during the November-February period than in June-September period (191 µg/L vs 123 µg/L; $p < 0.001$).

Conclusions: Schoolchildren from the Basque Country have normalized their iodine nutrition status. The strong seasonal pattern of UICs suggests that consumption of milk and iodine-rich dairy products coming from cows feed iodized fodder is one of the most significant factors involved in the increase in iodine intake since 1992.

© 2012 SEEN. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El yodo es un nutriente esencial para todas las especies animales. Los seres humanos necesitan entre 90 y 290 µg diarios de yodo, según edad y situación fisiológica, para tener un crecimiento y desarrollo normales y para la conservación de la salud¹. En los seres humanos, la deficiencia de yodo (DY) produce un amplio espectro de efectos adversos, denominados en su conjunto trastornos causados por deficiencia de yodo (TDY)². La consecuencia más visible y conocida de la DY es el bocio, pero los efectos más graves tienen lugar sobre el sistema nervioso central durante su desarrollo, pudiéndose producir daño cerebral irreversible con trastornos psicomotores de gravedad variable, desde deficiencias neurológicas y cognitivas sutiles hasta la situación más extrema, el cretinismo y, entre ambos, diferentes grados de déficit en las capacidades motoras y de aprendizaje y en la audición³⁻⁹.

La mayor parte del yodo de la superficie del planeta se encuentra en los océanos y mares, a donde fueron arrastradas grandes cantidades de yodo soluble desde la superficie terrestre por el agua de los deshielos, de la nieve y de la lluvia a lo largo de la evolución geológica¹⁰. Solo un limitado número de alimentos, los de origen marino, son ricos en yodo, exceptuando la sal marina, que tiene un bajo contenido de dicho oligoelemento. En cambio, el contenido natural de yodo del resto de los alimentos es bajo porque, debido a que los terrenos y las aguas dulces superficiales son, en general, pobres en dicho elemento, la concentración del micronutriente en las plantas terrestres es, también,

baja, al igual que en los tejidos de los animales que se nutren de dichas aguas y plantas¹⁰. Esta característica geoquímica de la corteza terrestre ha determinado secularmente ingestas insuficientes de yodo por la población de la mayor parte de las áreas geográficas del planeta y el padecimiento de TDY¹¹⁻¹⁷. También los animales de esas áreas geográficas sufren DY y TDY, produciéndose una merma muy importante de la productividad avícola y ganadera como consecuencia de la reducción de la capacidad reproductora de las aves, ovejas, cabras y ganados vacuno y porcino, de la disminución de la supervivencia de las crías, y de la menor producción de carne, leche y lana condicionadas por la DY¹⁸.

El método de yodación recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la eliminación de la DY y la prevención y el control de los TDY es la fortificación de la sal con yodo^{16,17,19-22}. En España, el Real Decreto 1424/1983 estableció la Reglamentación Técnico-Sanitaria que regula la obtención, circulación y venta de la sal y salmueras comestibles, definiendo a la sal yodada (SY) como sal refinada a la que se le ha añadido yoduro potásico, yodato potásico, u otro derivado yodado autorizado por la Dirección General de Salud Pública, en la proporción conveniente para que el producto terminado contenga 60 miligramos de yodo por kilogramo de sal (es decir, 60 ppm de yodo), admitiéndose una tolerancia de $\pm 15\%$ ²³.

Un estudio epidemiológico realizado entre 1988 y 1992 puso de manifiesto la existencia de DY y de bocio endémico en los escolares de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV)²⁴. A raíz de dichos hallazgos, y con el objetivo

de prevenir y controlar los TDY, se desarrollaron diversas iniciativas de tipo informativo y de educación para la salud dirigidas a promover la utilización de SY en lugar de la sal sin fortificar por la población, y especialmente por los segmentos de población más vulnerables a los efectos de la DY (niños, mujeres en edad fértil, y mujeres embarazadas y lactantes), una de ellas mediante una campaña masiva en 1998 a cargo del Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco.

Con el fin de evaluar los resultados de dichas intervenciones sanitarias y de disponer de información actualizada relativa al estado nutricional de yodo en los escolares, la Dirección de Salud Pública del Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco incluyó en la «Encuesta de Nutrición 2005: hábitos alimentarios y estado de salud de la población vasca de 4 a 18 años»²⁵ los 2 indicadores fundamentales para conocer la eficacia de los programas de salud pública que se basan en la utilización de SY para la prevención y el control de los TDY, esto es, el porcentaje de utilización de SY en las viviendas familiares y la mediana de la concentración urinaria de yodo^{16,17}. En situación de ingesta estable de yodo, una cantidad equivalente a aproximadamente el 92% del nutriente ingerido se elimina diariamente a través de la orina¹. La mediana de la concentración urinaria de yodo determinada en un número suficiente de muestras casuales de orina ha demostrado ser el principal y el más práctico de los indicadores bioquímicos para estimar la ingesta reciente de yodo y el estado de nutrición relativo a dicho oligoelemento en las colectividades²⁶, por lo que la OMS, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, en sus siglas en inglés) y el Consejo Internacional para la Lucha contra los Trastornos causados por Deficiencia de Yodo (ICCIDD, en sus siglas en inglés), recomiendan su utilización como marcador biológico, tanto de exposición a la DY, como de impacto de las intervenciones para la prevención y el control de la DY^{16,17}.

Los objetivos del presente estudio fueron: 1) conocer la penetración de la SY en los hogares de los escolares y la situación nutricional con respecto al yodo en ese segmento de la población, y 2) analizar la evolución habida en el estado de nutrición relativo al yodo en dicho colectivo entre 1992 y 2005, mediante la comparación de los datos de la «Encuesta de Nutrición 2005» con los de los 2 estudios realizados con anterioridad también en población escolar, el estudio epidemiológico finalizado en 1992²⁴ y el llevado a cabo en centros escolares centinela en 1998²⁷.

Material y métodos

La investigación para conocer el estado nutricional de yodo en la población de niños y adolescentes de la CAPV se realizó en el marco de la «Encuesta de Nutrición 2005: hábitos alimentarios y estado de salud de la población vasca de 4 a 18 años», un estudio epidemiológico transversal que describe la distribución de diversos parámetros nutricionales en relación con las variables sociodemográficas²⁵. La «Encuesta de Nutrición 2005», cuyo objetivo principal fue conocer el estado de salud nutricional y sus determinantes en la población compuesta por niños y adolescentes residentes en domicilios privados de la CAPV e identificar los principales grupos de riesgo nutricional, fue promovida por

la Dirección de Salud Pública del Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco y se halla incluida en el Plan Vasco de Estadística. La «Encuesta de Nutrición 2005» fue aprobada por el Comité de Ética del Hospital Donostia, de la red Osakidetza-Servicio Vasco de Salud.

Población

La población objetivo de la «Encuesta de Nutrición 2005» estuvo formada por las personas de 4 a 18 años de edad residentes en los domicilios privados de la CAPV. Los domicilios privados elegibles fueron los 5.212 contactados en la «Encuesta de Salud de la CAPV 2002» tras ser seleccionada la vivienda mediante un muestreo aleatorio en 2 etapas²⁸. En la primera etapa se realizó un muestreo aleatorio estratificado proporcional de secciones censales (conglomerados desiguales), siendo 2 las estratificaciones, una geográfica (por áreas sanitarias) y otra socioeconómica (por comarcas sanitarias). En la segunda etapa se hizo un muestreo aleatorio sistemático circular de viviendas ocupadas dentro de cada sección censal con el fin de recoger la estratificación sociodemográfica correlacionada con la ubicación regional. Para la «Encuesta de Nutrición 2005» se escogieron todas las viviendas contactadas en la «Encuesta de Salud de la CAPV 2002» en las que residían familias con miembros de 4 a 18 años de edad, incluyéndose en el estudio solamente a un miembro de dicha edad de cada familia. En aquellas familias que tenían 2 o más sujetos con dicha edad la selección se realizó mediante muestreo aleatorio simple. La población contemplada en el presente manuscrito, «Estado de nutrición de yodo en los escolares de la Comunidad Autónoma del País Vasco: evolución entre 1992 y 2005», fue la correspondiente al subgrupo constituido por todos los individuos de 6 a 14 años de edad de la «Encuesta de Nutrición 2005».

Tamaño muestral

Assumiendo una participación del 90% de la muestra efectiva de la «Encuesta de Salud de la CAPV 2002», se calculó el tamaño muestral necesario para poder realizar las estimaciones de los parámetros nutricionales más relevantes de la «Encuesta de Nutrición 2005», así como para el estudio de la prevalencia de sobrepeso y obesidad (con un error muestral estimado del 2%), fijándose el mismo en 1.182 individuos.

Para estimar la ingesta de yodo en un colectivo con un intervalo de confianza del 95% y dentro de un rango de precisión de $\pm 10\%$ son necesarias unas 125 muestras casuales de orina, mientras que para conseguir un rango de precisión de $\pm 5\%$ se necesitan alrededor de 500²⁹.

Métodos

La encuesta se realizó mediante entrevista personal en su propia vivienda a los sujetos seleccionados o, en su caso, a sus tutores. Se recogió la información correspondiente a las variables sociodemográficas y se cumplimentaron 2 cuestionarios de dieta, uno de recuerdo de 24 horas y otro de frecuencia de consumo alimentario, así como un cuestionario sobre actitudes y conocimientos acerca de la nutrición y otro sobre salud y hábitos de vida. Entre las variables

sociodemográficas se incluyó el grupo sociodemográfico de la unidad familiar seleccionada, según la siguiente agrupación: 1) alto (grupo I: directivos de la administración y de las empresas, altos funcionarios, profesionales liberales y técnicos superiores; grupo II: directivos y propietarios gerentes del comercio y de los servicios personales, técnicos no superiores, artistas y deportistas); 2) medio (grupo III: cuadros y mandos intermedios, administrativos y funcionarios y personal de los servicios de protección y seguridad) y 3) bajo (grupo IV: trabajadores manuales cualificados y semicualificados de la industria, comercio y servicios; y grupo V: trabajadores no cualificados)²⁵. También se recogió información sobre el tipo de sal utilizado por la familia, se pesó y talló a los participantes y se les midió la presión arterial. Así mismo, a los que contaban con autorización para ello, se les tomaron muestras de sangre capilar para análisis de colesterol y de orina para análisis de la concentración urinaria de yodo y de electrolitos en la misma.

Consumo de sal yodada

Durante la entrevista se indagó sobre el tipo de sal consumida en la vivienda preguntando a la persona responsable de la alimentación en la familia sobre el tipo de sal utilizada en el hogar (sal refinada, sal refinada marina, sal yodada, sal fluorada o sal yodofluorada) y se confirmó la respuesta mediante la lectura de la etiqueta del paquete de sal disponible en el domicilio. En los casos en los que no se dispuso de la etiqueta para la comprobación, se recogió una muestra (de aproximadamente 2 gramos) de sal del recipiente de sal de la cocina para la determinación de su contenido de yodo. En las viviendas en las que se disponía de más de un tipo de sal, la muestra se tomó del envase de la sal más consumida por la familia.

Concentración urinaria de yodo

Para la determinación de la concentración urinaria de yodo (CUI) se recogió una muestra de orina de la primera micción de la mañana (10 mL) en tubos de polipropileno (sin ningún conservante) en aquellos niños y adolescentes en los que se dispuso de autorización para ello. Las muestras se refrigeraron entre 2 y 8° C, siendo entregadas en un período inferior a 24 horas en los Laboratorios Territoriales de Salud Pública, donde fueron congeladas a -20° C antes de su envío al Laboratorio Normativo de Salud Pública del Gobierno Vasco para su procesamiento. La determinación de la CUI se realizó mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC en sus siglas en inglés) con detección electroquímica³⁰.

Procedimientos

Para evaluar la situación nutricional con respecto al yodo se siguieron los criterios establecidos por la OMS, el UNICEF y el ICCIDD para la población escolar^{16,17}. De acuerdo con dichos criterios, la ingesta de yodo de los escolares se clasifica a partir del valor de la mediana de las CUI del colectivo según los siguientes puntos de corte e intervalos: mediana de las CUI <100 µg/L, deficiencia de yodo (de 50 a 99 µg/L, deficiencia leve; de 20 a 49 µg/L, deficiencia moderada;

menor de 20 µg/L, deficiencia grave); 100-199 µg/L, ingesta adecuada de yodo; 200-299 µg/L, ingesta de yodo superior a la recomendada; y ≥300 µg/L, ingesta excesiva de yodo.

Análisis estadístico

Las variables se han expresado mediante medidas de tendencia central y de dispersión en el caso de la variable cuantitativa (CUI), mientras que para las cualitativas o categóricas (sexo, año de edad, clase socioeconómica y tipo de sal consumida en el hogar) se emplearon frecuencias absolutas y relativas (porcentajes, con sus intervalos de confianza). Debido al tipo de muestreo, para la realización de los cálculos se introdujo el efecto diseño y se ajustaron los estimadores.

Dado que los valores de la concentración urinaria de yodo no suelen seguir una distribución normal en las poblaciones, para expresar los resultados de las CUI se deben utilizar las medianas y los rangos intercuartílicos como medidas de tendencia central y de dispersión respectivamente^{16,17}. Para el análisis de las diferencias entre las medianas de las CUI se utilizaron pruebas no paramétricas, el test de la U de Mann-Whitney para la comparación de 2 medianas y el de Kruskal-Wallis para la de más de 2 medianas. Las comparaciones entre las frecuencias de las variables categóricas se realizaron mediante la prueba de la χ^2 (ji cuadrado) de Pearson, aplicándose el test exacto de Fisher cuando el número de efectivos lo requirió.

El umbral de significación escogido para los análisis estadísticos fue el 5% ($p < 0,05$). También se muestran los valores de las estimaciones con una significación menor del 10% ($p < 0,1$). El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa SPSS, versión 15.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, Estados Unidos).

Resultados

El trabajo de campo de la «Encuesta de Nutrición 2005: hábitos alimentarios y estado de salud de la población vasca de 4 a 18 años» fue iniciado el 1 de marzo de 2004 y su finalización tuvo lugar el 28 de febrero de 2005. A continuación, se presentan los resultados correspondientes al colectivo de escolares de 6 a 14 años de edad ($n = 720$).

Población estudiada

El porcentaje de viviendas elegidas y no contactadas durante la realización de la «Encuesta de Nutrición 2005» (por ausencia prolongada, vivienda derruida, traslados y otros) fue de 11,2%, mientras que las negativas a la participación alcanzaron el 11,7% del total de viviendas elegibles, lo que supone una tasa inicial de respuesta del 77,1%. En ambas circunstancias se procedió al reemplazo por personas de la misma edad y sexo, obteniéndose una muestra definitiva compuesta por 1.178 personas de 4 a 18 años de edad (99,7% del tamaño muestral planificado).

De los 1.178 sujetos de 4 a 18 años de edad seleccionados de forma aleatoria, 720 fueron escolares de 6 a 14 años de edad, 354 niños (49,2%) y 366 niñas (50,8%). De ellos, 5 fueron excluidos del estudio para conocer el tipo de sal que consumían en su vivienda por presentar datos incompletos

Tabla 1 Distribución de las concentraciones urinarias de yodo ($\mu\text{g/L}$) en los escolares de 6-14 años de edad según sexo, año de edad, grupo socioeconómico y tipo de sal consumida en el domicilio (n = 657)

Variable	Muestra		CUY ($\mu\text{g/L}$)			Significación estadística (valor de p)
	n	%	Mediana	P ₂₅	P ₇₅	
Sexo						
Niños	327	49,8	154	100	251	0,122
Niñas	330	50,2	138	95	223	
Edad (años)						
6	59	9,0	148	100	244	0,434
7	73	11,1	131	99	240	
8	77	11,7	161	103	267	
9	83	12,6	136	95	199	
10	66	10,0	178	115	241	
11	83	12,6	161	102	275	
12	70	10,7	139	85	251	
13	80	12,2	121	85	230	
14	66	10,0	148	91	202	
Grupo socioeconómico						
Alto	215	32,7	148	97	249	0,284
Medio	114	17,4	171	109	227	
Bajo	328	49,9	138	94	230	
Tipo de sal						
Sal yodada	352	53,6	165	106	271	<0,001
Sal sin fortificar	305	46,4	132	82	196	
TOTAL	657	100,0	147	99	233	

P₂₅: Percentil 25 de la distribución observada; P₇₅: Percentil 75 de la distribución observada.

Los valores de las medianas de las concentraciones urinarias de yodo (CUY), y del P₂₅ y P₇₅ se han calculado mediante ponderación, teniendo en cuenta el efecto del diseño muestral.

Valor de p: valor de significación estadística alcanzada en la prueba de contraste de hipótesis (test de Mann-Whitney para sexo y para tipo de sal consumida en el domicilio y test de Kruskal-Wallis para edad y para grupo socioeconómico).

en sus registros (ausencia de datos relativos al grupo socioeconómico y/o al tipo de sal consumida en el domicilio), con lo que el número final de sujetos contemplados en los cálculos estadísticos relacionados con el consumo de SY en las viviendas fue de 715 (99,3%). El número de autorizaciones para recoger muestras de orina fue de 660 (91,7%), si bien el número de yodurias consideradas para el análisis estadístico fue de 657 (91,2%), tras ser excluidos 3 sujetos, uno de ellos por no haberse podido recoger su orina y los otros 2 por presentar datos incompletos en sus fichas (ausencia del dato grupo socioeconómico y del dato tipo de sal consumida en el domicilio respectivamente).

Tipo de sal consumida en las viviendas (n = 715)

En 79 de las viviendas no se pudo objetivar durante la visita efectuada el tipo de sal utilizada por la familia, procediéndose a recoger una muestra de la sal del recipiente de la cocina para el análisis de su contenido de yodo. En 38 de las muestras (48,1%) el yodo fue indetectable y en las restantes 41 (51,9%) el contenido del oligoelemento estuvo comprendido entre 10 y 99 $\mu\text{g/g}$ de sal, con una concentración media (y una desviación estándar) de 41,0 (18,3) $\mu\text{g/g}$ de sal.

Los porcentajes de consumo de SY y de sal sin fortificar en el domicilio fueron 53,0% (intervalo de confianza [IC] del 95%, 49,2-56,7%) y 47,0% (IC del 95%, 43,2-50,8%), respectivamente. Las diferencias en los porcentajes de consumo de sal fortificada no fueron significativas en los 3 grupos socioeconómicos considerados: alto, 52,8%; medio, 57,5%; y bajo, 51,6% (p = 0,528).

Concentraciones urinarias de yodo (n = 657)

Las CUY se cuantificaron solamente hasta valores de 400 $\mu\text{g/L}$, siendo comunicados por el laboratorio los valores superiores como «mayor de 400 $\mu\text{g/L}$ ». Hubo 48 yodurias superiores a 400 $\mu\text{g/L}$ (7,3%).

En la [tabla 1](#) se muestra la distribución de las CUY según sexo, año de edad, grupo socioeconómico y tipo de sal consumida en la vivienda. La mediana de las yodurias de la población estudiada fue de 147 $\mu\text{g/L}$ (P₂₅, 99 $\mu\text{g/L}$ y P₇₅, 233 $\mu\text{g/L}$; rango intercuartílico, 134 $\mu\text{g/L}$; relación P₇₅-P₅₀/P₅₀-P₂₅ = 1,79). La de los escolares en cuyos domicilios se utilizaba SY fue un 25% mayor que la de los escolares en cuyos hogares se consumía sal sin fortificar con yodo, siendo la diferencia estadísticamente significativa (165 frente a 132 $\mu\text{g/L}$; p < 0,001). La mediana de las CUY fue mayor

Tabla 2 Evolución del estado de nutrición de yodo en los escolares de la Comunidad Autónoma del País Vasco (1992-2005)

Estudio	Edad (años)	Concentración urinaria de yodo ($\mu\text{g/L}$)						
		n	Media (DE)	Mediana	Distribución de frecuencias ^a			
					<50 $\mu\text{g/L}$ (%)	<100 $\mu\text{g/L}$ (%)	100-299 $\mu\text{g/L}$ (%)	≥ 300 $\mu\text{g/L}$ (%)
Epidemiológico (1988-1992) ²⁴	6-14	542	73,6 (42,4)	65 ^b	27,8-37,5	71,3-82	18-28,7	0
Centros centinela (1998) ²⁷	6-12	236	140,0 (111,9)	111	8,5	41,5	52,1	6,4
Encuesta de Nutrición (2004-2005) ²⁵	6-14	657	^c	147	4,9	26,1	58,4	15,5

DE: desviación estándar.

^a Definidas según los puntos de corte e intervalos de referencia propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y el Consejo Internacional para la Lucha contra los Trastornos causados por Deficiencia de Yodo (ICCIDD)^{16,17}.

^b Estimada según de Benoist et al.¹⁵

^c Las concentraciones urinarias de yodo se cuantificaron solamente hasta valores de 400 $\mu\text{g/L}$, siendo comunicados por el Laboratorio Normativo de Salud Pública del Gobierno Vasco los valores superiores como «mayor de 400 $\mu\text{g/L}$ », motivo por el que no ha sido posible calcular la media y la desviación estándar de la concentración urinaria de yodo. De todos modos, el valor de la media de las concentraciones urinarias de yodo supera los 175 $\mu\text{g/L}$, ya que aún asumiendo el mínimo valor posible de las yodurias superiores a 400 $\mu\text{g/L}$, es decir, 401 $\mu\text{g/L}$, la media (DE) resultante sería de 175,8 (103,4) $\mu\text{g/L}$.

en niños que en niñas, aunque la diferencia no alcanzó significación estadística. Tampoco se hallaron diferencias significativas en las yodurias según la edad o el grupo socioeconómico.

La excreción urinaria de yodo no fue constante a lo largo de los 12 meses de duración del estudio (desde marzo de 2004 hasta febrero de 2005), sino que sufrió grandes variaciones de tipo estacional, alcanzando valores mínimos durante el verano y la primera mitad del otoño y máximos durante el final del otoño y durante la primera mitad del invierno. La mediana de las CUY de las muestras de orina recogidas desde noviembre de 2004 hasta febrero de 2005 fue un 55% mayor que la de las muestras de orina recogidas desde junio hasta septiembre de 2004 (191 $\mu\text{g/L}$ frente a 123 $\mu\text{g/L}$; $p < 0,001$), con un valor intermedio durante la primavera (153 $\mu\text{g/L}$), muy próximo al de la mediana de las muestras de orina del estudio completo (147 $\mu\text{g/L}$). El valor de la mediana de la CUY se mantuvo dentro del intervalo 100-199 $\mu\text{g/L}$ excepto desde noviembre de 2004 hasta enero de 2005, período de tiempo durante el que lo superó ligeramente (217 $\mu\text{g/L}$).

En cuanto a la distribución de los intervalos de las CUY (<50 $\mu\text{g/L}$; 50-99 $\mu\text{g/L}$; 100-199 $\mu\text{g/L}$; 200-299 $\mu\text{g/L}$; y > 300 $\mu\text{g/L}$) según sexo, edad, grupo socioeconómico y tipo de sal consumida en el domicilio, solo existieron diferencias significativas entre los escolares que consumen sal yodada en su domicilio en comparación con los que consumen sal sin fortificar (χ^2 : $p < 0,001$ en todos los intervalos de las CUY). En la figura 1 se muestran la distribución de las frecuencias de las CUY agrupadas en intervalos y los porcentajes de las yodurias extremas según el tipo de sal consumida en la vivienda. Los porcentajes de yodurias inferiores a los 50 y 100 $\mu\text{g/L}$ fueron 4,9% (IC del 95%: 3,1-6,7%) y 26,1% (IC del 95%: 22,6-29,6%), respectivamente, mientras que el porcentaje de yodurias iguales o superiores a 300 $\mu\text{g/L}$ fue de 15,5% (IC del 95%: 12,6-18,4%).

El porcentaje de yodurias menores de 100 $\mu\text{g/L}$ fue significativamente menor en los escolares en cuyos domicilios se consumía SY en comparación con el de los escolares en cuyos hogares se utilizaba sal sin fortificar (20,9 frente a 32,1%; $p < 0,001$), mientras que el porcentaje de yodurias iguales o superiores a 300 $\mu\text{g/L}$ fue significativamente mayor en los escolares en cuyas viviendas se utilizaba SY en comparación con el de los escolares en cuyos hogares se consumía sal sin fortificar (19,5 frente a 10,9%; $p < 0,001$).

Evolución de las concentraciones urinarias de yodo entre 1992 y 2005

En la tabla 2, se exponen los datos básicos del estado de nutrición con respecto al yodo de los 3 estudios realizados en la CAPV en población escolar entre 1992 y 2005.

La mediana de las CUY se ha incrementado en un 226%, desde los 65 $\mu\text{g/L}$ de 1992 (deficiencia de yodo) y ha alcanzado 147 $\mu\text{g/L}$ en 2004-5 (ingesta adecuada de yodo). El cambio hacia la normalización de la ingesta de yodo era ya observable en 1998, en el estudio realizado en los centros escolares centinela (111 $\mu\text{g/L}$). La normalización de la ingesta de yodo se ha producido tanto en el subgrupo de los escolares que consumen SY en el domicilio como en el de los que los que utilizan sal sin fortificar (mediana de las CUY, 165 y 132 $\mu\text{g/L}$ respectivamente).

Discusión

Un estudio epidemiológico llevado a cabo entre 1988 y 1992 puso de manifiesto la existencia de DY y de bocio endémico en los escolares de la CAPV²⁴. La Dirección de Salud Pública del Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco ha venido realizando desde entonces un seguimiento del estado

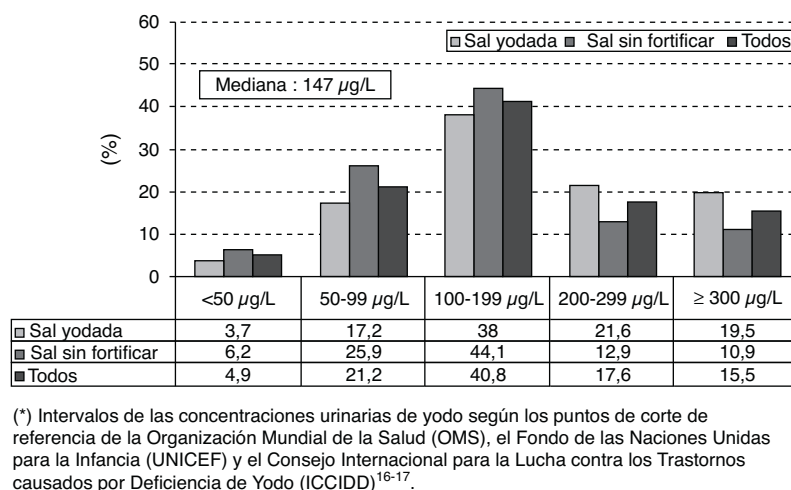


Figura 1 Distribución de las frecuencias de las concentraciones urinarias de yodo agrupadas en intervalos de referencia* en escolares de 6-14 años de edad, según el tipo de sal consumida en el domicilio (n = 657).

de nutrición con respecto al yodo en dicho segmento de la población^{25,27}.

El método de yodación recomendado por la OMS para la eliminación de la DY y la prevención y el control de los TDY es la fortificación de la sal con yodo^{16,17,19-22}. El objetivo propuesto por la OMS, el UNICEF y el ICCIDD para la eliminación de la DY mediante la utilización de sal fortificada con yodo es que más del 90% de los hogares tenga acceso a la SY de forma mantenida^{16,17}. Aunque la SY se halla disponible en los comercios de alimentación, el porcentaje de su consumo en los hogares de los escolares de la CAPV es bajo. Solo el 53% de las familias que tienen miembros en edad escolar utiliza sal fortificada con yodo.

Sin embargo, a pesar de la baja penetración de la SY en sus viviendas, el colectivo de escolares de la CAPV ha experimentado un gran cambio en su situación nutricional con respecto al yodo desde 1992, y el cambio ha sido de tal magnitud que ha conducido a la desaparición de la DY en dicho segmento de la población. Tal y como puede observarse en la [tabla 2](#), la mediana de las CUY ha aumentado un 226% desde los 65 µg/L de 1992 (deficiencia de yodo) y ha alcanzado 147 µg/L en 2005, cifra que indica una situación nutricional adecuada de yodo (mediana de las CUY dentro del intervalo 100-199 µg/L). El hecho de que la mediana de las CUY de los escolares superase los 100 µg/L en el estudio realizado en los 2 centros centinela de la CAPV en 1998²⁷ indica que el cambio hacia la normalización de la ingesta de yodo se produjo de una forma muy acelerada. Es importante precisar que dicho cambio ocurrió sin que en la CAPV se hubiesen ejecutado medidas de profilaxis activa sistemática y mantenida con SY, y que la recogida de las muestras de orina de los escolares de los centros centinela se hizo antes del desarrollo de la campaña masiva por parte del Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco en 1998 para promover la utilización de SY en lugar de sal sin fortificar.

Al igual que en la CAPV, en las Comunidades Autónomas (CC. AA.) en las que se dispone de información al respecto también se ha observado una notable mejoría en la situación nutricional relativa al yodo en los escolares y las CUY

halladas en los estudios recientes reflejan en la mayoría de los casos una ingesta adecuada del micronutriente, en fuerte contraste con la DY y los TDY prácticamente generalizados que pusieron de manifiesto los estudios epidemiológicos realizados entre 1980 y 1993^{31,32}. En las investigaciones más recientes, la mediana de la CUY ha superado con holgura el umbral de los 100 µg/L en la población escolar³¹⁻³⁷, salvo en Galicia, donde únicamente alcanzó una concentración limítrofe de 103 µg/L³⁸ y en Jaén, donde la mediana fue de, solamente, 90 µg/L, propia todavía de una ingesta deficiente de yodo³⁹, pero de mucha menor intensidad que la que tenían los escolares de Jaén en 1981 (media de la CUY, 62 ± 32 µg/L). Es necesario resaltar que el aumento tan importante y generalizado en la ingesta de yodo en los escolares ha ocurrido sin que se hubieran desarrollado políticas de profilaxis activa sistemática y mantenida con SY, excepto en el caso de Asturias, donde la Consejería de Sanidad, además de decretar el uso obligatorio de SY en los comedores escolares, ha reforzado en varias ocasiones la campaña inicial de promoción del uso de SY que se llevó a cabo en 1983³⁵. Salvo dicha excepción, las acciones sanitarias consistieron en campañas puntuales en varias CC. AA. para promover el consumo de SY, sumándose a dichas acciones, en el caso concreto de Galicia, una iniciativa de tipo legislativo estableciendo, al igual que en el ya mencionado caso de Asturias, la obligatoriedad de utilización de SY en los comedores de los centros escolares^{31,32,40}. Entonces, ¿a qué se ha debido el intenso cambio operado en la situación nutricional con respecto al yodo desde mediados de la década de los noventa del siglo pasado en el colectivo de escolares de las CC. AA. estudiadas?

Tres aspectos de los resultados de la «Encuesta de Nutrición 2005» de la CAPV pueden ayudar a desentrañar las causas principales del cambio producido en la ingesta de yodo de los escolares: 1) la corrección de la DY ha ocurrido tanto en el subgrupo de escolares que consume SY en su domicilio como en el subgrupo que utiliza sal sin fortificar; 2) el valor de la mediana de las CUY del subgrupo de escolares que no consumen SY en su domicilio se ha duplicado con respecto al de la mediana que tenían los escolares en 1992

(132 frente a 65 µg/L); y 3) la excreción urinaria de yodo ha mostrado una fuerte fluctuación de carácter estacional a lo largo del año, alcanzando las cifras de CUY valores un 55% mayores durante el final del otoño y durante el invierno (período de máxima excreción urinaria de yodo observada) que durante el verano y el comienzo del otoño (período de mínima excreción urinaria de yodo).

Las principales fuentes alimentarias de yodo en muchos países industrializados son la SY y algunos alimentos enriquecidos en yodo durante su producción y procesamiento, especialmente la leche y los derivados lácteos, y en algunos países también el pan^{41,42}. El consumo de ciertas algas marinas que concentran enormes cantidades de yodo está muy poco extendido en occidente.

Uno de los factores que ha influido en el aumento de la ingesta de yodo en la población objeto del estudio ha sido el consumo de SY en las viviendas familiares. La mediana de la yoduria de los escolares en cuyo domicilio se consume SY es un 25% mayor que la de los que consumen sal sin fortificar (165 frente a 132 µg/L). Esta diferencia, aunque significativa, tan limitada, unida al hecho de que la mediana de la yoduria del subgrupo de escolares que no consumen SY en su domicilio se haya duplicado con respecto a la que tenían los escolares en 1992 indica que la mayor parte del incremento habido en la yoduria de la población escolar de la CAPV entre 1992 y 2005 se debe a otros factores distintos de la utilización de SY en las viviendas y que tanto los escolares que consumen SY en su domicilio como los que utilizan sal sin fortificar en su vivienda han tenido acceso a fuentes muy importantes de yodo que no disponía o no utilizaba la población escolar entre 1988 y 1992.

El consumo de SY en los comedores escolares constituye una de las posibles fuentes de yodo diferentes de la utilización de SY en la vivienda. Pero, en el momento de la realización de la Encuesta de Nutrición (2004-2005), solamente el 28,7% de los niños y adolescentes de la CAPV realizaba la comida del mediodía en comedores escolares²⁵. Por otra parte, aunque en algunas CC. AA., como Asturias y Galicia, existen reglamentaciones que establecen la obligatoriedad de utilización de SY en los comedores de los centros escolares^{31,32,40}, en la CAPV no se han desarrollado medidas de tipo legislativo al respecto.

Otra de las posibles fuente de yodo, cuyo estudio no fue contemplado en la Encuesta de Nutrición de la CAPV, pudo haber sido el consumo generalizado de preparados vitamínico-minerales que incluyen yodo en su composición por el colectivo de escolares, aunque esta hipótesis parece poco verosímil. Tampoco parece plausible que el aumento producido en las CUY se hubiera debido a la utilización masiva de antisépticos yodados de uso tópico por los escolares antes de la recogida de las muestras de orina. El aumento producido en la excreción urinaria de yodo podría deberse al acceso a otras fuentes alimentarias del oligoelemento diferentes de la utilización de SY en la vivienda y en los comedores escolares. Pero como, generalmente, la concentración de yodo de la mayoría de los alimentos consumidos en una zona geográfica determinada no suele ser conocida, normalmente resulta difícil identificar muchas de las fuentes alimentarias de yodo, salvo que se realicen estudios de dieta total⁴³. Una amplia variedad de alimentos (algunos de ellos de consumo frecuente como el pan, la leche, los huevos, las carnes, etc.) puede aumentar en grados variables su

contenido originario en yodo dependiendo de las prácticas empleadas durante su producción y procesamiento^{41,42}, y como resultado de ello pueden producirse incluso fuertes diferencias en la concentración del micronutriente en un mismo ítem alimentario⁴². El incremento de la concentración de yodo durante la producción de alimentos ocurre sobre todo en alimentos de origen animal, debido a la utilización de SY y piensos enriquecidos en yodo, medicaciones yodadas de uso veterinario y agentes antisépticos yodados (yodóforos), mientras que el aumento durante el procesamiento de los alimentos se produce por la utilización de SY y aditivos que contienen yodo^{41,42}. Solo unos pocos productos alimenticios manufacturados presentes en nuestro mercado incluyen la SY en el listado de ingredientes de su etiqueta. La yodación de los piensos de los animales que se crían para producir alimentos de consumo humano y el uso de bloques de SY para lamer durante las épocas de pastoreo persigue aportar yodo suficiente para prevenir la DY y evitar las pérdidas económicas ocasionadas por los TDY en dichos animales, mejorar su salud y aumentar su productividad⁴⁴. Como consecuencia de la profilaxis con yodo en vacas lecheras, gallinas ponedoras de huevos y ganado vacuno, porcino y otros, tienen lugar importantes incrementos en el contenido de yodo de algunos alimentos de origen animal, como la leche y los huevos, en los que el enriquecimiento en yodo es mucho mayor que el que ocurre en las carnes de las aves y del ganado⁴⁴. De esta forma, la leche y los lácteos, por la cantidad y la frecuencia de su consumo, se han convertido en vehículos que proporcionan una parte considerable del yodo alimentario en Estados Unidos⁴⁵, y en países europeos como Finlandia, Suecia, Noruega, Reino Unido, Dinamarca, Alemania, Francia, Suiza, Italia y República Checa⁴⁶⁻⁵⁵. ¿Han podido jugar los alimentos de origen animal enriquecidos en yodo, y en particular la leche, algún papel en el aumento de la ingesta de yodo ocurrido en los escolares de la CAPV?

Aunque el incremento producido en la CUY de los escolares de la CAPV podría deberse a diversas fuentes de yodo, entre ellas destacan aquellas que tienen capacidad de ocasionar fluctuaciones de carácter estacional en la excreción urinaria de yodo. Efectivamente, uno de los hallazgos más interesantes de la investigación llevada a cabo sobre el estado de nutrición con respecto al yodo en el marco de la «Encuesta de Nutrición 2005» de la CAPV se produjo a partir de la observación de los valores de la CUY de los escolares según el mes de recogida de las muestras de orina. El análisis de los resultados puso de manifiesto que la mediana de las CUY no fue relativamente constante a lo largo de la duración de estudio (marzo de 2004-febrero de 2005) si no que, por el contrario, fluctuó de forma muy notable, hallándose las concentraciones más bajas de yodo en las muestras de orina recogidas desde junio hasta septiembre de 2004, mientras que las concentraciones máximas se alcanzaron en las recogidas desde noviembre de 2004 hasta febrero de 2005 (mediana de las CUY, 123 y 191 µg/L respectivamente; $p < 0,001$). La existencia de un patrón estacional en la excreción urinaria de yodo constituye el reflejo de una ingesta también variable de yodo a lo largo del año, con fuertes oscilaciones de carácter estacional, y orienta hacia el consumo de leche de vacas alimentadas con piensos suplementados con aditivos que contienen yodo y de derivados lácteos ricos en yodo obtenidos a partir de dichas

leches como uno de los factores determinantes del aumento producido en la ingesta del oligoelemento en los escolares.

El consumo de leche de vacas alimentadas con piensos yodados es el único factor conocido capaz de dar lugar a excreciones urinarias de yodo mucho menores en verano que en invierno en niños y, en menor grado, en adultos^{50,53,56,57}. La causa principal de que la leche de vacas alimentadas con suplementos nutricionales que incluyen yodo en su composición tenga mayor contenido del micronutriente en invierno que en verano es la mayor dependencia de piensos durante el invierno por menor disponibilidad de pastos y viceversa⁴⁴. Revisada la literatura científica con el fin de encontrar estudios poblacionales transversales que ofrezcan información sobre cambios estacionales en la CUY en escolares, no hemos hallado tal tipo de información, debido posiblemente a que en los estudios transversales para conocer el estado de nutrición relativo al yodo la recogida de muestras de orina se suele hacer normalmente durante períodos de tiempo tan cortos que no permiten observar las variaciones que se producen en las CUY a lo largo del año, como las halladas en el caso de la «Encuesta de Nutrición 2005» de la CAPV.

En Europa, las primeras medidas de profilaxis con yodo en el ganado se instauraron en el Reino Unido a finales de los años 30 del siglo pasado⁵⁸ y, seguidamente, durante la década de los 50, en Finlandia, Suecia y Noruega⁴⁶⁻⁴⁸. Sin embargo, las políticas activas de yodación del pienso del ganado vacuno no se extendieron a otros países del continente como Dinamarca, Alemania, Suiza, Francia, Italia, República Checa y Polonia hasta el final de la década de los 80 y, especialmente, hasta la década de los 90, produciéndose entonces, a finales del siglo xx, el consiguiente incremento en la concentración de yodo en la leche de vaca en esos países^{51-55,59,60}. En cuanto a España se refiere, en un estudio realizado a lo largo de 1997 y 1998 en escolares de la Axarquía (Málaga), el único grupo de alimentos que se asoció con la concentración de yodo en la orina fue el constituido por los lácteos (leche, yogur y batidos), y lo hizo de manera lineal y de forma dependiente de la cantidad ingerida⁶¹. Un estudio reciente, llevado a cabo en 2008, ha puesto de manifiesto que las leches de vaca actualmente consumidas en España son ricas en yodo, alcanzando el contenido medio del oligoelemento en las mismas 259 (58) $\mu\text{g/L}$ ⁶².

En el caso de la CAPV, el gran aumento experimentado por la mediana de la CUY en los escolares entre 1992 y 1998, ocurrido sin que se hubiesen llevado a cabo políticas poblacionales activas de profilaxis con SY, sugiere que fue durante dicho intervalo de tiempo cuando, al igual que estaba sucediendo en ese momento en varios países europeos, el consumo de leche procedente de vacas alimentadas con piensos suplementados con aditivos yodados llegó a convertirse en una fuente importante de yodo en dicho colectivo, y que el aumento de concentración del micronutriente en la leche se produjo, por lo tanto, de forma muy rápida desde 1992. En una investigación realizada durante 2008 y 2009 con los objetivos de comprobar si realmente las leches de vaca de consumo habitual en la CAPV constituyen una fuente importante de yodo y si la concentración del oligoelemento presenta fluctuaciones estacionales, se ha hallado que la concentración media de yoduro y la desviación estándar en la leche es de 197,6 (58,1) $\mu\text{g/L}$ (yodo total, 227 $\mu\text{g/L}$) y que la concentración del oligoelemento es un 48% mayor durante el invierno y la primavera que

durante el verano y otoño (Arrizabalaga et al. 2012). Las concentraciones del micronutriente en la leche de las vacas alimentadas con piensos enriquecidos en yodo confieren a dicho producto alimenticio y a sus derivados ricos en yodo una relevancia especial como vectores del oligoelemento en el caso de la población infantil y juvenil por la cuantía que representa en su dieta la ingesta de leche y yogures. El colectivo de niños de 6-14 años de edad de la CAPV consume 482,5 (183,9) g diarios de leche y lácteos²⁵, destacando la ingesta de leche, con 306,8 (160,7) g/día y la de yogur, con 118 (99,1). Así pues, en la CAPV, las principales fuentes alimentarias de yodo en los escolares son en la actualidad la SY (una de las que mayor concentración de yodo tiene en Europa¹⁹) y la leche de vacas alimentadas con piensos suplementados con aditivos yodados y los lácteos ricos en yodo obtenidos a partir de esas leches.

El porcentaje de 4,9% (IC del 95%: 3,1-6,7%) de yodurias menores de 50 $\mu\text{g/L}$ hallado en los escolares de la CAPV está próximo a los porcentajes que suelen observarse en las poblaciones de escolares con ingestas óptimas de yodo. En un análisis de la distribución de las CUY de varias poblaciones de escolares (26.636 individuos en total) con ingestas óptimas de yodo (medianas de la CUY comprendidas entre 100 y 199 $\mu\text{g/L}$ y mediana de 157 $\mu\text{g/L}$ para el conjunto de la población) la frecuencia de valores de CUY inferiores a 50 $\mu\text{g/L}$ fue de 7,8%⁶³.

Aunque el aumento en la ingesta de yodo ha conducido a la eliminación de la DY en el colectivo de escolares de la CAPV, todavía queda un margen de mejora, dado que el porcentaje de los que tienen CUY <100 $\mu\text{g/L}$ es significativamente mayor en el subgrupo de los que utilizan sal sin fortificar con yodo en sus viviendas que en el de los que consumen SY (32,1 frente a 20,9%; $p < 0,001$). Como todavía el porcentaje de hogares en los que se usa SY está muy por debajo del recomendado por la OMS y otros organismos internacionales, las autoridades sanitarias deberían realizar un esfuerzo para que la utilización de SY llegue a extenderse a más del 90% de los hogares en los que se consume sal, lo que, además, permitiría a la mayoría de las mujeres en edad fértil dotarse de las reservas tiroideas de yodo necesarias para poder afrontar de forma óptima la fase inicial de un embarazo. Aunque la extensión del consumo de SY contribuya al aumento del porcentaje de escolares con CUY $\geq$ de 300 $\mu\text{g/L}$, es probable que la mayor parte de las yodurias más elevadas se deban más a las elevadas ingestas de leche y de yogures y bebidas lácteas de los grandes consumidores de dichos productos alimenticios que a la SY, cuyo consumo se suele situar dentro de límites estrechos. Cabe esperar que muchos de los grandes consumidores de leche y derivados lácteos reduzcan la ingesta de esos alimentos pasada la adolescencia. En todo caso, los beneficios que proporciona la eliminación de la DY son enormes en comparación con los efectos deletéreos que produce el exceso de yodo en algunos individuos susceptibles de la población y cuyo impacto sanitario y social es muchísimo menor que el de la DY⁶⁴.

Tras el considerable aumento habido en la ingesta del micronutriente en los últimos años en varios países europeos propiciado, sobre todo, por el gran incremento producido en la concentración de yodo en la leche de vaca y por la adición de SY durante el procesamiento de algunos alimentos, es previsible que en un futuro próximo tenga lugar un cambio en el sentido contrario, conforme se vaya extendiendo

la recomendación efectuada por la OMS de reducir el consumo de la sal a 5-6 gramos diarios en la población general y se produzca la consiguiente disminución de la cantidad de yodo proporcionada por la SY. Pero, por otra parte, este es un escenario abierto, en el que también podrían intervenir factores que aumentan el aporte de yodo, como la adición de SY a un mayor número de alimentos procesados y la extensión del consumo de SY a un mayor número de hogares. Los estudios dirigidos a conocer la situación nutricional con respecto al yodo y el porcentaje de SY consumida en las viviendas deben realizarse con periodicidad, formando parte rutinaria de los programas de salud, con el fin de poder adoptar las medidas correctoras necesarias para la consecución y el mantenimiento de ingestas poblacionales óptimas de yodo y para la sostenibilidad de la eliminación de los TDY. La rapidez con la que se han producido cambios muy importantes en la ingesta de yodo y la previsión de nuevos cambios en un futuro próximo refuerza la necesidad de efectuar una vigilancia permanente de la excreción urinaria de yodo en la población. La OMS recomienda monitorizar la mediana de la CUY cada 5 años como máximo¹⁷.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

A los niños y adolescentes que participaron en la «Encuesta de Nutrición 2005» y a sus familias. Al Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT) y a D.ª Yolanda Pérez, del Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco, por su apoyo logístico.

Bibliografía

- Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. En: Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC: National Academy Press; 2001. p. 258-89.
- Hetzel BS. Iodine Deficiency Disorders (IDD) and their eradication. *Lancet*. 1983;ii:1126-9.
- Hetzel BS, editor senior. Towards the global elimination of brain damage due to iodine deficiency. En: Delange F, Dunn JT, Ling J, Mannar V, Pandav C, editores. Delhi: Oxford University Press; 2004.
- Glinoe D, Delange F. The potential repercussions of maternal, fetal, and neonatal hypothyroxinemia on the progeny. *Thyroid*. 2000;10:871-87.
- Delange F. Iodine deficiency as a cause of brain damage. *Postgrad Med J*. 2001;77:217-20.
- Morreale de Escobar G, Obregón MJ, Escobar del Rey F. Maternal thyroid hormones early in pregnancy and fetal brain development. *Best Prac Res Clin Endocrinol Metab*. 2004;18:225-48.
- Aghini Lombardi F, Pinchera A, Antonangeli L, Rago T, Chiovato L, Barbagna S, et al. Mild iodine deficiency during fetal/neonatal life and neuropsychological impairment in Tuscany. *J Endocrinol Invest*. 1995;18:57-62.
- Soriguer F, Millón MC, Muñoz R, Mancha I, López Siguero MJ, Martínez Aedo R, et al. The auditory threshold in a school-age population is related to iodine intake and thyroid function. *Thyroid*. 2000;10:991-9.
- Santiago-Fernandez P, Torres-Barahona R, Muela-Martínez JA, Rojo Martínez G, García-Fuentes E, Garriga MJ, et al. Intelligence quotient and iodine intake: a cross-sectional study in children. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89:3851-7.
- Koutras DA, Matovinovic J, Vought R. The ecology of iodine. En: Stanbury JB, Hetzel BS, editores. Endemic goiter and endemic cretinism: iodine nutrition in health and disease. New York: Wiley; 1980. p. 185-95.
- Clements FW, De Moerloose J, De Smet MP, Holman JCM, Kelly FC, Langer P, et al., editores. Endemic goitre. Geneva: World Health Organization; 1960. Monograph Series No.
- Dunn JT, Medeiros-Neto GA. Endemic goitre and cretinism: Continuing threats to world health. Washington DC: PAHO/WHO; 1974. Sci Pub No. 292.
- Stanbury JB, Hetzel BS, editores. Endemic goiter and endemic cretinism: iodine nutrition in health and disease. New York: Wiley; 1980.
- Dunn JT, Pretell EA, Daza CH, Viteri FE, editores. Towards the eradication of endemic goiter, cretinism, and iodine deficiency. Washington DC: PAHO/WHO; 1986. Sci Pub No. 502.
- de Benoist B, Andersson M, Egli I, Takkouche B, Allen H, editores. Iodine status worldwide: WHO Global Database on Iodine Deficiency. Department of Nutrition for Health and Development. Geneva: World Health Organization; 2004.
- World Health Organization, UNICEF, International Council for Control Iodine Deficiency Disorders. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers, 2nd ed. (WHO/NHD/01.1). Geneva: World Health Organization; 2001.
- World Health Organization, UNICEF, International Council for Control Iodine Deficiency Disorders. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers. 3rd ed. Geneva: World Health Organization; 2007.
- Pandav CS, Rao AR. IDD in livestock: ecology and economics. New Delhi: Oxford University Press; 1997.
- Andersson M, de Benoist B, Darnton-Hill I, Delange F, editores. Iodine deficiency in Europe: a continuing public health problem. Geneva: World Health Organization (published jointly with UNICEF); 2007.
- World Health, Organization, Iodine, health. Eliminating iodine deficiency disorders safely through salt iodization (WHO/NUT/94. 4). Geneva: World Health Organization; 1994.
- World Health Organization, UNICEF, International Council for Control Iodine Deficiency Disorders. Indicators for assessing iodine deficiency disorders and their control through salt iodization (WHO/NUT/94. 6). Geneva: World Health Organization; 1994.
- World Health Organization, UNICEF, International Council for Control Iodine Deficiency Disorders. Recommended iodine levels in salt and guidelines for monitoring their adequacy and effectiveness (WHO/NUT/96. 13). Geneva: World Health Organization; 1996.
- Real Decreto 1424/1983, de 27 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la obtención, circulación y venta de la sal y salmueras comestibles. *Boletín Oficial del Estado*, n° 130, (01-06-1983).
- Arrizabalaga JJ, Gaztambide S, Vázquez JA, Elguera I. Prevalencia de bocio y estado nutricional de yodo en los escolares de la Comunidad Autónoma Vasca. *Endocrinología*. 1993;40:278-83.
- Larrañaga N, Amiano P, Gorostiza E, Pérez Y, Bidaurrezaga J, Sarasqueta C, et al. Departamento de Sanidad, Gobierno Vasco. Encuesta de Nutrición 2005: Hábitos alimentarios y estado de salud de la población vasca de 4 a 18 años. Primeros resultados. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco; 2006.
- Bourdoux P, Thilly C, Delange F, Ermans AM. A new look at old concepts in laboratory evaluation of endemic goiter. En: Dunn

- JT, Pretell EA, Daza CH, Viteri FE, editores. Towards the eradication of endemic goiter, cretinism, and iodine deficiency. Washington DC: PAHO/WHO; 1986. p. 115-29. Sci Pub No. 502.
27. Espada M, Marzana I, Arrizabalaga JJ, Gaztambide S, Vázquez JA. Resultados del Programa de prevención y control de los trastornos causados por déficit de yodo en los escolares de la CAPV. En: Libro de Comunicaciones del IV Congreso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC), 5-7 de octubre de 2000. Bilbao: SENC; 2000. p. 233.
 28. Servicio de Estudios e Investigación Sanitaria, Dirección de Planificación, Ordenación Sanitaria, Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco. Encuesta de Salud de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2002. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco; 2004. p. 17-24.
 29. Andersen S, Karmisholt J, Pedersen KM, Laurberg P. Reliability of studies of iodine intake and recommendations for number of samples in groups and in individuals. *Br J Nutr*. 2008;99:813-8.
 30. Espada M, Marzana I, Unceta M. Evaluación de un procedimiento para la determinación de yodo en orina por cromatografía líquida de alta resolución. *Química Clínica*. 2000;19:380-3.
 31. Díaz-Cadorniga FJ, Delgado-Álvarez E. Déficit de yodo en España: situación actual. *Endocrinol Nutr*. 2004;51:2-13.
 32. Díaz-Cadorniga FJ, Delgado-Álvarez E. Implicaciones clínicoterapéuticas de la deficiencia de yodo en España. *Endocrinol Nutr*. 2006;53:101-12.
 33. Millón MC, Soriguer F, Mancha I, Garriga MJ, Muñoz R, González Romero S, et al. Comparación de diferentes criterios de diagnóstico poblacional de la deficiencia de yodo. Prevalencia de bocio endémico en la Axarquía (Málaga). *Endocrinol Nutr*. 2000;47:260-6.
 34. Madueño AJ, Cabezas PB, Díaz J, Benítez E, Ruiz M, Gómez A. Prevalencia de bocio y deficiencia de yodo en población escolar de una zona básica de salud tradicionalmente endémica. *Aten Primaria*. 2001;27:258-62.
 35. Delgado E, Díaz-Cadorniga FJ, Tartón T, Bobis ML, Valdés MM, Méndez A. Erradicación de los trastornos por deficiencia de yodo en Asturias (España): 18 años de yodoprofilaxis con sal. *Endocrinol Nutr*. 2004;51:492-6.
 36. Peris B, Atienzar N, Merchante AA, Calvo F, Tenías JM, Selfa S, et al. Bocio endémico y déficit de yodo: ¿sigue siendo una realidad en España? *An Pediatr (Barc)*. 2006;65:234-40.
 37. Zubiaur A, Zapico MD, Ruiz Pérez L, Sanguino L, Sánchez Serrano FJ, Alfayate R, et al. Situación nutricional de yodo en la población escolar de Alicante. *An Pediatr (Barc)*. 2007;66:260-6.
 38. Santiago MI, Fernández S, Ríos M, Fluiters E, Hervada X, Iglesias T. Excreción urinaria de yodo en escolares de Galicia. *Endocrinol Nutr*. 2005;52:498-505.
 39. Santiago P, Rojo-Martínez G, García-Fuentes G, Sánchez C, Garriga MJ, Soriguer F. Prevalencia de bocio endémico en la provincia de Jaén. *Endocrinol Nutr*. 2003;50 Suppl. 2:38-9.
 40. García-Mayor RV, Ríos M, Fluiters E, Pérez Mendez LF, González García-Mayor E, Andrade A. Effect of iodine supplementation on a pediatric population with mild iodine deficiency. *Thyroid*. 1999;9:1089-93.
 41. Dunn JT. Sources of dietary iodine in industrialized countries. En: Delange F, Glinioer D, Dunn JT, editores. Iodine deficiency in Europe. A continuing concern. New York: Plenum Press; 1993. p. 17-21.
 42. Arrizabalaga JJ. Nutrición y yodo. Prevención y control de los trastornos causados por deficiencia de yodo. En: Mateu Sanchís S, coordinadora. Yodo y salud en el Siglo XXI. Madrid: European Pharmaceutical Law Group; 2004. p. 217-71.
 43. Pennington JAT, Young BE. Total Diet Study nutritional elements, 1982-1989. *J Am Diet Assoc*. 1991;91:179-83.
 44. Scientific Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed. Opinion of the Scientific Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed on the request from the Commission on the use of iodine in feedingstuffs. *EFSA Journal*. 2005; 168:1-42.
 45. Pearce EN, Pino S, He X, Bazrafshan HR, Lee SL, Braverman LE. Sources of dietary iodine: bread, cows' milk, and infant formula in the Boston area. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89:3421-4.
 46. Lamberg BA. Endemic goitre in Finland and changes during 30 years of iodine prophylaxis. *Endocrinol Exp*. 1986;20:35-47.
 47. Karlsson FA. The state of iodine nutrition in Sweden. En: Delange F, Glinioer D, Dunn JT, editores. Iodine deficiency in Europe: A continuing concern. New York: Plenum Press; 1993. p. 301-3.
 48. Dahl L, Opsahl JA, Meltzer HM, Julshamn K. Iodine concentration in Norwegian milk and dairy products. *Br J Nutr*. 2003;90:679-85.
 49. Lee SM, Lewis J, Buss DH, Holcombe GD, Lawrance P. Iodine in British foods and diets. *Br J Nutr*. 1994;72:435-46.
 50. Rasmussen LB, Ovesen L, Bülow I, Jørgensen T, Knudsen N, Laurberg P, et al. Dietary iodine intake and urinary iodine excretion in a Danish population: effect of geography, supplements and food choice. *Br J Nutr*. 2002;87:61-9.
 51. Bader N, Möller U, Leiterer M, Franke K, Jahreis G. Pilot study: Tendency of increasing iodine content in human milk and cows' milk. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2005;113:8-12.
 52. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Évaluation de l'impact nutritionnel de l'introduction de composés iodés dans les produits agroalimentaires. Paris: AFSSA; 2005.
 53. Als C, Haldimann M, Bürgi E, Donati F, Gerber H, Zimmerli B. Swiss pilot study of individual seasonal fluctuations of urinary iodine concentration over two years: is age-dependency linked to the major source of dietary iodine? *Eur J Clin Nutr*. 2003;57:636-46.
 54. Girelli ME, Coin P, Mian C, Nacamulli D, Zamboni L, Piccolo M, et al. Milk represents an important source of iodine in school-children of the Veneto region, Italy. *J Endocrinol Invest*. 2004;27:709-13.
 55. Kursa J, Herzig I, Trávníček J, Kroupová V. Milk as a food source of iodine for human consumption in the Czech Republic. *Acta Vet Brno*. 2005;74:255-64.
 56. Broadhead GD, Pearson IB, Wilson GM. Seasonal changes in iodine metabolism 1. Iodine content of cows' milk. 2. Fluctuation in urinary iodine excretion. *Br Med J*. 1965;1: 343-8.
 57. Nelson M, Phillips DIW, Morris JA, Wood TJ. Urinary iodine excretion correlates with milk iodine content in seven British towns. *J Epidemiol Community Health*. 1987;42:72-5.
 58. Phillips DIW. Iodine, milk, and the elimination of endemic goitre in Britain: the story of an accidental public health triumph. *J Epidemiol Community Health*. 1995;51:391-3.
 59. Rasmussen LB, Larsen EH, Ovesen L. Iodine content in drinking water and other beverages in Denmark. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54:57-60.
 60. Brzóska F, Szybiński Z, Śliwiński B. Iodine concentration in Polish milk-variations due to season and region. *Pol J Endocrinol*. 2009;60:449-54.
 61. Millón MC, Soriguer F, Muñoz R, Mancha I, Gómez-Huelga R, Goiburu E, et al. Los determinantes de la yoduria en una población escolar del sur de España. *Endocrinol Nutr*. 2001;48: 104-9.
 62. Soriguer F, García-Fuentes E, Gutiérrez C, González-Romero S, Vila L, Oliveira G, Grupo TDY-SEEN. Concentración de yodo en la leche de vaca en España. *Nutr Hosp*. 2009;24 Suppl. 1: p.86.
 63. Delange F, de Benoist B, Bürgi H, the ICCIDD Group. Determining median urinary iodine concentration that indicates adequate iodine intake at population level. *Bull World Health Organ*. 2002;80:633-6.
 64. Delange F, Lecomte P. Iodine supplementation: benefits outweigh risks. *Drug Safety*. 2000;22:89-95.