

ORIGINAL

Estado de nutrición de yodo y prevalencia de concentraciones anormales de TSH en la población escolar de 6-7 años de la comunidad autónoma del País Vasco



Juan José Arrizabalaga^{a,*}, Mercedes Jalón^b, Mercedes Espada^c, Mercedes Cañas^b, José María Arena^d y Lluís Vila^e

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

^b Dirección de Salud Pública y Adicciones, Departamento de Salud, Gobierno Vasco-Eusko Jaurlaritz, Vitoria-Gasteiz (Araba/Álava), España

^c Unidad de Química Clínica, Laboratorio Normativo de Salud Pública, Departamento de Salud, Gobierno Vasco-Eusko Jaurlaritz, Derio (Bizkaia), España

^d Departamento de Pediatría, Hospital Universitario Donostia-Donostiako Unibertsitate Ospitalea, Osakidetza-Servicio Vasco de Salud, Donostia-San Sebastián (Gipuzkoa), España

^e Servicio de Endocrinología y Nutrición, Hospital de Sant Joan Despí Moisès Broggi, Sant Joan Despí (Barcelona), España

Recibido el 6 de diciembre de 2017; aceptado el 6 de febrero de 2018

Disponible en Internet el 10 de abril de 2018

PALABRAS CLAVE

Escolares;
Estudio
epidemiológico;
Concentración
urinaria de yodo;
TSH en sangre capilar

Resumen

Introducción: Un estudio epidemiológico realizado entre 1988 y 1992 puso de manifiesto la existencia de deficiencia de yodo y bocio endémico en la población escolar de la comunidad autónoma del País Vasco.

Objetivos: 1) Conocer el estado de nutrición de yodo de los escolares de 6-7 años de edad y 2) estimar la prevalencia de concentraciones anormales de TSH en sangre capilar.

Población y métodos: Fueron estudiados 497 escolares seleccionados mediante muestreo aleatorizado. Para evaluar el estado de nutrición de yodo se utilizó la mediana de las concentraciones urinarias de yodo (mCUY). Para estimar la prevalencia de concentraciones anormales de TSH se utilizó el intervalo de referencia derivado de la población estudiada.

Resultados: La mCUY (P₂₅-P₇₅) fue de 140 µg/L (82-217). Fue mayor en los que utilizaban sal yodada en sus domicilios que en los que no lo hacían (146 [85-222] frente a 126 µg/L [73-198]; p < 0,05). También fue mayor en los que consumían 2 o más raciones diarias de leche y yogur que en los que consumían menos de 2 raciones (146 [87-225] vs. 110 µg/L [66-160]; p < 0,0001). La prevalencia de concentraciones anormales de TSH fue del 2%. No hubo correlación entre las concentraciones de TSH en sangre capilar y las CUY (R = 0,082; p = 0,076).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: arrizabalagajj@euskalnet.net (J.J. Arrizabalaga).

KEYWORDS

Schoolchildren;
Epidemiological
survey;
Urinary iodine
concentration;
TSH in capillary blood

Discusión y conclusiones: Los escolares de 6-7 años de la comunidad autónoma del País Vasco tienen un estado de nutrición de yodo adecuado. La utilización de sal yodada en el domicilio y el consumo diario de leche y yogur se asociaron con las mayores CUY.

© 2018 SEEN y SED. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Iodine nutrition status and prevalence of abnormal TSH levels in schoolchildren aged 6-7 years in the autonomous community of the Basque Country

Abstract

Introduction: An epidemiological study conducted between 1988 and 1992 showed iodine deficiency and endemic goiter in the schoolchildren of the autonomous community of the Basque Country.

Objectives: 1) To ascertain the iodine nutrition status of schoolchildren aged 6-7 years, and 2) to estimate the prevalence of abnormal TSH levels in capillary blood.

Population and methods: The study was conducted on 497 schoolchildren selected by random sampling. Median urinary iodine concentration (mUIC) was used to assess iodine nutritional status, and the reference interval derived from the study population was used to estimate the prevalence of abnormal TSH levels.

Results: The mUIC (P_{25} - P_{75}) was 140 (82-217) $\mu\text{g/L}$. A higher value was found in those who used iodized salt at home than in those who did not (146 [85-222] versus 126 $\mu\text{g/L}$ [73-198], $P<0.05$). It was also higher in those who consumed 2 or more daily servings of milk and yogurt than in those taking less than 2 servings (146 [87-225] versus 110 $\mu\text{g/L}$ [66-160], $P<0.0001$). Abnormal TSH levels were found in 2% of children. There was no correlation between TSH levels in capillary blood and urinary iodine concentrations ($R=0.082$; $P=0.076$).

Discussion and conclusions: Schoolchildren aged 6-7 years of the autonomous community of the Basque Country have an adequate iodine nutrition status. Use of iodized salt at home and daily consumption of milk and yogurt were associated to the highest UICs.

© 2018 SEEN y SED. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El yodo, nutriente esencial para las especies animales, es un sustrato indispensable para la síntesis de hormonas tiroideas¹. En los seres humanos la deficiencia de yodo (DY) da lugar a un amplio espectro de efectos adversos sobre el crecimiento y el desarrollo y sobre la salud denominados en su conjunto «trastornos causados por deficiencia de yodo»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, en el que se puede producir daño cerebral irreversible con trastornos psicomotores de gravedad variable, desde deficiencias neurológicas y cognitivas sutiles hasta la situación más extrema: el cretinismo². Además, la DY afecta de forma adversa a las funciones reproductoras e incrementa la frecuencia de abortos y de anomalías congénitas, así como la mortinatalidad y la mortalidad perinatal^{2,3}. Los trastornos por DY son prevenibles gracias a la disponibilidad de métodos de yodación eficaces y de bajo coste económico. La yodación de la sal constituye la forma más práctica y controlable de proporcionar yodo a las colectividades que lo necesitan para completar sus necesidades fisiológicas^{4,5}. Por su seguridad y eficacia, la fortificación con yodo de toda la sal de calidad alimentaria, la destinada a ser usada en las viviendas y en la industria de

la alimentación, es la estrategia propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la prevención y el control de los trastornos causados por DY a escala mundial⁵.

Un estudio epidemiológico llevado a cabo entre 1988 y 1992 puso de manifiesto la existencia de DY y de bocio endémico en la población escolar de 6-14 años de edad de la comunidad autónoma del País Vasco (CAPV)⁶. Tras dichos hallazgos se desarrollaron diversas iniciativas dirigidas a promover la utilización de sal yodada (SY) en lugar de la sal sin fortificar entre los segmentos de la población que más se benefician de la profilaxis con yodo: los niños y adolescentes, las mujeres en edad de procrear, las mujeres gestantes y las madres lactantes.

Con el fin de evaluar los resultados de dichas intervenciones sanitarias, la Dirección de Salud Pública del Departamento de Salud del Gobierno vasco llevó a cabo varias actuaciones⁷⁻⁹. Las últimas de ellas son las relacionadas con el «Estudio Tirokid. Estudio de la yodación y de la función tiroidea en la población infantil española», promovido por la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición y financiado por Merck-Serono. La fase de selección de los escolares del «Estudio Tirokid» (niños de 6 y 7 años de edad de primer curso de la enseñanza primaria) se desarrolló durante 2010 y 2011 y la publicación de los resultados tuvo lugar en 2016¹⁰.

Como resultado de la aplicación de la metodología del «Estudio Tirokid» resultaron seleccionados al azar 2 de los 3 territorios históricos de la CAPV (Araba/Álava y Gipuzkoa) y en cada uno de ellos 2 centros escolares, también de forma aleatorizada¹⁰. Además de sumarse a dicha iniciativa y participar en su desarrollo, la Dirección de Salud Pública del Departamento de Salud del Gobierno vasco diseñó el estudio epidemiológico «Estado de nutrición de yodo y prevalencia de concentraciones anormales de TSH en la población escolar de 6-7 años de la CAPV», en el que se amplió el ámbito geográfico a los 3 territorios históricos que componen la CAPV (Araba/Álava, Bizkaia y Gipuzkoa) y se adaptó el tamaño de la muestra a los objetivos de la investigación.

Los objetivos fueron: 1) conocer el estado de nutrición de yodo de los escolares de 6-7 años de edad de la CAPV y los factores alimentarios asociados y 2) estimar la prevalencia de concentraciones anómalas de TSH en sangre capilar.

Población y métodos

Población

La población de este estudio, observacional transversal, estuvo constituida por menores matriculados en centros escolares en los que se impartía enseñanza primaria en el curso escolar 2010-2011 en la CAPV (N = 20.580 alumnos: 10.057 mujeres y 10.523 varones). De los 536 centros escolares de la CAPV en los que se impartía enseñanza primaria, se seleccionaron 12 (2,2%) de forma aleatorizada (4 en cada territorio histórico, 2 de ellos en la capital y los otros 2 en el resto del territorio).

Tamaño muestral

La OMS y diferentes organismos internacionales y expertos en la materia recomiendan utilizar en los estudios poblacionales la mediana de las concentraciones urinarias de yodo (mCUY) como marcador biológico subrogado de la ingesta reciente de yodo^{4,11,12}. Para estimar la ingesta de yodo en un colectivo con un rango de precisión de $\pm 10\%$ dentro del intervalo de confianza del 95% son necesarias unas 125 muestras casuales de orina, mientras que para conseguir un rango de precisión de $\pm 5\%$ se necesitan alrededor de 500¹³.

Fueron invitados a participar los 700 niños y niñas de 6-7 años de edad matriculados en los 12 centros que resultaron seleccionados (177 en Araba/Álava [25,3%], 236 en Bizkaia [33,7%] y 287 en Gipuzkoa [41%]). De ellos, 561 (80,1%) entregaron la autorización de sus padres o tutores para la participación en el estudio y devolvieron cumplimentado parcial o totalmente por sus padres o tutores el cuestionario que se les entregó. La muestra casual de orina pudo recogerse en 497 de los escolares que contaban con la autorización correspondiente (88,6%) y, de acuerdo con el objetivo principal de la investigación, fueron los que finalmente se incluyeron en el estudio: 261 niños (52,5%) y 236 niñas (47,5%).

Métodos

Las variables para estudiar se obtuvieron mediante una encuesta cumplimentada por los padres o tutores que autorizaron la inclusión del escolar en el estudio y mediante el análisis de 2 muestras biológicas del escolar: una de sangre capilar y otra de orina. Se indicó a los participantes que no era preciso que estuvieran en ayunas el día de la recogida de las muestras biológicas.

Mediante la encuesta, que fue la misma que se utilizó en el «Estudio Tirokid»¹⁰, se obtuvo información sobre la historia personal del niño relacionada con trastornos tiroideos, tratamientos farmacológicos activos, utilización de compuestos yodados para la desinfección de heridas durante el mes previo a la participación en el estudio y cirugía en los 6 meses anteriores, y sobre la utilización de SY en el domicilio y el consumo de alimentos ricos en yodo (leche, yogur y otros derivados lácteos, huevos, pescado de mar y algas). Se contempló la cantidad y la frecuencia de su consumo en el caso de la leche, el yogur y los huevos, y la frecuencia en el caso del queso, el pescado de mar y las algas. Para tipificar el consumo de alimentos ricos en yodo se utilizaron como referencia las definiciones de ración y las frecuencias de consumo recomendadas por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) para la población infantil¹⁴.

Además, en el centro escolar se obtuvo una gota de sangre capilar de cada participante mediante punción en un dedo, se depositó sobre papel de filtro absorbente Whatmann 903 y se dejó secar a temperatura ambiente. Las muestras de sangre capilar se mantuvieron refrigeradas a 4 °C hasta su entrega al laboratorio. De forma paralela, se guardaron 20 mL de la orina casual de cada participante en tubos de polipropileno. Las muestras de orina se mantuvieron refrigeradas entre 2 y 8 °C hasta su entrega en el laboratorio, donde fueron congeladas y almacenadas a temperatura de -20 °C hasta el momento de su análisis.

Las determinaciones de TSH en sangre capilar se realizaron mediante fluoroinmunometría (AutoDelfia™ Neonatal hTSH test kit; Perkin-Elmer Inc.) en el Laboratorio de Screening Neonatal del Hospital Clínic de Barcelona (CV intra-e interensayo: 1,82 y 3,67%, respectivamente). La estimación del intervalo de referencia de la TSH en sangre capilar (0,26; IC 95%: 0,21-0,33 mU/L y 2,44; IC 95%: 2,25-2,73 mU/L) se hizo a partir de los valores de las concentraciones de TSH de los escolares que participaron en el estudio. Para obtener los límites de referencia y sus IC se utilizó el método basado en rangos para estimaciones no paramétricas de la herramienta The RefVal Program (<http://sourceforge.net/projects/refval>) desarrollada y actualizada por la International Federation of Clinical Chemistry¹⁵.

La determinación de la CUY se realizó en el Laboratorio Normativo de Salud Pública del Gobierno vasco en Derio (Bizkaia), mediante cromatografía líquida de alta resolución en fase reversa, utilizando par iónico con detección electroquímica y electrodo de plata (Waters Chromatography, Milford, MA, EE. UU.). La información detallada sobre el procedimiento y la validación del método y su precisión intra- e interensayo se encuentra disponible en otra publicación¹⁶. El laboratorio está acreditado bajo la norma ISO 15189 por la Entidad Nacional de Acreditación y participa en 2 programas de evaluación externa de la calidad: el organizado por los

Centers for Disease Control and Prevention (CDC, Atlanta, EE. UU.), Ensuring the Quality of Urinary Iodine Procedures, y el organizado por la Asociación Española de Cribado Neonatal. Para evaluar la situación nutricional con respecto al yodo se siguieron los criterios establecidos por la OMS y otros organismos internacionales (mCUY del colectivo: <100 µg/L, deficiencia de yodo; 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)^{4,11}.

Análisis estadístico

Las variables se han expresado mediante medidas de tendencia central y de dispersión en el caso de las variables cuantitativas, mientras que para las cualitativas o categóricas se emplearon frecuencias absolutas y relativas (porcentajes, con sus intervalos de confianza).

Los valores de la CUY no suelen seguir una distribución normal^{4,11,12} por lo que para expresar sus resultados se utilizaron las medianas y los rangos intercuartílicos como medidas de tendencia central y de dispersión, respectivamente. Para el análisis de las diferencias entre las medianas de las CUY 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 de Pearson. Se aplicó el test exacto de Fisher cuando el número de efectivos lo requirió. Para analizar la dirección y la magnitud de la asociación entre las 2 variables cuantitativas que no cumplen criterios de normalidad, la CUY y la concentración de TSH en sangre capilar, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman.

La significación estadística se estableció en $p < 0,05$ y el análisis estadístico se llevó a cabo con el programa SPSS, versión 21 para Windows (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU.).

El protocolo del estudio «Estado de nutrición de yodo y prevalencia de valores anormales de TSH en la población escolar de 6-7 años de la CAPV» fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de Euskadi. El trabajo de campo se llevó a cabo en el mes de marzo de 2011.

Resultados

Cuestionario sobre alimentos ricos en yodo

El porcentaje de utilización de SY en el domicilio fue del 69,2% (IC 95%: 65-73%) y no hubo diferencias entre los sexos ($p = 0,923$).

La mediana (P_{25} - P_{75}) del consumo de raciones diarias de leche y yogur fue de 2,5 (2-3). No existieron diferencias entre niños y niñas ($p = 0,097$). La mediana (P_{25} - P_{75}) de la frecuencia semanal de consumo de queso fue de 2 (1-3) y no hubo diferencias significativas en la frecuencia de consumo semanal según el sexo ($p = 0,394$).

La mediana (P_{25} - P_{75}) de la frecuencia de consumo de pescado de mar fue 2 (2-3) veces por semana y no hubo diferencias significativas entre los niños y las niñas ($p = 0,166$). En cuanto al consumo de huevos, la mediana (P_{25} - P_{75}) fue de

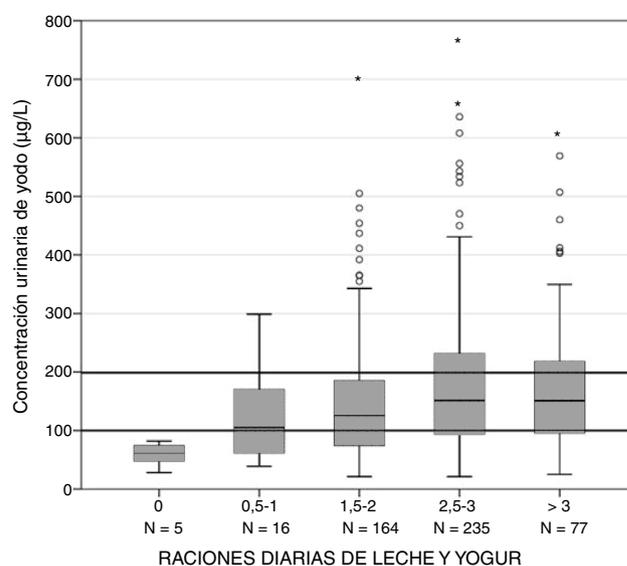


Figura 1 Concentración urinaria de yodo según el consumo de raciones diarias de leche y yogur.

2 (2-3) unidades semanales y la diferencia entre los sexos no llegó a alcanzar significación estadística ($p = 0,064$).

Concentración urinaria de yodo

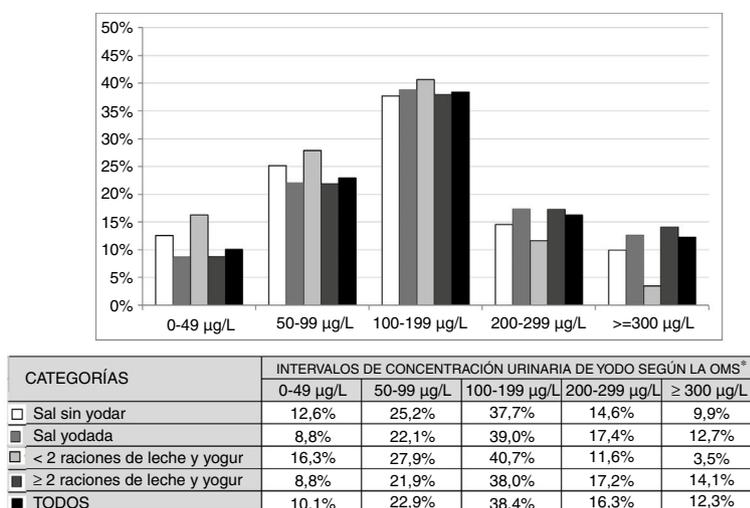
Los valores de la CUY (mínimo 21 µg/L y máximo 766 µg/L) no siguieron una distribución normal ($p < 0,0001$). La mCUY (P_{25} - P_{75}) fue de 140 µg/L (82-217). Fue significativamente mayor en los niños que en las niñas (150 frente a 122 µg/L; $p < 0,01$).

La mCUY (P_{25} - P_{75}) de los escolares que consumían SY en sus domicilios fue mayor que la de los que utilizaban sal sin fortificar: 146 (85-222) frente a 126 µg/L (73-198) ($p < 0,05$).

La mCUY de los escolares que consumían menos de 2 raciones diarias de leche y yogur fue significativamente menor que la de los que consumían 2 o más raciones diarias: 110 (66-160) frente a 146 µg/L (87-225) ($p < 0,0001$). Tal y como se puede observar en la figura 1, hubo asociación entre el consumo diario de leche y yogur y la CUY. La relación entre ambas variables es lineal y creciente hasta ingestas equivalentes a 3 raciones diarias de leche y yogur y se estabiliza para consumos superiores: 0 raciones, 61 µg/L; 0,5-1 ración, 105 µg/L; 1,5-2 raciones, 125 µg/L; 2,5-3 raciones, 152 µg/L; y 3,5 raciones o más, 151 µg/L ($p = 0,001$).

En el grupo de los escolares que utilizaban SY en sus domicilios, la mCUY de los consumidores de menos de 2 raciones diarias de leche y yogur fue significativamente menor que la de los consumidores de 2 o más raciones: 124 (69-177) frente a 154 µg/L (91-231) ($p < 0,05$). También en el grupo de los escolares que no utilizaban SY en sus domicilios la mCUY de los consumidores de menos de 2 raciones diarias de leche y yogur fue significativamente menor que la de los consumidores de 2 o más raciones diarias, 102 (60-141) frente a 137 (77-208) µg/L ($p < 0,05$).

En la figura 2 se muestra la distribución de las frecuencias de CUY en cada uno de los intervalos propuestos por la OMS según la utilización o no de SY en el domicilio y el consumo de menos de 2 raciones diarias o de 2 o más raciones



(*) Intervalos de las concentraciones urinarias de yodo según los puntos de corte de referencia de 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).

Figura 2 Distribución de las frecuencias de las concentraciones urinarias de yodo según el tipo de sal utilizado en el domicilio y el número de raciones diarias de leche y yogur consumidas.

diarias de leche y yogur. No hubo diferencias significativas entre las frecuencias de CUY en ninguno de los 4 supuestos. Tampoco las hubo cuando se analizó el uso combinado de sal y el consumo diario de leche y yogur, excepto cuando se compararon las 2 situaciones más extremas: la combinación de utilización de SY en el domicilio y consumo de 2 o más raciones diarias de leche y yogur frente a la combinación de utilización de sal sin fortificar con yodo en el domicilio y consumo de menos de 2 raciones diarias de leche y yogur ($p < 0,05$).

Ni el consumo de queso con mayor frecuencia semanal que la mediana del colectivo, ni el consumo de huevos en cantidades semanales iguales o superiores a las recomendadas por la SENC, ni el de pescado de mar con una frecuencia semanal igual o superior a la recomendada por la SENC se asociaron con mayor CUY. Entre los consumidores de algas ($n = 17$), el único escolar que las consumía a diario tuvo una CUY $> 300 \mu\text{g/L}$ ($319 \mu\text{g/L}$). Los demás tomaban algas entre 1 y 4 veces por semana y su CUY osciló entre 41 y $223 \mu\text{g/L}$.

La CUY no superó los $300 \mu\text{g/L}$ en ninguno de los 8 escolares intervenidos quirúrgicamente en los 6 meses anteriores a la realización del estudio, pero sí lo hizo en 2 de los 46 escolares curados con antisépticos yodados durante el mes anterior al estudio: en uno de ellos fue de $315 \mu\text{g/L}$ y en el otro de $608 \mu\text{g/L}$.

Prevalencia de valores anómalos de TSH en sangre capilar

Según la encuesta cumplimentada por los padres o tutores de los escolares, ningún escolar estaba diagnosticado ni tratado de hipotiroidismo o hipertiroidismo.

Los valores de TSH en sangre capilar no siguieron una distribución normal ($p = 0,000$). La mediana (P_{25} - P_{75}) de la concentración de TSH en sangre capilar fue $1,0 \text{ mU/mL}$ ($0,72$ - $1,35$). No hubo diferencias significativas de los valores de TSH en función del sexo ($p = 0,119$).

El porcentaje de sujetos con cifras de TSH por debajo del límite inferior del IC del 95% del $P_{2,5}$ ($0,21 \text{ mU/L}$) fue 1% y el de sujetos con cifras de TSH por encima del límite superior del IC del 95%, del $P_{97,5}$ ($2,73 \text{ mU/L}$) fue, así mismo, 1%.

No hubo correlación entre las concentraciones de TSH en sangre capilar y las CUY ($R = 0,082$; $p = 0,076$).

Discusión

El Instituto de Medicina de los EE. UU. recomienda la ingesta de $90 \mu\text{g}$ diarios de yodo para los menores de 4-8 años de edad¹ y la OMS, $120 \mu\text{g}$ diarios de yodo para los de 6-12 años⁴. Por su parte, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (European Food Safety Authority) estima que la ingesta adecuada de yodo para menores entre los 4 y los 10 años de edad es de $90 \mu\text{g/día}$ ¹⁷.

El contenido de yodo de los pescados de mar y mariscos muestra una gran variación, con una concentración media del micronutriente entre 46 y $116 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de porción comestible¹⁸. Como consecuencia de la profilaxis con yodo para proteger la salud y evitar las pérdidas económicas que ocasiona la DY en los animales que se crían para producir alimentos para consumo humano, tiene lugar un aumento en el contenido del micronutriente, mucho mayor en los huevos y en la leche que en la carne de las aves y del ganado, debido a que el oligoelemento se concentra mediante transporte activo en la yema de los huevos y en las glándulas mamarias durante el período de lactancia^{19,20}. Un vaso de la leche corriente de vaca (200 - 250 mL) disponible en la CAPV contiene $50 \mu\text{g}$ de yodo²¹ y esta cantidad permite cubrir el 55% de la ingesta adecuada de yodo a los 4-10 años de edad. Los huevos presentan una alta variación en su contenido de yodo, con una oscilación de la concentración del micronutriente entre 17 y $162,5 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de porción comestible¹⁸, reflejo probablemente de prácticas alimentarias y veterinarias muy diversas¹⁹.

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 CAPV⁶. La utilización de SY y el consumo de alimentos enriquecidos en yodo posibilitaron la rápida normalización de la ingesta de yodo en la población escolar entre 1992 y 1998^{7,9}. La mCUY de los escolares de 6-14 años de edad pasó de los 65 µg/L en 1992 a 147 µg/L en 2005⁹. Una parte importante del fenómeno se debió probablemente al incremento producido en la concentración de yodo en la leche como consecuencia de la instauración progresiva de medidas de profilaxis con yodo en el ganado vacuno, al igual que ocurrió en varios países europeos como Dinamarca, Alemania, Suiza, Francia, Italia, República Checa y Polonia a finales de la década de los 80 y especialmente durante la década de los 90 del siglo pasado⁹.

El método de profilaxis con yodo recomendado por la OMS y otras agencias internacionales para la prevención de la DY y el control de los trastornos por DY en las zonas geográficas cuyos terrenos y aguas dulces son pobres en yodo es la fortificación de la sal con yodo^{4,5}. De acuerdo con dichos organismos, el acceso a la SY debe ser posible en prácticamente todo el territorio de las áreas geográficas afectadas y, además, debe mantenerse, con el fin de que la SY pueda ser utilizada en más del 90% de las viviendas de forma ininterrumpida⁴. La legislación que regula la fortificación de la sal con yodo en España establece que el producto terminado debe contener 60 mg de yodo por cada kilogramo de sal (60 ppm de yodo), con un margen de tolerancia de ±15%²².

El porcentaje de utilización de SY en los domicilios de los escolares de 6-7 años de la CAPV fue del 69,2%, muy cercano al 69,8% de los escolares de la misma edad que participaron en el «Estudio Tirokid» desarrollado en el ámbito estatal, aunque en este caso hubo variaciones importantes entre las comunidades autónomas que participaron: Madrid 59,6%; Navarra 60,8%; Castilla-León 61,1%; Baleares 65,5%; Extremadura 67,7%; País Vasco 71,4%; Andalucía 75%; Cataluña 76%; Asturias 77,3%; Castilla-La Mancha 77,8% y Aragón 80,4%¹⁰. El porcentaje de consumo de SY en los escolares de 6-7 años de edad de la CAPV es notablemente mayor que el hallado en la Encuesta de Nutrición realizada en la CAPV en 2005 en población infantojuvenil, en la que el porcentaje de consumo de SY en los hogares de la población escolar de 6 a 14 años de edad fue del 53%⁹. Para prevenir los daños irreversibles que puede producir la DY en el sistema nervioso central del feto y del niño pequeño, las autoridades sanitarias deberían realizar un esfuerzo dirigido a extender la utilización de SY a virtualmente todas las viviendas en las que residen mujeres en edad de procrear, mujeres gestantes y madres lactantes. El consumo mantenido de SY por las mujeres en edad de procrear les permite optimizar sus reservas de yodo intratiroideo y, en caso de embarazo, esas grandes cantidades del oligoelemento guardadas en la glándula junto con las cantidades diarias de yodo que proporciona la alimentación les posibilita afrontar con éxito el aumento de las necesidades del micronutriente que tiene lugar durante dicha situación fisiológica^{23,24}.

La mCUY de los escolares de 6-7 años de edad de la CAPV, 140 µg/L, se halla dentro del tramo 100-199 µg/L que corresponde a los estados de nutrición de yodo adecuados en los niños de 6-12 años de edad^{4,11}. Llama la atención que no solamente los niños que consumían SY en sus domicilios se hallaban en una situación nutricional adecuada con respecto al yodo (mCUY 146 µg/L) sino también los niños en

cuyas viviendas se usaba sal sin fortificar (mCUY 126 µg/L). La normalidad del estado de nutrición de yodo de los escolares en cuyas viviendas se consumía sal sin fortificar con yodo orienta hacia la utilización por ellos de fuentes importantes del micronutriente diferentes de la SY.

El consumo diario de leche y yogur fue el factor alimentario que se asoció con las mayores CUY en los escolares de la CAPV, junto con la utilización de SY en el domicilio. Hubo una relación lineal creciente entre el número de raciones diarias de leche y yogur consumidas y la CUY hasta ingestas equivalentes a 3 raciones diarias, que se estabilizó a partir de consumos superiores a las 3 raciones, un fenómeno muy cercano al observado en el «Estudio Tirokid»¹⁰. En una investigación realizada en población escolar en Málaga, el único grupo de alimentos que se asoció con la CUY fue el constituido por los lácteos (leche, yogur y batidos) y lo hizo de manera lineal y de forma dependiente de la cantidad ingerida^{25,26}. En los estudios más recientes realizados en población preescolar y escolar también se observa la asociación positiva entre el consumo de leche y la CUY, asociación que confirma que los lácteos constituyen una fuente alimentaria importante de yodo^{27,28}.

La mCUY fue significativamente mayor en los niños que en las niñas, un hallazgo habitual en los estudios que se llevan a cabo en población escolar. Cabe atribuir parte del fenómeno al mayor consumo alimentario que realizan los niños con respecto a las niñas. En el «Estudio enKid», realizado en población infantil y juvenil española, se observó que los varones consumen mayores cantidades de alimentos de todos los grupos a excepción de las verduras, grupo en el que las mujeres realizaron ingestas ligeramente mayores, y de los azúcares y el cacao, en los que la ingesta fue semejante en ambos sexos²⁹.

Los intervalos de referencia de la TSH pueden variar considerablemente según la población seleccionada y el método de análisis utilizado³⁰. La información disponible al respecto en población pediátrica de 6-7 años de edad es muy limitada y para estimar la prevalencia de valores anómalos de TSH capilar se han utilizado los límites de referencia calculados a partir de los valores de las concentraciones de TSH de los escolares que participaron en el estudio. En cuanto al significado de la prevalencia observada de valores anómalos de TSH, en el diseño del estudio se contempló remitir a sus médicos de asistencia primaria a los escolares con valores de TSH fuera del rango de referencia, pero no se consideró un seguimiento para conocer el diagnóstico definitivo de función tiroidea tras los estudios clínicos pertinentes en sus centros de asistencia primaria o especializada. En una cohorte de 121.052 niños y adolescentes israelíes de 0,5-16 años de edad a los que se les determinó la TSH sérica, hubo 1.226 sujetos (1,01%) que necesitaron finalmente tratamiento médico por disfunción tiroidea, 49 de ellos (0,04%) por hipertiroidismo y 1.177 (0,97%) por hipotiroidismo³¹.

Conclusiones

Los escolares de 6-7 años de la CAPV tienen un estado de nutrición de yodo adecuado. La utilización de SY en el domicilio y el consumo diario de leche y yogur se asociaron con las mayores CUY.

Financiación

El Laboratorio Merck-Serono proporcionó el apoyo logístico y financió los gastos derivados del estudio de campo y de los análisis de sangre. Los gastos de los análisis de orina fueron financiados por la Dirección de Salud Pública del Departamento de Sanidad del Gobierno vasco.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Agradecimientos

A los niños que participaron y a sus padres y tutores, así como a las direcciones de los centros escolares. Por su inestimable colaboración, a Mercedes Estébanez Carrillo, directora de Salud Pública del Departamento de Sanidad y Consumo del Gobierno vasco (Vitoria-Gasteiz); a Cándido Hernández Garduño, director de Innovación Educativa del Departamento de Educación del Gobierno vasco (Vitoria-Gasteiz); a Manuel Lansac Aquelue del Departamento de Educación del Gobierno vasco (Vitoria-Gasteiz); a Marcos Orellana por su apoyo logístico al «Estudio Tirokid» (Departamento Médico, Laboratorio Merck-Serono, Madrid) y a José María Salazar por su apoyo logístico al «Estudio Tirokid» en la CAPV (Laboratorio Merck-Serono, Vitoria-Gasteiz).

Bibliografía

- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. 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. pp. 258-289.
- Hetzel BS. Iodine deficiency disorders (IDD) and their eradication. *Lancet*. 1983;ii:1126-9.
- Dunn JT, Delange F. Damaged reproduction: The most important consequence of iodine deficiency. *J Clin Endocrinol Metab*. 2001;86(6):2360-2.
- 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. Ginebra: World Health Organization; 2007 [consultado 17 noviembre 2017]. Disponible en línea en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43781/1/9789241595827_eng.pdf.
- World Health Organization. Guideline: Fortification of food-grade salt with iodine for the prevention and control of iodine deficiency disorders. Ginebra: World Health Organization; 2014 [consultado 11 enero 2018]. Disponible en línea en: http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/fortification_foodgrade_saltwithiodine/en/.
- Arrizabalaga JJ, Gaztambide S, Vázquez JA, Helguera I. Prevalencia de bocio y estado nutricional de yodo en los escolares de la Comunidad Autónoma Vasca. *Endocrinología*. 1993;40(8):278-83.
- 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.
- 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.
- Arrizabalaga JJ, Larrañaga N, Espada M, Amiano P, Bidaurrezaga J, Latorre K, et al. Changes in iodine nutrition status in schoolchildren from the Basque Country [artículo en español e inglés]. *Endocrinol Nutr*. 2012;59(8):474-84.
- Vila L, Donnay S, Arena J, Arrizabalaga JJ, Pineda J, García-Fuentes E, et al. Iodine status and thyroid function among Spanish schoolchildren aged 6-7 years: The Tirokid study. *Br J Nutr*. 2016;115:1623-31.
- World Health Organization. Urinary iodine concentrations for determining iodine status in populations. Vitamin and mineral nutrition information system. WHO/NMH/NHD/EPG/13.1. Ginebra: World Health Organization; 2013 [consultado 17 noviembre 2017]. Disponible en línea en: <http://www.who.int/vmnis/indicators/urinaryiodine/en/>.
- Zimmermann MB, Andersson M. Assessment of iodine nutrition in populations: Past, present, and future. *Nutr Rev*. 2012;70(10):553-70.
- 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.
- Dapcich V, Salvador G, Ribas L, Pérez Rodrigo C, Aranceta J, Serra L. Guía de la alimentación saludable. Madrid: Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, SENC; 2004.
- Solberg HE. The IFCC recommendation on estimation of reference intervals: The RefVal Program. *Clin Chem Lab Med*. 2004;42(7):710-4.
- Espada M, Marzana I, Unceta M. Evaluación de un procedimiento para la determinación de yodo en orina por cromatografía líquida de alta resolución. *Quím Clín*. 2000;19(5):380-3.
- European Food Safety Authority Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Scientific opinion on dietary reference values for iodine. *EFSA J*. 2014;12(5):3660-3717. doi:10.2903/j.efsa.2014.3660 [consultado 17 noviembre 2017]. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2014.3660/epdf>.
- Haldimann M, Alt A, Blanc A, Blondeau K. Iodine content of food groups. *J Food Comp Anal*. 2005;18(6):461-71.
- European Food Safety Authority 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 feed ingredients. *EFSA J*. 2005;168:1-42. doi: 10.2903/j.efsa.2005.168 [consultado 17 noviembre 2017]. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2005.168/epdf>.
- Flachowsky G, Franke K, Meyer U, Leiterer M, Schöne F. Influencing factors on iodine content of cow milk. *Eur J Nutr*. 2014;53:351-65.
- Arrizabalaga JJ, Jalón M, Espada M, Cañas M, Latorre PM. Iodine concentration in the ultra-high temperature pasteurized cow's milk. Applications in clinical practice and in community nutrition. *Med Clin (Barc)*. 2015;145(2):55-61.
- 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, núm. 130 de 01 de junio de 1983.
- Santiago P, Velasco I, Muela JA, Sánchez B, Martínez J, Rodríguez A, et al. Infant neurocognitive development is independent of the use of iodised salt or iodine supplements given during pregnancy. *Br J Nutr*. 2013;110(5):831-9.
- Menéndez Torre E, Delgado Álvarez E, Rabal Artal A, Suárez Gutiérrez L, Rodríguez Caballero MG, Ares Blanco J, et al.

- Nutrición de yodo en mujeres embarazadas del área de Oviedo ¿Es necesaria la suplementación con yodo? *Endocrinol Nutr.* 2014;61(8):404–9.
25. Millón MC, Soriguer F, Muñoz R, Mancha I, Gómez-Huelga R, Goiburú E, et al. Los determinantes de la yoduria en una población escolar del sur de España. *Endocrinol Nutr.* 2001;48:104–9.
 26. Soriguer F, Gutierrez-Repiso C, Gonzalez-Romero S, Olveira G, Garriga MJ, Velasco I, et al. Iodine concentration in cow's milk and its relation with urinary iodine concentrations in the population. *Clin Nutr.* 2011;30:44–8.
 27. Arbesú Fernández E, Serrano Peraza MH, Eguia Angeles HA, Sotelo García CO, Saint Jean CH, Musa Martín NI. Yodurias y consumo de lácteos en preescolares del Área Suroccidental de Asturias. *An Pediatr (Barc.).* 2017;87(1):18–25.
 28. Riestra Fernández M, Menéndez Torre E, Díaz Cadórniga F, Fernández Fernández JC, Delgado Álvarez E. Estado nutricional de yodo en la población escolar asturiana. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2017;64(9):491–7.
 29. Serra Majem L, Ribas Barba L, Pérez Rodrigo C, Román Viñas B, Aranceta Bartrina J. Hábitos alimentarios y consumo de alimentos en la población infantil y juvenil española (1998-2000): variables socioeconómicas y geográficas. *Med Clin (Barc).* 2003;121(4):126–31.
 30. Kapelari K, Kirchlechner C, Högl W, Schweitzer K, Virgolini I, Moncayo R. Pediatric reference intervals for thyroid hormone levels from birth to adulthood: A retrospective study. *BMC Endocr Dis.* 2008;8:15, <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6823-8-15>.
 31. Lazar L, Frumkin R, Battat B-D, Lebenthal E, Phillip Y, Meyerovitich MJ. Natural history of thyroid function tests over 5 years in a large pediatric cohort. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009;94(5):1678–82.