

REVISIÓN

¿Es suficiente la nutrición de yodo en la población infantil española? Revisión histórica y situación actual



Marta T. García-Ascaso^{a,*}, Susana Ares-Segura^b y Purificación Ros-Pérez^c

^a Servicio de Pediatría, Hospital Universitario La Moraleja, Madrid, España

^b Servicio de Neonatología, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

^c Servicio de Pediatría, Hospital Universitario Puerta de Hierro-Majadahonda, Madrid, España

Recibido el 16 de marzo de 2018; aceptado el 16 de mayo de 2018

Disponible en Internet el 17 de julio de 2018

PALABRAS CLAVE

Yodo;
España;
Yoduria;
Sal yodada;
Alimentos ricos
en yodo;
Trastornos por déficit
de yodo

KEYWORDS

Iodine;
Spain;
Urinary iodine levels;
Iodized salt;
Iodine-rich foods;
Iodine deficiency
disorders

Resumen El yodo es un componente esencial de las hormonas tiroideas y su déficit es la causa principal de retraso mental prevenible en el mundo. España ha sido considerada yododeficiente hasta 2003. A pesar de que desde 2004, la yoduria está en rango óptimo, la OMS reconoce que no se cumplen los requisitos necesarios para garantizar que la población no pueda sufrir un trastorno por déficit de yodo. El objetivo de este artículo es realizar una revisión de la situación nacional de este micronutriente. Los datos obtenidos en diversos estudios destacan el bajo consumo domiciliario de sal yodada. A pesar de los avances conseguidos en las últimas décadas, los niños españoles no están exentos de sufrir un trastorno por déficit de yodo. Es necesario, por tanto, implementar políticas que permitan controlar la nutrición yódica así como impulsar el consumo de sal yodada de manera universal.

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

Is iodine nutrition in the Spanish pediatric population adequate? Historical review and current situation

Abstract Iodine is an essential component of thyroid hormones, and iodine deficit is the leading cause of preventable mental retardation worldwide. Spain was considered iodine-deficient until 2003. Although iodine urinary levels have been in the optimal range in Spain since 2004, the WHO recognizes that our country does not meet the necessary requirements to ensure that the whole population is not at risk of an iodine deficiency disorder. The aim of this article is to review the current iodine status in Spain. Data from several studies emphasize the low

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: martagarciaascaso@gmail.com (M.T. García-Ascaso).

consumption of iodized salt at home. Despite the progress made in recent decades, Spanish children are not exempt from suffering an iodine deficiency disorder. Policies that allow for controlling iodine nutrition and promote universal consumption of iodized salt should therefore be implemented.

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

Introducción

El yodo es el componente esencial de las hormonas tiroideas, necesarias para la vida de todos los mamíferos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el déficit de yodo supone en la actualidad la principal causa de retraso mental prevenible en el mundo. Diferentes modelos animales han demostrado cambios histológicos en la corteza cerebral en mamíferos con privación grave de yodo: cuerpos neuronales pequeños y compactos, disminución de las prolongaciones dendríticas, déficit de mielinización y un retraso en la proliferación celular y la migración¹. Cuando la cantidad de yodo es insuficiente, aparecen una serie de alteraciones funcionales y de desarrollo que se conocen como trastornos por déficit de yodo (TDY) (tabla 1)². La gravedad de los mismos depende del momento de la vida en que ocurra, tanto más grave cuanto menor sea la edad. El mayor riesgo es el daño cerebral irreversible, que se puede producir intraútero si la ingesta de yodo por parte de la madre es insuficiente. Estos trastornos suponen un amplio espectro clínico desde el cretinismo, con retraso mental grave, hasta la disfunción cognitiva leve, hipoacusia o retraso somático o puberal. Estos últimos son mucho más prevalentes a nivel mundial.

El yodo (en forma de yoduro) está distribuido ampliamente en el planeta pero, en muchas regiones y debido a las glaciaciones, inundaciones y erosiones, ha sido eliminado del terreno y actualmente se encuentra, en su mayoría, en los mares y océanos. Todos los alimentos de origen marino (algas, pescados y mariscos) tienen una elevada cantidad de yodo de manera natural, con la excepción de la sal marina. La sal marina o sal de mesa es la que procede del mar y se obtiene en las salinas; sin embargo, aunque de manera natural lleva yodo, la cantidad es insuficiente, a menos que se fortifique artificialmente. El uso de yodo para fortificar los piensos para las vacas y las gallinas ponedoras o como antiséptico de las ubres y los contenedores origina que, en muchos países, productos animales como la leche y sus derivados o los huevos puedan contener una elevada cantidad de yodo^{3,4}. Otras fuentes no alimentarias de yodo son la povidona yodada, la amiodarona, algunos antitusígenos que contienen yoduro potásico como mucolítico, algunos suplementos vitamínicos y los contrastes radiológicos⁵.

Requerimientos diarios de yodo según las edades

Según las recomendaciones de la OMS, la dosis diaria de yodo necesaria varía según las distintas etapas de la vida (tabla 2)⁶⁻⁸. Es importante destacar que las necesidades

de los recién nacidos prematuros, los neonatos y los niños pequeños son más altas en relación con sus pesos corporales. La cantidad de yodo necesaria para toda una vida es de tan solo 4 g, pero es imprescindible ingerirlo diariamente porque no se puede almacenar en el organismo.

Métodos para cuantificar el nivel nutricional de yodo en una población

Existen tres criterios utilizados para conocer la situación nutricional de yodo en una región o en un determinado colectivo. El método directo es evaluar la concentración de yodo en orina y los métodos indirectos son el porcentaje de escolares con bocio y el porcentaje de TSH >5 mU/l detectado en las pruebas metabólicas realizadas a los recién nacidos. Debido a que más del 90% de yodo ingerido se elimina por la orina, la concentración urinaria de yodo (CUI) o yoduria es un buen biomarcador de la ingesta reciente de yodo y el mejor indicador para detectar los TDY. La determinación de la CUI en una micción aislada en cada individuo de la muestra y su mediana es el parámetro recomendado, tanto por la OMS como por el Consejo Internacional para el Control de los TDY, para conocer la situación nutricional de yodo en un grupo poblacional. Una mediana poblacional < 100 µg/l sugiere un elevado riesgo de desarrollar diferentes trastornos tiroideos para esa población^{9,10}. El análisis de la CUI se puede realizar mediante distintos sistemas: 1) estudio colorimétrico del ácido clórico de Zak modificado por Benotti, 2) la técnica colorimétrica de Dunn, 3) el método semicuantitativo descrito por Gnat, 4) el método de Sandell-Kolthoff y 5) la cromatografía líquida de alta resolución¹¹⁻¹³.

Los mejores indicadores de que una población es yodo-deficiente son: una mediana de la yoduria en la población escolar <100 µg/l, una tasa de bocio escolar > 5% y un porcentaje de TSH > 5 mU/l en sangre total en neonatos superior al 3%. Hay que resaltar que la yoduria en micción aislada sirve como indicador del estado de yodo poblacional, pero no es útil como marcador individual. La determinación de la CUI en orina de 24 h es el mejor indicador a nivel individual, pero menos recomendado para los estudios poblacionales por su elevado coste¹⁰. Algunos autores proponen ajustar la yoduria según la relación yoduria/creatinina, no siendo necesario para estudios poblacionales^{14,15}, aunque, recientemente, se ha publicado un artículo que muestra cómo el grado de hidratación puede influir en la CUI¹⁶.

De manera universal y propuesto por la OMS, para conocer la situación nutricional de una comunidad, se estudian las yodurias de los niños en edad escolar (6-12 años). Igualmente, la tabla 2 muestra los valores de la yoduria en relación con la ingesta de yodo en escolares. Los valores considerados óptimos en esta población se sitúan entre

Tabla 1 Trastornos por déficit de yodo, según la etapa de la vida

Periodo	Consecuencia
Feto	Mayor número de abortos Nacidos muertos Anomalías congénitas Mayor mortalidad perinatal Cretinismo neurológico: -Deficiencia mental - Sordomudez - Diplejia, tetraplejia espástica - Estrabismo Cretinismo mixedematoso: - Enanismo - Deficiencia mental Retraso mental de los habitantes aparentemente normales Mayor susceptibilidad en accidentes nucleares ^a
Recién nacidos	Defectos psicomotores Bocio neonatal Hipotiroidismo neonatal Retraso en el desarrollo somático Mayor susceptibilidad en accidentes nucleares ^a
Niños y adolescentes	Bocio Hipotiroidismo juvenil Deterioro de las facultades mentales Retraso en el desarrollo somático Mayor susceptibilidad en accidentes nucleares ^a
Adultos	Bocio y sus complicaciones Hipotiroidismo Deterioro de las facultades mentales Propensión al hipertiroidismo al instaurarse medidas profilácticas Mayor susceptibilidad en accidentes nucleares ^a

^a Al ser la glándula deficiente, presenta mayor avidez por los isótopos radiactivos de yodo. Toda la patología tiroidea, incluido el cáncer de tiroides, está aumentada en las zonas de deficiencias de yodo y en todas las edades.
Fuente: WHO².

100–199 µg/l, que corresponden a una ingesta de yodo/día de 150–299 µg. Esta misma tabla expresa los valores de la yoduria en otros rangos de edad diferentes a la edad escolar.

El bocio aparece cuando la yoduria poblacional es < 100 µg/l y, cuando se detecta en edad escolar es un indicador de yododeficiencia crónica dentro de esa población¹⁷. La valoración del volumen tiroideo puede ser realizada de dos maneras: por palpación directa del cuello (técnica clásica) o mediante ecografía cervical realizada por radiólogos expertos. Esta técnica es más precisa, especialmente en

poblaciones con una ratio de bocio visible/palpable bajo, según las últimas recomendaciones internacionales^{17–19}.

En zonas endémicas, la TSH elevada en sangre de los recién nacidos es un indicador eficaz de la situación nutricional de yodo en la población. La elevación de la TSH neonatal es el indicador aislado que mejor predice el daño cerebral y el deterioro del desarrollo intelectual a largo plazo. Para que una población sea considerada como yodosuficiente según la OMS, debe cumplir los siguientes criterios: yoduria mediana en la población escolar ≥ 100 µg/l, tasa de bocio escolar < 5% y porcentaje de TSH > 5 mU/l en sangre total en neonatos < 3%²⁰.

Epidemiología de la situación nutricional de yodo en el mundo

El déficit de yodo y su patología asociada fue detectado hace ya 150 años pero no ha sido un objetivo prioritario hasta bien entrado el siglo XX. En los años sesenta, la OMS describió la situación europea del cretinismo, pero no fue hasta 1980 cuando la European Thyroid Association reevaluó la situación nutricional del yodo²¹. Las estimaciones de déficit de yodo para finales del siglo XX eran tan elevadas que, en 1986, la OMS declaró ante la 43 Asamblea Mundial que «la deficiencia de yodo es, a nivel mundial y después de la inanición extrema, la causa nutricional más frecuente de retraso mental prevenible». Se señaló que la concepción del bocio debía dejarse a un lado y la relación que debía tenerse en cuenta era la que existe entre el yodo y el cerebro. Han sido varias las reuniones a nivel mundial abordando este tema y España ha participado en todas ellas²².

La profilaxis del bocio mediante la yodación de la sal comenzó en Suiza y en los Estados Unidos en los años veinte del pasado siglo. En 1990 solo Suiza, algunos países escandinavos, Estados Unidos, Canadá y Australia eran yodosuficientes. En la actualidad se estima que todavía 2000 millones de personas presentan CUI < 100 µg/l, de los cuales, 246 millones son niños y, de ellos, 78 millones están en el Sudeste Asiático y 58 millones en África. El 12% de la población global tiene bocio, 26 millones personas presentan algún grado de afectación neurológica secundaria al déficit de este nutriente y cerca de 6 millones padecen cretinismo con retraso mental severo²³.

En 2012, 111 países presentaban yodurias normales, incluida España, 30 estaban en situación de yododeficiencia (21 de tipo leve, 9 moderada y ninguno grave) y 10 países tenían unos rangos excesivos de yodo²³. Es importante destacar que, incluso en los países que actualmente se consideran yodosuficientes, determinados grupos como los vegetarianos o los veganos, los niños menores de 2 años sin lactancia materna y que usan fórmulas no suplementadas con yodo, así como determinadas regiones con poca cobertura de sal yodada (SY), podrían ser todavía deficientes en yodo²³.

Epidemiología de la situación nutricional de yodo en España

La primera noticia escrita acerca del problema del bocio en España data de 1833, pero fue en 1922, gracias al Dr.

Tabla 2 Ingesta mínima recomendada de yodo, medianas de las yodurias y su relevancia clínica en función del tipo de población

Grupo	Ingesta de yodo ($\mu\text{g}/\text{día}$)	Mediana de la yoduria ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Nutrición de yodo
Prematuros	>30		
Niños			
0-5 meses	90		
5-12 meses	90		
1-6 años	90		
7-12 años	120		
Niños (< 2 años)	< 100		Insuficiente
	≥ 100		Adecuada
Escolares (6-12 años)	< 30	< 20	Deficiencia grave
	30-74	20-49	Deficiencia moderada
	75-149	50-99	Deficiencia leve
	150-299	100-199	Óptimo
	300-449	200-299	Más que adecuado. Riesgo de hipertiroidismo inducido por yodo a los 5-10 años tras introducir SY a grupos susceptibles
	> 449	>299	Posible exceso. Riesgo de enfermedades (hipertiroidismo inducido por yodo; enfermedades tiroideas autoinmunes)
Adultos	150		
Mujeres embarazadas	200-300		
		< 150	Insuficiente
		150-249	Adecuada
		250-499	Más que adecuada
		≥ 500	Excesiva
Mujeres lactantes	200-300		
		< 100	Insuficiente
		≥ 100	Adecuada

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la American Thyroid Association (<http://thyroid.org/iodine-deficiency>) y de referencias previas (Panel⁶, FAO⁷ y Rossi et al.⁸).

Marañón y a su viaje a Las Hurdes, cuando comenzó la concienciación institucional del problema. Hasta la publicación del estudio Tirokid en 2016²⁴, los últimos estudios relativos a todo el país en población pediátrica se publicaron en 1993, cuando los investigadores Morreale y Escobar recogieron toda la información obtenida de manera local desde 1981, mostrando una endemia nacional de bocio grado I-II²⁵. Posteriormente, se han ido realizando múltiples estudios en distintas regiones españolas que se han recogido en la [tabla 3](#). Hay que hacer notar que solo se han incluido estudios que proporcionen los datos de la mediana de la yoduria y no su media aritmética, ya que el valor de la yoduria no tiene una distribución normal.

Son varios los estudios basados en encuestas nutricionales que muestran el insuficiente consumo de yodo. En 2010, se detectó en Valladolid que el consumo de SY era inferior al recomendado²⁶. Datos de la Comunidad Valenciana recogidos en escolares y publicados en 2015 (Estudio ANIVA), mostró que los cuestionarios de alimentación resaltaban un consumo deficiente de yodo²⁷. Por su parte, la Encuesta Nacional de Alimentación en la población Infantil y Adolescente (ENALIA) publicada en 2017, mostró que el consumo de

alimentos ricos en yodo era claramente insuficiente a partir de los 14 años²⁸.

Es importante destacar que dos comunidades autónomas han sido las pioneras en detectar la importancia de los TDY y en poner en marcha programas reglados para combatirlos: Cataluña que a partir de 1986 implementó un programa de salud pública informando acerca de las virtudes de la SY e incentivando a empresas salineras y expendedoras de sal y Asturias que, a partir de 1992, logró que se utilizara SY de manera obligatoria en todos los comedores escolares.

Los datos nacionales más actuales vienen recogidas en los siguientes estudios: 1) el proyecto Tirobus (2010), realizado en personas de todas las edades, que mostró que la mediana de la yoduria en España era de $143,2 \mu\text{g}/\text{l}$ ²⁹, 2) el estudio Di@betes (2012) realizado solo en adultos, mostró una mediana de las yodurias de $117,2 \mu\text{g}/\text{l}$, con valores más elevados entre los individuos que consumían SY y leche de manera habitual³⁰, y 3) el Proyecto Tirokid, publicado en 2016, que ha sido el único estudio pediátrico nacional realizado desde 1993. Se evaluaron casi 2000 niños entre 6 y 7 años en las 17 Comunidades Autónomas. La mediana de la yoduria fue $173 \mu\text{g}/\text{l}$ —por lo tanto en rango óptimo— siendo

Tabla 3 Nivel de yodo en niños en diferentes regiones españolas

Comunidad Autónoma	Año realización del estudio	Edad (años)	Mediana de la yoduria ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Bocio en la población (%)	Yodurias < 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ (%)	Consumo domiciliario de SY	Referencias
Andalucía	1999	6-12	120	3,8 ^a	48,5		53
	1999	6-12	90	19,4 ^b	54,7	32,6	40
	2004	1-16	199	4,8 ^b	15,2	47,3	54
	2013	6-14	161,5		43	30,9	55
Asturias	1982-1983	6-15	63,5	21 ^b	85		56
	2001	6-15	147	8,2 ^b	26,9	75,6	56
	2010	5-14	180		16,6	69,3	42
Cataluña	1995	Niños y adultos	120	18,3 ^b		51,1	57
	2001	4	189		7,8	45,6	58
	2006	6	215		9,3	61	59
Comunidad Valenciana	2000-2001	6-14	155	33,7 ^b	31,3	67,8	60
	2006	6-11	188	0 ^a	13,5	74,4	61
Galicia	1995	6-15	115	3,9 ^b			62
Madrid	1996	6-12	87	8,5 ^b			63
	2013	3-14	120		37,5	60,2	49
País Vasco	2005	6-14	147		26,1	53	64
	2009	0,5-3	127		36,9	31,6	65
	2010	6-7	140		33	69,2	66

^a Mediante ecografía.

^b Mediante palpación.

más elevada en niños que en niñas, y en aquellos que consumían de manera regular SY y tomaban, al menos, 2 vasos de leche diarios²⁴.

Hasta 2003 España fue considerada como un país yododeficiente³¹, pero, desde 2004, la OMS la incluye dentro del grupo de países con un nivel óptimo de yodo, según la mediana de la yoduria. Sin embargo, como se verá más adelante, desafortunadamente esto no significa que la población entera esté exenta de riesgo de sufrir TDY². En la **tabla 4** se recogen los datos más recientes de nuestro país publicados por la OMS, donde se destacaba la muy baja penetrancia de la SY en los domicilios y que casi un 40% de la población presentaba yodurias insuficientes^{23,32}. Es importante aclarar en este punto que la CUI presenta una gran variabilidad a lo largo del día y puede verse influida por el grado de hidratación. Por lo tanto, encontrar una yoduria aislada < 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ en un individuo, no significa que esa persona sea realmente yododeficiente ya que es posible que, al repetir la determinación en otro momento del día o al día siguiente, esta sea distinta³³. Es por ello que estas yodurias aisladas solo se utilizan como valor global de la muestra, usando la mediana poblacional que, en el caso de España, es normal. Sin embargo, el número de muestras por debajo de 100 $\mu\text{g}/\text{l}$, indica un riesgo potencial tanto para la población de manera global como para grupos específicos (mujeres

Tabla 4 Situación de España con respecto al estado nutricional de yodo según los datos publicados por la OMS (2007 y 2012)

Característica	Datos
Población total (2010; en miles)	46007
Domicilios que consumen SY (%)	16
Mediana de yodurias ($\mu\text{g}/\text{l}$)	117
Población con yoduria < 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ (%)	38,4
Tipo de estudios realizados	Provinciales
Bocio por palpación (%)	10
Comités nacionales TDY	Sí
Programas nacionales contra TDY	No
Regulación de la SY	Sí
Programas de salud pública y control de consumo de SY y yodurias	No

Fuente: Zimmermann et al.²³ y WHO³².

Tabla 5 Objetivos para la erradicación virtual de los TDY

Indicador	Objetivo
Hogares que consumen SY	> 90%
Yoduria < 100 µg/l	< 50%
Yoduria < 50 µg/l	< 20%
Indicadores de programa	Al menos 8 de los siguientes: <ol style="list-style-type: none"> 1. La existencia de comité de expertos, dependiente del Gobierno, que sea responsable del programa nacional de erradicación de los TDY 2. Universalización de la SY (consumo humano y animal) 3. Existencia de una oficina responsable de la erradicación de los TDY 4. Legislación del consumo universal de la SY 5. Asegurar la valoración periódica de la erradicación de los TDY 6. Un programa de educación pública y concienciación social sobre la importancia de los TDY y la necesidad del consumo de SY 7. Valoraciones periódicas de la concentración de yodo en la sal tanto en su fabricación como en las tiendas y en los hogares 8. Evaluaciones periódicas de los valores de yoduria en escolares, sobre todo en las áreas de riesgo realización de estudios nacionales al menos cada 5 años como máximo 9. Cooperación con la industria salinera para la adecuada yodación de la sal 10. Una base de datos actualizada con todos los datos nacionales sobre el porcentaje de bocio, el grado de yodurias, la TSH neonatal, etc.

Fuente: Díaz Cadórniga et al.⁴⁴.

embarazadas y lactantes). Los datos publicados por la OMS en 2012, han sido mejorados en el estudio Tirokid publicado en 2016, mostrando un consumo de SY a nivel nacional del 69% y un 17% de los niños con yodurias < 100 µg/l²⁴. Explicado esto, es importante decir que existen otros criterios para garantizar una ausencia de riesgo de sufrir un TDY a largo plazo (tabla 5) y que nuestro país no cumple en su totalidad tales criterios.

Alimentos recomendados para la infancia: sal yodada, productos marinos y leche y derivados

El yodo se encuentra en cantidades relativamente bajas en los alimentos cotidianos, por lo que la población necesita una fuente adicional. El método recomendado por la OMS para la eliminación del déficit de yodo y la prevención de los TDY es el uso de SY de manera universal (enriquecimiento con yodo de toda la sal utilizada para el consumo humano, tanto de mesa como la utilizada para la fabricación de alimentos y para el consumo animal). El contenido de la sal para consumo humano debe tener como mínimo 15 ppm de yodo y usarse en, al menos, el 90% de los hogares³⁴. Aunque en España dicho contenido es de 60 ppm (de las más altas del mundo), varios estudios han comprobado que, frecuentemente, la concentración de yodo real es inferior a la referida en el envase o, directamente, la supuesta «sal yodada» contenía menos de 15 ppm de yodo al ser analizada³⁵. El origen de esto podría residir en procesos industriales de yodación inadecuados, envases y embalajes deficientes o condiciones ambientales de almacenamiento que favorezcan la degradación del yodo.

La cobertura de SY en los domicilios a nivel mundial es variable pero, según fuentes de la OMS, ha pasado de menos

de un 20 a un 70% en dos décadas. En algunos países es obligatorio por ley el uso de la SY; ejemplos de esto son Dinamarca y China donde es obligatorio que toda la sal de venta en supermercados así como la que se utiliza en la fabricación de alimentos sea yodada. En Suiza, Dinamarca, Alemania y Holanda es obligatorio el uso de SY para el procesamiento de los alimentos preparados³⁶. En España, la SY de mesa está disponible desde 1983 pero la fortificación de la sal y de otros alimentos no está regulada, por lo que no es obligatorio especificar el tipo de sal utilizada en las etiquetas de los alimentos manufacturados³⁷. Aunque los datos aportados por la OMS en 2007 apuntaban que, en España, la ratio de penetración de la SY en los domicilios era del 16%⁵¹, los últimos datos disponibles reflejan un consumo de SY mayor, del 43,9% en adultos³⁰, y del 68,9% en niños²⁴.

Según la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición, la única contraindicación para el consumo de SY es la realización de un rastreo corporal total con ¹³¹I, cuando se vaya a recibir una dosis diagnóstica o terapéutica de yodo radiactivo o si la persona tiene una enfermedad de Graves-Basedow activa o un bocio multinodular tóxico. Los niños con hipotiroidismo que toman tratamiento con tiroxina, deben seguir manteniendo un consumo de SY suficiente para alcanzar el aporte recomendado total diario. Si el niño está tiroidectomizado, en tratamiento sustitutivo con levotiroxina, aunque no necesite este micronutriente, la SY no le perjudica³⁸.

Son numerosos los estudios que reflejan los beneficios económicos de los programas de yodación. El coste estimado de los programas de yodación de sal en el mundo varía entre 0,0025–0,10 US \$ por persona y año, incluyendo no solo el precio del yodato o yoduro potásico sino la construcción de los edificios *ad hoc*, los equipamientos, los trabajadores, el mantenimiento, la administración y la electricidad.

Esto supone una tercera parte del coste de los tratamientos y cuidados a largo plazo de los pacientes con TDY^{23,39}. Se recomienda de igual manera un consumo frecuente de alimentos con elevadas cantidades de yodo, procedentes del mar: pescados y mariscos. El yodo se utiliza de manera habitual para fortificar los piensos de las vacas y gallinas ponedoras, como antiséptico para el ganado o para los contenedores, dando lugar a que productos animales como la leche y sus derivados o los huevos puedan contener una elevada cantidad de yodo⁴⁰. Sin embargo, este es un asunto sin regular. Un estudio publicado en 2011 encontró gran variabilidad en la cantidad de yodo incluso dentro de cada marca de leche (cada marca se abastece de diferentes granjas con diferencias políticas de uso del yodo). La media de la concentración de yodo en diferentes lotes de leche fue de $259 \pm 58 \mu\text{g/l}$ (valor mínimo $79 \mu\text{g/l}$ y, máximo, $409 \mu\text{g/l}$). Hay que destacar que las etiquetas informativas de las distintas marcas no contenían ninguna información ni de su contenido en yodo ni de los procesos a los que había sido sometida⁴¹.

Un estudio reciente ha mostrado que el consumo de leche en niños asturianos se relaciona de forma significativa con la yoduria; esta aumentaba proporcionalmente a la cantidad diaria de vasos de leche y se pudo determinar que, por cada vaso de leche consumido diariamente, la yoduria media aumentaba 24 g/l ⁴².

La mediana del contenido en yodo encontrada en marcas vascas de leche pasteurizada de vaca fue de $190 (159-235) \mu\text{g/l}$, sin diferencias entre leches enteras, semidesnatadas y desnatadas⁴³. Sin embargo, dicha mediana en las leches orgánicas UHT fue de $55 (50,5-61,5) \mu\text{g/l}$, debido a su distinto procesamiento^{41,43}. La carne, los cereales, las verduras, las frutas y el aceite contienen poca cantidad de yodo ($2-3 \mu\text{g}$ yodo/ 100 g de alimento) de manera natural.

Criterios de erradicación de los TDY

No es lo mismo decir que un país tiene una situación nutricional óptima de yodo (mediana de la yoduria de la población $\geq 100 \mu\text{g/l}$) que afirmar que esa misma población esté exenta de riesgo de desarrollar un TDY. Se considera que una población tiene una situación nutricional de yodo suficiente, desde el punto de vista cuantitativo, si cumple los siguientes criterios: una mediana de la yoduria en la población escolar $\geq 100 \mu\text{g/l}$, una tasa de bocio escolar menor del 5% y un porcentaje de TSH $> 5 \text{ mU/l}$ en sangre total en neonatos inferior al 3%, aunque esto no significa que se haya erradicado el déficit de yodo de manera definitiva y, por lo tanto, el riesgo de padecer los TDY². Por ello, la OMS considera que es necesario que se cumplan una serie de objetivos que se muestran en la [tabla 5](#)⁴⁴.

Consideraciones finales

De acuerdo con Santiago et al., el problema actual en el mundo ya no es el cretinismo sino las alteraciones leves en el desarrollo intelectual, que suponen un peor rendimiento escolar con el consiguiente menor desarrollo social y económico de las poblaciones^{40,45}. Es muy importante conocer que, aunque el grado de yododeficiencia sea leve, eso no significa que las consecuencias sean leves en cuanto al deterioro intelectual o auditivo. Aunque España es

considerada como un país con un nivel nutricional de yodo en el rango adecuado desde 2004, no se puede concluir que nuestra población esté libre de sufrir un TDY. Si observamos los criterios necesarios según la OMS para la erradicación de los TDY ([tabla 5](#)), se deduce que España no los cumple. En nuestro país, la cobertura de SY es inferior al 90% y solo se cumplen 3 de los 10 indicadores del programa: la existencia de un comité de expertos no dependiente del Gobierno y formado por profesionales sensibilizados con el tema, una regulación acerca del uso de SY y cierta cooperación con la industria salinera⁴⁴. Sin embargo, ni existe un programa nacional de Salud Pública a tal efecto, ni programas de educación pública, ni se monitoriza de manera regular la cantidad de yodo en la sal ni la yoduria de la población, ni se realizan estudios centinelas^{32,46,47}. Según datos de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición, desde que en 1993 se demostró que toda España presentaba un bajo nivel de yoduria y que era endémica para el bocio, las acciones para impulsar el consumo de SY en su mayor parte han sido acometidas por profesionales comprometidos, siendo esporádicos los programas procedentes de gobiernos regionales o del gobierno central. Además, es importante destacar que todos los expertos aseguran que esta mejoría de la nutrición de yodo con respecto a décadas anteriores solo se debe en parte al mayor consumo de SY. La elevada cantidad de yodo en la leche de vaca y sus derivados ha sido la verdadera «profilaxis silenciosa» en muchos países y, probablemente, España entre ellos⁴⁸. Tanto en el estudio Tirokid como en otro realizado en 2013 en niños madrileños de entre 3 y 14 años, se encontró que la CUI se relaciona, de manera muy consistente, tanto con el consumo de SY como con tomar, al menos, 2 vasos de leche al día^{24,49}. Se comprobó que los niños que no tomaban SY ni bebían, al menos, dos vasos de leche diarios presentaban una mediana de yoduria de 90 (rango intercuartílico [RIC] $48,00-141,00$) $\mu\text{g/l}$ y cuatro veces más riesgo de yododeficiencia comparado con el grupo de niños que sí tomaban SY y bebían diariamente no menos de 2 vasos de leche⁴⁹.

Existen propuestas por parte de algunos grupos para que la leche sea la alternativa a la yodación de la sal en países con bajo consumo de sal, pero la objeción es que, actualmente, no existe una regulación legal del nivel de yodo que debe llevar la leche. Existen países, como es el caso de Australia, donde la cantidad de yodo en la leche ha disminuido drásticamente en la última década por el uso de otros antisépticos no yodados para su procesamiento, de manera que la mediana de la yoduria de la población general ha pasado de situarse en los $200 \mu\text{g/l}$ a cifras inferiores a $100 \mu\text{g/l}$ en diez años⁵⁰. Otros países como Reino Unido, están observando en los últimos años una disminución de las yodurias debido a un menor consumo de leche por parte de la población⁴⁸. Esto demuestra que la leche es una profilaxis «vulnerable y oscilante» y, por lo tanto, debe ser la SY la verdadera responsable de la yodación en la población española. Con respecto a la sal, siempre ha existido un temor generalizado al riesgo cardiovascular asociado a un consumo moderado-alto de la misma. Según la estrategia NAOS (nutrición, actividad física y prevención de la obesidad) del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, el 75% del total de sal que se consume en España proviene de los alimentos procesados, que no suelen estar elaborados con SY. Conociendo esto, la estrategia lógica es utilizar

SY en la preparación industrial de alimentos y disminuir la cantidad total de sal que se utiliza. Aquellos pacientes en los que la sal estuviera contraindicada, como pueden ser los niños con síndrome nefrótico, deberían administrarse suplementos orales de yodo.

Un último punto que conviene destacar es que cada vez existen más estudios que demuestran que las cifras de las yodurias en niños en edad escolar (grupo clásicamente evaluado en estudios poblacionales) no son representativas de todos los grupos de edad, especialmente de las mujeres gestantes y lactantes, grupos especialmente vulnerables de sufrir un TDY. Estudios comparativos en Tailandia y China reflejaron que, al estudiar un grupo de escolares y sus madres embarazadas, los primeros presentaban un nivel óptimo de yodo mientras que sus madres eran, en su mayoría, yododeficientes^{51,52}. Por lo tanto, las cifras de yodurias en rango de normalidad encontradas recientemente en adultos y niños españoles podrían no ser correlativas con los valores de las mujeres gestantes españolas, con el riesgo fetal que eso conlleva. En nuestro estudio realizado en niños entre 3 y 14 años, comprobamos que el grupo de 11 a 14 años (edad puberal) presentaba una mediana de yoduria de 100 µg/l (RIC 58,00–145,00), límite de la yododeficiencia, siendo muy inferior a la de los niños más jóvenes, entre 3–6 años, con una yoduria de 148,50 (RIC 95,00–230,75) µg/l; $P < 0,001$. Aunque no encontramos diferencias entre el consumo de SY y alimentos ricos en yodo en ambos grupos de edad y por lo tanto desconocemos la causa exacta de este hallazgo, el hecho de que niñas en edad puberal presenten yodurias en el límite de la deficiencia, exponiéndose a un serio riesgo de daño cerebral fetal en caso de un posible embarazo, resulta altamente preocupante⁴⁹.

Autoría/colaboradores

Todos los autores participaron en el diseño y realización del trabajo. La Dra. García-Ascaso se ha encargado de la redacción del mismo y las Dras. Ros y Ares Segura de la revisión de su contenido intelectual.

Todas las autoras revisaron y aprobaron la versión final para su publicación, así como su envío para publicación. Todas las autoras declaran que no existen fuentes de financiación y que el artículo no ha sido enviado a ninguna otra revista. Asimismo, declaran que se cede a Endocrinología, Diabetes y Nutrición la propiedad intelectual del trabajo, así como el derecho a permitir la reproducción de datos o ilustraciones en otras publicaciones.

Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Lavado-Autric R, Ausó E, García-Velasco JV, Arufe MC, Escobar del Rey F, Berbel P, et al. Early maternal hypothyroxinemia alters histogenesis and cerebral cortex cytoarchitecture of the progeny. *J Clin Invest*. 2003;111:1073–82.
2. WHO. Iodine status worldwide. WHO global database on iodine deficiency [Internet]. 2004 [consultado 14 May 2018]. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43010/1/9241592001.pdf>.
3. Roti E, Uberti ED. Iodine excess and hyperthyroidism. *Thyroid*. 2001;11:493–500.
4. Vanderpas J. Nutritional epidemiology and thyroid hormone metabolism. *Annu Rev Nutr*. 2006;26:293–322.
5. Ristic-Medic D, Piskackova Z, Hooper L, Ruprich J, Casgrain A, Ashton K, et al. Methods of assessment of iodine status in humans: a systematic review. *Am J Clin Nutr*. 2009;89, 2052S–69S.
6. Panel EN. Scientific opinion on dietary reference values for iodine. *EFSA J*. 2014;12:3660.
7. FAO, WHO. Vitamin and mineral requirements in human nutrition [Internet]. 2004 [consultado 14 May 2018]. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42716/1/9241546123.pdf?ua=1>.
8. Rossi A, Tomimori E, Camargo R, Medeiros-Neto G. Determination of thyroid volume by sonography in healthy Brazilian schoolchildren. *J Clin Ultrasound*. 2002;30:226–31.
9. Soldin OP. Controversies in urinary iodine determinations. *Clin Biochem*. 2002;35:575–9.
10. Fisher DA, Oddie TH. Thyroid iodine content and turnover in euthyroid subjects: validity of estimation of thyroid iodine accumulation from short-term clearance studies. *J Clin Endocrinol Metab*. 1969;29:721–7.
11. Benotti J, Benotti N. Protein-bound iodine, total iodine, and butanol-extractable iodine by partial automation. *Clin Chem*. 1963;12:408–16.
12. Espada Sáenz-Torre M. La medición del yodo en la orina: revisión de las técnicas. *Endocrinol Nutr*. 2008;55:37–42.
13. Haap M, Roth HJ, Huber T, Dittmann H, Wahl R. Urinary iodine: comparison of a simple method for its determination in microplates with measurement by inductively-coupled plasma mass spectrometry. *Sci Rep*. 2017;7:39835.
14. Utiger RD. Iodine nutrition — More is better. *N Engl J Med*. 2006;354:2819–21.
15. Delange F, Benker G, Caron P, Eber O, Ott W, Peter F, et al. Thyroid volume and urinary iodine in European schoolchildren: standardization of values for assessment of iodine deficiency. *Eur J Endocrinol*. 1997;136:180–7.
16. Johner SA, Boeing H, Thamm M, Remer T. Urinary 24-h creatinine excretion in adults and its use as a simple tool for the estimation of daily urinary analyte excretion from analyte/creatinine ratios in populations. *Eur J Clin Nutr*. 2015;69:1336–43.
17. Wiersinga WM, Podoba J, Srbecky M, van Vessel M, van Bieren HC, Platvoet-Ter Schiphorst MC. A survey of iodine intake and thyroid volume in Dutch schoolchildren: reference values in an iodine-sufficient area and the effect of puberty. *Eur J Endocrinol*. 2001;144:595–603.
18. Zimmermann M, Saad A, Hess S, Torresani T, Chaouki N. Thyroid ultrasound compared with World Health Organization 1960 and 1994 palpation criteria for determination of goiter prevalence in regions of mild and severe iodine deficiency. *Eur J Endocrinol*. 2000;143:727–31.
19. Foo LC, Zulfiqar A, Nafikudin M, Fadzil MT, Asmah AS. Local versus WHO/International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders-recommended thyroid volume reference in the assessment of iodine deficiency disorders. *Eur J Endocrinol*. 1999;140:491–7.
20. WHO, UNICEF, ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers [Internet]. 2007 [consultado 14 May 2018]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43781/1/9789241595827_eng.pdf.
21. Gutekunst R, Scriba PC. Goiter and iodine deficiency in Europe. The European Thyroid Association report as updated in 1988. *J Endocrinol Invest*. 1989;12:209–20.

22. Morreale de Escobar G, Escobar del Rey F. Metabolismo de las hormonas tiroideas y el yodo en el embarazo. Razones experimentales para mantener una ingesta de yodo adecuada en la gestación. *Endocrinol Nutr.* 2008;55:7–17.
23. Zimmermann MB, Andersson M. Update on iodine status worldwide. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2012;19:382–7.
24. 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.
25. Escobar del Rey F. Nuevos estudios sobre deficiencia de yodo en España. *Endocrinología.* 1993;40:205–10.
26. Escarda Fernández E, González Martínez E, González Sarmiento E, de Luis Román D, Muñoz Moreno MF, Rodríguez Gay C, et al. Estudio de las características antropométricas y nutricionales de los adolescentes del núcleo urbano de Valladolid. *Nutr Hosp.* 2010;25:814–22.
27. Morales-Suárez-Varela M, Rubio-López N, Ruso C, Llopis-Gonzalez A, Ruiz-Rojo E, Redondo M, et al. Anthropometric status and nutritional intake in children (6-9 years) in Valencia (Spain): the ANIVA study. *Int J Environ Res Public Health.* 2015;12:16082–95.
28. López-Sobaler AM, Aparicio A, González-Rodríguez LG, Cuadrado-Soto E, Rubio J, Marcos V, et al. Adequacy of usual vitamin and mineral intake in Spanish children and adolescents: ENALIA study. *Nutrients.* 2017;9:131.
29. Vila Ballester I, Donnay Candil S, Iglesias Reymunde T, Soriguer Escofet F, Tortosa Henzi F, Torrejón Jaramillo S, et al. Evaluación de los hábitos alimentarios relacionados con la ingesta de yodo, el estado nutricional de yodo y disfunción tiroidea en cuatro poblaciones no seleccionadas (proyecto Tirobus). *Endocrinol Nutr.* 2010;57:407–13.
30. Soriguer F, García-Fuentes E, Gutierrez-Repiso C, Rojo-Martínez G, Velasco I, Goday A, et al. Iodine intake in the adult population. *Di@bet.es study.* *Clin Nutr.* 2012;31:882–8.
31. Vitti P, Delange F, Pinchera A, Zimmermann M, Dunn JT. Europe is iodine deficient. *Lancet.* 2003;361:1226.
32. WHO, UNICEF. Iodine deficiency in Europe: a continuing public health problem [Internet]. 2007 [consultado 14 May 2018]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43398/1/9789241593960_eng.pdf.
33. Johnner SA, Thamm M, Schmitz R, Remer T. Examination of iodine status in the German population: an example for methodological pitfalls of the current approach of iodine status assessment. *Eur J Nutr.* 2016;55:1275–82.
34. WHO, ICCIDD, UNICEF. Recommended iodine levels in salt and guidelines for monitoring their adequacy and effectiveness [Internet]. 1996 [consultado 14 May 2018]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/63322/1/WHO_NUT_96.13.pdf?ua=1.
35. Donnay Candil S, Abel Pareja M, Escobar del Rey F. Disponibilidad de sal yodada y su contenido real de yodo. *Endocrinol Nutr.* 1999;46:224–7.
36. Charlton K, Skeaff S. Iodine fortification: why, when, what, how, and who? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2011;14:618–24.
37. Escobar del Rey F. Goitre and iodine deficiency in Spain. *Lancet.* 1985;326:149–50.
38. Soriguer F, Santiago P, Vila L, Arena JM, Delgado E, Díaz Cadórniga F, et al. Clinical dilemmas arising from the increased intake of iodine in the Spanish population and the recommendation for systematic prescription of potassium iodide in pregnant and lactating women (Consensus of the TDY Working Group of SEEN). *J Endocrinol Invest.* 2009;32:184–91.
39. Correa H. A cost-benefit study of iodine supplementation programs for the prevention of endemic goiter and cretinism. En: Stanbury J, Hetzel BS, editores. *Endemic goiter and cretinism.* New York: New York: John Wiley and Sons; 1980. p. 567–88.
40. Santiago-Fernández 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.
41. Soriguer F, Gutierrez-Repiso C, Gonzalez-Romero S, Oliveira 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.
42. Riestra Fernández M, Ménendez Torre E, Díaz Cadórniga F, Fernández Fernández JC, Delgado Álvarez E. Estado nutricional de yodo en la población escolar asturiana. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2017;64:491–7.
43. Arrizabalaga JJ, Jalón M, Espada M, Cañas M, Latorre PM. Concentración de yodo en la leche ultrapasteurizada de vaca. Aplicaciones en la práctica clínica y en la nutrición comunitaria. *Med Clin (Barc).* 2015;145:55–61.
44. Díaz-Cadórniga FJ, Delgado-Álvarez E. Déficit de yodo en España: situación actual. *Endocrinol Nutr.* 2004;51:2–13.
45. Santiago Fernández P. Capacidad intelectual y yodo en la dieta. Evidencias clínicas y epidemiológicas. *Endocrinol Nutr.* 2008;55:20–6.
46. Vila L. La deficiencia de yodo en España: un problema pendiente que urge resolver. *Endocrinol Nutr.* 2002;49:1–4.
47. Arena Ansótegui J, Ares Segura S. Déficit de yodo en España: ingesta circunstancialmente suficiente pero sin una estrategia explícita de salud pública que garantice su sostenibilidad. *An Pediatr (Barc).* 2010;72:297–301.
48. Vanderpump MPJ, Lazarus JH, Smyth PP, Laurberg P, Holder RL, Boelaert K, et al. Iodine status of UK schoolgirls: a cross-sectional survey. *Lancet.* 2011;377:2007–12.
49. García Ascaso MT. Situación nutricional de yodo en niños de entre 3 y 14 años: variables individuales, familiares, dietéticas, analíticas y ecográficas. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid; 2013 [consultado 5 May 2018]. Disponible en: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/662030/garcia_%20ascaso.marta.taida.pdf?sequence=1.
50. Li M, Waite KV, Ma G, Eastman CJ. Declining iodine content of milk and re-emergence of iodine deficiency in Australia. *Med J Aust.* 2006;184:307.
51. Gowachirapant S, Winichagoon P, Wyss L, Tong B, Baumgartner J, Melse-Boonstra A, et al. Urinary iodine concentrations indicate iodine deficiency in pregnant Thai women but iodine sufficiency in their school-aged children. *J Nutr.* 2009;139:1169–72.
52. Wong EM, Sullivan KM, Perrine CG, Rogers LM, Peña-Rosas JP. Comparison of median urinary iodine concentration as an indicator of iodine status among pregnant women, school-age children, and nonpregnant women. *Food Nutr Bull.* 2011;32:206–12.
53. Gómez Huelga R, Millón MC, Soriguer F, Mancha I, Garriga MJ, Muñoz R, et al. Comparación de diferentes criterios de diagnóstico poblacional de la deficiencia de yodo (DDY). Prevalencia de bocio endémico en la Axarquía (Málaga). *Endocrinol Nutr.* 2000;47:260–6.
54. García-García E, Vázquez-López MÁ, García-Fuentes E, Rodríguez-Sánchez FI, Muñoz FJ, Bonillo-Perales A, et al. Iodine intake and prevalence of thyroid autoimmunity and autoimmune thyroiditis in children and adolescents aged between 1 and 16 years. *Eur J Endocrinol.* 2012;167:387–92.
55. Olmedo Carrillo P, García Fuentes E, Gutiérrez Alcántara C, Serrano Quero M, Moreno Martínez M, Ureña Fernández T, et al. Evaluación del estado de nutrición yódica en población general en la provincia de Jaén. *Endocrinol Nutr.* 2015;62:373–9.
56. Delgado E, Díaz-Cadórniga 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.

57. Serna Arnaiz MC, Serra i Majem L, Gascó Eguiluz E, Muñoz Márquez J, Ribas L, Escobar del Rey F. Situación actual de la endemia de bocio y del consumo de yodo en la población del Pirineo y de la comarca del Segrià de Lleida. *Aten Prim*. 1998;22:642-8.
58. Serra-Prat M, Díaz E, Verde Y, Gost J, Serra E, Puig Domingo M. Prevalencia del déficit de yodo y factores asociados en escolares de 4 años. *Med Clin (Barc)*. 2003;120:246-9.
59. Capdevila Bert R, Marsal Mora JR, Pujol Salud J, Anguera Farran R. Estudio de prevalencia de la deficiencia de yodo en una población escolarizada de 6 años. *An Pediatr (Barc)*. 2010;72:331-8.
60. Peris Roig B, Atienzar Herráez N, Merchante Alfaro AA, Calvo Rigual F, Tenias Burillo JM, Selfa Moreno S, et al. Bocio endémico y déficit de yodo: ¿sigue siendo una realidad en España? *An Pediatr (Barc)*. 2006;65:234-40.
61. Zubiaur Cantalapiedra A, Zapico Álvarez-Cascos MD, Ruiz Pérez L, Sanguino López L, Sánchez Serrano FJ, Alfayate Guerra R, et al. Situación nutricional de yodo en la población escolar de Alicante. *An Pediatr (Barc)*. 2007;66:260-6.
62. García-Mayor RV, Ríos M, Fluiters E, Pérez Méndez LF, González García-Mayor E, Andrade A. Effect of iodine supplementation on a pediatric population with mild iodine deficiency. *Thyroid*. 1999;9:1089-93.
63. Morreale de Escobar G, Escobar del Rey F. Consequences of iodine deficiency for brain development. En: de Vijlder J, Morreale de Escobar G, editores. *The thyroid and the brain*. Stuttgart: Schattauer Verlag; 2003. p. 33-56.
64. Arrizabalaga JJ, Larrañaga N, Espada M, Amiano P, Bidaurrezaga J, Latorre K, et al. Evolución del estado de nutrición de yodo en los escolares de la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Endocrinol Nutr*. 2012;59:474-84.
65. Arena Ansótegui J, Emparanza Knörr JI. Estudio de la ingesta de yodo en los niños de 6 meses a 3 años de edad de Guipúzcoa. *An Pediatr (Barc)*. 2012;76:65-8.
66. Arrizabalaga JJ, Jalón M, Espada M, Cañas M, Arena JM, Vila L. 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. *Endocrinol Diabetes Nutr*. 2018;65:247-54.