

Factores asociados al estado nutricional de yodo en preescolares del estado de Hidalgo, México

Guadalupe López Rodríguez^{1*}, Marcos Galván¹, Isabela Silva Maldonado² y Michel Chávez Dossetti¹

¹Área Académica de Nutrición, Centro de Investigación Interdisciplinario en Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; ²Hospital del Niño DIF-Hidalgo

Resumen

Introducción: La deficiencia de yodo (DI) es un problema de salud pública en muchos países en desarrollo, y las mujeres embarazadas y los niños son la población más susceptible. **Objetivo:** Evaluar la asociación del estado de nutrición de yodo con el clima, disponibilidad de yodo en sal y grado de marginación social en preescolares del estado de Hidalgo, México. **Métodos:** Estudio transversal en 1,333 niños < 5 años a quienes se les cuantificó yoduria y yodo en la sal; en sus localidades se registró la humedad ambiental, el tipo de localidad y el grado de marginación. **Resultados:** El 24.5% de los niños registró yodurias < 100 µg/l, y el 28.6% de las muestras de sal contenían < 20 ppm de yodo; las yodurias en niños de climas húmedos fue menor (209.09 ± 6.8 µg/l) que en climas secos (274.7 ± 5.86 µg/l) ($p < 0.05$); el contenido de yodo en la sal de niños que habitaban localidades con altos grados de marginación fue menor que con marginación muy baja (23.5 ± 1.2, 32.9 ± 2.7, respectivamente; $p < 0.01$). **Conclusiones:** La humedad ambiental y el grado de marginación social de las localidades se asociaron con un menor contenido de yodo en la sal y de yoduria en los niños evaluados.

PALABRAS CLAVE: Deficiencia de yodo. Preescolares. Yoduria. Marginación social.

Abstract

Background: Iodine deficiency is a public health problem in many developing countries where pregnant women and children are the more susceptible populations. **Objective:** To evaluate the association of iodine nutritional status with the weather, availability of iodine in salt, and degree of social exclusion in preschool children of the state of Hidalgo, Mexico. **Methods:** Cross-sectional study in 1,333 children < 5 years; in these, urinary iodine and iodine in the salt was measured, and annual average of humidity, type of location and degree of social marginalization in the localities where they lived was recorded. **Results:** 24.5% of children evaluated had < 100 µg/l of urinary iodine excretion, and 28.6% of salt samples contained < 20 ppm of iodine; iodine urine average of wet weather children was lower (209.09 ± 6.8 µg/l) than in dry climates (274.7 ± 5.86 µg/l; $p < 0.05$); the iodine content of salt in children living communities with high levels of marginalization was less than with low marginalization (23.5 ± 1.2 and 32.9 ± 2.7 ppm, respectively; $p < 0.01$). **Conclusions:** The humidity and the degree of social marginalization of the locations were associated with lower iodine content of salt and urinary iodine in children evaluated.

KEY WORDS: Iodine deficiency. Preschool. Urinary iodine. Social marginalization.

Correspondencia:

*Guadalupe López Rodríguez
Instituto de Ciencias de la Salud
Laboratorio de Nutrición Molecular
C.P. 42162, San Agustín Tlaxiaca, Hgo.
E-mail: glopez@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción en versión modificada: 12-11-2012

Fecha de aceptación: 20-02-2013

Introducción

Las enfermedades asociadas a las deficiencias de yodo (EDI) continúan siendo un problema de salud pública en muchos países en desarrollo¹, pues alrededor del mundo dos billones de personas tienen DI², y el 29.8% de los niños en edad escolar presentan una ingesta insuficiente del nutriente³. El cretinismo, el bocio y el retardo en el crecimiento son las manifestaciones clínicas más importantes de las EDI, las cuales son ocasionadas por una limitada síntesis de hormona tiroidea, lo que produce también retraso mental y un limitado desempeño académico⁴. En el mundo, la yodación de sal sigue siendo la estrategia más eficaz para combatir la DI en humanos; a pesar de que en México existe un programa de yodación de sal para consumo humano y animal desde 1993 (NOM-040-SSA1-1993), las EDI no se han erradicado en algunas poblaciones vulnerables.

Un estudio realizado en el año 2000 reportó que la prevalencia de niños mexicanos de 6-12 años (escolares) con una excreción urinaria de yodo (yoduria) < 50 µg/l era del 14.3%, que el 20.4% de los niños evaluados tenía bocio y el 25.7% de la sal que consumían contenía < 15 ppm de yodo⁵. Se han descrito altas prevalencias de DI en niños tarahumaras⁶ y en habitantes de Arandas, Jalisco⁷. El estado de Hidalgo es una zona endémica de DI, pues en 2001 se informó de una prevalencia de yoduria < 100 µg/l en el 15.7% de niños escolares residentes de albergues indígenas del estado⁸; en tres zonas del estado de Hidalgo se detectó bocio en el 10.5% de los niños escolares, y en el 22% se registraron yodurias < 100 µg/l (zona de la Huasteca, 32%; Pachuca, 24%, y el Valle del Mezquital, 9%)⁹.

En humanos, las EDI son causadas por una ingesta insuficiente de yodo en la dieta que no permite cubrir el requerimiento diario; los factores condicionantes de la DI en poblaciones donde existe un programa de yodación de la sal pueden estar relacionados con factores ambientales y económicos de las familias, las condiciones propias del manejo y conservación de la sal; además, con el bajo consumo de alimentos que son fuente natural de yodo como los pescados frescos, carne, leche y el agua¹⁰. El contenido de yodo en los alimentos depende de la cantidad de este nutriente en el hábitat de donde proviene el alimento: la cantidad de yodo en alimentos de origen marino está relacionada con el yodo disuelto en el agua, y en alimentos de origen vegetal con el yodo presente en la

tierra donde se cultivan¹¹; los iones yoduro en el agua de mar se oxidan a yodo elemental, el cual se volatiliza a la atmósfera y regresa al suelo por la lluvia, completando así el ciclo. Sin embargo, el ciclo del yodo en muchas regiones es lento e incompleto, dejando los suelos y el agua potable con bajas concentraciones de yodo^{12,13}, lo cual puede afectar a las poblaciones que no tienen acceso a otras fuentes de yodo. Por otra parte, la desnutrición¹⁴ en los niños, así como un bajo nivel socioeconómico de las familias, se han relacionado con DI¹⁵.

La información sobre la situación del yodo en preescolares mexicanos es escasa, y poco se ha descrito sobre su relación con condicionantes ambientales y económicos. El propósito de este trabajo fue evaluar la asociación del estado de nutrición del yodo con el clima, la disponibilidad de yodo en sal y el grado de marginación social en preescolares del estado de Hidalgo, México.

Metodología

Estudio descriptivo transversal y analítico realizado en una muestra representativa de niños de seis meses a cinco años de edad participantes en la Encuesta Estatal de Nutrición Hidalgo 2003. Para efectos del presente estudio se calculó un tamaño de muestra considerando una prevalencia de yoduria (< 100 µg/l) de 10% para área rural y 5% para área urbana, con una diferencia del 5%, nivel de significancia de 0.05 y poder del 90%; resultando en 582 preescolares del área rural y 582 del área urbana. Los niños fueron seleccionados de las familias que en el momento del estudio residían en las viviendas ubicadas en localidades urbanas y rurales de los 84 municipios del estado de Hidalgo. El diseño de la muestra fue estratificado, por conglomerados y bietápico: estratificado porque las unidades de selección se clasificaron de acuerdo con su ubicación geográfica (cinco regiones); por conglomerados porque se seleccionaron unidades primarias de muestreo (UPM) conformadas por grupos de manzanas (urbanas) o localidades (rurales) que contenían en su interior conjunto de unidades de observación; y bietápico porque se llevó a cabo en dos etapas de selección, la primera correspondió a las UPM y la segunda a los sujetos en estudio. Se seleccionaron aleatoriamente 159 UPM de 56 municipios del estado de Hidalgo, de las cuales se elaboraron listados y croquis con la ubicación de las viviendas mediante un recorrido sistemático, resultando en un marco muestral de 42,365 viviendas con niños < 5 años,

los cuales fueron seleccionados aleatoriamente según el tipo de localidad (urbana o rural), proporcional al número de las UPM seleccionadas y proporcional a la distribución según sexo. Los padres o tutores de los niños evaluados firmaron un consentimiento informado. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética de la Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo, México.

Personal entrenado y estandarizado midió el peso corporal y la longitud o talla de los niños; en menores de 24 meses se midió la longitud en decúbito dorsal con infantómetros con precisión de 1 mm (SECA, modelo 770) y se pesaron en básculas pediátricas con precisión de 0.1 kg (SECA, modelo 776). El peso de los niños de 24 a 59 meses se determinó con el uso de básculas con precisión de 0.10 kg (SECA, modelo 286) y la talla fue medida con el sujeto de pie utilizando estadiómetro portátil con precisión de 1 mm (SECA, modelo 208). Estos datos se utilizaron para calcular el índice de masa corporal (IMC) (peso kg/m^2) y el puntaje Z del indicador talla/edad (T/E) utilizando la referencia de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2007¹⁶. En las viviendas de los niños seleccionados el personal de enfermería tomó directamente del depósito, salero o bolsa, una muestra de 30 g de la sal que estuvieran utilizando en ese momento las familias para preparar o adicionar sus alimentos; las muestras fueron depositadas en una bolsa de polipropileno con sellado hermético; en todos los casos se registró la marca o tipo de sal. De forma simultánea, se recolectaron 10 ml de una muestra casual de orina: en niños menores de 24 meses se utilizó una bolsa adhesiva perineal y en los niños de 24-59 meses fue por micción espontánea en un frasco recolector; todas las muestras fueron almacenadas en tubos Monovette® para orina, la cual fue almacenada a $-20\text{ }^\circ\text{C}$ hasta su análisis. Las muestras de orina fueron procesadas en el Laboratorio de Enfermedades no Infecciosas del Instituto Nacional de Referencia Epidemiológica, donde se cuantificó la concentración de yodo en orina utilizando un método de digestión con persulfato de amonio¹⁷.

En el Laboratorio de Nutrición Molecular de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) se cuantificó la concentración de yodo en sal utilizando un método semicuantitativo mediante la titulación con tiosulfato¹⁸, de acuerdo a la recomendación del Consejo Internacional para el Control de los Desórdenes por Deficiencia de yodo (ICCID)¹⁹. Los promedios de yodo en sal se presentan agrupados en cuatro categorías de acuerdo a la cantidad de yodo en la sal de

consumo familiar (CISCF): $< 15\text{ ppm}$, $15\text{-}19.99\text{ ppm}$, $20\text{-}40\text{ ppm}$ y $> 40\text{ ppm}$. Las localidades se clasificaron en urbanas (poblaciones donde viven $> 2,500$ habitantes) o rurales (poblaciones donde viven $< 2,500$ habitantes) de acuerdo a los criterios establecidos por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)²⁰. El clima de las localidades se determinó con los informes geográficos del INEGI 2004, y se definieron tres tipos de clima de acuerdo a la precipitación promedio anual: húmedo ($2,000\text{-}4,000\text{ mm}$), subhúmedo ($1,000\text{-}2,000\text{ mm}$) y seco ($300\text{-}600\text{ mm}$)^{21,22}. El grado de marginación de las localidades corresponde a los índices publicados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el cual mide la intensidad global de la marginación socioeconómica considerando tres dimensiones estructurales de esta: la educación, la vivienda y los ingresos monetarios; clasificando el grado de marginación de acuerdo a los puntajes obtenidos en estos rubros como muy bajo ($-3.38\text{-}-1.83$), bajo ($-1.83\text{-}-1.32$), medio ($-1.32\text{-}-0.8$), alto ($-1.8\text{-}0.47$) y muy alto ($0.47\text{-}3.05$)²³. En los niños evaluados la DI se consideró con una concentración de yoduria $< 100\text{ }\mu\text{g}/\text{l}$ ¹⁹.

Las prevalencias de las DI en sal y las yodurias fueron comparadas por prueba χ^2 , y la prueba de análisis de la varianza (ANOVA) fue utilizada para comparar diferencias entre grupos aplicando un post-test de Bonferroni; el valor de $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativo. El análisis de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS versión 10 (Chicago, IL, EE.UU.).

Resultados

Se evaluaron 1,333 niños residentes de 56 municipios del estado de Hidalgo con edades de ocho meses a cuatro años y once meses, los cuales corresponden a 75 lactantes (6-18 meses), 466 preescolares tempranos (19-36 meses) y 792 preescolares tardíos (7-59 meses). Entre las categorías de CISCF no se observaron diferencias en edad o estado nutricional de acuerdo al indicador T/E y el IMC, pero sí en las proporciones de niños con exceso o déficit de yodo; en los niños con CISCF $> 40\text{ ppm}$ se registraron el mayor número de yodurias $> 300\text{ }\mu\text{g}/\text{l}$ (Tabla 1). Al evaluar la marca y tipo de sal que se consumía en ese momento en el hogar de los niños estudiados, se encontró que: el 28.6% de las muestras analizadas contenían $< 20\text{ ppm}$ de yodo, la mayor parte de estas muestras provenían de sal comprada a granel en tiendas o mercados cercanos a su hogar (Tabla 2); en los niños que pertenecían al grupo con $< 15\text{ ppm}$ de yodo

Tabla 1. Variables descriptivas y estado nutricional de yodo de acuerdo a las categorías de yodo en sal (Hidalgo, 2003)

Yodo en sal (ppm)	Edad (años)	Sexo		IMC (kg/m ²)	T/E puntaje Z	Yoduria µg/l			
	Media ± DE	F	M	Media ± DE		%			
						< 100	100-299	≥ 300	
< 15	3.3 ± 0.99	122	140	16.4 ± 1.80	-0.99 ± 1.24	24.8	45.8	29.4	
15-19.9	3.2 ± 0.99	55	65	16.5 ± 1.97	-0.94 ± 1.18	23.3	46.7	30.0	
20-40	3.3 ± 1.01	400	391	16.4 ± 2.0	-0.90 ± 1.23	23.1	39.7	37.2	
> 40	3.3 ± 1.04	74	86	16.7 ± 1.85	-0.91 ± 1.27	19.4	35.0	45.6	
p*	0.59 [†]			0.66 [†]	0.76 [†]	0.67*	< 0.001*	< 0.001*	
Total	3.3 ± 1.01	651	682	16.5 ± 1.8		23.0	41.0	36.0	

*Valor de probabilidad de la prueba χ^2 .[†]Valor de probabilidad para la prueba ANOVA.

F: Femenino; M: Masculino.

en sal, se registró el menor promedio de yoduria ($228.6 \pm 9.2 \mu\text{g/l}$), y el promedio más alto se observó en el grupo con > 40 ppm de yodo en la sal ($271.0 \pm 11.9 \mu\text{g/l}$; $p < 0.05$). La mediana de yoduria entre los grupos estudiados fue de 203 para los hogares que tenían < 15 ppm de yodo en sal, de 195 para el grupo de 15-19.9 ppm, de 230 para las muestras de sal en un rango de 20-40 ppm y de 291.5 para muestras con > 40 ppm.

En relación con el indicador de T/E, el estado nutricional de los niños no se asoció con las excreciones de yoduria o las cantidades de yodo en la sal; esto mismo se observó cuando se clasificaron los niños de acuerdo al tipo de localidad en donde residían (Tabla 3).

Se recabó información sobre el clima de las localidades donde habitaban los niños evaluados, así como el tipo de localidad a la que pertenecían: el 35.1% de los niños residían en localidades con clima húmedo, el 13.1% en subhúmedo y el 51.8% en clima seco; el 43.7% pertenecían a localidades urbanas y el 56.3% a rurales. En las localidades rurales se registraron diferencias en las concentraciones promedio de yodo en sal y de yoduria, siendo menores en climas húmedos y mayores en climas secos; el grado de marginación de las localidades rurales también determinó la cantidad de yodo en sal y la yoduria de los niños, entre mayor fue el grado de marginación menores cifras promedio de yodo fueron registradas, llegando a presentarse dife-

Tabla 2. Contenido de yodo (ppm) en la sal de consumo habitual de las familias del estado de Hidalgo, 2003

Marca	< 15		15-19.9		20-39.9		≥ 40		n
	n	%	n	%	n	%	n	%	
A granel	20	33.9	4	6.8	31	52.5	4	6.8	59
La Fina [®]	181	18.5	86	8.8	592	60.7	117	12.0	976
Oso Blanco [®]	36	24.5	19	12.9	68	46.3	24	16.3	147
El Cisne [®]	12	17.1	2	2.9	47	67.1	9	12.9	70
Otras	13	16.1	8	9.9	52	64.2	8	9.9	81
p*		0.02		< 0.01		< 0.01			< 0.01
Total	262	19.7	119	8.9	790	59.3	162	12.2	1,333

*Valor de probabilidad para la prueba χ^2 .

Tabla 3. Distribución de las yodurias y yodo en sal por tipo de localidad y talla de los niños preescolares de Hidalgo, 2003

	Urbano	Rural	p	Talla baja	Talla normal	p
				Z T/E < -2	Z T/E ≥ -2	
Yoduria (µg/l)						
< 100	64.8 ± 50.0	55.13 ± 25.4	0.03	54.5 ± 26.3	57.0 ± 25.7	0.50
100-299	198.6 ± 61.3	191.9 ± 58.8	0.20	188.71 ± 60.5	196.3 ± 59.1	0.24
≥ 300	425.8 ± 69.4	420.8 ± 71.3	0.44	418.0 ± 67.3	424.6 ± 70.5	0.44
Yodo en sal (ppm)						
< 15	7.8 ± 5.3	10 ± 5.1	0.001	9.1 ± 5.3	8.9 ± 5.4	0.79
15-19.9	17.7 ± 1.1	17.7 ± 1.0	0.92	17.9 ± 1.1	17.7 ± 1.1	0.56
20-40	28.3 ± 5.3	27.9 ± 5.4	0.32	28.1 ± 5.5	28.1 ± 5.3	0.97
> 40	48.7 ± 8.7	49.9 ± 10.8	0.39	52.6 ± 12	48.7 ± 9.3	0.10

Los valores se presentan como medias ± desviación estándar.
p = valor de probabilidad para la prueba t de Student.

rencias de $-74.5 \mu\text{g/l}$ entre el grado de marginación muy alto en comparación con el bajo (Tabla 4). En los niños residentes de localidades urbanas, se observaron diferencias en los promedios de yodo en sal entre los tres distintos climas, pero no se registraron cambios en las concentraciones de yoduria; el grado de marginación de estas localidades no se relacionó con una menor cantidad de yodo en sal, ni tampoco se observaron cambios en las concentraciones de yoduria (Tabla 4).

La edad de los niños no fue un factor asociado a cambios en las concentraciones promedio de yoduria, ni se registraron diferencias relacionadas con la edad en la proporción de niños con DI en orina. La DI en los niños del estado de Hidalgo tuvo la siguiente distribución geográfica: el 52% de los niños con yoduria $< 100 \mu\text{g/l}$ residían en localidades rurales y con climas húmedos, y el 60% de los niños con $> 300 \mu\text{g/l}$ de yoduria vivían en localidades urbanas o rurales con climas secos, lo que nos indica que el porcentaje de humedad se relaciona tanto con la DI como con el exceso.

Discusión

En México, la cantidad de yodo que debe adicionarse a la sal para consumo humano está normada de acuerdo a las recomendaciones establecidas por la OMS¹⁹; sin embargo, nuestros resultados mostraron que el contenido de yodo en la sal de consumo familiar varía significativamente entre marcas y tipos de sal; solamente el 59.3% de las muestras cumplían con

el rango de yodo establecido en la norma oficial mexicana ($30 \pm 10 \text{ ppm}$) y cerca del 20% de ellas no contenían la cantidad mínima recomendada por la OMS ($> 15 \text{ ppm}$ de yodo). Estos resultados ubican a la población estudiada como un grupo de riesgo de desarrollar EDI, al no cumplir con los criterios establecidos por organismos internacionales (90% de las muestras de sal de consumo humano deben contener como mínimo $30 \pm 10 \text{ ppm}$)²⁴, lo que podría explicar en parte las DI detectadas en esta población. Es importante destacar que el 12.2% de las muestras de sal tenían concentraciones de yodo $> 40 \text{ ppm}$, cifra que se encuentra por encima del rango establecido por la NOM-040-SSA1-1993, lo cual es un factor de riesgo que puede contribuir a que la población susceptible desarrolle hipotiroidismo e hipertiroidismo²⁵.

La cantidad de yodo en la sal de consumo familiar se relacionó con las concentraciones de yodo en la orina: los niños que tenían en su sal $< 15 \text{ ppm}$ de yodo fueron los que en promedio registraron las concentraciones de yoduria más bajas (Tabla 1). La CISCf explicó la excreción urinaria de yodo en la población estudiada, lo que significa que la sal es una fuente importante del nutriente en la dieta de la población hidalguense < 5 años, por lo tanto, es necesario mantener un adecuado sistema de monitoreo del cumplimiento de la adecuada yodación de la sal tanto para prevenir el déficit como el exceso de yodo; esta práctica podría prevenir las altas prevalencias de DI²⁶ identificadas principalmente en la población rural del estado de Hidalgo.

Tabla 4. Distribución de las concentraciones de yoduria y yodo en la sal en niños preescolares de acuerdo al clima e índice de marginación (Hidalgo, 2003)

Localidad	Yodo en sal (ppm)				Yoduria (µg/l)			
	Rural		Urbana		Rural		Urbana	
	n	Media ± ES	n	Media ± ES	p [‡]	Media ± ES	Media ± ES	p [‡]
Clima								
Húmedo	298	23.2 ± 0.8*	170	23.5 ± 1.2*	0.92	181.5 ± 8.1 [†]	257.5 ± 11.6	< 0.01
Subhúmedo	97	25.7 ± 1.4	77	28.3 ± 1.3*	0.19	208.1 ± 15.4 [†]	255.0 ± 17.4	0.04
Seco	356	28.9 ± 0.6*	335	25.9 ± 0.6*	<0.01	263.9 ± 8.1 [†]	286.2 ± 8.4	0.06
Marginación								
Muy bajo	0	0	34	29.7 ± 2.1		0	262.5 ± 22.5	
Bajo	21	32.9 ± 2.7*	421	24.4 ± 0.6*	<0.01	264.1 ± 35.3	281.0 ± 7.6	0.32
Medio	168	28.6 ± 0.9*	82	25.1 ± 1.5*	0.04	273.5 ± 11.9 [†]	254.2 ± 16.3	0.34
Alto	437	25.7 ± 0.6*	45	33.3 ± 2.0*	<0.01	212.4 ± 7.1 [†]	249.2 ± 22.2	0.13
Muy alto	121	23.5 ± 1.2	0	0		189.6 ± 13.6 [†]	0	

ES = error estándar.

Para el clima:

*Valor de p < 0.01 en relación al clima húmedo.

†Valor de p < 0.01 en relación al clima seco.

Prueba de ANOVA con posttest de Bonferroni.

Para la marginación:

*Valor de p < 0.01 en relación con grado de marginación alto.

†Valor de p < 0.01 en relación con grado de marginación medio.

Prueba de ANOVA con posttest de Bonferroni.

‡Valor de probabilidad de la prueba t de Student para el área urbana y rural.

Las condiciones ambientales relacionadas con la excreción urinaria de yodo se evaluaron a partir de los tipos de clima que tenían las localidades donde vivían los niños; el efecto del clima en la cantidad de yodo en la sal está relacionado con la humedad relativa del ambiente y la temperatura²⁷, pues está reportado que en ambientes con una humedad relativa mayor al 76% la sal pierde más yodo en comparación con ambientes con una humedad relativa menor²⁸. En este estudio, en las muestras de sal de los niños que habitaban en localidades con climas húmedos se cuantificó una menor cantidad de yodo y los niños presentaron las concentraciones de yoduria más bajas, estos cambios se presentaron principalmente en las localidades rurales; los niños que vivían en climas secos excretaron en promedio 82.4 µg/l más yodo en orina en comparación con los niños que habitaban en localidades rurales con climas húmedos, lo que sugiere que la humedad en la que se encuentra la sal que consume la población del medio rural ocasiona una disminución en el yodo disponible, lo cual tiene efectos en la yoduria; es posible que el efecto en la yoduria no se

observe en los niños que viven en localidades urbanas y con clima húmedo, debido a que pueden tener una dieta más variada con un consumo de alimentos ya sea de origen natural o procesados que son fuentes de yodo. Este argumento es un supuesto, por lo que en futuros estudios será necesario cuantificar la ingesta de yodo proveniente de los alimentos.

Existe la posibilidad de que la población de las localidades rurales no conserven la sal de forma adecuada; se ha descrito que el almacenamiento de la sal en ollas de barro durante más de un mes puede reducir el contenido de yodo hasta un 25%, debido a la evaporación del nutriente²⁹; sin embargo, se requieren más estudios para identificar los medios de conservación de la sal de las familias del estado de Hidalgo. Las mayores excreciones urinarias de yodo fueron registradas en climas secos, tanto en los niños de las localidades urbanas como de las rurales, lo cual pudo haber estado influido también por el estado de hidratación de los niños evaluados³⁰.

En conclusión, el grado de marginación de las localidades se asoció con la concentración de yodo en la sal:

a mayor grado de marginación en las localidades rurales menor fue la concentración de yodo, lo cual se relacionó con una menor concentración de yoduria. No se observó el mismo fenómeno en las localidades urbanas, donde suponemos que los niños obtienen el yodo de otras fuentes. Además, la DI en los niños < 5 años estuvo relacionado con el consumo de sal con bajo contenido de yodo, afectando principalmente a niños de localidades rurales que habitan en zonas húmedas, lo cual puede estar relacionado con malas prácticas de conservación de la sal y un limitado consumo de alimentos que son fuentes naturales de yodo.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

Bibliografía

- De Benoist B, McLean E, Andersson M, Rogers L. Iodine deficiency in 2007: Global progress since 2003. *Food Nutr Bull.* 2008;29(3):195-202.
- De Benoist B, Andersson M, Takkouche B, Egli I. Prevalence of iodine deficiency worldwide. *Lancet.* 2003;362(9398):1859-60.
- Andersson M, Karumbunathan V, Zimmermann MB. Global iodine status in 2011 and trends over the past decade. *J Nutr.* 2012;142(4):744-50.
- Zimmermann MB, Jooste PL, Pandav CS. Iodine-deficiency disorders. *Lancet.* 2008;372(9645):1251-62.
- Pretell EA, Delange F, Hostalek U, et al. Iodine nutrition improves in Latin America. *Thyroid.* 2004;14(8):590-9.
- Monarrez-Espino J, Greiner T. Iodine nutrition among indigenous Taramara schoolchildren in Mexico. *Eur J Clin Nutr.* 2005;59(10):1213-6.
- Vásquez-Garibay EM, Romero-Velarde E, Napoles-Rodríguez F, Nuno-Cosío ME, Trujillo-Contreras F, Sánchez-Mercado O. Prevalence of iron and iodine deficiency, and parasitosis among children from Arandas, Jalisco, México. *Salud Publica Mex.* 2002;44(3):195-200.
- Cruz MB. Evaluación del estado nutricional de los escolares residentes en los albergues del INI en Hidalgo. Pachuca, Hidalgo: Servicios de Salud de Hidalgo; 2000.
- Martínez-Salgado H, Castañeda-Limones R, Lechuga-Martín del Campo D, et al. Iodine deficiency and other potential goitrogens in the persistence of endemic goiter in Mexico. *Gac Med Mex.* 2002;138(2):149-56.
- Benton D. The influence of dietary status on the cognitive performance of children. *Mol Nutr Food Res.* 2010;54(4):457-70.
- Koutras DA, Papapetrou PD, Yataganas X, Malamos B. Dietary sources of iodine in areas with and without iodine-deficiency goiter. *Am J Clin Nutr.* 1970;23(7):870-4.
- Zimmermann MB. Iodine deficiency. *Endocrine reviews.* 2009;30(4):376-408.
- Steinnes E. Soils and geomedicine. *Environ Geochem Health.* 2009;31(5):523-35.
- Bhutta ZA. Micronutrient needs of malnourished children. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2008;11(3):309-14.
- Tai M. The devastating consequence of iodine deficiency. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 1997;28(Suppl 2):75-7.
- Butte NF, Garza C, De Onis M. Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents. *J Nutr.* 2007;137(1):153-7.
- Dunn JT, Crutchfield HE, Gutekunst R, Dunn AD. Two simple methods for measuring iodine in urine. *Thyroid.* 1993;3(2):119-23.
- Jooste PL, Strydom E. Methods for determination of iodine in urine and salt. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2010;24(1):77-88.
- WHO/UNICEF/ICCIDD. Recommended iodine levels in salt and guidelines for monitoring their adequacy and effectiveness. Ginebra: WHO; 1996.
- INEGI. Compendio de criterios y especificaciones técnicas para la generación de datos e información de carácter fundamental. En: INEGI, editor. México, D.F.: INEGI; 2010.
- INEGI. Anuario Estadístico de Hidalgo; Aspectos Geográficos. Hidalgo 2004. México, D.F.: INEGI; 2004.
- INEGI. Guía para la interpretación de cartografía climatológica: INEGI; 2005.
- CONAPO. Índice de marginación a nivel de localidad, 2000. México, D.F.: CONAPO; 2002.
- WHO/UNICEF/ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: A guide for programme managers. Third edition ed. Ginebra: WHO Press; 2007.
- Burgi H. Iodine excess. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2010;24(1):107-15.
- Zimmermann MB. Iodine requirements and the risks and benefits of correcting iodine deficiency in populations. *J Trace Elem Med Biol.* 2008;22(2):81-92.
- Biber FZ, Unak P, Yurt F. Stability of iodine content in iodized salt. *Isotopes Environ Health Stud.* 2002;38(2):87-93.
- Wang GY, Zhou RH, Wang Z, Shi L, Sun M. Effects of storage and cooking on the iodine content in iodized salt and study on monitoring iodine content in iodized salt. *Biomed Environ Sci.* 1999;12(1):1-9.
- Patowary AC, Kumar S, Patowary S, Dhar P. Iodine deficiency disorders (IDD) and iodised salt in Assam: a few observations. *Indian J Public Health.* 1995;39(4):135-40.
- Remer T, Fonteyn N, Alexy U, Berkemeyer S. Longitudinal examination of 24-h urinary iodine excretion in schoolchildren as a sensitive, hydration status-independent research tool for studying iodine status. *Am J Clin Nutr.* 2006;83(3):639-46.