

ORIGINAL

Estado nutricional de yodo en niños escolares mexicanos de zonas urbanas y rurales



Marcos Galván, Trinidad Lorena Fernández Cortés, Teodoro Suárez-Diéguez y Guadalupe López-Rodríguez*

Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México

Recibido el 12 de abril de 2019; aceptado el 2 de septiembre de 2019
Disponible en Internet el 30 de noviembre de 2019

PALABRAS CLAVE

México;
Estado de nutrición
de yodo;
Escolares;
Sal yodada

Resumen

Introducción: El déficit o consumo excesivo de yodo en humanos tiene efectos en la salud, por lo que determinar las prevalencias y los factores de riesgo en los niños ayuda a reorientar las acciones de prevención o tratamiento.

Método: Estudio transversal probabilístico realizado en 631 infantes de 5-12 años a quienes se les cuantificó yodo en una muestra de orina y de sal; se presentan resultados por tipo de localidad y condición de indigenismo, la asociación de estas variables con intervalos de yoduria fue evaluada con una regresión logística binaria.

Resultados: La mediana de la concentración de yodo en orina (yoduria) fue de 278,4 $\mu\text{g/L}$ (177,3-360,9, RIC), el 13,2% de los infantes evaluados presentaron yodurias $<100 \mu\text{g/L}$ y el 41,8% registraron cifras $\geq 300 \mu\text{g/L}$. Los escolares indígenas fueron los que registraron mayor riesgo para yodurias $<100 \mu\text{g/L}$ ($\beta = 2,29$, 1,1-4,6 IC, $p < 0,05$) e infantes de localidades urbanas y no indígenas riesgos altos para cifras $\geq 300 \mu\text{g/L}$ ($\beta = 2,2$, 1,3-3,9 IC, $p < 0,01$ y $\beta = 3,8$, 2,2-6,5 IC, $p < 0,01$; respectivamente). La mediana de la concentración de yodo en sal fue de 35,9 ppm (29,1-42,4, RIC), no se presentaron diferencias en las concentraciones de yodo en sal por tipo de localidad o etnicidad.

Conclusiones: En escolares mexicanos de zonas rurales e indígenas las cifras de yodurias $<100 \mu\text{g/L}$ no han sido erradicadas. Se registraron altas prevalencias de cifras elevadas de yoduria en escolares que habitan en localidades urbanas, esto se asoció al consumo de sodio de alimentos procesados.

© 2019 SEEN y SED. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Mexico;
Iodine nutritional

Iodine nutritional status in urban and rural Mexican schoolchildren

Abstract

Introduction: Deficient or excess iodine intake has effects on human health. Assessment of the prevalence and risk factors in children can therefore support effective prevention or treatment.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: glopez@uaeh.edu.mx (G. López-Rodríguez).

status;
School children;
Iodized salt.

Method: A cross-sectional probabilistic study in 631 children aged 5 to 12 years in whom iodine levels were measured in urine and salt samples. Results are reported by type of location and indigenous condition. Association of these variables to urinary iodine levels was assessed using a binary logistic regression.

Results: Median urinary iodine level was 278.4 $\mu\text{g/L}$ (177.3-360.9, IQR), 13.2% of children assessed had iodine levels $<100 \mu\text{g/L}$, and 41.8% had values $\geq 300 \mu\text{g/L}$. Indigenous schoolchildren had the greatest risk of urinary iodine levels $<100 \mu\text{g/L}$ ($\beta = 2.29$, CI 1.1-4.6, $p < .05$), while children from urban and non-indigenous localities had a high risk of iodine levels $>300 \mu\text{g/L}$ ($\beta = 2.2$, CI 1.3 -3.9, $p < .01$, and $\beta = 3.8$, CI 2.2-6.5, $p < .01$ respectively). Median iodine level in salt was 35.9 ppm (29.1-42.4 IQR), and there were no differences in iodine levels in salt by type of location or ethnicity.

Conclusions: In Mexican schoolchildren living in rural and indigenous areas, iodine levels $<100 \mu\text{g/L}$ have not been eradicated. There was high prevalence of urinary iodine levels $\geq 300 \mu\text{g/L}$ in schoolchildren living in urban areas which was associated to high sodium intake from processed food.

© 2019 SEEN y SED. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Los desórdenes por deficiencia de yodo (DDI) se presentan desde la etapa fetal hasta la edad adulta, la madre gestante con deficiencia de yodo puede cursar con hipotiroxinemia y el feto presentar anomalías congénitas, nacer con cretinismo o insuficiencia neurocognitiva endémica^{1,2}. Los infantes y adolescentes con deficiencia de yodo pueden presentar un hipotiroidismo subclínico o bocio, lo cual altera su neurodesarrollo y coeficiente intelectual^{3,4}, mientras que en adultos se ha descrito bocio nodular tóxico e hipertiroidismo⁵.

Con la finalidad de prevenir los DDI la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros organismos, recomendaron en 1993 la yodación universal de la sal. En México existe legislación al respecto desde 1963, la sal para consumo humano y animal debe yodarse con $30 \pm 10 \text{ mg/Kg}$ de ion yodo (NOM-040-SSA1-1993). Desde el año 2000 se tienen reportes del estado nutricional de yodo en la población mexicana, en la Encuesta Nacional de Nutrición de 1999⁶ y en un estudio multinacional⁷ se registró que el 8,4% y el 4,3% de los niños mexicanos de 5-12 años tenían $<100 \mu\text{g/L}$ de yodo en orina, respectivamente. En octubre del 2016 se declaró en América Latina la eliminación de los desórdenes por deficiencia de yodo, en esta declaratoria se informó que en México se tiene una mediana de yodo en orina de $297 \mu\text{g/L}$ ⁸.

La recomendación de la OMS para la mediana de yoduria en una población es de 100-199 $\mu\text{g/L}$, lo que indica una ingesta adecuada de yodo, cifras entre 200-299 $\mu\text{g/L}$ se relacionan con consumos por arriba de los requerimientos⁹. Un consumo excesivo de yodo puede condicionar hipertiroidismo y enfermedad tiroidea autoinmune en adultos susceptibles^{10,11} e incrementos en el volumen de la tiroidea en niños¹². Los logros de México en la erradicación de los DDI deben incluir un seguimiento de las cifras de yodo en la sal, así como la evaluación constante del estado nutricional de yodo en los escolares y mujeres embarazadas. En

este trabajo se evaluó la excreción urinaria de yodo y el yodo en la sal en una muestra de escolares de zonas rurales y urbanas del estado de Hidalgo México, con la finalidad de dimensionar los riesgos asociados a concentraciones bajas o elevadas.

Material y métodos

Población y muestra

Estudio descriptivo transversal y analítico realizado en una muestra representativa de infantes de 5 a 12 años de edad, del estado de Hidalgo, localizado en el centro de México ($19^\circ 36' - 21^\circ 24'$ latitud norte, $97^\circ 58' - 99^\circ 54'$ latitud oeste O), aproximadamente a 92 Km al norte de la ciudad de México. De acuerdo al censo nacional de población del 2010, Hidalgo tiene 2 858 359 habitantes, de los cuales el 15% son niños de 5-12 años. Los infantes evaluados estaban inscritos en 100 escuelas de educación primaria de tipo general, particular, indígena o cursos comunitarios del Consejo Nacional de Fomento Educativo en el ciclo escolar 2010-2011. Para efectos del presente estudio se calculó el poder de la muestra considerando que la población rural en Hidalgo es de 52%, con una prevalencia de yoduria ($<100 \mu\text{g/L}$) de 15,4% para área rural y 5,5% para el área urbana¹³; con un contraste bilateral, nivel de significación de 0,05 y poder del 80%; requiriendo para encontrar diferencias estadísticamente significativas un total de 137 escolares del área rural y 147 escolares del área urbana. Los niños fueron seleccionados de forma aleatoria de una base de datos de 171 199 registros, lo que representaba el 48% del total de los escolares inscritos en el ciclo escolar 2010-2011.

Las localidades se clasificaron en urbanas (poblaciones donde viven >2500 habitantes) o rurales (poblaciones donde viven <2500 habitantes) de acuerdo a los criterios establecidos por el INEGI¹⁴. Por interrogatorio a la madre y confirmado de manera directa al escuchar hablar al escolar,

se determinó si los infantes eran hablantes o no hablantes de una lengua indígena, los hablantes fueron clasificados como indígenas registrando además la lengua que hablaban. Un consentimiento informado fue firmado por los padres o tutores de los escolares evaluados y se pidió el asentimiento de cada uno de ellos. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

Indicadores antropométricos

El peso de los escolares se midió en básculas con precisión de 0,10 kg (SECA®, modelo 813) y la talla con estadímetro portátil con precisión de 1 mm (SECA®, modelo 206), las mediciones fueron realizadas por personal capacitado y estandarizado. Con el peso y la talla se calcularon el índice de masa corporal (IMC= peso Kg/m²), el puntaje Z del indicador de IMC para la edad (IMCz) y el puntaje Z de la talla para la edad (TEz) utilizando la referencia de crecimiento de la OMS 2007¹⁵.

Yodo en orina y sal

En cada uno de los hogares de los escolares se tomó una muestra de 30 gramos de sal, que estuvieran usando en ese momento para la preparación de alimentos o para la adición a platillos cocinados; la sal se colocó en recipientes herméticos y fue almacenada en desecadores hasta su análisis. La concentración de yodo en la sal se determinó con un método colorimétrico¹⁶, 500 mg de sal fueron disueltos en 25 mL de agua destilada, 3 mL de esta solución fueron mezclados con 500 µL de HCl 1,0 M y 500 µL de solución yoduro almidón (0,42 M de KI, 15,4 mM de almidón, pH 9,0); el KIO₃ fue utilizado para construir la curva estándar (20-200 µg/dL), la absorbancia de la reacción fue medida a 580 nm en un espectrofotómetro marca Agilent modelo 8453. Las muestras se midieron por duplicado, para evaluar el coeficiente de variación, el cual no debía ser mayor a 10%. Una concentración de yodo en sal <20 ppm se consideró deficiente, de 20-40 ppm óptima y >40 ppm con exceso de yodo¹⁷.

De forma simultánea en los escolares se recolectó una muestra casual de orina de 10 mL en un frasco recolector estéril (tubos Monovette® para orina), todas las muestras fueron almacenadas a -35 grados centígrados hasta su análisis¹⁸, 250 µL de orina fueron mezclados con 1 mL de persulfato de amonio 1,0 M, la mezcla se incubó 60 min a 100° C, posteriormente se adicionó 2,5 mL de ácido arsenioso (50,5 mM de AsO₃, y 0,43 M de NaCl disuelto en H₂SO₄ y agua destilada 1:5) y 300 µL de sulfato de amonio cérico (75,9 mM, disuelto en H₂SO₄ 3,5 N); el KIO₃ fue utilizado para construir la curva estándar (20-400 µg/L), la absorbancia de la reacción fue medida a 405 nm en un espectrofotómetro marca Agilent modelo 8453. Las muestras se midieron por duplicado, para evaluar el coeficiente de variación, el cual no debía ser mayor a 5%. En los escolares evaluados se calculó el porcentaje de niños con una concentración de yoduria <100 µg/L; los niños fueron ubicados en los intervalos de yoduria de 50-99 µg/L, 20-49 µg/L, <20 µg/L, entre 100-199 µg/L, de 200-299 µg/L y ≥300 µg/L⁹.

Evaluación de sodio en la dieta

La evaluación de la dieta se realizó con un cuestionario de frecuencia de consumo de 7 días correspondiente a una semana previa a la entrevista, el cual se aplicó a la madre o responsable de la alimentación de los escolares. El cuestionario constaba de 108 alimentos o preparaciones, organizados en 14 grupos: 1) lácteos, 2) bebidas, 3) cereales y derivados, 4) preparaciones con masa de maíz, 5) frutas, 6) verduras, 7) tubérculos, 8) preparaciones caldosas, 9) huevo/carne/embutidos, 10) leguminosas, 11) azúcares, dulces y golosinas, 12) frituras y botanas, 13) comida rápida y 14) grasas y aceites. Para determinar la cantidad consumida se utilizaron utensilios de cocina con medidas estandarizadas (gramos y mililitros) así como un manual de fotografías de alimentos en porciones, tomando como referencia el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes¹⁹. La cantidad y nutrimentos consumidos por día fueron calculados con el promedio del consumo semanal, utilizando la tabla de composición de alimentos del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes y las etiquetas nutrimentales de los alimentos procesados. Se identificaron a los niños que cumplían con la recomendación de ingesta de sodio por grupo de edad, de 4-8 años (≤1200 mg/día) y de 9-13 años (≤1500 mg/día)²⁰.

Métodos estadísticos

Los datos se presentan como medias ± desviación estándar o con el valor de la mediana y el rango intercuartílico (RIC). Para establecer la normalidad de los datos se aplicó la prueba Kolmogorov-Smirnov. La Chi-cuadrada fue utilizada para analizar las variables categóricas, la prueba de medianas de Mood se utilizó para comparar diferencias entre dos grupos y el ANOVA de dos vías en los análisis de más de dos grupos con *post test* de Bonferroni o T3 de Dunnett. Se realizaron pruebas de regresión logística binaria para asociar los intervalos de yoduria (variable dependiente) con el tipo de localidad y la condición de indigenismo de los infantes (variables independientes); se integró al análisis la edad y género como covariables. El valor de p <0,05 se consideró estadísticamente significativo. El análisis de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS versión 21 (SPSS Corp, Chicago, IL, EE. UU.).

Resultados

Se evaluaron 631 muestras de sal y orina de escolares de escuelas públicas (89,4%) y privadas (10,6%) del estado de Hidalgo, México. El 77% de las muestras fueron de escolares de localidades rurales y el 73,7% de escolares no indígenas. La media de edad fue de 9,1 ± 2,1 años (5-13 años) con una distribución entre género de 49% de masculinos y 51% de femeninos. No se presentaron diferencias en los promedios de puntaje Z para los indicadores de índice de masa corporal (IMC) y del indicador talla para la edad (TEz) entre géneros; para el IMC los promedios fueron positivos en todos los evaluados (0,27 ± 1,2) y en el indicador TEz negativos (-0,75 ± 1,1) (tabla 1). Un total de 166 escolares (26,3%) eran indígenas, hablantes de las lenguas Nahuatl o Hñähñu (tabla 1).

Tabla 1 Características generales y antropométricas de escolares mexicanos, por sexo

	Masculino (n=309)	Femenino (n=322)	Total(n= 631)
	Media ± DE		
Generales			
Edad (años)	9,1 ± 2,2	9,1 ± 2,1	9,1 ± 2,1
Indígenas n (%)	88 (28,5)	78 (24,2)	166 (26,3)
Nahuas	80 (26,5)	65 (20,6)	145 (23,0)
Hñähñu	8 (2,6)	13 (4,1)	21 (3,3)
Antropométricas			
Peso (Kg)	29,7 ± 10,9	29,5 ± 10,5	29,5 ± 10,7
Talla (cm)	128,8 ± 13,2	128,8 ± 13,9	128,8 ± 13,6
IMC (kg/m ²)	17,4 ± 3,2	17,2 ± 3,2	17,3 ± 3,2
Z de IMC	0,33 ± 1,3	0,21 ± 1,2	0,27 ± 1,2
Z de TE	-0,77 ± 1,2	-0,74 ± 0,9	-0,75 ± 1,1

Indígena: hablante de una lengua indígena; IMC: índice de masa corporal; TE: indicador talla para la edad.

Tabla 2 Niveles de yodo en orina en escolares mexicanos, por tipo de localidad y condición indígena

	Yodo en orina (µg/L)	Intervalos de yoduria en µg/L ^c					
		n (%)					
	Mediana (RIC)	< 20	20-49	50-99	100 -199	200-299	≥ 300
Tipo de localidad (n)							
Rural (485)	264,4 (160,9-346,1) ^a	18 (3,7)	17 (3,5)	40 (8,2)	81 (16,7)	152 (31,3)	177 (36,5)*
Urbana (146)	318,2 (243,1-382,1) ^b	-	-	8 (5,5)	18 (12,3)	33 (22,6)	87 (59,6)*
Infantes (n)							
Indígenas (166)	205,2 (95,2-290,1) ^a	7 (4,2)	9 (5,4)	28 (16,9)	38 (22,9)	48 (28,9)	36 (21,7) *
No indígenas (465)	297,4 (223,5-373,6) ^b	11 (2,4)	8 (1,7)	20 (4,3)	61 (13,1)	137 (29,5)	228 (49,0) *
Total	278,4 (177,3-360,9)	18 (2,9)	17 (2,7)	48 (7,6)	99 (15,7)	185 (29,3)	264 (41,8)

RIC: rango intercuartílico.

La estratificación de los intervalos de yoduria fue acorde a la concentración de yodo en orina (WHO, UNICEF, ICCIDD). Diferentes letras en la misma columna indican un valor de p <0,05 para la prueba de medianas de Mood. Los asteriscos en la misma línea representan un p-value <0,001 (*) para los porcentajes de ingesta de yodo según la prueba Chi-cuadrada.

La mediana de las concentraciones de yodo en las orinas fue de 278,4 µg/L (177,3-360,9; RIC) y en la sal de 35,9 ppm (29,1-42,4; RIC). El 13,2% de los niños evaluados registraron cifras <100 µg/L de yodo en orina, los cuales se ubicaron principalmente en el intervalo de 50-99 µg/L (57,5% de los casos). Los escolares indígenas registraron prevalencias más altas de yodurias <100 µg/L (26,5%) en comparación con los no indígenas (8,4%) (tabla 2), con un coeficiente de regresión logística (β) para yodurias <100 µg/L de 2,29 (IC 1,1-4,63, p=0,021) en comparación a los escolares no indígenas (tabla 3). Registros en los intervalos de yoduria de 20-49 µg/L y <20 µg/L, solo se presentaron en escolares de localidades rurales.

El 41,8% de las muestras de orina presentaron concentraciones ≥300 µg/L, con diferencias entre el tipo de localidad y la condición indígena (tabla 2). El valor β para estas cifras de yoduria en los escolares de localidades urbanas fue de 2,24 (IC 1,23-3,98, p=0,006) y de 3,77 (IC 2,19-6,47, p<0,001) para los escolares no indígenas (tabla 3).

La ingesta de energía entre los escolares con distintos intervalos de yodo en orina fue semejante, se observaron diferencias entre la proporción de macronutrientes energéticos, principalmente en hidratos de carbono y lípidos. Los

promedios de sodio fueron significativamente más altos en los escolares con intervalos de yodurias >100 µg/L, en comparación a los que presentaron yodurias <20 µg/L (tabla 4). Los escolares con yodurias ≥300 µg/L consumían 2,5 veces más sodio en comparación a los niños con <20 µg/L, solo el 18% de estos niños cumplían con su recomendación diaria de ingesta de sodio.

Se registró una deficiente yodación de la sal de mesa en el 8,8% de las muestras evaluadas (<20 ppm), la mayor proporción de muestras registraron cifras adecuadas de yodación y más del 30% de estas presentaron cifras superiores a 40 ppm, lo que las ubicó con exceso de yodo. Un 10,6% de las muestras de sal presentaron cifras >50 ppm de yodo. No se presentaron diferencias por tipo de localidad y condición indígena (tabla 5).

Discusión

Los promedios negativos de puntaje Z del indicador TE indican que la población de estudio son infantes con un insuficiente crecimiento lineal, condición que ha sido asociada a deficiencias de nutrimentos como el yodo, hierro, cinc y vitamina A²¹ así como tener déficits en la ingesta de energía

Tabla 3 Riesgo de yodurias bajas o elevadas en escolares mexicanos por tipo de localidad y condición indígena

Tipo de localidad	Intervalos de yoduria en $\mu\text{g/L}$					
	< 20	β (IC)	50-99	100 -199	200-299	≥ 300
Urbana vs. rural	(...)	valor de p	0,89 (0,35-2,23)	NA	0,98 (0,52-1,85)	2,24 (1,26-3,98)
Rural vs. urbana	(...)	(...)	0,803 1,12 (0,45-2,82)	NA	0,954 1,01 (0,54-1,92)	0,006 0,45 (0,25-0,79)
Indígena vs. no indígena			0,803	NA	0,953	0,006
	0,99 (0,35-2,80)	1,80 (0,64-5,08)	2,29 (1,1-4,63)		0,57 (0,34-0,97)	0,26 (0,15-0,45)
No indígena vs. indígena	0,996	0,266	0,021	NA	0,038	<0,0001
	1,0 (0,36-2,82)	0,55 (0,19-1,57)	0,44 (0,22-0,88)		1,74 (1,03-2,94)	3,77 (2,19-6,47)
	0,996	0,266	0,021		0,038	<0,0001

β : coeficiente de regresión logística; IC: intervalo de confianza; MI: nuestra insuficiente. En las líneas sin datos (...) no se calculó el valor de β , debido a que en esta categoría no se registró a ningún niño. El intervalo de yoduria de 100-199 $\mu\text{g/L}$ fue el grupo utilizado como referencia (sin riesgo) por lo que no aplica (NA) el cálculo de β .

Tabla 4 Ingesta diaria de energía, nutrientes energéticos y sodio en escolares mexicanos, por categoría de yoduria

	Intervalos de yoduria en $\mu\text{g/L}$					
	<20 (18)	20-49 (17)	50-99 (48)	100-199 (99)	200-299 (185)	≥ 300 (264)
Kilocalorías	1 695,4 \pm 216,7	1 216,1 \pm 229,8	1 672,9 \pm 132,4	1 648,7 \pm 92,2	1 584,9 \pm 61,1	1 567,7 \pm 48,3
HCO %	70,2 \pm 1,9 ^a	63,7 \pm 2,4	64,9 \pm 1,1	64,1 \pm 0,8	63,5 \pm 0,6 ^b	61,2 \pm 0,5 ^b
Prot%	12,2 \pm 0,4	12,6 \pm 0,8	13,9 \pm 0,2	13,6 \pm 0,2	13,2 \pm 0,2	13,6 \pm 0,2
Lip %	18,9 \pm 1,4 ^a	23,8 \pm 1,9	22,1 \pm 0,8 ^a	22,6 \pm 0,6 ^a	23,9 \pm 0,5	25,8 \pm 0,5 ^b
Na (mg)	958,1 \pm 187,6 ^a	1 164,1 \pm 256,2	1 648,4 \pm 156,7	2 056,4 \pm 144,6 ^b	2 162,6 \pm 93,2 ^b	2 402,6 \pm 93,2 ^b
IDR Na %	58,3	45,5	33,3	29,7	29,1	18,0

HCO%: porcentaje de la energía de hidratos de carbono; IDR%: porcentaje de la ingesta diaria recomendada para sodio (Na) en niños de 4-8 años (≤ 1200 mg/día) y de 9-13 años (≤ 1500 mg/día); Lip%: porcentaje de la energía de lípidos; Prot%: porcentaje de la energía de proteínas.

La estratificación de los intervalos fue acorde a la concentración de yodo en orina. Diferentes letras en la misma línea indican un valor de $p < 0,05$ por la prueba ANOVA de dos vías con *post-test* de Bonferroni o T3 de Dunnett. Los valores continuos representan la media \pm desviación estándar.

o proteínas de alto valor biológico²². La tercera parte de los escolares evaluados eran hablantes de lengua indígena, esta condición también se ha asociado con el retardo en el crecimiento²³ y la deficiencia de múltiples nutrientes²⁴.

A pesar de haberse declarado la erradicación de la deficiencia de yodo en México, los escolares indígenas y los que habitaban poblaciones rurales fueron los que presentaron las cifras más altas de yodurias <100 $\mu\text{g/L}$ (26,5 y 15,4% respectivamente). En contraste con el valor de la mediana de yoduria (278,4 $\mu\text{g/L}$), un 13,2% de todos los infantes evaluados registraron valores <100 $\mu\text{g/L}$, principalmente en el rango de 50-99 $\mu\text{g/L}$; en población del estado de Hidalgo está proporción históricamente ha sido alta, afectando hasta el 32,8% de la población de acuerdo a una investigación realizada en 1991²⁵.

Reportes en infantes mexicanos de 5-12 años informan que la prevalencia de yodurias <100 $\mu\text{g/L}$ fue del 8,4% en el año 1999²⁶ y del 4,3% en el año 2000⁷. Sin

embargo, un estudio en población adulta de la ciudad de México en 2014 registró un 12,7% de sujetos con yodurias <100 $\mu\text{g/L}$, esta población registró una mediana de yoduria de 221,0 $\mu\text{g/L}$ ²⁷. Los datos aquí reportados indican que la población rural e indígena de escolares en Hidalgo, México, continúa registrando una proporción $>15\%$ de infantes con yodurias <100 $\mu\text{g/L}$, cifra mayor a los promedios nacionales, pero semejantes a los reportados en la ciudad de México, esto pese a que los valores de la mediana de yoduria indican una ingesta de yodo suficiente en la población de Hidalgo y de Ciudad de México.

En el presente estudio se registró en más del 40% de los escolares una yoduria ≥ 300 $\mu\text{g/L}$; la cual contrasta con el 4,3% descrito en el año 2000⁷. El exceso de consumo de yodo puede alterar la función tiroidea, a pesar de que muchos individuos toleran altas ingestas de este mineral²⁸. El consumo excesivo produce hipotiroidismo por el efecto Wolff-Chaikoff e hipertiroidismo

Tabla 5 Niveles de yodo y estado de yodación en muestras de sal en niños mexicanos por tipo de localidad y condición indígena

Tipo de localidad (n)	Yodo en sal(ppm) Media ± DE	Estado de yodo en sal n (%)		
		Deficiente	Óptimo	Exceso
Rural (485)	36,1 ± 12,5	39 (8,1)	278 (57,4)	168 (34,6)
Urbana (146)	37,1 ± 16,9	16 (11,5)	83 (56,5)	47 (32,1)
<i>Niños (n)</i>				
Indígena (166)	34,8 ± 13,2	14 (8,5)	101 (60,8)	51 (30,7)
No indígena (465)	36,9 ± 13,9	42 (9,0)	259 (55,8)	164 (35,2)
Total	36,4 ± 13,7	55 (8,8)	361 (57,2)	215 (34,0)

Ingesta de yodo por la concentración de yodo en orina. Deficiente= < 20ppm; óptimo= entre 20-40ppm y exceso= > 40ppm de sal de yodo.

también conocido como el efecto Jod-Basedow en sujetos susceptibles²⁹.

Los escolares no indígenas y de poblaciones urbanas (49,0% y 59,6%, respectivamente) registraron el mayor número de niños con cifras altas de yoduria. Esto en parte puede explicarse por el alto consumo de alimentos procesados sumado al consumo de sal yodada en las poblaciones urbanas³⁰, a diferencia de localidades rurales donde es menor el consumo de alimentos procesados; en México existe en algunas poblaciones marginadas una baja concentración de yodo relacionado con la humedad y las altas temperaturas a la que es expuesta la sal que consumen¹³ esto último no se observó en la población evaluada, ya que los promedios de yodo en sal fueron semejantes entre localidades urbanas y rurales.

El 34% de la sal que los niños evaluados consumían en sus hogares, registró un valor >40ppm y el 10,6% valores >50ppm. En el 2003, en México, el 5,7% de las muestras estaban ubicadas en este último rango de concentración⁷ lo que indica que hemos aumentado en 5 puntos porcentuales el número de muestras de sal con cifras altas de yodación en 15 años. Esto hace necesaria la vigilancia no solo del estado nutricional de yodo en la población mexicana, sino también de la evaluación de la sal producida en la industria salinera en México.

En este estudio se registró un consumo promedio de sodio de 958,1g en los escolares con yodurias muy bajas (<20 µg/L), lo que representaría una ingesta de sal cercana a 2,4g/día, a diferencia del grupo con ≥300 µg/L en donde sería de 6,1 g/día; estas diferencias de la ingesta de sal pueden explicarse por los alimentos procesados que consumen los niños. La mediana de yodo en la sal fue de 35,9 ppm, por lo que podemos suponer que los escolares con un consumo de 2,4g/día de sal obtendrían 86,2 µg yodo y con 6,1 g/día de sal de 219 µg yodo, en el primer caso insuficiente para cubrir sus recomendaciones de ingestas diarias (120 µg/día de yodo)²⁰. A estos estimados se deben restar las pérdidas de yodo durante la cocción de alimentos (20%), lo que afectaría aún más la disponibilidad de yodo consumido por estos niños.

Conclusión

Se concluye que existe una condición polarizada del estado de nutrición de yodo en escolares mexicanos, ya

que infantes indígenas presentan el doble de riesgo de tener yodurias <100 µg/L, y en cambio escolares de áreas urbanas y no indígenas tienen hasta tres veces más riesgo de presentar yodurias ≥300 µg/L. Esta situación requiere de una pronta respuesta a través del cumplimiento de las normas de yodación de la sal, la educación de la población sobre el consumo de alimentos procesados, la vigilancia del estado nutricional del yodo en poblaciones vulnerables y de políticas de salud pública en México.

Financiación

Este proyecto fue financiado por la Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo, México.

Autoría/colaboradores

Los cuatro autores contribuyeron en el diseño del presente trabajo. M. Galván realizó el análisis de datos y la redacción de la metodología. T. Suárez-Diéguez diseñó y condujo el análisis experimental de las muestras de orina y sal y realizó también el análisis de resultados. L. Fernández Cortes, diseñó los instrumentos y analizó los resultados de la dieta. G. López-Rodríguez coordinó todos los trabajos del proyecto, redactó la introducción y la interpretación de los resultados. Todos los autores colaboramos en la redacción de la discusión, revisión y aprobación final del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Delange F. [Iodine nutrition and neonatal hypothyroidism]. *Rev Med Brux.* 1994;15:359-65.
2. Hetzel B. Iodine deficiency disorders (IDD) and their eradication. *Lancet.* 1983;322:1126-9.
3. Qian M, Wang D, Watkins WE, Gebiski V, Yan YQ, Li M., et al. The effects of iodine on intelligence in children: a meta-analysis of studies conducted in China. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2005;14:32-42.
4. Fenzi GF, Giusti LF, Aghini-Lombardi F, Bartalena L, Marcocci C, Santini F, et al. Neuropsychological assessment in schoolchildren from an area of moderate iodine deficiency. *J Endocrinol Invest.* 1990;13:427-31, <https://doi.org/10.1007/BF03350696>.

5. Zimmermann MB, Boelaert K. Iodine deficiency and thyroid disorders. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2015;3:286–95, [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(14\)70225-6](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70225-6).
6. Rivera Dommarco J, Shamah Levy T, Villalpando Hernández S, González de Cossío T, Hernández Prado B, Sepúlveda J, et al. Encuesta Nacional de Nutrición. 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México [Internet]. Instituto Nacional de Salud Pública (MEX); [consultado el 13 Nov 2018]. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/nutricion.pdf>.
7. Pretell EA, Delange F, Hostalek U, Corigliano S, Barreda L, Higa AM, et al. Iodine nutrition improves in Latin America. *Thyroid.* 2004;14:590–9, <https://doi.org/10.1089/1050725041692909>.
8. Pretell EA, Pearce EN, Moreno SA, Dary O, Kupka R, Gizak M, et al. Elimination of iodine deficiency disorders from the Americas: a public health triumph. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2017;5:412–4, [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30034-7](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30034-7).
9. World Health Organization, United Nations Children's Fund, International Council for Control of IDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers [Internet]. World Health Organization (France); [consultado 04 Abr 2019]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43781/9789241595827_eng.pdf;jsessionid=F0BA3C2755919DFC6AD7DA3818907B67?sequence=1.
10. Laurberg P, Pedersen KM, Vestergaard H, Sigurdsson G. High incidence of multinodular toxic goitre in the elderly population in a low iodine intake area vs. high incidence of Graves' disease in the young in a high iodine intake area: comparative surveys of thyrotoxicosis epidemiology in East-Jutland Denmark and Iceland. *J Intern Med.* 1991;229:415–20.
11. Szabolcs I, Podoba J, Feldkamp J, Dohan O, Farkas I, Sajgó M, et al. Comparative screening for thyroid disorders in old age in areas of iodine deficiency, long-term iodine prophylaxis and abundant iodine intake. *Clin Endocrinol.* 1997;47:87–92.
12. Zimmermann MB, Ito Y, Hess SY, Fujieda K, Molinari L. High thyroid volume in children with excess dietary iodine intakes. *Am J Clin Nutr.* 2005;81:840–4, [10.1093/ajcn/81.4.840](https://doi.org/10.1093/ajcn/81.4.840), <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.4.840>.
13. Lopez Rodriguez G, Galvan M, Silva Maldonado I, Chávez Dossetti M. [Factors associated with nutritional status of iodine in Mexican preschool children]. *Gac Med Mex.* 2013;149:161–7.
14. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Definición de población urbana y rural utilizadas en los censos de los países latinoamericanos [Internet]. CEPAL (USA); [consultado 04 Abr 2019]. Disponible en: https://www.cepal.org/sites/default/files/def_urbana_rural.pdf.
15. Butte NF, Garza C, de Onis M. Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents. *J Nutr.* 2007;137:153–7, <https://doi.org/10.1093/jn/137.1.153>.
16. Dearth-Wesley T, Makhmudov A, Pfeiffer CM, Caldwell K. Fast and reliable salt iodine measurement: evaluation of the WYD Iodine Checker in comparison with iodometric titration. *Food Nutr Bull.* 2004;25:130–6, <https://doi.org/10.1177/156482650402500204>.
17. World Health Organization: Nutrition Unit. Recommended Iodine Levels in Salt and Guidelines for Monitoring their Adequacy and Effectiveness [Internet]. World Health Organization (SUI); [consultado 04 Abr 2019]. Disponible en: <http://www.who.int/iris/handle/10665/63322>.
18. Dunn JT, Crutchfield HE, Gutekunst R, Dunn AD. 2 Simple Methods for Measuring Iodine in Urine. *Thyroid.* 1993;3:119–23, <https://doi.org/10.1089/thy.3.119>.
19. Pérez-Lizaur AB, Palacios González B, Castro Becerra AL. Sistema mexicano de alimentos equivalentes. 3.era ed México: Fomento de Nutrición y Salud, A.C; 2008. p. 164.
20. Otten JJ, Hellwig JP, Meyers LD, editores. Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements. Washington, D.C.: National Academies Press; 2006. 1329 p.
21. Bhutta ZA. Micronutrient needs of malnourished children. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2008;11:309–14, <http://dx.doi.org/10.1097/MCO.0b013efbf5a03282>.
22. Millward DJ. Nutrition, infection and stunting: the roles of deficiencies of individual nutrients and foods, and of inflammation, as determinants of reduced linear growth of children. *Nutr Res Rev.* 2017;30:50–72, <https://doi.org/10.1017/S0954422416000238>.
23. Chavez Zuniga MC, Madrigal Fritsch H, Villa AR, Guarneros Soto N. [High prevalence of malnutrition among the indigenous early childhood population in Mexico National Nutrition Survey 1999]. *Rev Esp Salud Publica.* 2003;77:241–51.
24. De la Cruz-Gongora V, Villalpando S, Shamah-Levy T. Prevalence of anemia and consumption of iron-rich food groups in Mexican children and adolescents: Ensanut MC 2016. *Salud pública de México.* 2018;60:291–300.
25. Noguera ZA. Eliminar la deficiencia de yodo: un reto de fin de siglo. *Bol Oficina Sanit Panam.* 1994;117:483–94.
26. Villalpando S, Garcia-Guerra A, Ramirez-Silva CI, Mejía-Rodríguez F, Matute G, Shamah-Levy T, et al. Iron, zinc and iodide status in Mexican children under 12 years and women 12–49 years of age. A probabilistic national survey. *Salud Publica Mex.* 2003;45 Suppl 4:S520–9.
27. Flores-Rebollar A, Lendechey Velazquez M, Castro Sanchez A, López Carrasco G, Ruiz Juvera A. Urinary iodine excretion in healthy Mexican adults. *Arch Latinoam Nutr.* 2014;64:153–60.
28. Chung HR. Iodine thyroid function. *Ann Pediatr Endocrinol Metab.* 2014;19:8–12, doi: 10.6065/apem.19.1.8.
29. Leustean L, Preda C, Ungureanu MC, Dănilă R, Mogoș V, Ștefănescu C, et al. Jod-Basedow effect due to prolonged use of lugol solution-case report. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi.* 2014;118:7–1013.
30. Garcia-Solis P, Solis SJ, Garcia-Gaytan AC, Reyes-Mendoza VA, Robles-Osorio L, Villarreal-Ríos E, et al. Iodine nutrition in elementary state schools of Queretaro Mexico: correlations between urinary iodine concentration with global nutrition status and social gap index. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2013;57:473–82.