

Trabajo Original



Variación estacional en la concentración de iodo urinario

CHAFRAT VL^{1-2*}, CHIAPELLA GZ¹, BRUERA RN¹, GONZÁLEZ SM¹, DESIMONI V¹, VILLAGRÁN DE ROSSO EV¹, SÁNCHEZ SB¹

¹Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional del Comahue. Cipolletti. Río Negro, Argentina

²Departamento Biomédico, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional del Comahue. Cipolletti, Río Negro, Argentina.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 2 de febrero de 2020

Revisión: 1 de junio de 2020

Aceptado el 2 de julio de 2020

Palabras clave:

Iodo

Concentración de iodo urinario

Hormonas tiroideas

Variaciones estacionales

Patagonia

RESUMEN

Reportes de estudios realizados en diversas regiones geográficas, incluidos los de la zona del alto Valle de Río Negro, demostraron variaciones estacionales en la concentración sérica de Tirotrófina (TSH) y las hormonas tiroideas. El iodo es un micronutriente limitante en la síntesis de estas últimas. La concentración de iodo urinario (CIU) es el marcador propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Comité Internacional de Control de los Desórdenes por Deficiencia de Iodo (ICCIDD) para evaluar el iodo que ingresa a través de la dieta. El objetivo de este trabajo es determinar la CIU a lo largo del año en una población de mujeres residentes en el alto Valle de Río Negro y Neuquén sin enfermedad tiroidea diagnosticada. Se realizó un estudio descriptivo longitudinal prospectivo en 50 mujeres sanas sin enfermedad tiroidea residentes en áreas urbanas ubicadas en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Patagonia Argentina. Se pidió a las participantes que recolectaran una muestra de orina de micción matinal espontánea en cada una de las cuatro estaciones. La determinación de la ioduria se realizó mediante la técnica Dumm. Las concentraciones de iodo incorporados al organismo mediante la dieta se encuentran dentro de los valores recomendados por la OMS para una adecuada síntesis de hormonas tiroideas. El análisis de la CIU en las cuatro estaciones del año reveló una variación anual bifásica, con valores medios significativamente mayores en las muestras de primavera y verano en comparación con los de las muestras de invierno. Estos resultados reflejan un aporte menor de Iodo en temporada invernal, lo cual junto a otros factores ambientales podría estar relacionado con las variaciones de los niveles plasmáticos de TSH y como consecuencia con la función tiroidea de la población.

*Autor para correspondencia: verochafrat@gmail.com; veronica.chafrat@facimed.uncoma.edu.ar

ABSTRACT

Keywords:

Iodine
 Urinary iodine concentration
 Iodine intake
 Thyroid hormones
 Seasonal variations
 Patagonia

Reports of studies conducted in various geographic regions showed seasonal variations in serum concentration of Thyroid Stimulating Hormone (TSH) and thyroid hormones. Iodine is a micronutrient that limits the synthesis of the latest. Urinary iodine concentration (UIC) is a marker proposed by the World Health Organization (WHO) and the Global Iodine Network to evaluate iodine entering through diet. The aim of this work is to determine the variations in UIC throughout the year in a population of women residing in Alto Valle de Río Negro and Neuquén without diagnosed thyroid disease. A prospective longitudinal descriptive study was performed in 50 healthy women without diagnosed thyroid disease resident of urban areas located in Upper Valley of Río Negro and Neuquén, Patagonia Argentina. Participants were asked to collect a urine sample from spontaneous micturition in each one of the four seasons. Determination of ioduria was carried out by means of the Dumm technique. Iodine concentrations incorporated through diet in the studied population are within the values recommended by the WHO for an adequate synthesis of thyroid hormones. Analysis of the UIC throughout seasons revealed a biphasic annual variation, with significantly higher mean values in spring and summer samples compared to winter samples. The results reflect a lower contribution of iodine in winter season. Bioavailability and seasonal change in iodine consumption may modify thyroid function and hence are important environmental factors to consider when studying the possible causes of variation in thyroid hormones levels within the population.

INTRODUCCIÓN

El Iodo es un micronutriente traza necesario para la síntesis de hormonas tiroideas. Su incorporación adecuada a través de la dieta es fundamental para la producción normal de dichas hormonas las cuales tienen un amplio efecto sobre el desarrollo y el metabolismo, interviniendo prácticamente en la totalidad de las funciones orgánicas. Tanto el déficit como el exceso de consumo de Iodo están asociados a trastornos tiroideos^(1,2). La ingesta excesiva aguda o crónica por consumo de ciertos alimentos en los que el contenido de Iodo es particularmente abundante, así como de algunas drogas o conservantes que lo contienen en grandes dosis, ha sido asociada con afecciones a la salud⁽³⁾ como tiroiditis autoinmune y cáncer^(4,5,6). La deficiencia de Iodo se asocia con el hipotiroidismo y con un amplio espectro de enfermedades conocidas como Desórdenes por Deficiencia de Iodo (DDI). Cuando el déficit ocurre en períodos vulnerables de la vida, como la gestación y los primeros años del desarrollo, se producen alteraciones permanentes en el sistema nervioso central que se manifiestan con disminución del cociente intelectual, sordomudez, estrabismo, cretinismo y otras anomalías del desarrollo^(7,8). El déficit dietario se revierte mediante estrategias de suplementación sencillas, de bajo costo y amplio alcance como la yodación de sal de mesa⁽⁹⁾.

A pesar de esto, los trastornos por déficit de Iodo afectan a un gran número de personas en el mundo, tanto en países

desarrollados como en vías de desarrollo independientemente de su nivel socioeconómico^(10,11,12,6). La distribución regional de Iodo es variable y esto determina la concentración del mismo en los alimentos^(13,14). La ingesta diaria depende principalmente de los hábitos dietarios, el tipo y calidad de alimentos, y del contenido de Iodo en agua potable^(15,13). El consumo habitual de pescados de mar, leche, sal iodada y agua potable con concentraciones óptimas de este mineral proporcionan una cantidad suficiente a la población, no siendo necesarios los suplementos^(16,17). Diariamente, se requieren entre 100 y 250 µg de Iodo dependiendo de la edad y de la condición fisiológica. La Organización Mundial de la Salud (OMS, WHO) recomienda, para un metabolismo adecuado de la función tiroidea, el consumo de 150 µg/día para niños mayores de 12 años y adultos, 250 µg/día para mujeres embarazadas y entre 250 y 290 µg/día para lactantes^(9,10,13).

Del total del Iodo ingerido, el 90% es eliminado por orina⁽⁸⁾, existiendo una relación directa entre la ingesta y su eliminación. La OMS y la Red Global de Iodo proponen la concentración urinaria como el mejor indicador del estado nutricional del Iodo^(10,9). La medición y el monitoreo de CIU son herramientas efectivas para implementar políticas de prevención eficientes, brindando información sobre el consumo de Iodo y permitiendo extrapolar información sobre la incidencia de trastornos debido a su déficit o exceso^(2,10). La región del Alto Valle, ubicada a 230

km del mar, fue considerada hasta 1967 como una zona de bocio endémico. Ese mismo año, se promulgó la ley 17259, que establece que la sal para uso humano o animal debe enriquecerse con Iodo. Desde entonces, se implementó la iodación de la sal de mesa y se realizó una encuesta de bocio cada 10 años⁽¹⁸⁾.

En esta región, los resultados preliminares de un estudio realizado en nuestro laboratorio con muestras tomadas de las aguas del río, pozos y agua del grifo obtenidas de diferentes lugares, revelaron variaciones estacionales de los niveles de Iodo. En el mismo estudio, se midió el contenido de Iodo en muestras de orina (UIC) de mujeres que viven en la misma área, revelando una variación estacional significativa, con un promedio más alto en las temporadas de primavera-verano que en otoño-invierno. Además de esto, nuestros estudios previos en los niveles de TSH en suero a lo largo de los ciclos anuales también mostraron una variación estacional en este parámetro, en base a estos resultados anteriores, el presente estudio se llevó a cabo. El objetivo es determinar si las UIC de mujeres que residen en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén muestran un patrón de variación estacional intraindividual.

MATERIALES Y METODOS

Población estudiada y recolección de muestras

Se llevó a cabo un estudio descriptivo de tipo longitudinal prospectivo. Participaron de este estudio mujeres sanas (n=50)⁽¹⁹⁾ sin enfermedad tiroidea diagnosticada, con edades comprendidas entre 16 y 66 años, residentes de áreas urbanas de localidades de General Roca, Allen, General Fernández Oro, Cipolletti y Neuquén capital, situadas en el Alto Valle de las provincias de Río Negro y Neuquén, zona norte de la Patagonia Argentina. La participación fue voluntaria previa firma de consentimiento informado. Se realizó un breve cuestionario sobre hábitos de las participantes en relación al consumo de sal de mesa y se solicitó recolectar una muestra de orina de micción espontánea por la mañana, repitiéndose este mismo muestreo en las cuatro estaciones del año. Las mismas fueron recogidas en recipientes plásticos, refrigeradas, protegidas de la luz y el aire.

Determinación de la concentración de Iodo urinario.

Para la determinación de la ioduria se utilizó la técnica de Dumm modificada por Pino y cols.⁽²⁰⁾ basada en la reacción de Sandell-Koltoff. La cuantificación se realizó en espectrofotómetro a 420nm, previa eliminación de impurezas y sustancias interferentes con persulfato de amonio a 93°C. Se utilizó una curva de calibrado y los resultados se informaron en µg/l. Los valores de la ingesta de Iodo fueron considerados suficientes cuando la ioduria resultó mayor o igual a 100 µg/l⁽²¹⁾.

Análisis estadístico.

El análisis estadístico se llevó a cabo con SPSS v.19. Para las variables cualitativas se utilizó el chi cuadrado de Pearson. Para las variables cuantitativas se utilizaron los estadísticos media y desvío estándar. El efecto de la estación del año sobre la CIU se

analizó mediante ANOVA de un factor con medidas repetidas y Test t para datos apareados. El nivel de significación se estableció en $p < 0,05$.

RESULTADOS

La media de edad de las mujeres que participaron en este estudio es $38 \pm 8,374$ años. En relación al consumo de sal de mesa y agua corriente, el 94% consume sal de mesa y el 86% agua de red o envasada, no encontrándose en la comparación diferencias significativas ($p > 0,05$).

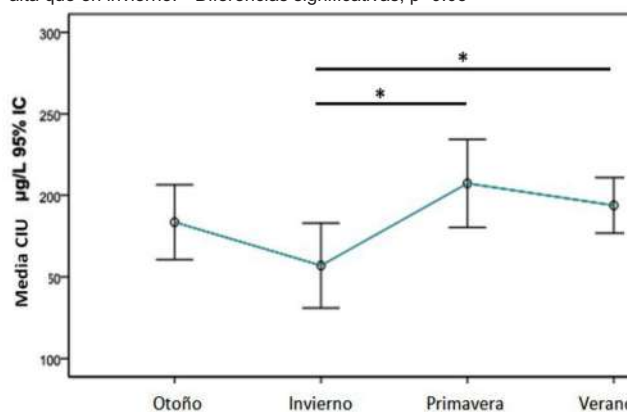
La CIU media por estación se muestra en la Tabla I. La media de ioduria en Primavera resultó la más alta $207,37 \pm 94,8$ µg/l, seguida por la Ioduria en Verano $193,9 \pm 59,97$ µg/l y en Otoño $183,6 \pm 80,5$ µg/l. Los valores más bajos fueron los de invierno, con una media de ioduria de $157,01 \pm 91,4$ µg/l. Los resultados se muestran en la Figura 1. Los resultados del ANOVA por medio del procedimiento del modelo lineal indicaron que las diferencias entre los valores medios de ioduria por estación son significativas.

TABLA I. Concentración de Iodo urinario (CIU)¹ según la estación del año

	Estación				ANOVA
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	p
CIU µg/L (Media ± DS)	193,9 ± 59,97	183,6 ± 80,5	157,01 ± 91,4	207,37 ± 94,8	0,048
n	50	50	50	50	

¹Los valores son expresados en µg/l y representan la media ± DS.

Figura 1. Concentración de Iodo urinario (CIU) media en mujeres (n = 50) en función de la estación del año. Los valores se expresan en µg/L y representan la media ± DS. Las diferencias entre temporadas se evaluaron mediante la prueba de Test t pareado. La UIC en primavera y verano es más alta que en invierno. * Diferencias significativas, $p < 0,05$



La comparación de las iodurias medias entre las estaciones particulares por medio del test T se muestra en la Tabla II, donde se observa que los valores medios de las muestras de verano y primavera son significativamente mayores que los de las muestras de invierno.

Tabla II. Comparación 2 de las medias de Concentración de Iodo urinario (CIU)³ en las estaciones del año.

	Media CIU (µg/L)	p			
		Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Verano	193,9	-	,413	,012	,380
Otoño	183,6	,413	-	,098	,167
Invierno	157,01	,012	,098	-	,010
Primavera	207,37	,380	,167	,010	-

²Prueba de Test t, diferencias significativas en $p < 0.05$. ³Valores expresados en µg/L y representan la media ± DS.

DISCUSIÓN

En el presente trabajo, la media por estaciones de los valores de iodurias obtenidos en todas las participantes de la población estudiada, indican una nutrición adecuada en relación a este micronutriente según lo señalado por la OMS, ya que en cada estación resultó mayor o igual a 100 µg/l. Diversos estudios señalan una relación entre estacionalidad, dieta y excreción de Iodo urinario^(22,23,24). En regiones de deficiencia leve de Iodo endémicas, como Bélgica, se encontró que las iodurias son más bajas en las estaciones frías que en las estivales, de modo que el riesgo de déficit dietario de Iodo es mayor en las estaciones de otoño e invierno que en primavera y verano⁽²⁴⁾. Similares resultados fueron hallados en otros estudios, donde la estacionalidad en la excreción de Iodo resultó altamente significativa en niños⁽²⁵⁾ lo que podría responder a un patrón alimentario.

En concordancia con ello, se ha encontrado que la variación en la excreción urinaria de Iodo varía directamente en relación a su contenido en leche y derivados^(26,27,28). Los productos lácteos constituyen un 13 a 64 % del consumo de Iodo⁽²⁹⁾, dependiendo de los hábitos dietarios, del status socioeconómico de los consumidores y de los procesos de industrialización. Asimismo, la estación del año tiene un efecto importante en el contenido de Iodo en leche de vaca y productos derivados^(30,31,29). Esta variación estacional responde a diversos factores que incluyen la alimentación del ganado, la distribución geográfica, el tipo de suelos y el clima. Coincidentemente, en un estudio realizado en Argentina, en el que se determinaron las concentraciones de I¹²⁷ y I¹²⁹ en tiroides de ganado bovino, se halló una fuerte dependencia latitudinal y la existencia de una variación estacional con contenido de iodo total más alto en muestreos invernales (julio-septiembre), que los obtenidos a principios de abril⁽³²⁾.

Por otra parte, como se mencionó previamente, el consumo diario de agua potable es una importante fuente de Iodo en el organismo. Un estudio realizado en distintas regiones de India y Australia demostró que su contribución es de al menos el 20% de la ingesta dietaria total⁽³³⁾. Este aporte al organismo depende de la biodisponibilidad del Iodo, ya que, si bien el contenido del mismo en las aguas naturales puede ser alto dependiendo de las regiones geográficas, el mismo puede encontrarse ligado a

sustancias húmicas. La potabilización es un proceso que puede afectar la disponibilidad del Iodo unido a compuestos orgánicos, según se demostró en una población con enfermedad tiroidea aún con hábitos dietarios suficientes en relación al Iodo⁽³⁴⁾.

La variación estacional del contenido de Iodo en agua potable, leche y diversas bebidas también fue demostrada en un estudio realizado en Dinamarca⁽²⁷⁾. Nuestros resultados previos de contenido de Iodo en agua (datos sin publicar) revelan también variaciones estacionales. Éstas pueden ser entendidas en relación a patrones climáticos donde los vientos intensos provenientes del oeste, que acarrearán aire desde el Pacífico (junto con ingresos locales esporádicos de aire del Atlántico) y la deposición húmeda de los mismos por el régimen de lluvias son la principal fuente de Iodo en el ambiente⁽³⁵⁾.

Adicionalmente a estos patrones de variación estacional de Iodo urinario y ambiental, resulta interesante tener en cuenta las fluctuaciones circanuales en los niveles plasmáticos de TSH. Los cambios estacionales en la concentración sérica de TSH y las hormonas tiroideas han sido reportados por numerosos estudios. Un trabajo realizado en nuestra región, demostró niveles más elevados de TSH en otoño-invierno respecto a los hallados en primavera-verano⁽³⁶⁾. En residentes de zonas antárticas se demostró un aumento del 30% en los valores de TSH en adultos normales ante la exposición al frío cuando se los comparó con los obtenidos en tiempos cálidos⁽³⁷⁾. Esto podría explicar los cambios en la función tiroidea en personas cuyos valores de TSH se encuentran en límites superiores y se ha propuesto que la estacionalidad desempeña un rol independiente en la transición entre el hipotiroidismo subclínico y el estatus eutiroides^(38,39,36). Además, las fluctuaciones estacionales de TSH se acompañan de una correlación negativa significativa con la temperatura ambiental^(38,39,36). Lo mismo se aplica a las concentraciones de T3 libre, cuyas oscilaciones se correlacionan negativamente con las temperaturas diarias⁽³⁹⁾. Finalmente, las variaciones en los niveles de T3 libre, se correlacionan positivamente con las variaciones estacionales de CIU⁽²⁴⁾. De esta manera, el consumo de Iodo podría resultar un factor que afecta la función tiroidea a través de los cambios en los niveles plasmáticos de TSH.

Éste es, hasta nuestro conocimiento, el primer estudio que determina las variaciones anuales en la CIU en la Patagonia Norte y las relaciona con posibles influencias ambientales. Las limitaciones del mismo residen en la falta de la determinación simultánea de niveles plasmáticos de TSH y del análisis de patrón dietario de las mujeres estudiadas.

Los resultados de CIU, obtenidos en este trabajo, muestran un patrón bifásico circanual que reflejan un aporte menor de Iodo en temporada invernal. Esto podría relacionarse con las variaciones estacionales de TSH obtenidas en la zona por De Rosso y cols.⁽³⁶⁾ y encontrarse en función al aporte dietario de Iodo. Se concluye que tanto la biodisponibilidad como las variaciones estacionales son factores ambientales importantes de considerar a la hora de estudiar las posibles causas en las variaciones de los niveles de las hormonas tiroideas de la población.

La concentración de Iodo en el organismo es uno de los factores determinantes para la síntesis de hormonas tiroideas. Estas regulan por retroalimentación la secreción de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) producida por la hipófisis. Siendo los niveles séricos de TSH un parámetro utilizado para determinar el estado de la función tiroidea, nuestros resultados son relevantes en el seguimiento de los pacientes diagnosticados con hipotiroidismo subclínico, quienes podrían revertir su condición a eutiroideos, sin mediar intervención alguna.

Declaración de conflicto de intereses:

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribuciones

SS, GC, EVDR y VC contribuyeron al diseño del estudio, el análisis estadístico y la interpretación de los resultados; SS supervisó el estudio; VC, SG, VD, EVDR y SS contribuyeron a la recolección de muestras y datos; y VC y GC contribuyeron a la redacción del manuscrito. Todos los autores leyeron y aprobaron el manuscrito final.

Este trabajo fue subvencionado por la Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional del Comahue. Número de subvención: 04/N023.

Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que este artículo no contiene datos de pacientes.

BIBLIOGRAFIA

1. **Cooper D, Biondi B.** Subclinical thyroid disease. *The Lancet.* 2012; 379:1142-54.
2. **Luo Y, Kawashima A, Ishido Y, Yoshihara A, Oda K, Hiroi N et al.** Iodine excess as an environmental risk factor for autoimmune thyroid disease. *Int J Mol Sci* 2014; 15:12895-912.
3. **Teng W, Shan Z, Teng X, Guan H, Li Y, Teng D, et al.** Effect of iodine intake on thyroid diseases in China. *N Engl J Med.* 2006; 354:2783-93.
4. **Leung AM, Braverman, LE.** Consequences of excess iodine. *Nat Rev Endocrinol.* 2014; 10:136-42.
5. **Sun X, Shan Z, Teng W.** Effects of Increased Iodine Intake on Thyroid Disorders. *Endocrinol Metabol.* 2014; 29:240-47.
6. **Zimmermann MB, Andersson M.** Assessment of iodine nutrition in populations: past, present, and future. *Nut Rev.* 2012; 70:553-70.
7. **Andersson M, Karumbunathan V, Zimmermann MB.** Global Iodine Status in 2011 and Trends over the Past Decade. *J Nutr.* 2012; 142:744-50.
8. **Godoy F, Sanahuja MDC, Zago L, Pita ML, Portela MD.** Eliminación urinaria de yoduro en estudiantes universitarios de Buenos Aires. *Actual Nutr* 2013; 14:54-62.
9. **World Health Organization.** Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers, (Third Edition). 2007; <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43781>.
10. **Li M, Eastman CJ.** The changing epidemiology of iodine deficiency. *Nat Rev Endocrinol.* 2012; 8:434-40.
11. **Pearce EN, Andersson M, Zimmermann MB.** Global iodine nutrition: where do we stand in 2013? *Thyroid.* 2013; 23:523-28.
12. **Perrine C, Herrick K, Serdula MK, Sullivan KM.** Some Subgroups of Reproductive Age Women in the United States May Be at Risk for Iodine Deficiency. *J Nutr.* 2010; 140:1489-94.
13. **Nyström HF, Brantsæter AL, Erlund I, Gunnarsdóttir I, Hulthén, L, Laurberg P, et al.** Iodine status in the Nordic countries-past and present. *Food Nutr Res.* 2016; 60:1-15.
14. **Sivertsen T, Garmo TH, Lierhagen S, Bernhoft A, Steinnes E.** Geographical and botanical variation in concentrations of selenium, cobalt, iodine, zinc and other essential elements in sheep pasture plants in Norway. *Acta Agric Scand Sect A-Anim Sci.* 2014; 64:188-97.
15. **Ballester LV, Candil SD, Reymunde TI, Escofet FS, Henzi FT, Jaramillo ST, et al.** Evaluación de los hábitos alimentarios relacionados con la ingesta de Iodo, el estado nutricional de Iodo y disfunción tiroidea en cuatro poblaciones no seleccionadas (proyecto Tirobus). *Endocrinología y Nutrición.* 2010; 57:407-13.
16. **Prieto L, Mendez V, Chiesa A, Bengolea, S, Gruñeiro-Papendieck L.** Determinación de Ioduria en la población materno infantil de la Ciudad de Buenos Aires. *Rev Argent Endocrinol Metab.* 2005; 42:131-6.
17. **Torre EM, Alvarez ED, Artal AR, Gutiérrez LS, Caballero MGR, Blanco JA, et al.** Nutrición de Iodo en mujeres embarazadas del área de Oviedo. ¿Es necesaria la suplementación con Iodo? *Endocrinología y Nutrición.* 2014; 61:404-9.
18. **Salvaneschi JP, García JR.** El bocio endémico en la República Argentina Antecedentes, extensión y magnitud de la endemia, antes y después del empleo de la sal enriquecida con Iodo: Segunda Parte. *Rev Argent Endocrinol Metab.* 2009; 46:35-57.
19. **Bergoglio L, Mestman JH.** Guía de consenso para el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad tiroidea. Parte IV. *Acta Bioquím Clín Latinoam.* 2007; 41:267-93.
20. **Pino S, Fang SL, Braverman LE.** Ammonium persulfate: a safe alternative oxidizing reagent for measuring urinary iodine. *Clin Chem.* 1996; 42:239-43.
21. **Lucas A, Julián MT, Cantón A, Castell C, Casamitjana R, Martínez-Cáceres EM et al.** Undiagnosed thyroid dysfunction, thyroid antibodies, and iodine excretion in a Mediterranean population. *Endocrine.* 2010; 38:391-6.
22. **Crnkic Ć, Haldimann M, Hodžić A, Tahirović H.** Seasonal and regional variations of the iodine content in milk from Federation of Bosnia and Herzegovina. *Mljekarstvo.* 2015; 65:32-8.
23. **Larsen EH, Knuthsen P, Hansen M.** Seasonal and regional variations of iodine in Danish dairy products determined by

- inductively coupled plasma mass spectrometry. *J Anal At Spectrom.* 1999; 14:41-4.
24. **Moreno-Reyes R, Carpentier YA, Macours P, Gulbis B, Corvilain B, Glinoe D, Goldman S.** Seasons but not ethnicity influence urinary iodine concentrations in Belgian adults. *Eur J Nutr.* 2011; 50:285-90.
 25. **Als C, Haldimann M, Burgi E, Donati F, Gerber H, Zimmerli B.** Swiss pilot study of individual seasonal fluctuations of urinary iodine concentration over two years: is age-dependency linked to the major source of dietary iodine? *Eur J Clin Nutr.* 2003; 57:636-46.
 26. **Bath SC, Sleeth ML, McKenna M, Walter A, Taylor A, Rayman MP.** Iodine intake and status of UK women of childbearing age recruited at the University of Surrey in the winter. *Br J Nutr.* 2014; 112:1715-23.
 27. **Rasmussen LB, Larsen EH, Ovesen L.** Iodine content in drinking water and other beverages in Denmark. *Eur J Clin Nutr.* 2000; 54:57-60.
 28. **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.
 29. **Van der Reijden O, Zimmermann MB, Galetti V.** Iodine in dairy milk: Sources, concentrations and importance to human health. *Best Pract Res Clin Endoc Metab.* 2017; 31:385-95.
 30. **Flachowsky G, Franke K, Meyer U, Leiterer M, Schöne F.** Influencing factors on iodine content of cow milk. *Eur J Nutr.* 2014; 53:351-65.
 31. **O'Kane SM, Pourshahidi LK, Mulhern MS, Weir RR, Hill S, O'Reilly J, et al.** The Effect of Processing and Seasonality on the Iodine and Selenium Concentration of Cow's Milk Produced in Northern Ireland (NI): Implications for Population Dietary Intake. *Nutrients.* 2018; 10:287.
 32. **Negri AE, Fernandez Niello JO, Wallner A, Arazi A, Steier P.** Iodine-129 in animal thyroids from Argentina. *Sci Total Environ.* 2012; 430:231-6.
 33. **Korobova E, Kolmykova L, Ryzhenko B, Berezkin V, Saraeva A.** Seasonal variability of iodine and selenium in surface and groundwater as a factor that may contribute to iodine isotope balance in the thyroid gland and its irradiation in case of radioiodine contamination during accidents at the NPP. *EGU General Assembly Conference Abstracts.* 2016; 18:14799.
 34. **Andersen S, Pedersen K, Iversen F, Terpling S, Gustenhoff P, Petersen S, et al.** Naturally occurring iodine in humic substances in drinking water in Denmark is bioavailable and determines population iodine intake. *Br J Nutr.* 2008; 99:319-25
 35. **Negri AE, Niello JO, Wallner A, Arazi A, Fifield LK, Tims SG.** (129)I dispersion in Argentina: concentrations in fresh and marine water and deposition fluences in Patagonia. *Environ Sci Technol.* 2013; 47:9693-8.
 36. **Villagrán De Rosso E, Elizondo CM, Martínez P, Giunta D, Barragán EI.** Efectos del fotoperíodo y la temperatura ambiental en los niveles plasmáticos de hormona estimulante de tiroides (TSH). *Rev Argent Endocrinol Metabol.* 2013; 50:163-9.
 37. **Do NV, Mino L, Merriam GR.** Elevation in serum thyroglobulin during prolonged Antarctic residence: effect of thyroxine supplement in the polar 3, 5, 3'-triiodothyronine syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004; 89:1529-33.
 38. **Kim TH, Kim KW, Ahn HY, Choi HS, Won H, Choi Y, et al.** Effect of Seasonal Changes on the Transition between Subclinical Hypothyroid and Euthyroid Status. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013; 98:3420-9.
 39. **Yoshihara A, Noh JY, Watanabe N, Iwaku K, Kunii Y, Ohye H, et al.** Seasonal Changes in Serum Thyrotropin Concentrations Observed from Big Data Obtained During Six Consecutive Years from 2010 to 2015 at a Single Hospital in Japan. *Thyroid.* 2018; 28:429-36.
-

RAEM REVISTA ARGENTINA DE
ENDOCRINOLOGÍA Y METABOLISMO

www.raem.org.ar