

Política mundial de yodación de sal: desafíos

Global policy of salt iodization: challenges

Flor E. Chávarro-Bermeo, Juan M. Arteaga-Díaz y André N. Roth-Deubel

Recibido 9 septiembre 2021 / Enviado para modificación 25 octubre 2021 / Aceptado 31 octubre 2021

RESUMEN

Objetivo Identificar los desafíos que conlleva la implementación de la política mundial de yodación de sal para el consumo humano.

Métodos Se realizó una revisión de la literatura publicada entre el año 2000 y 2021 en PubMed, con los términos MeSH yodo, política pública, cloruro de sodio y los términos complementarios yodo/deficiencia, exceso. Se obtuvieron 141 artículos y se revisaron 50 aplicando como criterio de inclusión el abordaje de la implementación de la política de yodación.

Resultados Se identificaron siete desafíos: sostenibilidad de la política, eliminar la brecha entre la explotación y la comercialización de la sal, prevenir la fortificación indiscriminada de los alimentos, promover la educación sobre la ingesta de sal yodada, controlar la ingesta excesiva de yodo, equilibrar la ingesta óptima de yodo con la reducción del consumo de cloruro de sodio y producir suficiente información oficial sobre la política.

Conclusión La yodación universal de la sal es una política que requiere mayor sensibilidad a las situaciones locales de cada país para mitigar efectivamente el problema de salud pública de los desórdenes por deficiencia y exceso en la ingesta de yodo alrededor del mundo.

Palabras Clave: Yodo; política pública; cloruro de sodio (*fuentes: DeCS, BIREME*).

ABSTRACT

Objective To identify the challenges involved in the implementation of the global policy on salt iodization for human consumption.

Methods A review of the literature published between 2000 and 2021 in PubMed was carried out with the MeSH terms iodine, public policy, sodium chloride and supplementary terms iodine/deficiency, excess. 141 articles were obtained and 50 were reviewed, applying the iodization policy implementation approach as an inclusion criterion.

Results Seven challenges were identified: sustainability of the policy, closing the gap between exploitation and commercialization of salt, preventing indiscriminate fortification of food, promoting education on iodized salt intake, controlling excessive iodine intake, balance optimal iodine intake with reduced sodium chloride intake and produce sufficient official policy information.

Conclusion The universal iodization of salt is a policy that requires greater sensitivity to the local situations of each country to effectively mitigate the public health problem of disorders due to deficiency and excess intake of iodine around the world.

Key Words: Iodine; public policy; sodium chloride (*source: MeSH, NLM*).

Según Andersson *et al* (1), “aunque la nutrición con yodo ha mejorado desde 2003, es posible que el progreso mundial se esté desacelerando”. Los autores compararon la evaluación del estado nutricional del yodo en el mundo para el año 2011 con los resultados presentados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) entre los años 2003-2007 en 193 Estados miembros, concluyendo que la ingesta de yodo seguía siendo insuficiente para el 29.8% de la población y que aumentaba el

FC: Bacterióloga. M.Sc. Fisiología. Ph.D.(c) Salud Pública. Doctorado Interfacultades en Salud Pública. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina. Bogotá, Colombia.

fhchavarrob@unal.edu.co

JA: MD. Esp. Medicina Interna. Esp. Endocrinología. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Medicina Interna, Facultad de Medicina. Bogotá, Colombia.

jmarteagad@unal.edu.co

AR: Politólogo. M.Sc. Ciencia Política. Ph.D. Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Nacional de Colombia.

Departamento de Ciencia Política Administración y políticas públicas. Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales. Bogotá, Colombia.

anrothd@unal.edu.co

número de países donde la ingesta de yodo alcanzó el exceso (1). Para 2013, Pearce *et ál* (2), reportaron una ingesta de yodo excesiva en 11 países, óptima en 111 y deficiencia de yodo severa, moderada y leve para 30, 9, y 21 países respectivamente (2). De igual manera, según el Global Scorecard de la Iodine Global Network (IGN) en 2017, se encontró una gran variabilidad en el estado nutricional del yodo en la población general y en gestantes de países donde la ingesta de yodo fue insuficiente, adecuada y excesiva (3). A nivel global, la yodación de la sal ha sido la política de salud pública aceptada para mejorar la ingesta de yodo, sin embargo embargo, algunos países han explorado suplir el yodo a sus poblaciones mediante otros alimentos como el aceite y la leche (4).

La Asamblea Mundial de la Salud, en su consenso para eliminar el problema de salud pública de los desórdenes por deficiencia de yodo (DDY) mediante la yodación universal de la sal, estableció la obligatoriedad de informar cada tres años el estado nutricional de yodo de sus países miembros (5). Así, durante la 63.^a Asamblea Mundial de la Salud se recomendó la necesidad de reforzar la vigilancia epidemiológica de los indicadores de proceso, impacto y sostenibilidad (6).

En efecto, la profilaxis de fortificar la sal con yodo garantizaría la ingesta controlada de yodo en las poblaciones humanas (6-9), no obstante, la situación actual es heterogénea entre los países que presentan suficiencia, deficiencia y exceso del estado nutricional del yodo (10). Pese a que la yodación de la sal es una de las políticas de salud pública de mayor trayectoria en el mundo, la insatisfacción del resultado en algunos países estaba documentada en la literatura (1). El objetivo de este estudio fue identificar los desafíos que conlleva la implementación de la política mundial de yodación de sal para el consumo humano y reflexionar sobre ellos mismos.

MÉTODOS

Se realizó una búsqueda de literatura publicada entre los años 2000 y 2021 en PubMed, con los términos MeSH yodo, política pública, cloruro de sodio y complementarios yodo/deficiencia, exceso. Se obtuvieron 141 artículos y se revisaron 50, aplicando como criterio de inclusión el abordaje de la implementación de la política de yodación para identificar sus desafíos en el proceso político.

RESULTADOS

Entre los desafíos identificados en la implementación de la política universal de yodación de la sal en el mundo, se encuentran la sostenibilidad de la política, eliminar la brecha entre la explotación y la comercialización de

la sal, prevenir la fortificación indiscriminada en los alimentos, promover la educación sobre la ingesta de sal yodada, controlar la ingesta excesiva de yodo, equilibrar la ingesta óptima de yodo con la reducción del consumo de cloruro de sodio y producir suficiente información oficial sobre la política.

Desafío 1. Sostenibilidad de la política

Las evaluaciones realizadas por la UNICEF, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la OMS y el International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders (ICCID) declararon a diferentes países libres de desórdenes por deficiencia de yodo. Estas evaluaciones se fundamentaban en el cumplimiento de los indicadores de proceso, impacto y sostenibilidad (7-9). Los indicadores de proceso comprenden: determinantes del contenido de yodo salino, concentración de yodo en sal, seguimiento a producción y distribución; indicadores de impacto: concentración de yodo urinario, tamaño de la tiroides, biomarcadores sanguíneos; e indicadores de sostenibilidad que evalúan la eficacia de los procesos de la sal yodada, el estado nutricional del yodo poblacional, los programas y sus evaluaciones (8,11,12).

Como efecto no previsto, muchos países objeto de dicha evaluación descuidaron sus compromisos en el reporte y la continuidad de sus programas de vigilancia epidemiológica. En consecuencia, la enfermedad reincidió por deficiente seguimiento y control de los indicadores y sus correspondientes biomarcadores (13-16). Para el año 2008, de 120 países que implementaban la política de forma mandatoria, tan solo 34 habían logrado disminuir la deficiencia de yodo, mientras otros llevaban más de 30 años en el intento (16).

Alcanzar el compromiso político para hacer que los programas de intervención se sostengan es esencial, pero no suficiente. Las poblaciones intervenidas y focalizadas requieren una lectura de sus antecedentes económicos, ambientales, étnicos y culturales. En este sentido, la intervención debe evitar dinámicas desiguales que conduzcan a situaciones de coexistencia de deficiencia y exceso de yodo. Según Völzke *et ál.*, “es posible que los programas iniciados para prevenir los trastornos por deficiencia de yodo no sigan siendo efectivos debido a cambios en las políticas gubernamentales, factores comerciales y comportamiento humano que pueden afectar la eficacia de los programas de prevención de DDY en direcciones impredecibles” (17).

Desde países menos desarrollados como Etiopía, Sudán y Pakistán, hasta países desarrollados, como Reino Unido, España, Nueva Zelanda y Australia, existen registros de suministro inadecuado de yodo (18). La incongruencia entre las normativas y acciones de intervención en la aplicación de la política pública representa la

dificultad más común para sostener los programas de implementación (19,20).

Desafío 2. Eliminar la brecha entre la explotación y la comercialización de sal

La cobertura de la política de yodación de sal en los países donde la medida es mandatoria y la capacidad de abastecer sal yodada hasta las poblaciones más remotas es determinante en la prevención de la enfermedad tiroidea. Esto exige alianzas políticas, económicas y comerciales entre explotadores de sal, productores, transportadores, industria de la sal, industria del yodo, Estados y comunidades (8). Los indicadores de proceso son los que dan cuenta de estos estándares, sin embargo, algunos países dejan de lado zonas geográficas sin cubrimiento por hallarse lejanas de los circuitos de consumo (6).

El yoduro de potasio o el yodato de potasio, según el caso, son moléculas costosas que los países deben adquirir para su consumo interno. La importación es un sobrecosto asumido por los Gobiernos o las industrias que producen sal yodada en países donde el yodo es escaso o nulo. La política debe garantizar la coordinación en las relaciones comerciales entre la producción de la sal yodada a grande, mediana y pequeña escala, ya que, en estos términos, la calidad, cantidad y distribución pueden comprometerse, sobre todo en países donde estos procesos se hallan monopolizados, poniendo en desventaja a los pequeños productores frente a las grandes industrias (15). Esta situación es notoria en países en desarrollo, en donde comprar el yodo es una responsabilidad de los productores de mediana y pequeña escala. Pero, al encontrarse fuera del mercado, suelen ofrecer un producto de baja calidad e, incluso, ofertar sal molida sin ninguna fortificación (21).

Desafío 3. Prevenir la fortificación indiscriminada en los alimentos

La fortificación y la suplementación son estrategias de salud pública aplicadas para prevenir la desnutrición. Estas prácticas llevan una larga trayectoria promovidas por el auge comercial de la fortificación con micronutrientes que cada vez es mayor en los alimentos (22,23). Sin embargo, para evitar formas indiscriminadas o masivas de intervención, y considerar las especificidades necesarias en cada caso, se requiere el compromiso de los Gobiernos para comprender la epidemiología de la deficiencia global de los micronutrientes, ejecutar controles sobre los alimentos fortificados y los suplementos, además de la vigilancia actual para la sal yodada. Esto requiere una política sostenible para que las intervenciones no traigan consecuencias a la salud y los programas se adapten al contexto de cada país (24-29).

Los alimentos con suplementos circulan en el mercado a precios más elevados y gran parte de la población mundial no tiene acceso a ellos. Aunque las estrategias existen, no suelen aplicarse métodos educativos para su consumo (30). Eastman y Jooste afirmaron que “la suplementación con yodo es una estrategia útil, pero costosa, ineficiente e insostenible para prevenir la deficiencia de yodo” (31).

Desafío 4. Promover la educación sobre la ingesta de sal yodada

La intervención en educación para la salud de las poblaciones debe anteceder a la implementación de la ingesta de sal yodada, para que la intervención sea efectiva (32,33). La educación en salud debe dirigirse a la población objeto de la intervención, ya que estas estrategias de educación nutricional pueden ser sostenibles en el largo plazo. De no hacerlo, la implementación será poco efectiva en la prevención de la enfermedad (34,35).

Las intervenciones educativas en salud no suelen ser evaluadas, por lo tanto, el impacto de la educación, en estos casos, no logra ser un determinante del éxito de la intervención con sal yodada, pues su resultado se desconoce (36). La educación enfocada en la sal y el yodo es más efectiva que estrategias conjuntas enfocadas en promover y educar sobre varios nutrientes (36). El uso de la sal como un solo vehículo para administrar yodo y flúor a las poblaciones resulta en estrategias dirigidas a solventar diferentes situaciones de salud que generan confusión en los consumidores, sobre todo aquellos que padecen desórdenes tiroideos, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, entre otros (36).

La recolección de datos y el análisis de resultados que buscan medir el impacto de la educación en salud suelen responder a dinámicas de nutrición mucho más amplias de orden público e inseguridad que viven algunos países imposibilitan la cobertura de las intervenciones educativas en territorios de conflicto (20,37).

Desafío 5. Controlar la ingesta excesiva de yodo

La tiroides es una glándula sensible a las concentraciones de yodo disponibles como sustrato, por tanto, si la ingesta de yodo es deficiente o excesiva existirá disfunción tiroidea (38). Los trastornos tiroideos por una ingesta excesiva de yodo pueden conducir a enfermedad tiroidea autoinmune e hipertiroidismo inducido por yodo (39). Después de la profilaxis con sal yodada, la prevalencia de enfermedades tiroideas autoinmunes aumentó en el mundo. Estudios en Dinamarca, Reino Unido e Islandia hallaron aumento de anticuerpos antiperoxidasa tiroidea por la ingesta excesiva de yodo, eso incluso en Grecia, donde se había tratado a la población con aceite yodado (40). Algunos estudios sobre la presencia de yodo en suelos,

aguas y alimentos que lo contienen, sumados a la sal yodada, han demostrado llevar fácilmente al exceso (41-44).

En China, existen fuentes de agua que naturalmente contienen exceso de yodo y alcanzan concentraciones superiores a 300 µg/L. En las poblaciones expuestas a estas aguas ni siquiera el retiro de otras fuentes suplementarias, como la sal yodada, evitó la aparición de patologías relacionadas con la ingesta excesiva de yodo. De hecho, en los lugares donde la concentración de yodo en el agua no superaba los 150 µg/L se retiró el consumo de sal yodada sin mayores consecuencias y redujeron los eventos por el exceso de yodo (42). Sin embargo, se formularán estrategias para el procesamiento del agua yodada, formas alternativas de consumo de agua potable para la población, y una estrategia diferenciada de intervención respecto de la cantidad de yodo que pueda existir en las zonas geográficas donde habitan estas poblaciones (45).

Para evitar el exceso de ingesta de yodo, la política universal de yodación de sal debería realizar estudios, reestructurar y ampliar sus programas de vigilancia para controlar otras fuentes de yodo provenientes de alimentos procesados, aguas subterráneas yodadas, agua potable purificada con yodo, suplementos dietéticos, medicamentos, entre otros (46-52).

Desafío 6. Equilibrar la ingesta óptima de yodo y la reducción del consumo de cloruro de sodio

Según Trieu *et al.* (36), “aunque se implementan intervenciones de cambio de comportamiento, como campañas de concientización y programas de educación sanitaria, para reducir la ingesta de sal, su eficacia no está clara” (36). La ingesta global de cloruro de sodio está por encima de lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (5 gramos/día) y la estrategia de disminuirla puede equilibrarse con la política de ingesta universal de sal yodada para eliminar los desórdenes por deficiencia de yodo. Aunque se busca evitar algunas enfermedades relacionadas con el exceso de sodio, como la hipertensión arterial y el riesgo de eventos cardiovasculares, los individuos desconocen las recomendaciones de ingesta (53).

La comunicación debe ser precisa en cuanto a las fuentes dietéticas de cloruro de sodio, ya que la responsabilidad de la ingesta de sal está lejos de ser individual en un mundo globalizado, donde el comportamiento humano cambia aceleradamente y el consumo de alimentos procesados con sal yodada es un gran contribuyente de la dieta (54). El reto está en disminuir la ingesta de cloruro de sodio y mantener la ingesta óptima de yodo para disminuir la incidencia de enfermedades crónicas prevenibles como la hipertensión y los desórdenes tiroideos, respectivamente (55,56).

El desconocimiento de los componentes de la sal y su función vital en la salud depende de la variabilidad en las actitudes, comportamientos y hábitos de consumo (57). Esto implica la evaluación continua de la población con biomarcadores específicos e indicadores para observar cambios o eventos adversos (58). Según Micah Leshem, “los determinantes de nuestro apetito excesivo por la sal han sido poco investigados y, en consecuencia, apenas se comprenden” (59), por tanto, la escasez de estudios genera controversia con las intervenciones masivas implementadas (59).

Desafío 7. Suficiente información oficial sobre la política

La información subnacional agrega incertidumbre a las estimaciones nacionales de los países, ya que, a nivel territorial, la prevalencia de la enfermedad tiroidea por déficit o exceso puede presentar grandes diferencias regionales y, en consecuencia, se subestima o sobreestima la prevalencia nacional (1). En el 2004, el informe anual de la OMS señaló la carencia de yodo según los informes de yoduria por parte de los Estados miembros; con esto se indica que los datos disponibles no correspondían a información oficial sino subnacional (60,61). Estas diferencias serían mucho más evidentes en países que, como Colombia, presentan diversidad geográfica, biológica y cultural (62). El reporte continuo de los indicadores de la política en los países con legislación sobre la yodación de la sal para el consumo humano evitaría que una intervención desinformada en política pública condujera a un resultado negativo e inespecífico (2,4,5,63).

La política universal de yodación de sal de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que tenía como objetivo eliminar los desórdenes por deficiencia de yodo, está colmada de desafíos. El compromiso político, una legislación apropiada, la cooperación intersectorial, el control continuo de los indicadores de proceso, impacto y sostenibilidad, entre otros, son factores que pueden sostener la política; no obstante, las experiencias y los desafíos de su implementación demuestran que todavía no son suficientes.

El seguimiento a la ingesta de sal yodada debe garantizar la prevención eficaz de la enfermedad tiroidea y asegurar el control de la ingesta excesiva de yodo. Se comprende entonces que la prevención de consecuencias negativas en la implementación de una política equilibrada de sal yodada para el consumo humano implica evaluaciones continuas sobre el impacto de las intervenciones, de acuerdo con el contexto geográfico, cultural y social de la población, para confirmar que las medidas tomadas están siendo efectivas. El marco normativo de la política para la ingesta de sal yodada debe fortalecerse e incluir controles

a la industria alimentaria en la producción e importación de alimentos procesados con yodo, sobre todo en países donde existen programas de intervención masiva para la ingesta de sal yodada.

La poca efectividad de los programas preventivos se atribuye a factores o circunstancias que afectan la producción de sal, obtención de yodo y acceso a la sal yodada, como los desastres ambientales, las guerras, las políticas públicas, los cambios continuos, la reasignación de personal clave en procesos, la transferencia de responsabilidades institucionales, factores comerciales, cambios en el comportamiento dietético humano, discontinuidad en el monitoreo directo de la producción o comercialización de sal yodada y controles para los demás alimentos fortificados con yodo.

Una de las grandes debilidades de la política internacional de yodación de sal está en la falta de alfabetización alimentaria antes de la intervención. Los actores que inciden en el desarrollo de la política para la ingesta de sal yodada deberán fortalecer sus estrategias educativas en la población, dado que la existencia de la política no garantiza que su implementación haya sido correcta en la práctica, y la sola existencia de la sal yodada no garantiza que se disminuyan los desórdenes por deficiencia y exceso de yodo.

Es preciso considerar que, pese al carácter universal de la política de yodación, su implementación en cada país no conduce necesariamente a los mismos resultados. Se concluye que los propósitos universalmente propuestos de manera homogénea no logran resultados de manera similar, debido a las variaciones de contexto. Hemos aquí puntualizado las debilidades que han impedido, hasta ahora, el logro de los objetivos propuestos inicialmente por la yodación universal de la sal ♣

Agradecimientos: Al Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación por medio del Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas, que brindó apoyo financiero a esta investigación. El manuscrito se produce en el marco de la tesis doctoral “Análisis narrativo de la política pública para la prevención de la enfermedad tiroidea: el caso de la ley de yodación de sal en Colombia. 1947-2019”, convocatoria 757 de 2016, doctorados nacionales.

Conflictos de intereses: Ninguno.

REFERENCIAS

- Andersson M, Karumbunathan V, Zimmermann MB. Global iodine status in 2011 and trends over the past decade. *J Nutr*. 2012 Apr 1; 142(4):744-50. <https://doi.org/10.3945/jn.111.149393>.
- Pearce EN, Andersson M, Zimmermann MB. Global Iodine Nutrition: Where do we stand in 2013. *Thyroid*. 2013 May; 23(5):523-8. <https://doi.org/10.1089/thy.2013.0128>.
- Iodine Global Network (IGN). *Ign.org*. [Internet]; 2017 [cited 2020 Jul 2]. <http://www.ign.org/scorecard.htm>.
- World Health Organization. Guideline: fortification of food-grade salt with iodine for the prevention and control of iodine deficiency disorders [Internet]. Geneva: WHO; 2014 [cited 2020 Jun]. <https://bit.ly/co/Aa4y>.
- Asamblea Mundial de la Salud L58ª AM. WHA58.24 Sostenimiento de la eliminación de los trastornos por carencia de yodo [Internet]. Geneva: WHO; 2005 [cited 2020 Apr 9]. <https://bit.ly/co/Aa5B>.
- Organización Mundial de la Salud. 63.ª WHA63/2010/REC/1. Asamblea Mundial de la Salud. Resoluciones y decisiones. Anexo [Internet]. Geneva: WHO; 2010 [cited 2020 Jan 20]. <https://bit.ly/co/Aa5K>.
- World Health Organization. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers, 3rd ed [Internet]. Geneva: WHO [cited 2020 Jan 3]. <https://bit.ly/co/Aa5Q>.
- World Health Organization. Indicators of assessing iodine deficiency disorders and their control through salt iodization [Internet]. Geneva: WHO; 1994 [cited 2020 Feb 6]. <https://bit.ly/co/Aa5e>.
- World Health Organization. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers, 2nd ed. [Internet]. Geneva: WHO; 2001 [cited 2020 Mar 15]. <https://bit.ly/co/Aa5q>.
- Iodine Global Network (IGN). *Ign.org*. [Internet]; 2020 [cited 2020 Dec 22]. <https://www.ign.org/scorecard.htm>.
- Iodine Global Network (IGN). Eliminación sostenible de los desórdenes por deficiencia de yodo en Latinoamérica [Internet]; 2015 [cited 2017 Feb 8]. <https://bit.ly/co/Aa6M>.
- Sullivan KM. The challenges of implementing and monitoring of salt iodisation programmes. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2010 Feb; 24(1): 101-6. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2009.09.001>.
- Bailey LB, Stover PJ, McNulty H, Fenech MF, Gregory JF, Mills JL, et al. Biomarkers of Nutrition for Development-Folate Review. *J Nutr*. [Internet]. 2015 Jul; 145(7):1636S-1680S. <https://doi.org/10.3945/jn.114.206599>.
- Charlton K, Skeaff S. Iodine fortification: why, when, what, how, and who? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2011 Nov; 14(6):618-24. <https://doi.org/10.1097/mco.0b013e32834b2b30>.
- Pretell Zárate EA, Higa Yamashiro AM. Eliminación sostenida de los desórdenes por deficiencia de yodo en Perú. 25 años de experiencia. *Acta Med Peru* [Internet]. 2008 Dic 01 [cited 2020 Feb 15];25(3):128-34. <https://bit.ly/co/Aa6Z>.
- Untoro J, Timmer A, Schultink W. The challenges of iodine supplementation: a public health programme perspective. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2010 Feb; 24(1):89-99. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2009.08.011>.
- Völzke H, Caron P, Dahl L, de Castro JJ, Erlund I, Gaberšček S, et al. Ensuring Effective Prevention of Iodine Deficiency Disorders. *Thyroid*. 2016 Feb; 26(2):189-96. <https://doi.org/10.1089/thy.2015.0543>.
- Li M, Eastman CJ, Waite KV, Ma G, Zacharin MR, Topliss DJ, et al. Are Australian children iodine deficient? Results of the Australian National Iodine Nutrition Study. *Med J Aust*. 2008 Jun; 184(4):165-9. <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2008.tb01831.x>.
- Vila L, Lucas A, Donnay S, de la Vieja A, Wengrovicz S, Santiago P, et al. Iodine nutrition in Spain: Future requirements. *Endocrinol Diabetes Nutr (Engl)*. 2020 Jan; 67(1):61-9. <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2019.02.009>.
- Khattak RM, Khattak MNK, Ittermann T, Völzke H. Factors affecting sustainable iodine deficiency elimination in Pakistan: A global perspective. *J Epidemiol*. 2017 Jun; 27(6):249-57. <https://doi.org/10.1016/j.je.2016.04.003>.
- Sullivan KM, Houston R, Gorstein J, Cervinkas J, World Health Organization. Monitoring Universal Salt Iodization Programmes [Internet]. Ottawa: Micronutrient Initiative; 1995 [cited 2020 Mar 21]. <https://bit.ly/3FYcHmZ>.
- Tulchinsky TH, Kaluski DN, Berry EM. Food fortification and risk group supplementation are vital parts of a comprehensive nutrition policy

- for prevention of chronic diseases. *Eur J Public Health*. 2004 Sep 1; 14(3):226-8. <https://doi.org/10.1093/eurpub/14.3.226>.
23. Drewnowski A, Garrett GS, Kansagra R, Khan N, Kupka R, Kurpad AV, et al. Key Considerations for Policymakers-Iodized Salt as a Vehicle for Iron Fortification: Current Evidence, Challenges, and Knowledge Gaps. *J Nutr*. 2021 Feb 15; 151(Suppl 1):64S-73S. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa377>.
 24. Zimmermann MB. Symposium on 'Geographical and geological influences on nutrition': Iodine deficiency in industrialised countries: Conference on 'Over- and undernutrition: Challenges and approaches'. *Proc Nutr Soc*. 2010 Feb; 69(1):133-43. <https://doi.org/10.1017/S0029665109991819>.
 25. Nazeri P, Mirmiran P, Tahmasebinejad Z, Hedayati M, Delshad H, Azizi F. The Effects of Iodine Fortified Milk on the Iodine Status of Lactating Mothers and Infants in an Area with a Successful Salt Iodization Program: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. 2017 Feb 9(2):180. <https://dx.doi.org/10.3390/nu9020180>.
 26. Bailey RL, West KP Jr, Black RE. The Epidemiology of Global Micronutrient Deficiencies. *Ann Nutr Metab*. 2015; 66(Suppl. 2):22-33. <https://doi.org/10.1159/000371618>.
 27. Cakmak I, Prom-u-thai C, Guilherme LRG, Rashid A, Hora KH, Yazici A, et al. Iodine biofortification of wheat, rice and maize through fertilizer strategy. *Plant Soil*. 2017 Sep; 418(1-2):319-35. <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3295-9>.
 28. Bouga M, Lean MEJ, Combet E. Contemporary challenges to iodine status and nutrition: The role of foods, dietary recommendations, fortification and supplementation. *Proc Nutr Soc*. 2018 Aug; 77(3):302-13. <https://doi.org/10.1017/s0029665118000137>.
 29. Elias E, Tsegaye W, Stoecker BJ, Gebreegziabher T. Excessive intake of iodine and low prevalence of goiter in school age children five years after implementation of national salt iodization in Shebedino woreda, southern Ethiopia. *BMC Public Health*. 2021 Jan 19; 21(1):165. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10215-y>.
 30. Horton S. The economics of food fortification. *J Nutr*. 2006 Apr 1; 136(4):1068-71. <https://doi.org/10.1093/jn/136.4.1068>.
 31. Eastman CJ, Jooste P. Current challenges in meeting global iodine requirements. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*. 2012 Aug 31; 70:147-60. <https://doi.org/10.1159/000337679>.
 32. Henjum S, Brantsæter AL, Kurniasari A, Dahl L, Aadland EK, Gjengedal ELF, et al. Suboptimal Iodine Status and Low Iodine Knowledge in Young Norwegian Women. *Nutrients*. 2018 Jul 21; 10(7):E941. <https://doi.org/10.3390/nu10070941>.
 33. Dunn JT. Correcting iodine deficiency is more than just spreading around a lot of iodine. *Thyroid*. 2001 Apr; 11(4):363-4. <https://doi.org/10.1089/10507250152039109>.
 34. Charlton KE, Gemming L, Yeatman H, Ma G. Suboptimal iodine status of Australian pregnant women reflects poor knowledge and practices related to iodine nutrition. *Nutrition*. 2010 Oct; 26(10):963-8. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.08.016>.
 35. Fingland D, Thompson C, Vidgen HA. Measuring food literacy: Progressing the development of an International Food Literacy Survey Using a content validity study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jan; 18(3):1141. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031141>.
 36. Trieu K, McMahon E, Santos JA, Bauman A, Jolly K-A, Bolam B, et al. Review of behaviour change interventions to reduce population salt intake. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017 Feb 8; 14(1):17. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0467-1>.
 37. Dunn JT. Complacency: the most dangerous enemy in the war against iodine deficiency. *Thyroid*. 2000 Aug; 10(8):681-3. <https://doi.org/10.1089/10507250050137752>.
 38. Ismail HTH. The Impact of Iodine Exposure in Excess on Hormonal Aspects and Hemato-Biochemical Profile in Rats. *Biol Trace Elem Res*. 2022 Feb; 200(2):706-719. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33783684/>.
 39. Delange F, Lecomte P. Iodine supplementation: benefits outweigh risks. *Drug Saf*. 2000 Feb; 22(2):89-95. <https://doi.org/10.2165/00002018-200022020-00001>.
 40. Fiore E, Tonacchera M, Vitti P. Influence of iodization programmes on the epidemiology of nodular goitre. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2014 Aug; 28(4):577-88. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25047207/>.
 41. 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 Jul 21; 15(7):12895-912. <https://doi.org/10.3390/ijms150712895>.
 42. Wang Y, Cui Y, Chen C, Duan Y, Wu Y, Li W, et al. Stopping the supply of iodized salt alone is not enough to make iodine nutrition suitable for children in higher water iodine areas: A cross-sectional study in northern China. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2020 Jan 30; 188(109930). <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109930>.
 43. Rohner F, Zimmermann M, Jooste P, Pandav C, Caldwell K, Raghavan R, et al. Biomarkers of nutrition for development-Iodine review. *J Nutr*. 2014 Aug; 144(8):1322S-1342S. <https://doi.org/10.3945/jn.113.181974>.
 44. Krela-Kaźmierczak I, Czarnywojtek A, Skoracka K, Rychter AM, Ratajczak AE, Szymczak-Tomczak A, et al. Is there an ideal diet to protect against iodine deficiency? *Nutrients*. 2021 Feb 4; 13(2):513. <https://doi.org/10.3390/nu13020513>.
 45. Xu T, Ren Z, Li S, Tan L, Zhang W. The relationship of different levels of high iodine and goiter in school children: a meta-analysis. *Nutr Metab (Lond)*. 2021 May 3; 18(1):46. <https://doi.org/10.1186/s12986-021-00563-2>.
 46. Carvalho AL, Meirelles CJC de S, Oliveira LA, Costa TMB, Navarro AM. Excessive iodine intake in schoolchildren. *Eur J Nutr*. 2012 Aug; 51(5):557-62. <https://doi.org/10.1007/s00394-011-0239-7>.
 47. Zimmermann MB, Galetti V. Iodine intake as a risk factor for thyroid cancer: a comprehensive review of animal and human studies. *Thyroid Res*. 2015 Jun; 8(1):1-21. <https://doi.org/10.1186/s13044-015-0020-8>.
 48. Farebrother J, Zimmermann MB, Andersson M. Excess iodine intake: sources, assessment, and effects on thyroid function. *Ann NY Acad Sci*. 2019 Jun; 1446(1):44-65. <https://doi.org/10.1111/nyas.14041>.
 49. Tamang MK, Gelal B, Tamang B, Lamsal M, Brodie D, Baral N. Excess urinary iodine concentration and thyroid dysfunction among school age children of eastern Nepal: a matter of concern. *BMC Res Notes*. 2019 May 27; 12(1):294. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4332-y>.
 50. Zimmermann MB. Iodine requirements and the risks and benefits of correcting iodine deficiency in populations. *J Trace Elem Med Biol*. 2008 May 7; 22(2):81-92. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2008.03.001>.
 51. Smoleń S, Czernicka M, Kowalska I, Kęska K, Halka M, Grzebelus D, et al. New aspects of uptake and metabolism of non-organic and organic iodine compounds—the role of vanadium and plant-derived thyroid hormone analogs in lettuce. *Front Plant Sci*. 2021 Apr; 16(12). <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.653168>.
 52. Aakre et al. Commercially available kelp and seaweed products – valuable iodine source or risk of excess intake? *Food Nutr Res*. 2021 Mar; 30(65). <https://doi.org/10.29219/fnr.v65.7584>.
 53. World Health Organization. Guideline: sodium intake for adults and children [Internet]. Geneva: WHO; 2012 [cited 2020 Mar 2]. <https://bit.ly/3KCseMS>.
 54. Newson RS, Elmadfa I, Biro G, Cheng Y, Prakash V, Rust P, et al. Barriers for progress in salt reduction in the general population. An international study. *Appetite*. 2013 Dec; 71:22-31. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.07.003>.
 55. Delange F. Iodine deficiency as a cause of brain damage. *Postgrad Med J*. 2001 Apr; 77(906):217-20. <https://doi.org/10.1136/pmj.77.906.217>.
 56. Zimmermann MB, Jooste PL, Pandav CS. Iodine-deficiency disorders. *Lancet*. 2008 Oct 4; 372(9645):1251-62. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(08\)61005-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(08)61005-3).
 57. He FJ, MacGregor GA. Reducing population salt intake worldwide: from evidence to implementation. *Prog Cardiovasc Dis*. 2010 Mar-Apr; 52(5):363-82. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2009.12.006>.

58. Bhana N, Utter J, Eyles H. Knowledge, attitudes and behaviours related to dietary salt intake in high-income countries: A Systematic review. *Curr Nutr Rep*. 2018 Dec; 7(4):183-97. <https://doi.org/10.1007/s13668-018-0239-9>.
59. Leshem M. Salt need needs investigation. *Br J Nutr*. 2020 Jun; 123(11):1312-20. <https://doi.org/10.1017/s0007114520000173>.
60. World Health Organization. Degree of public health significance of iodine nutrition based on median urinary iodine [Internet]. Geneva: WHO; 2004 [cited 2020 Jan 4]. <https://bit.ly/346DZKs>.
61. World Health Organization. Degree of public health significance of iodine nutrition based on median urinary iodine: 1993-2006 [Internet]. 2008 [cited Feb 21]. <https://bit.ly/3H9XYGM>.
62. El Ammari L, Saeid N, Talouizte A, Gamih H, Labzizi S, Mendili JE, et al. A household-based survey of iodine nutrition in Moroccan children shows iodine sufficiency at the national level but risk of deficient intakes in mountainous areas. *Children (Basel)*. 2021 Mar 19; 8(3):240. <https://doi.org/10.3390/children8030240>.
63. Codling K, Rudert C, Bégin F, Peña-Rosas JP. The legislative framework for salt iodization in Asia and the Pacific and its impact on programme implementation. *Public Health Nutr*. 2017 Nov; 20(16):3008-18. <https://doi.org/10.1017/s1368980017001689>.