

<https://doi.org/10.69639/arandu.v11i2.315>

Deficiencia de micronutrientes en niños: etiologías y soluciones

Micronutrient deficiency in children: etiologies and solutions

Camila Michele Torres Mendoza

torres-camila7403@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-9383-4287>

Universidad Estatal del Sur de Manabí
Jipijapa, Ecuador

Oliver Johan Morante Intriago

morante-oliver6792@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-8040-0084>

Universidad Estatal del Sur de Manabí
Jipijapa, Ecuador

Caleb I. Chilán Santana

caleb.chilan@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2832-8759>

Universidad Estatal del Sur de Manabí
Jipijapa, Ecuador

Artículo recibido: 20 agosto 2024 - Aceptado para publicación: 26 septiembre 2024
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

Afecta a los niños, con múltiples factores contribuyentes y posibles soluciones, como mejora en la dieta, educación, iniciativas políticas y vigilancia de la salud. El objetivo del estudio fue identificar las principales etiologías de la deficiencia de micronutrientes en niños, las soluciones más efectivas e implementadas a nivel global para combatir este problema y analizar la prevalencia de esta deficiencia. La metodología aplicada fue sistemática, descriptiva mediante la revisión sistemática, donde se eligieron 47 artículos para la realización del estudio. Los principales resultados demostraron que; Los principales factores etiológicos identificados, son: acceso limitado a alimentos nutritivos y suplementos. Las soluciones identificadas fueron: Programas de suplementación de vitaminas y minerales (especialmente hierro, vitamina A, zinc y folato), Fortificación de alimentos. el déficit de Zinc muestra la prevalencia mas elevada, especialmente en Africa Subsahariana con 83% y en algunos países de Europa en 31,3%. Se concluyo finalmente que los principales factores etiológicos de la deficiencia de micronutrientes en niños incluyeron el acceso limitado a alimentos nutritivos y suplementos; la principal estrategia la implementación de programas de suplementación con vitaminas y minerales, este programa ha demostrados ser efectivo en diversos contextos; la prevalencia de la deficiencia de

micronutrientes como zinc, Vitamina A, hierro y yodo constituyen una problemática para la salud pública mundial.

Palabras clave: desnutrición, vitamina a, hierro, zinc

ABSTRACT

Micronutrient deficiency is a major global public health problem affecting children, with multiple contributing factors and potential solutions, such as improved diet, education, policy initiatives, and health surveillance. The objective of the study was to identify the main etiologies of micronutrient deficiency in children, the most effective and globally implemented solutions to combat this problem, and to analyze the prevalence of this deficiency. The methodology applied was systematic, descriptive through systematic review, where 47 articles were chosen for the study. The main results showed that; The main etiological factors identified are: limited access to nutritious foods and supplements. The solutions identified were: Vitamin and mineral supplementation programs (especially iron, vitamin A, zinc and folate), Food fortification. Zinc deficiency shows the highest prevalence, especially in Sub-Saharan Africa with 83% and in some European countries with 31.3%. It was finally concluded that the main etiological factors of micronutrient deficiency in children included limited access to nutritious foods and supplements; The main strategy is the implementation of vitamin and mineral supplementation programs, this program has proven to be effective in various contexts; the prevalence of micronutrient deficiencies such as zinc, vitamin A, iron and iodine constitute a problem for global public health.

Keywords: malnutrition, vitamin a, iron, zinc

INTRODUCCIÓN

La deficiencia de micronutrientes, en los niños de edad escolar constituye una preocupación importante para la salud pública mundial, especialmente en países de ingresos medianos y bajos, año tras año, esta situación causa alrededor de 13,5 millones de muertes en niños menores de cinco años (Boah et al., 2019). Para el 2020 se estimó que alrededor del mundo 47 millones de niños sufrieron de emaciación de los cuales 14 millones sufrieron emaciación grave y 144 millones sufrieron retraso del crecimiento(Clark et al., 2020).

Estimaciones recientes muestran que la carga mundial de insuficiencia de micronutrientes es del 56% (372 millones) en niños en edad preescolar y del 69% (1200 millones) en mujeres en edad reproductiva, a nivel regional, 99 millones de niños (de 6 a 59 meses) con deficiencia de micronutrientes viven en el sur de Asia, 98 millones en África subsahariana y 85 millones en Asia oriental y el Pacífico(Stevens et al., 2022).

En América del Sur, los temas de gestión de micronutrientes requieren mucha investigación para su mejora en América Latina y el Caribe, se estima que el 48% de los niños en edad preescolar tienen deficiencia de al menos uno de estos tres micronutrientes (hierro, zinc, vitamina A)(Ritchie & Roser, 2024).

En Ecuador, de acuerdo con el Ministerio de Salud Pública, aproximadamente 25.7% de los niños menores de cinco años sufren de anemia, y 56.1% de las mujeres en edad fértil presentan deficiencia de zinc, la deficiencia de vitamina A también es preocupante, afectando a 17.1% de los preescolares(MINISTERIO DE SALUD, 2022).

Las deficiencias de micronutrientes también contribuyen a otros problemas de salud, como la anemia por deficiencia de hierro y los deterioros intelectuales, de manera similar, la deficiencia de vitamina A puede potencialmente perjudicar la visión y está vinculada a mayores tasas de morbilidad y mortalidad en niños, la insuficiencia de vitamina D causa una formación y mineralización ósea deficiente, lo que causa raquitismo en niños y osteoporosis en adultos (Y. Xu et al., 2021).

Para abordar las deficiencias de micronutrientes, es fundamental fomentar el consumo de una variedad de alimentos, como frutas, verduras, cereales integrales y productos animales, adicionalmente es necesario brindar educación a las familias sobre la importancia de los micronutrientes y cómo incorporar alimentos ricos en nutrientes dentro de sus dietas(Haridas et al., 2022). Es necesario realizar un enfoque multifacético que incluye mejorar la diversidad de la dieta, proporcionar suplementos fortificar los alimentos e implementar programas de salud comunitarios eficaz, estas estrategias pueden reducir significativamente la prevalencia de las deficiencias y mejorar la salud y el desarrollo general de los niños afectados(Tam et al., 2020).

El propósito de este estudio es identificar las principales etiologías de la deficiencia de micronutrientes en niños, las soluciones más efectivas e implementadas a nivel global para

combatir este problema y analizar la prevalencia de esta deficiencia. La importancia de este estudio radica en la necesidad de sintetizar el conocimiento actual y destacar enfoques preventivos y terapéuticos que pueden ser aplicados en diferentes contextos. Ante lo expuesto se plantea la siguiente pregunta ¿cuál es la principal etiología y las soluciones más eficaces para las deficiencias de micronutrientes en niños?

Esta investigación se articula al proyecto de vinculación con la sociedad “Capacitación educativa para la mal nutrición y condiciones hematológicas en poblaciones rurales y urbanas de la zona sur de Manabí 2024”, perteneciente a la carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y tipo de estudio

Se realizó una investigación sistemática, descriptiva mediante la revisión sistemática

Criterios de elegibilidad

Criterio de inclusión

- Las publicaciones que se escogieron fueron publicaciones realizadas en los últimos cinco años (2019 – 2024)
- Publicaciones en el idioma inglés, español.
- Revisiones bibliográficas, metaanálisis.
- Estudios sobre la deficiencia de nutrientes en niños.
- Investigaciones realizadas en seres humanos.

Criterio de exclusión

- Dentro de la investigación se excluyeron artículos no legibles.
- Artículos duplicados.
- Aquellos de actas y congreso que no contemplaban metodología.
- Resúmenes

Estrategia de búsqueda para la identificación de los estudios

Las fuentes de información seleccionadas para esta revisión son **NIH**, Elsevier, Google Scholar, SciELO y otras bases de datos científicas, y se revisan artículos originales de 2019 a 2024. En la estrategia de búsqueda, se emplearon palabras claves como: micronutrients, nutritional deficiency, vitamins, malnutrition, vitamin A, vitamin D, growth parameter.

Se empleó el uso de términos MeSH y operadores booleanos como AND, NOT y OR. (micronutrients) AND (nutritional deficiency) OR (vitamins AND vitamins); (vitamin A OR vitamin D) AND (nutritional deficiency OR malnutrition); (micronutrients AND growth parameter) OR (vitamins AND growth parameter); (vitamin A AND vitamin D) AND (growth parameter OR nutritional deficiency) (micronutrients AND malnutrition) NOT (vitamin A OR vitamin D)

Selección de los artículos

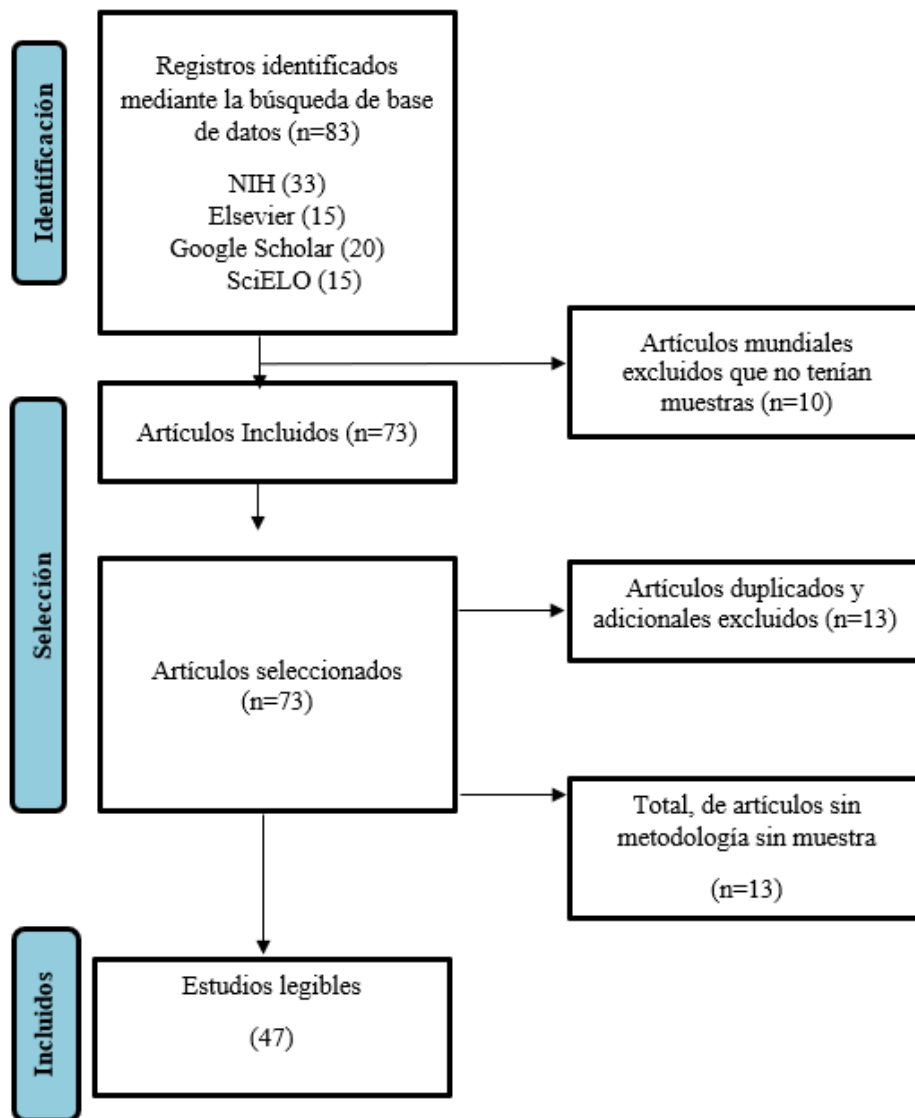
Los artículos se consiguieron mediante una estrategia de búsqueda y se seleccionaron aquellos que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para la revisión. Se identificaron un total de 83 registros. - NIH: 33 registros identificados. - Elsevier: 15 registros identificados. - Google Scholar: 20 registros identificados. - SciELO: 15 registros identificados. Se utilizaron los criterios del diagrama de flujo PRISMA para seleccionar los artículos relevantes (Fig. 1).

Consideraciones éticas

Este estudio siguió protocolos éticos para la investigación y el manejo de información confidencial nacional e internacional, derechos de autor respetados y citas e información utilizadas adecuadamente de acuerdo con los Estándares de Vancouver para Uso en Salud.

Ilustración 1

Diagrama de flujo PRISMA utilizado para la selección de artículos



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1

Etiología de la deficiencia de micronutrientes en niños

Ref./ año	País	Metodología	Nº Paciente	Etiología o causas
Morrell, M y col.(9)/ 2019	Estados Unidos	Estudio de casos	23	Acceso limitado a alimentos nutritivos y suplementos
Petry, N y col.(10)/ 2019	Gambia	Estudio transversal	1,703	Falta de políticas públicas que promueven la fortificación de alimentos
Magee, P y col.(11)/ 2019	Reino Unido	Descriptiva	677	dietas inadecuadas Infecciones parasitarias
Combet, E y col.(12)/ 2019	Reino Unido	Revisión sistemática	----	Acceso limitado a suplementos
Ernawati, F y col.(13)/ 2021	Indonesia	Descriptiva	103	bajo consumo de alimentos de origen animal dietas inadecuadas
KIANI, A y col.(14)/ 2022	Italia	Estudio cuantitativo	86	Enfermedad inflamatoria Falta de acceso a una dieta equilibrada.
Khan, A y col.(15)/ 2022	Pakistán	Estudio transversal	7,200	Infecciones parasitarias Dietas inadecuadas
Tummolo, A y col.(16)/ 2023	Italia	Descriptiva	85	Falta de acceso a una dieta equilibrada
Calcaterra, V y col.(17)/ 2023	Italia	Descriptiva	128	Enfermedad celiaca Fibrosis quística
Lopes, S y col.(18)/2023	Brasil	Descriptiva	1,148	Inseguridad alimentaria Falta de acceso a una dieta equilibrada
Batchelor, S y col.(19)/ 2023	Reino Unido	Descriptiva	100	Falta de acceso a una dieta equilibrada

En la Tabla 1 se presenta una visión global de las causas de la deficiencia de micronutrientes en niños, basada en estudios realizado en diversos países. Los principales factores etiológicos identificados, son: acceso limitado a alimentos nutritivos y suplementos, falta de políticas públicas, dietas inadecuadas, infecciones parasitarias, bajo consumo de alimentos de origen animal, enfermedades inflamatorias y otras condiciones médicas.

Tabla 2*Soluciones para disminuir la deficiencia de micronutrientes en niños*

Ref./ año	País	Metodología	Nº Paciente	Soluciones
McKay, J y col.(20)/2020	Australia	Estudio descriptivo	127	Programas de suplementación de vitaminas y hierro
Olson, R y col.(21)/ 2021	Suiza	Estudio descriptivo	42	Fortificación de alimentos, suplementación con micronutrientes, educación nutricional y medidas de control de enfermedades
Venkatesh, U y col.(22)/ 2021	India	Estudio descriptivo	4,302	Fortificación de alimentos, la diversificación dietética, la educación nutricional, la suplementación con micronutrientes
Chaudhary, V y col.(23)/ 2022	India	Estudio descriptivo	962	Programa de yodación de la sal Programas de suplementación de vitamina a y hierro y folato
Kaur, N y col.(24)/ 2022	India	Estudio descriptivo	409	Fortificación de alimento a alimento Utilización de alimentos ricos en hierro
Neufeld, L y col.(25)/ 2023	Italia	Revisión sistemática	----	Programas de suplementación de vitaminas y hierro
Bechoff, A y col.(26)	Australia	Estudio descriptivo	21	Suplementación con micronutrientes y educación nutricional
Rodriguez, P y col.(27)	Estados Unidos	Estudio de cohorte	18,386	Fortificación de alimentos y acceso a servicios de salud
Zhuang, G y col.(28)/ 2024	China	Estudio transversal	7,247	Tabletas de vitamina a, hierro y zinc
Malézieux, E y col.(29)/ 2024	Francia	Revisión sistemática	----	Diversificación dietética La biofortificación
Ferraris y De Amicis.(30)	Italia	Estudio descriptivo	10	Suplementación con micronutrientes y educación nutricional

Una serie de intervenciones y estrategias propuestas para abordar la deficiencia de micronutrientes en niños, las principales soluciones identificadas descrita en la Tabla 2 son: Programas de suplementación de vitaminas y minerales (especialmente hierro, vitamina A, zinc y folato), Fortificación de alimentos, Educación nutricional y Biofortificación

Tabla 3*Prevalencia de la deficiencia de micronutrientes*

Ref./ año	País	Metodología	Nº Paciente	Edad	Tipo de micronutrientes	Prevalencia
Vreugdenhil, M y col.(31)	Alemania y Países Bajos Reino Unido	Estudio transversal	325	1-3	Zinc	31.3%
Song, P y col.(32)/ 2022	China	Estudio descriptivo	3,339	0-5	Vitamina A	24.54%
Song, A y col.(33)/ 2022	Estados Unidos	Estudio transversal	50	6	Vitamina A	15%
Moscheo, C y col.(34)/ 2022	Italia	Estudio descriptivo	508	4	Hierro	32%
Imdad, A y col.(35)/ 2023	Turquía	Estudio transversal	143,474	6-12	Zinc	15%
Aksu, T y col.(36)/ 2023	Turquía	Estudio transversal	269	8-10	Hierro	40%
Prasad, U y col.(37)/ 2023	India	Estudio transversal	16,827	6-12	Yodo	17.1%
Baffa, L y col.(38)/ 2024	Etiopía	Estudio descriptivo	15,611	5	Yodo	58%
Qazi, T y col.(39)/ 2024	India	Estudio transversal	10,800	6-12	Yodo	12.8%
Xu, P y col.(40)/ 2024	China	Estudio transversal	7,531	6-10	Vitamina A	38.1%
Dembedza, M y col.(41)/ 2024	África subsahariana	Estudio transversal	10,779	1-8	Zinc	83%

La prevalencia de deficiencia de micronutrientes específicos en diferentes países y grupos de edad, los hallazgos hechos resaltan, que la prevalencia de la deficiencia de micronutrientes varía significativamente, el déficit de Zinc con un porcentaje considerable en África Subsahariana

con 83% y en algunos países de Europa en 31,3%, la deficiencia de Vitamina A también se presenta del 15% al 38,1% en varias regiones, el hierro llega a tener un déficit de hasta el 40% y el Yodo va desde el 12,8% al 58% en India y Etiopía respectivamente. (Tabla 3)

DISCUSIÓN

La deficiencia de micronutrientes en niños es un problema global de salud pública con múltiples causas y soluciones potenciales, los datos presentados en las tablas muestran una variedad de factores etiológicos, estrategias de intervención y tasas de prevalencia en diferentes regiones del mundo.

Los diferentes estudios, demostraron que las principales causas de deficiencia de micronutrientes identificadas incluyen, el acceso limitado a alimentos nutritivos, las dietas inadecuadas, infecciones parasitarias y falta de políticas públicas de fortificación de alimentos.

Estos hallazgos son consistentes con un estudio reciente realizado por Keats, E y col.(Keats et al., 2021) quienes confirman la falta de acceso a alimentos con alto contenido nutritivo, especialmente en países de bajos y medianos ingresos contribuyen al desarrollo de esta problemática. Sin embargo, en otra investigación realizada por Panzeri, C y col.(Panzeri et al., 2024) sugiere que el cambio climático está emergiendo como un factor adicional que afecta la disponibilidad y calidad nutricional de los alimentos, algo no mencionado en los datos anteriores.

Las intervenciones propuestas para dar soluciones se centran en la fortificación de alimentos, suplementación con micronutrientes, educación tradicional y diversificación de la dieta.

Estas estrategias son respaldadas por los hallazgos realizados por Brown, S y col.(Brown et al., 2022) quienes demuestran que la eficacia de este tipo de enfoques combinados pueden ayudar a resolver estos problemas. No obstante, Hambloch, C y col.(Hambloch et al., 2023) argumentan que estas soluciones pueden ser insuficientes sin abordar las desigualdades socioeconómicas subyacentes, sugiriendo la necesidad de un enfoque más holístico.

Los datos de prevalencia varían significativamente entre regiones y tipos de micronutrientes, desde un 12,8% para la deficiencia de yodo en India hasta un 83% para la deficiencia de zinc en África subsahariana. Esto coincide con lo encontrado por Wang, L y col.(Wang et al., 2024) quienes confirman que la malnutrición presenta variabilidad, pero también señala una tendencia general a la disminución en las últimas décadas, atribuida a los esfuerzos globales de intervención. Por otro lado, Temponi y Velasquez.(Temponi & Velasquez-Melendez, 2020) mencionan que en América Latina la prevalencia fue del 9,3% en Bolivia, 6,7% Colombia, y en Brasil con 2,2%.

Los hallazgos proporcionan una base sólida para entender la deficiencia de micronutrientes en niños, las investigaciones recientes sugieren la necesidad de considerar factores emergentes como el cambio climático y las desigualdades económicas, además, aunque las estrategias de intervención propuestas son generalmente efectivas, puede ser necesario un enfoque integral y

adaptado a contextos específicos para abordar este problema de salud pública en constante evolución.

CONCLUSIONES

Los hallazgos indican que los principales factores etiológicos de la deficiencia de micronutrientes en niños incluyeron el acceso limitado a alimentos nutritivos y suplementos, la falta de políticas públicas que promuevan la fortificación de alimentos, dietas inadecuadas y enfermedades crónicas, esto subraya la necesidad de abordar determinantes sociales, económicos y de salud que subyacen en este problema de salud pública.

Entre las principales soluciones para hacer frente a la deficiencia de micronutrientes en niños, fue la implementación de programas de suplementación con vitaminas y minerales, demostrando ser efectivo en diversos contextos, al abordar tanto la disponibilidad como la accesibilidad y el consumo de nutrientes esenciales.

La prevalencia de la deficiencia de micronutrientes como zinc, Vitamina A, hierro y yodo estos hallazgos resaltan la necesidad de implementar estrategias de tamizaje, monitoreo y evaluación continua de la situación nutricional en niños.

REFERENCIAS

- Aksu, T., & Ünal, Ş. (2023). Iron Deficiency Anemia in Infancy, Childhood, and Adolescence. *Turkish Archives of Pediatrics*, 58(4), 358-362. <https://doi.org/10.5152/TurkArchPediater.2023.23049>
- Baffa, L. D., Angaw, D. A., Abriham, Z. Y., Gashaw, M., Agimas, M. C., Sisay, M., Muhammad, E. A., Mengistu, B., & Belew, A. K. (2024). Prevalence of iodine deficiency and associated factors among school-age children in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 13, 142. <https://doi.org/10.1186/s13643-024-02567-4>
- Batchelor, S., & Thompson, N. (2023). The management of micronutrient imbalance: A practical guide. *Medicine*, 51(7), 503-508. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2023.04.006>
- Bechoff, A., de Bruyn, J., Alpha, A., Wieringa, F., & Greffeuille, V. (2023). Exploring the Complementarity of Fortification and Dietary Diversification to Combat Micronutrient Deficiencies: A Scoping Review. *Current Developments in Nutrition*, 7(2), 100033. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2023.100033>
- Boah, M., Azupogo, F., Amporfro, D. A., & Abada, L. A. (2019). The epidemiology of undernutrition and its determinants in children under five years in Ghana. *PloS One*, 14(7), e0219665. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219665>
- Brown, S., Wall, C. L., Frampton, C., Geary, R. B., & Day, A. S. (2022). Dietary Nutrient Intake and Blood Micronutrient Status of Children with Crohn's Disease Compared with Their Shared-Home Environment, Healthy Siblings. *Nutrients*, 14(16), 3425. <https://doi.org/10.3390/nu14163425>
- Calcaterra, V., Verduci, E., Milanta, C., Agostinelli, M., Todisco, C. F., Bona, F., Dolor, J., La Mendola, A., Tosi, M., & Zuccotti, G. (2023). Micronutrient Deficiency in Children and Adolescents with Obesity—A Narrative Review. *Children*, 10(4), 695. <https://doi.org/10.3390/children10040695>
- Chaudhary, V., Saraswathy, K. N., & Sarwal, R. (2022). Dietary diversity as a sustainable approach towards micronutrient deficiencies in India. *The Indian Journal of Medical Research*, 156(1), 31-45. https://doi.org/10.4103/ijmr.ijmr_3314_21
- Clark, H., Coll-Seck, A. M., Banerjee, A., Peterson, S., Dalglish, S. L., Ameratunga, S., Balabanova, D., Bhan, M. K., Bhutta, Z. A., Borrazzo, J., Claeson, M., Doherty, T., El-Jardali, F., George, A. S., Gichaga, A., Gram, L., Hipgrave, D. B., Kwamie, A., Meng, Q., ... Costello, A. (2020). A future for the world's children? A WHO-UNICEF-Lancet Commission. *Lancet (London, England)*, 395(10224), 605-658. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32540-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32540-1)
- Combet, E., & Buckton, C. (2019). Micronutrient deficiencies, vitamin pills and nutritional supplements. *Medicine*, 47(3), 145-151. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2018.12.004>

- Dembedza, M. P., Chopera, P., & Matsungu, T. M. (2024). Risk of zinc deficiency among children aged 0–59 months in sub-Saharan Africa: A narrative review. *South African Journal of Clinical Nutrition*, 37(2), 69-76.
<https://doi.org/10.1080/16070658.2023.2275932>
- Ernawati, F., Syauqy, A., Arifin, A. Y., Soekatri, M. Y. E., & Sandjaja, S. (2021). Micronutrient Deficiencies and Stunting Were Associated with Socioeconomic Status in Indonesian Children Aged 6–59 Months. *Nutrients*, 13(6), 1802. <https://doi.org/10.3390/nu13061802>
- Ferraris, C., & De Amicis, R. (2024). Editorial: Nutritional counseling for lifestyle modification. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1472316>
- Hambloch, C., Mausch, K., Conti, C., & Hall, A. (2023). Simple solutions for complex problems? What is missing in agriculture for nutrition interventions. *Food Security*, 15(2), 363-379. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01324-6>
- Haridas, S., Ramaswamy, J., Natarajan, T., & Nedungadi, P. (2022). Micronutrient interventions among vulnerable population over a decade: A systematic review on Indian perspective. *Health Promotion Perspectives*, 12(2), 151-162. <https://doi.org/10.34172/hpp.2022.19>
- Imdad, A., Rogner, J., Sherwani, R. N., Sidhu, J., Regan, A., Haykal, M. R., Tsistinas, O., Smith, A., Chan, X. H. S., Mayo-Wilson, E., & Bhutta, Z. A. (2023). Zinc supplementation for preventing mortality, morbidity, and growth failure in children aged 6 months to 12 years. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2023(3), CD009384. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009384.pub3>
- Kaur, N., Agarwal, A., & Sabharwal, M. (2022). Food fortification strategies to deliver nutrients for the management of iron deficiency anaemia. *Current Research in Food Science*, 5, 2094-2107. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2022.10.020>
- Keats, E. C., Oh, C., Chau, T., Khalifa, D. S., Imdad, A., & Bhutta, Z. A. (2021). Effects of vitamin and mineral supplementation during pregnancy on maternal, birth, child health and development outcomes in low- and middle-income countries: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, 17(2), e1127. <https://doi.org/10.1002/cl2.1127>
- Khan, A., Ul-Haq, Z., Fatima, S., Ahmed, J., Alobaid, H. M., Fazid, S., Muhammad, N., Garzon, C., Ihtesham, Y., Habib, I., Tanimoune, M., Iqbal, K., Arshad, M., & Safi, S. Z. (2023). Long-Term Impact of Multiple Micronutrient Supplementation on Micronutrient Status, Hemoglobin Level, and Growth in Children 24 to 59 Months of Age: A Non-Randomized Community-Based Trial from Pakistan. *Nutrients*, 15(7), 1690. <https://doi.org/10.3390/nu15071690>
- Kiani, A. K., Dhuli, K., Donato, K., Aquilanti, B., Velluti, V., Matera, G., Iaconelli, A., Connelly, S. T., Bellinato, F., Gisoni, P., & Bertelli, M. (2022). Main nutritional deficiencies. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 63(2 Suppl 3), E93-E101. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2S3.2752>

- Lopes, S. O., Abrantes, L. C. S., Azevedo, F. M., de Moraes, N. de S., Moraes, D. de C., Gonçalves, V. S. S., Fontes, E. A. F., Franceschini, S. do C. C., & Priore, S. E. (2023). Food Insecurity and Micronutrient Deficiency in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, *15*(5), 1074. <https://doi.org/10.3390/nu15051074>
- Magee, P. J., & McCann, M. T. (2019). Micronutrient deficiencies: Current issues. *Proceedings of the Nutrition Society*, *78*(2), 147-149. <https://doi.org/10.1017/S0029665118002677>
- Malézieux, E., Verger, E. O., Avallone, S., Alpha, A., Ngigi, P. B., Lourme-Ruiz, A., Bazile, D., Bricas, N., Ehret, I., Martin-Prevel, Y., & Amiot, M. J. (2024). Biofortification versus diversification to fight micronutrient deficiencies: An interdisciplinary review. *Food Security*, *16*(1), 261-275. <https://doi.org/10.1007/s12571-023-01422-z>
- McKay, J., Ho, S., Jane, M., & Pal, S. (2020). Overweight & obese Australian adults and micronutrient deficiency. *BMC Nutrition*, *6*(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40795-020-00336-9>
- MINISTERIO DE SALUD. (2022). *En Ecuador más de 250 mil niñas y niños menores de dos años reciben suplementos de micronutrientes en establecimientos de salud – Ministerio de Salud Pública*. <https://www.salud.gob.ec/en-ecuador-mas-de-250-mil-ninas-y-ninos-menores-de-dos-anos-reciben-suplementos-de-micronutrientes-en-establecimientos-de-salud/>
- Morrell, M. B. G., Baker, R., Johnson, A., Santizo, R., Liu, D., & Moody, K. (2019). Dietary Intake and Micronutrient Deficiency in Children with Cancer. *Pediatric blood & cancer*, *66*(10), e27895. <https://doi.org/10.1002/pbc.27895>
- Moscheo, C., Licciardello, M., Samperi, P., La Spina, M., Di Cataldo, A., & Russo, G. (2022). New Insights into Iron Deficiency Anemia in Children: A Practical Review. *Metabolites*, *12*(4), 289. <https://doi.org/10.3390/metabo12040289>
- Neufeld, L. M., Ho, E., Obeid, R., Tzoulis, C., Green, M., Huber, L. G., Stout, M., & Griffiths, J. C. (2023). Advancing nutrition science to meet evolving global health needs. *European Journal of Nutrition*, *62*(Suppl 1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s00394-023-03276-9>
- Olson, R., Gavin-Smith, B., Ferraboschi, C., & Kraemer, K. (2021). Food Fortification: The Advantages, Disadvantages and Lessons from Sight and Life Programs. *Nutrients*, *13*(4), 1118. <https://doi.org/10.3390/nu13041118>
- Panzeri, C., Pecoraro, L., Dianin, A., Sboarina, A., Arnone, O. C., Piacentini, G., & Pietrobelli, A. (2024). Potential Micronutrient Deficiencies in the First 1000 Days of Life: The Pediatrician on the Side of the Weakest. *Current Obesity Reports*, *13*(2), 338-351. <https://doi.org/10.1007/s13679-024-00554-3>
- Petry, N., Jallow, B., Sawo, Y., Darboe, M. K., Barrow, S., Sarr, A., Ceesay, P. O., Fofana, M. N., Prentice, A. M., Wegmüller, R., Rohner, F., Phall, M. C., & Wirth, J. P. (2019). Micronutrient Deficiencies, Nutritional Status and the Determinants of Anemia in

- Children 0-59 Months of Age and Non-Pregnant Women of Reproductive Age in The Gambia. *Nutrients*, 11(10), 2275. <https://doi.org/10.3390/nu11102275>
- Prasad, U. V., Vastrad, P., Chaudhuri, S., Kirte, R., Peerapur, B. V., Kumar, G. A., Gururaj, N., Patil, K., Yuvaraj, B., Mane, V., Itagi, V., Kesari, P. M., Chillargi, C., Goud, T. G., Sameena, M., Dorle, A., Patil, S. K., Mallapur, A. S., Nair, A. M., & Roy, S. (2023). Prevalence of goitre and iodine deficiency among school children (6–12 years) in rural areas of North Karnataka, India: A cross-sectional survey, 2016–19. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 12(9), 2090-2096. https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_2021_22
- Qazi, T. B., Malik, T. Z., Khan, S. M. S., Qurieshi, M. A., Pandit, M. I., Haq, I., Dkhar, S. A., Bashir, K., Chowdri, I. N., & Nabi, S. (2024). Burden of Goitre and Urinary Iodine Status among Primary School Children in Kashmir, India—Evidence from a Population-Based Iodine Deficiency Disorder Survey. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 28(2), 177-183. https://doi.org/10.4103/ijem.ijem_40_23
- Ritchie, H., & Roser, M. (2024). Micronutrient Deficiency. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/micronutrient-deficiency>
- Rodriguez, P. J., Goodwin Cartwright, B. M., Gratzl, S., Brar, R., Baker, C., Gluckman, T. J., & Stucky, N. L. (2024). Semaglutide vs Tirzepatide for Weight Loss in Adults With Overweight or Obesity. *JAMA Internal Medicine*. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2024.2525>
- Song, A., Mousa, H. M., Soifer, M., & Perez, V. L. (2022). Recognizing Vitamin A Deficiency: Special Considerations in Low-Prevalence Areas. *Current opinion in pediatrics*, 34(2), 241-247. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000001110>
- Song, P., Adelaye, D., Li, S., Zhao, D., Ye, X., Pan, Q., Qiu, Y., Zhang, R., & Rudan, I. (s. f.). The prevalence of vitamin A deficiency and its public health significance in children in low- and middle-income countries: A systematic review and modelling analysis. *Journal of Global Health*, 13, 04084. <https://doi.org/10.7189/jogh.13.04084>
- Stevens, G. A., Beal, T., Mbuya, M. N. N., Luo, H., Neufeld, L. M., Addo, O. Y., Adu-Afarwuah, S., Alayón, S., Bhutta, Z., Brown, K. H., Jefferds, M. E., Engle-Stone, R., Fawzi, W., Hess, S. Y., Johnston, R., Katz, J., Krusevec, J., McDonald, C. M., Mei, Z., ... Young, M. F. (2022). Micronutrient deficiencies among preschool-aged children and women of reproductive age worldwide: A pooled analysis of individual-level data from population-representative surveys. *The Lancet Global Health*, 10(11), e1590-e1599. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(22\)00367-9](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00367-9)
- Tam, E., Keats, E. C., Rind, F., Das, J. K., & Bhutta, Z. A. (2020). Micronutrient Supplementation and Fortification Interventions on Health and Development Outcomes among Children

- Under-Five in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 12(2), 289. <https://doi.org/10.3390/nu12020289>
- Temponi, H. R., & Velasquez-Melendez, G. (2020). Prevalence of double burden on malnutrition at household level in four Latin America countries. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, 20, 27-35. <https://doi.org/10.1590/1806-93042020000100003>
- Tummolo, A., Carella, R., De Giovanni, D., Paterno, G., Simonetti, S., Tolomeo, M., Leone, P., & Barile, M. (2023). Micronutrient Deficiency in Inherited Metabolic Disorders Requiring Diet Regimen: A Brief Critical Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(23), Article 23. <https://doi.org/10.3390/ijms242317024>
- Venkatesh, U., Sharma, A., Ananthan, V. A., Subbiah, P., & Durga, R. (2021). Micronutrient's deficiency in India: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Nutritional Science*, 10, e110. <https://doi.org/10.1017/jns.2021.102>
- Vreugdenhil, M., Akkermans, M. D., van der Merwe, L. F., van Elburg, R. M., van Goudoever, J. B., & Brus, F. (2021). Prevalence of Zinc Deficiency in Healthy 1–3-Year-Old Children from Three Western European Countries. *Nutrients*, 13(11), 3713. <https://doi.org/10.3390/nu13113713>
- Wang, L., Hu, Z., Chen, H., Zhou, C., & Hu, X. (2024). Prevalence of mild cognitive impairment and its association with malnutrition in older Chinese adults in the community. *Frontiers in Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1407694>
- Xu, P., Xu, J., Cao, W., Yang, T., Gan, Q., Wang, H., Luo, R., Pan, H., & Zhang, Q. (2024). Prevalence of Vitamin A Deficiency in Children Aged 6 to 17 Years—Western and Central Rural Areas, China, 2012–2021. *China CDC Weekly*, 6(3), 51-55. <https://doi.org/10.46234/ccdcw2024.011>
- Xu, Y., Shan, Y., Lin, X., Miao, Q., Lou, L., Wang, Y., & Ye, J. (2021). Global patterns in vision loss burden due to vitamin A deficiency from 1990 to 2017. *Public Health Nutrition*, 24(17), 5786-5794. <https://doi.org/10.1017/S1368980021001324>
- Zhuang, G.-B., Li, X., Wu, S.-N., Zhang, S.-Q., Zhang, Z.-J., & Dong, N. (2024). The impact of vitamin E, vitamin B6, and niacin intake on cataract incidence based on NHANES 2005-2008 data. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1406147>