





Osteopenia en una adolescente blanca hispana: reporte de caso.

Maria Angelica Trak-Fellermeier¹, PhD* ; Alison K. Macchi¹ PhD, RD* ; Jacqueline Hernandez¹ PhD, RD ; Rodolfo Galvan¹ ; Yolangel Hernandez², MD ; Thresia Gambon³, MD; Rebeca Martinez, MD²; and Cristina Palacios¹, PhD .

Resumen: Introducción. Un estilo de vida poco saludable (malos hábitos alimentarios y sedentarismo), deficiencia de vitamina D, y la ingesta inadecuada de calcio, pueden contribuir a desarrollar osteopenia grave en la infancia, condicionando el riesgo futuro a sufrir fracturas y osteoporosis. **Materiales y métodos.** Presentamos un caso de osteopenia en una niña blanca, hispana y premenárquica de 13 años quien completó la visita basal del estudio de MetA-Bone. Evaluamos el contenido de masa ósea, la densidad de masa ósea corporal total y de la columna y la composición corporal mediante densitometría ósea (DXA). Abarcamos el historial de salud, antecedentes familiares, desarrollo puberal, actividad física, sueño, ingesta de nutrientes, antropometría, biomarcadores óseos y metabólicos. **Resultados.** La niña tiene antecedentes familiares de osteoporosis y no reporta fracturas previas. Muestra una actividad moderada al aire libre <1 hora/día 3 veces/semana con 8 horas/día de sueño. El consumo de productos lácteos y vegetales fue <1 ración/día. Presenta deficiencia de vitamina D (25(OH)D: 9 ng/mL) e hiperfosfatemia (5,2 mg/dL). El Z-score del DXA fue -2,1 DE (indicativo de osteopenia por edad y sexo). La niña fue referida a un pediatra, quien confirmó los hallazgos e indicó un suplemento diario con 2000 UI de vitamina D y 1000 mg de calcio. **Conclusiones.** El aislamiento durante la pandemia de COVID pudo haber contribuido a la gravedad de los hallazgos. Por lo tanto, recomendamos realizar pruebas de detección de vitamina D, calcio y hábitos de vida a los niños que experimentaron crecimiento acelerado durante y después de la pandemia. *An Venez Nutr 2023; 36(1): 3-9.*

Palabras clave: masa ósea, vitamina D, adolescente, hispana, niña.

Osteopenia in a white, hispanic, adolescent female: a case report

Abstract: Introduction. Poor lifestyle habits, vitamin D deficiency, and inadequate calcium intake, particularly during the COVID-19 pandemic, may contribute to severe osteopenia in childhood, increasing future fractures and osteoporosis risk. **Materials and methodology.** We here present a case of osteopenia in a 13-year-old white, Hispanic, premenarchal girl who completed the baseline visit of the MetA-Bone Trial during the COVID-19 pandemic. Using a dual-energy X-ray absorptiometry, we assessed bone mass content (BMC), total body and spine bone mass density (BMD), and body composition. We cover the girl's health history and family history, pubertal development, intensity, duration, and frequency of physical activity and sleep, and nutrient intake (calcium and vitamin D), as well as anthropometric parameters, and bone and metabolic biomarkers. **Results.** The girl has a family history of osteoporosis (maternal grandfather) but no previous fractures; moderate outdoor activity was <1 hour/day 3 times/week with 8 hours/day of sleep. Consumption of dairy products and vegetables was <1 serving/day. Lab blood tests confirmed vitamin D deficiency (serum 25(OH) D: 9 ng/ml) and hyperphosphatemia (5.2 mg/dL); other tests were normal. DXA scan Z-score was -2.1 SD (indicative of osteopenia by age and sex). The girl was referred to a pediatrician, who confirmed the results, and prescribed a daily supplement with 2000 IU of vitamin D and 1000 mg of calcium. **Conclusions.** Seclusion during the COVID pandemic may have contributed to the severity of the findings. Therefore, we recommend screening children undergoing growth spurts for vitamin D, calcium, and poor lifestyle habits during and after the pandemic. *An Venez Nutr 2023; 36(1): 3-9.*

Keywords: bone mass, vitamin D, puberty, Hispanic, girl.

Introducción

La osteopenia en niños se define como un *Z-score* del contenido mineral óseo inferior a 2 desviaciones estándar (1). La osteopenia en niños sanos puede ser causada por una ingesta dietética baja de vitamina D y/o calcio, exposición infrecuente al sol, inactividad o una combinación de estos factores. Si no se diagnostica o

¹Department of Dietetics and Nutrition, Robert Stempel College of Public Health & Social Work, Florida International University, Miami, FL, USA. ²Herbert Wertheim College of Medicine, Florida International University, Miami, FL, USA. ³Citrus Health Network, Miami, FL, USA. Correspondencia: Cristina Palacios, e-mail: cristina.palacios@fiu.edu.

trata en niños, la osteopenia puede provocar raquitismo, que suele presentarse en lactantes a los 6 a 23 meses y en adolescentes de 12 a 15 años (2).

Durante el proceso embrionario el desarrollo del esqueleto comienza con la migración de células mesenquimales hacia los sitios en donde los futuros huesos se formarán. En estos sitios, se forman condensaciones de alta densidad celular perfilando la forma y el tamaño de los huesos futuros. Dentro de las condensaciones, las células mesenquimales se diferencian en condrocitos y forman modelos de cartílago de los huesos futuros (formación de hueso endocondral) o se diferencian en osteoblastos para formar hueso directamente (formación de hueso intramembranoso) (3).

El reemplazo de cartílago con hueso mineralizado en huesos endocondrales (osificación endocondral) es un proceso complejo, desencadenado por la diferenciación de condrocitos proliferantes en el centro del cartílago a un estado hipertrófico no proliferativo. Esto es seguido por la invasión desde el pericondrio hacia el cartílago hipertrófico de progenitores osteoblásticos, osteoclastos, células endoteliales sanguíneas y células hematopoyéticas. El cartílago hipertrófico se reabsorbe, los progenitores de osteoblastos entrantes se diferencian en osteoblastos trabeculares formadores de hueso, y las células hematopoyéticas y endoteliales establecen la médula ósea en lo que se convierte en el centro de osificación primario (3).

La formación ósea endocondral está regulada por diferentes factores incluyendo las proteínas *Wnts*, *Hedgehogs*, *Notch*, el factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF), factor de crecimiento similar a la insulina 1 (IGF-1), factor de crecimiento beta (TGF- β) y el péptido relacionado con la hormona paratiroidea (PTHrP) (4). Estos factores y sus vías de señalización interactúan entre sí y coordinan procesos celulares como la diferenciación y proliferación de condrocitos y osteoblastos (4).

La adquisición de la masa mineral ósea se inicia en el nacimiento, continúa hasta la edad adulta, y sigue una tendencia predecible específica para la edad y el sexo de un individuo. Al inicio de la pubertad, la acumulación mineral ósea alcanza su nivel máximo no mucho después de lograr la ganancia máxima de altura en la adolescencia. A fin de prevenir el raquitismo nutricional, la Academia Americana de Pediatría recomienda 400 UI / día de vitamina D (5) mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda 600 UI / día de vitamina D (6). Además, el Instituto de Medicina recomienda la ingesta de 1,300 mg de calcio al día para

la salud ósea general de los niños entre 9 a 18 años (7). También se recomienda una exposición solar adecuada para mantener un nivel óptimo de vitamina D. Aparte de los hábitos nutricionales y de estilo de vida, la predisposición genética subyacente a adquirir una baja densidad de masa ósea aumenta el riesgo de desarrollar osteopenia en la adolescencia (8).

En 2020, Estados Unidos implementó medidas de confinamiento para combatir la propagación del COVID-19. Si bien estas medidas fueron beneficiosas para reducir la tasa de transmisión del virus, estas medidas, que incluyeron el cierre de escuelas y parques, la suspensión de deportes y otras actividades al aire libre, podrían haber tenido efectos adversos en otros aspectos de la salud de los niños (9). La falta de actividad física y exposición al sol en combinación con una ingesta inadecuada de calcio y vitamina D durante la pandemia pueden contribuir a una osteopenia severa en la infancia, aumentando las fracturas y la osteoporosis en el futuro.

En este informe, presentamos un caso de osteopenia en una niña blanca, hispana, premenárquica de 13 años que completó la visita inicial del estudio MetA-Bone durante la pandemia de COVID-19.

Materiales y Métodos

El *MetA-Bone Trial* es un ensayo clínico que actualmente se implementa en Miami, Florida, financiado por los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos (NIH, por sus siglas en inglés) con el objetivo de determinar el efecto de la suplementación durante un año con fibra de maíz soluble en la masa ósea de 240 niños sanos de 9 a 14 años y con una ingesta deficiente de calcio (10). Las variables principales del estudio son el contenido de masa ósea y la densidad de masa ósea corporal total y de la columna vertebral.

Los participantes potenciales se reclutan en escuelas, organizaciones comunitarias, clínicas locales y redes sociales. Las personas interesadas completan un formulario de preselección en línea para determinar su elegibilidad. Aquellos niños con obesidad (percentil de índice de masa corporal >95 basados en las tablas de crecimiento del Centro para el Control de Enfermedades), alto consumo de productos lácteos (> 2 porciones por día), uso de suplementos de calcio o vitamina D, condiciones preexistentes de salud o uso de medicamentos que afecten los huesos o el crecimiento, deficiencia de vitamina D previamente diagnosticada, fracturas en los últimos 6 meses y aquellos que no estén dispuestos a participar en el estudio durante 12 meses se consideran inelegibles. De confirmarse la elegibilidad,

se pide a los padres que firmen los consentimientos informados para padres/adultos y a los niños que completen un formulario de asentimiento.

Los participantes reclutados deben completar cuestionarios en línea que incluyen el historial de salud familiar (antecedentes de osteoporosis), la salud del niño (uso de medicamentos, fracturas previas), el estadio de desarrollo puberal (estadio de Tanner), la exposición a la luz solar (escala de Fitzpatrick, uso de protector solar, vestimenta), la intensidad, duración y frecuencia de la actividad física (IPAQ) y del sueño (PDSS), la ingesta dietética basada en un cuestionario de frecuencia de alimentos validado (11) y al menos dos recordatorios de 24 horas. Luego, los participantes completan la visita inicial para evaluar la composición corporal (peso, talla, IMC), la masa y los biomarcadores óseos. El contenido mineral óseo y la densidad de masa ósea son evaluados por un radiólogo certificado mediante una exploración de absorciometría de energía dual de rayos X (Hologic-QDR™ Horizon Wi DXA, CT, EE. UU.). Además, un flebotomista certificado obtiene una muestra de sangre venosa después de un período de ayuno de al menos 8 horas para obtener biomarcadores metabólicos y de salud ósea, que se analizaron en un laboratorio externo independiente. Los metabolitos incluyen 25-hidroxivitamina D sérica obtenida por inmunoensayo, calcio, colesterol total, triglicéridos, colesterol HDL, colesterol LDL calculado y relación colesterol/HDL, glucosa y creatinina obtenidos por espectrofotometría. Las evaluaciones antropométricas son realizadas por personal capacitado y certificado e incluyen el peso, la altura, la altura al sentarse, la longitud del fémur, y las circunferencias del cuello y de la cintura.

Reporte de caso

Este es un reporte de caso de una niña premenárquica, hispana, blanca, de 13 años, reclutada en el *MetA-Bone Trial* durante el confinamiento por COVID-19 (mayo de 2021). La preselección indicó que, en general, gozaba de buena salud, con un bajo consumo de lácteos, sin uso de suplementos, no presentaba fracturas recientes y estaba libre de enfermedades o medicamentos que pudieran afectar la adquisición de masa ósea. Sin embargo, había antecedentes familiares de osteoporosis (abuelo materno). La evaluación antropométrica de referencia reflejó un percentil de índice de masa corporal saludable, con peso y altura dentro de los parámetros normales de las tablas de crecimiento del Centro para el Control de Enfermedades. La actividad física fue <1 hora/

día 3 veces/semana, realizada principalmente en espacios interiores; la niña refirió estar expuesta al sol menos de 1 hora/día sin uso de protector solar y vestida con ropa que la cubría completamente (Tabla 1).

Tabla 1. Características basales y actividad física.

Características	
Educación	7mo grado
Estadio de desarrollo puberal de Tanner	IV (premenarquía)
IMC (kg/m ²) (IMC para la edad-percentil del CDC)	16,9 (21)
Peso (kg) (Peso para la edad, percentil del CDC)	41,0 (24)
Estatura (cm) (Estatura para la edad, percentil del CDC)	155,9 (37)
Escala de Fitzpatrick (susceptibilidad a quemaduras solares)	III
Uso de protector solar	No
Vestimenta usual durante actividades al aire libre	Extremidades/pies cubiertos
Actividad Física (IPAQ)	
Actividad física moderada (esfuerzo físico moderado y respiración un poco más intensa de lo normal)	3 días/semana
Camina	10 min/día
Tiempo sentada	6,5 horas/día
Sueño	8 horas/día

La duración media del sueño fue de 8 horas/día. No consumía alcohol ni fumaba. Su alimentación era de mala calidad, con un consumo de lácteos inferior a 1 ración/día (refirió ser intolerante a la lactosa) y de verduras inferior a 1 ración/día, sin uso de suplementos dietéticos. La ingesta del recordatorio de 24 horas fue de 2100 kcal, con 375 mg/día de calcio, 0,12 mcg/día de vitamina D y 14 g/día de fibra total. Los análisis de sangre confirmaron deficiencia de vitamina D (25(OH)D sérica: 9 ng/ml) e hiperfosfatemia (5,2 mg/dL) con niveles normales de glucosa, lípidos y creatinina (Tabla 2).

El *Z-score* de la densitometría ósea fue de -2,1 DE, lo que es indicativo de osteopenia para la edad y

Tabla 2. Resultados del análisis de los biomarcadores

Biomarcadores	Resultado	Rango de referencia
Vitamina D, 25-OH (ng/ml)	9*	30-100 ng/mL
Calcio (mg/dL)	9,9	8,9-10,4 mg/dL
Fosfato/fósforo (mg/dL)	5*	2,5-4,5 mg/dL
Colesterol total (mg/dL)	151	<170 mg/dL
Colesterol-HDL (mg/dL)	73	>45 mg/dL
Triglicéridos (mg/dL)	84	<90 mg/dL
Colesterol-LDL (mg/dL)	62	<110 mg/dL
Relación Col/HDL	2,1	< 5,0 (calculado)
Colesterol- no HDL (mg/dL)	78	<120 mg/dL
Glucosa (mg/dL)	84	65-79 mg/dL
Creatinina (mg/dL)	0,67	0,4-1,0 mg/dL

*Parámetro alterado

el sexo (1). La comparación no diagnóstica de los huesos carpianos y tarsianos en las imágenes la densitometría ósea también son un posible indicador adicional de densidad ósea anormal (Figura 1).

Posteriormente, el médico del estudio refirió a la

participante a su pediatra, quien confirmó los hallazgos y le recetó un suplemento oral diario con 2000 UI de vitamina D y 1000 mg de calcio. Su salud general y ósea se controlará en una visita de seguimiento después de tres meses de tratamiento.

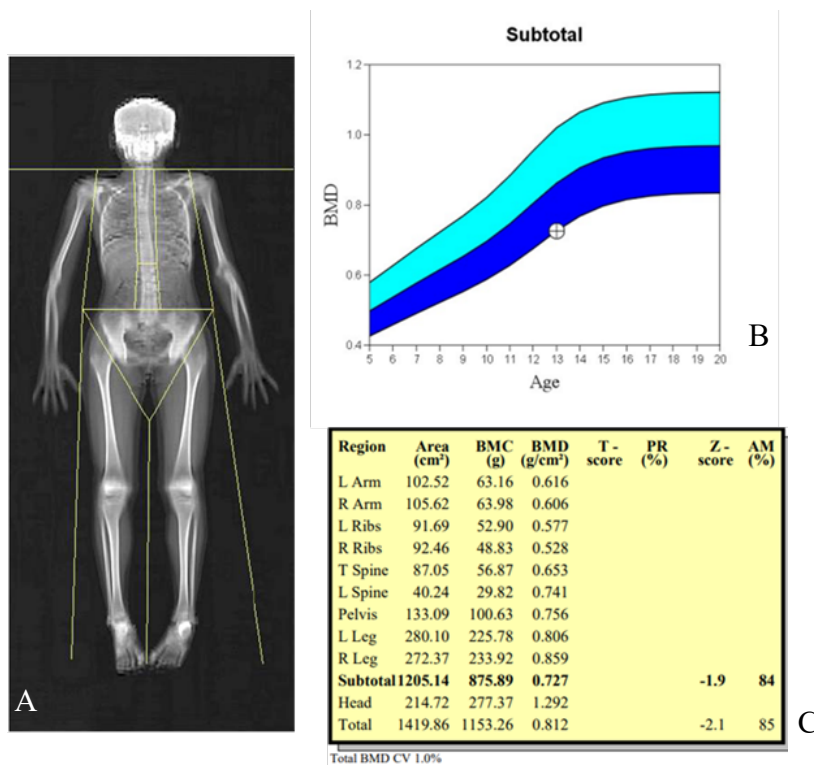


Figura 1. Imagen la densitometría ósea (A), gráfico de Z-score (B) y tabla de resumen (C) correspondientes a la edad y el sexo de la densidad de masa ósea. El Z-score de la densidad de masa ósea se derivó de la base de datos normativa del Estudio de la Infancia para niños de 5 a 23 años (1).

Discusión

En este caso de osteopenia en una niña blanca, hispana, premenárquica de 13 años, aparentemente sana, sin signos de retraso en el crecimiento ni ningún otro parámetro que sugiera desnutrición crónica. La niña presentaba varios factores de riesgo para el desarrollo de osteopenia: mala calidad general de la dieta, ingesta inadecuada de nutrientes claves (ingesta de calcio y vitamina D deficiente), actividad física limitada representando menos de la recomendación de 1 hora por día para este grupo de edad (12) poca exposición al sol con un estilo de vestir que limita la síntesis de vitamina D, con la consiguiente deficiencia de vitamina D, y antecedentes familiares de osteoporosis. No presenta ninguna enfermedad crónica, ni reporta uso de fármacos que pudiesen afectar la absorción de nutrientes o la adquisición ósea.

La adquisición de la masa mineral ósea se inicia en el nacimiento hasta la edad adulta y sigue una tendencia predecible que es específica para la edad y el sexo de un individuo. Con el inicio de la pubertad, la acumulación mineral ósea alcanza su nivel máximo no mucho después de que se logren las ganancias máximas de altura en la adolescencia. La tasa de acreción mineral ósea será la más alta para hombres y mujeres durante aproximadamente los cuatro años posteriores a la tasa máxima de acreción. Por lo tanto, la masa ósea máxima se alcanza normalmente en la tercera década de la vida. El hecho de no alcanzar la masa ósea máxima como adulto joven ocasiona el inicio temprano de disminución de la masa ósea (osteopenia) y es un riesgo mayor de fracturas por fragilidad, incluso en la adolescencia y la edad adulta temprana (13,14).

La osteopenia ocurre por el desacoplamiento de la actividad osteoclasto-osteoblasto, resultando en una disminución cuantitativa de la masa ósea. Si bien se estima que los factores hereditarios determinan hasta el 80% de la capacidad para lograr y mantener niveles óptimos de mineralización ósea, los factores modificables atribuidos a la tasa de reducción natural de la masa ósea incluyen el estado nutricional (ingesta diaria adecuada de calcio y vitamina D), ejercicio con pesas, masa corporal y estado hormonal (13).

Los casos de osteopenia en niños y adolescentes son frecuentes debido al aumento del crecimiento y la adherencia limitada a la dieta a esa edad (15). El hueso se acumula rápidamente durante estos años y representa hasta la mitad de la masa ósea máxima en adultos; por lo tanto, la alimentación adecuada y la actividad

física son particularmente importantes durante este período (16,17). Una ingesta elevada de calcio durante la adolescencia se asocia con una masa ósea elevada pero el calcio es precisamente el nutriente con mayor insuficiencia (18,19) en las dietas de los niños estadounidenses, dado que el 89% no cumplen con la recomendación (18).

Durante la pandemia, los casos de osteopenia en niños pueden haber empeorado debido a las restricciones de la COVID-19, tales como, los requisitos de aislamiento y el cierre de parques y áreas al aire libre que limitaron la exposición al sol, lo que ocasionó un nivel bajo de vitamina D y una menor actividad física. Los estudios también han demostrado que estas restricciones pudieron ocasionar una disponibilidad limitada de alimentos. La falta de programas de alimentación escolar ha provocado cambios en los hábitos dietéticos durante el aislamiento, conllevando a una ingesta inadecuada de nutrientes clave, específicamente calcio y vitamina D (20,21). Todos estos factores podrían haber contribuido con una menor ingesta dietética de calcio y/o vitamina D, menor actividad física y exposición a la luz solar. Por ejemplo, un informe de caso en Malasia encontró una marcha anormal y el arqueamiento de las piernas en una niña de 22 meses durante la pandemia de COVID-19, relacionados con una exposición solar inadecuada y una ingesta deficiente de calcio (sin consumo de ningún producto lácteo), con hipocalcemia severa y niveles séricos bajos de 25(OH)D (22). De igual manera, otro reporte de caso en un niño de 18 meses encontró raquitismo por deficiencia de vitamina D durante la pandemia de COVID-19, lo que también pudo estar relacionado con los períodos prolongados de confinamiento en espacios interiores y, además, con una baja ingesta dietética de vitamina D (23).

El presente informe sirve como una llamada de advertencia a la ingesta inadecuada de nutrientes en una niña premenárquica, con una ingesta calórica saludable, sin signos de desnutrición crónica, que reside en un país desarrollado, en un entorno urbano con mucho sol pero que reporta una exposición solar limitada, con acceso óptimo a alimentos, educación y atención médica, pero con una variedad limitada de alimentos en la dieta, lo que resulta en un déficit oculto de micronutrientes en una etapa crítica del desarrollo.

Este informe de caso tiene varios puntos fuertes, ya que ofrece información completa sobre la masa ósea, métodos de evaluación de la dieta validados, historial de salud individual y familiar, así como, información

sobre el uso de suplementos y el tratamiento médico. La falta de imágenes diagnósticas de rayos X y el estudio de los rasgos genéticos limitan el alcance de este reporte. Además, solo se proporcionó una medición transversal de los niveles de vitamina D durante la pandemia. Sin un nivel de vitamina D previo a la pandemia, no se puede inferir una causalidad definitiva.

Este reporte de caso enfatiza la importancia de evaluar a los niños que experimentan períodos de crecimiento acelerado para detectar un bajo consumo o estado de vitamina D, bajo consumo de calcio, exposición solar inadecuada y actividad física deficiente, especialmente durante y después de la pandemia. El aislamiento durante la pandemia de COVID, en combinación con cambios en los patrones dietéticos, puede haber contribuido a la gravedad de estos hallazgos y pudiera tener un impacto desconocido en esta población. En general, algunos niños pueden necesitar suplementos de nutrientes durante este período crítico de la vida para lograr una mineralización ósea adecuada y promover la adquisición de masa ósea máxima, lo que puede reducir el riesgo de fracturas y osteoporosis en el futuro.

Financiamiento

Este estudio fue financiado por los Institutos Nacionales de Salud (Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano Eunice Kennedy Shriver, NICHD), subvención número 1R01HD098589.

Declaración de la Junta de Revisión Institucional

El estudio se realizó de acuerdo con los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por la Junta de Revisión Institucional de la Universidad Internacional de Florida (IRB-19-0137. Aprobado el 11/02/2020)

Declaración de Consentimiento Informado

Se obtuvo el consentimiento informado de todos los sujetos involucrados en el estudio.

Declaración de Disponibilidad de Datos

Los datos descritos en el manuscrito, el libro de códigos y el código analítico estarán disponibles previa solicitud, sujeta a aprobación.

Conflicto de Intereses

Ninguno de los autores declara conflicto de interés relacionado con la investigación presentada en este artículo.

Referencias

1. Ward LM, Weber DR, Munns CF, Höglér W, Zemel BS. A Contemporary View of the Definition and Diagnosis of Osteoporosis in Children and Adolescents. *J Clin Endocrinol Metab.* 2020 May 1;105(5):e2088–97. doi: 10.1210/clinem/dgz294. PMID: 31865390; PMCID: PMC7121121.
2. Munns CF, Shaw N, Kiely M, Specker BL, Thacher TD, Ozono K, Michigami T, Tiosano D, Mughal MZ, Mäkitie O, Ramos-Abad L, Ward L, DiMeglio LA, Atapattu N, Cassinelli H, Braegger C, Pettifor JM, Seth A, Idris HW, Bhatia V, Fu J, Goldberg G, Säwendahl L, et al. Global Consensus Recommendations on Prevention and Management of Nutritional Rickets. *J Clin Endocrinol Metab.* 2016 Feb;101(2):394-415. doi: 10.1210/jc.2015-2175. Epub 2016 Jan 8. PMID: 26745253; PMCID: PMC4880117.
3. Berendsen AD, Olsen BR. Bone development. *Bone.* 2015 Nov;80:14-18. doi:10.1016/j.bone.2015.04.035. PMID: 26453494; PMCID: PMC4602167.
4. Salhotra A, Shah HN, Levi B, Longaker MT. Mechanisms of bone development and repair. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2020 Nov;21(11):696-711. doi: 10.1038/s41580-020-00279-w. Epub 2020 Sep 8. PMID: 32901139; PMCID: PMC7699981.
5. Taylor SN. Vitamin D in Toddlers, Preschool Children, and Adolescents. *Ann Nutr Metab.* 2020;76 Suppl 2:30-41. doi: 10.1159/000505635. Epub 2020 Nov 24. PMID: 33232959.
6. Nutritional rickets: a review of disease burden, causes, diagnosis, prevention and treatment. Geneva: World Health Organization; 2019. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
7. Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB, editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 2011. PMID: 21796828.
8. Ciancia S, van Rijn RR, Höglér W, Appelman-Dijkstra NM, Boot AM, Sas TCJ, Renes JS. Osteoporosis in children and adolescents: when to suspect and how to diagnose it. *Eur J Pediatr.* 2022 Jul;181(7):2549-2561. doi: 10.1007/s00431-022-04455-2. Epub 2022 Apr 6. PMID: 35384509; PMCID: PMC9192469.
9. Rajmil L, Hjern A, Boran P, Gunnlaugsson G, Kraus de Camargo O, Raman S; International Society for Social Pediatrics & Child Health (ISSOP) and International

- Network for Research on Inequalities in Child Health (INRICH) COVID-19 Working Group. Impact of lockdown and school closure on children's health and well-being during the first wave of COVID-19: a narrative review. *BMJ Paediatr Open*. 2021 May 25;5(1):e001043. doi: 10.1136/bmjpo-2021-001043. PMID: 34192198; PMCID: PMC8154298.
10. Palacios C, Trak-Fellermeier MA, Pérez CM, Huffman F, Hernandez Suarez Y, Bursac Z, Gambon TB, Nakatsu CH, Weaver CM. Effect of soluble corn fiber supplementation for 1 year on bone metabolism in children, the MetA-bone trial: Rationale and design. *Contemp Clin Trials*. 2020 Aug;95:106061. doi: 10.1016/j.cct.2020.106061. Epub 2020 Jun 20. PMID: 32574844; PMCID: PMC7484365.
 11. Palacios C, Trak MA, Betancourt J, Joshipura K, Tucker KL. Validation and reproducibility of a semi-quantitative FFQ as a measure of dietary intake in adults from Puerto Rico. *Public Health Nutr*. 2015 Oct;18(14):2550-8. doi: 10.1017/S1368980014003218. Epub 2015 Jan 27. PMID: 25621587; PMCID: PMC4955524.
 12. Chaput JP, Willumsen J, Bull F, Chou R, Ekelund U, Firth J, Jago R, Ortega FB, Katzmarzyk PT. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5-17 years: summary of the evidence. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2020 Nov 26;17(1):141. doi: 10.1186/s12966-020-01037-z. PMID: 33239009; PMCID: PMC7691077.
 13. Varacallo M, Seaman TJ, Jandu JS, Pizzutillo P. Osteopenia. 2023 Aug 4. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 29763053.
 14. Weaver CM, Gordon CM, Janz KF, Kalkwarf HJ, Lappe JM, Lewis R, O'Karma M, Wallace TC, Zemel BS. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporos Int*. 2016 Apr;27(4):1281-1386. doi: 10.1007/s00198-015-3440-3. Epub 2016 Feb 8. Erratum in: *Osteoporos Int*. 2016 Apr;27(4):1387. PMID: 26856587; PMCID: PMC4791473.
 15. Ciancia S, van Rijn RR, Högler W, Appelman-Dijkstra NM, Boot AM, Sas TCJ, Renes JS. Osteoporosis in children and adolescents: when to suspect and how to diagnose it. *Eur J Pediatr*. 2022 Jul;181(7):2549-2561. doi: 10.1007/s00431-022-04455-2. Epub 2022 Apr 6. PMID: 35384509; PMCID: PMC9192469.
 16. Karlsson MK, Rosengren BE. Exercise and Peak Bone Mass. *Curr Osteoporos Rep*. 2020 Jun;18(3):285-290. doi: 10.1007/s11914-020-00588-1. PMID: 32249382; PMCID: PMC7250943.
 17. Mitchell JA, Chesi A, McCormack SE, Cousminer DL, Kalkwarf HJ, Lappe JM, Gilsanz V, Oberfield SE, Shepherd JA, Kelly A, Grant SFA, Zemel BS. Physical Activity and Bone Accretion: Isotemporal Modeling and Genetic Interactions. *Med Sci Sports Exerc*. 2018 May;50(5):977-986. doi: 10.1249/MSS.0000000000001520. PMID: 29465475; PMCID: PMC5899052.
 18. Quann EE, Fulgoni VL 3rd, Auestad N. Consuming the daily recommended amounts of dairy products would reduce the prevalence of inadequate micronutrient intakes in the United States: diet modeling study based on NHANES 2007-2010. *Nutr J*. 2015 Sep 4;14:90. doi: 10.1186/s12937-015-0057-5. PMID: 26337916; PMCID: PMC4559338.
 19. Weaver CM, Peacock M, Johnston CC Jr. Adolescent nutrition in the prevention of postmenopausal osteoporosis. *J Clin Endocrinol Metab*. 1999 Jun;84(6):1839-43. doi: 10.1210/jcem.84.6.5668. PMID: 10372671.
 20. Kinsey EW, Hecht AA, Dunn CG, Levi R, Read MA, Smith C, Niesen P, Seligman HK, Hager ER. School Closures During COVID-19: Opportunities for Innovation in Meal Service. *Am J Public Health*. 2020 Nov;110(11):1635-1643. doi: 10.2105/AJPH.2020.305875. Epub 2020 Sep 17. PMID: 32941069; PMCID: PMC7542295.
 21. Hecht AA, Dunn CG, Kinsey EW, Read MA, Levi R, Richardson AS, Hager ER, Seligman HK. Estimates of the Nutritional Impact of Non-Participation in the National School Lunch Program during COVID-19 School Closures. *Nutrients*. 2022 Mar 26;14(7):1387. doi: 10.3390/nu14071387. PMID: 35406001; PMCID: PMC9003403.
 22. Sodri NI, Mohamed-Yassin MS, Mohd Nor NS, Ismail IA. Rickets Due to Severe Vitamin D and Calcium Deficiency During the COVID-19 Pandemic in Malaysia. *Am J Case Rep*. 2021 Nov 1;22:e934216. doi: 10.12659/AJCR.934216. PMID: 34723934; PMCID: PMC8570386.23.
 23. Liyanage G, de Silva Y. Vitamin D Deficiency Rickets and COVID-19 Pandemic. *Case Rep Pediatr*. 2021 Apr 15;2021:5512668. doi: 10.1155/2021/5512668. PMID: 33927910; PMCID: PMC8051520.

Recibido: 14-07-2023
Aceptado: 22-12-2023