Instituto LAVA
NUTRICIÓN • SALUD • INVESTIGACIÓN

Aspectos puntuales del calcio y de la vitamina D y su asociación con el crecimiento en estatura del niño

Elaborado por: Dra. S.P. Jeanette Pardio López NC

Historia

1645 — WHISLER D.
Asocia el raquitismo con la deficiencia de vitamina D.

1913 — STEENBOCK H.
Demuestra la importancia de exponerse a la luz solar para evitar el raquitismo.

1919 — MELLANBY E.
Observa que los perros alimentados con harina de avena y sin exposición al sol desarrollan raquitismo; enfermedad que se revierte al ser suplementados con hígado de bacalao.

1919 — HULDSHINSKY K.
Logra curar el raquitismo por medio de la exposición al sol demostrando que parte del origen de esta enfermedad es endógena.

1922 — MCCOLLUM EV.
Observa que calentar el aceite de bacalao propicia la pérdida de vitamina A, sin embargo, identifica que su consumo cura a los perros de raquitismo.

1925 — STEENBOCK H. Y HART E.B.
Aislan una sustancia de la fracción lipídica que presenta actividad biológica a partir de la exposición a la luz ultravioleta.

Definiciones

Raquitismo
Enfermedad que se presenta en los niños por deficiencia de calcio y/o vitamina D, y que se caracteriza por falta de calcificación y deformación de huesos y cartílagos y aumento de la susceptibilidad a enfermedades de las vías respiratorias por la deformación del tórax. No debe utilizarse como sinónimo de delgadez o desnutrición. El raquitismo ataca a los niños cuyos huesos todavía están en crecimiento, en tanto que la osteomalacia a los adultos que tienen los huesos ya formados.

Metabolito
Cualquier molécula producida durante el metabolismo de los nutrimentos. El primer metabolito de la ruta suele denominarse sustrato, en tanto que el último se conoce como metabolito final o producto, y el resto se conocen como metabolitos intermediarios.

Adicionar
Agregar uno o más nutrimentos a un alimento o producto alimenticio. Se puede justificar cuando se hace en productos alimenticios con el objeto de prevenir o corregir la deficiencia demostrada de uno o más nutrimentos en una población o grupo específico. Se recomienda utilizar el término adicionar en lugar de enriquecer o fortificar ya que es más descriptivo.

Mensajes relevantes

En diversos países del mundo, entre ellos México, el consumo de calcio en niños y adolescentes cubre únicamente una tercera parte de las recomendaciones.

El raquitismo sigue siendo un problema de salud pública a escala mundial en niños y adolescentes, aún en aquellos países pertenecientes a regiones tropicales.

Los principales factores de riesgo de la deficiencia de la vitamina D son la pobreza, la contaminación atmosférica, el bajo consumo de alimentos adicionados con vitamina D, las costumbres culturales en donde la vestimenta limita el contacto con el sol, el uso de filtros solares, la pigmentación de la piel (la población perteneciente a África tiene menores concentraciones de vitamina D), la presencia de enfermedades como lo son el intestino corto y las alteraciones del ciclo enterohepático, la presencia alta de fitatos y oxalatos los cuales reducen la biodisponibilidad del calcio, el sedentarismo y el bajo consumo de calcio (< 200 mg/día). Está documentado que los niños y adolescentes son el grupo etario con mayor riesgo de presentar deficiencia de estos dos nutrimentos. En este contexto, si bien la suplementación es un aspecto que aumenta la masa ósea, los beneficios se pierden cuando se elimina el consumo del suplemento, esto significa que el mayor efecto de la suplementación radica en reducir la resorción ósea, más que en aumentar el tamaño o la densidad del hueso, seguido del depósito de hueso nuevo, es decir, ayuda a eliminar el tejido óseo maduro del esqueleto para formar tejido nuevo. Al respecto, los niños que padecen de raquitismo responden mejor cuando reciben suplementación con calcio y vitamina D, que únicamente cuando reciben vitamina D.

El Instituto de Medicina de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos de Norteamérica (Institute of Medicine of the National Academy of Sciences) considera que 50 nmol/l es una concentración adecuada de vitamina D, en tanto que una menor a 30 nmol/l es considerada como una deficiencia. Por su parte, la Sociedad de Endocrinología de Estados Unidos de Norteamérica considera que hay deficiencia de vitamina D cuando el valor se encuentra por debajo de 50 nmol/l, en tanto que por arriba de 70 nmol/l se considera una concentración adecuada.

Los siguientes esquemas muestran la relación del metabolismo de la vitamina D y del calcio y su relación con el sistema óseo.

Documento basado en:
Couce, M.L.; Saenz de Pipaon, M. Bone Mineralization and Calcium Phosphorus Metabolism. Nutrients 2021, 13, 3692. https://doi.org/10.3390/nu13113692

Metabolismo de la vitamina D y su asociación con el crecimiento en estatura del niño

La vitamina D no es una vitamina en el más estricto sentido de la palabra ya que gran parte de ella se sintetiza de manera endógena a partir de su precursor, el **7-dehidro-colesterol**, el cual se biotransforma en colecalciferol bajo la acción de la luz ultravioleta, esta síntesis ocurre en la piel por lo que la vitamina D se debe de considerar como una prohormona que da lugar a varios metabolitos.

Es bien sabido que las condiciones metabólicas del calcio y de la vitamina D son los dos factores nutricios más importantes que afectan el desarrollo óptimo de los huesos de los niños y adolescentes.

La principal función de la vitamina D consiste en propiciar el desarrollo del hueso y en participar activamente en la **homeostasis del calcio**, lo cual significa que es capaz de regular los niveles de calcio para alcanzar la normocalcemia aún en las condiciones en donde el consumo del mismo es insuficiente, es así como la vitamina D regula las funciones metabólicas del niño para que las demandas fisiológicas del calcio se adapten al aporte dietético.

Dentro de las adaptaciones metabólicas que realiza la vitamina D para alcanzar la normocalcemia resaltan, por un lado, su capacidad para reducir la excreción renal del calcio frente al bajo consumo del mismo y, por el otro, su posibilidad de optimizar la absorción del calcio y fósforo en el intestino, lo que se traduce en mejorar la biodisponibilidad de estos nutrimentos. Lo más relevante de lo anterior es que la vitamina D es capaz de adaptar el metabolismo a los consumos bajos de calcio aún en los casos en donde la absorción del mismo es muy baja.

La absorción intestinal del calcio, principalmente en el duodeno, involucra dos procesos, uno activo y otro pasivo. En cuanto al activo, la proporción de calcio que se absorbe en el intestino es inversamente proporcional al aporte dietético del calcio y fósforo; así que una dieta deficiente en calcio o fósforo, o bien, frente a un aumento de las necesidades de estos nutrimentos, se estimula la síntesis de la 1,25-(OH)2D (metabolito de la vitamina D con mayor actividad biológica en los órganos blancos y que regula la homeostasis de calcio), la cual a su vez estimula el proceso de absorción intestinal del calcio, proceso que no solo depende de concentraciones adecuadas de vitamina D, sino también de que la función renal y paratiroidea sean adecuadas.

Por su parte, el transporte pasivo se activa en los casos en donde el calcio se consume de manera adecuada. Así, en un escenario en donde el consumo de calcio y vitamina D son adecuados se logra absorber más de la mitad del calcio consumido, en tanto que en la presencia de una deficiencia de vitamina D, la absorción del calcio se reduce hasta un 15%.

El fósforo, nutrimento también indispensable para la formación del hueso, se absorbe principalmente en el yeyuno por medio del transporte activo el cual depende fundamentalmente de la 1,25-(OH)2D.

Tanto la deficiencia de calcio como la de la vitamina D son factores de riesgo para el desarrollo del raquitismo, fenómeno que se acentúa aún más cuando la deficiencia ocurre simultáneamente, lo anterior se debe a que los dos nutrimentos actúan de manera sinérgica exacerbando el desarrollo de esta enfermedad.

La vitamina D tiene otras funciones como mejorar el sistema inmunitario, prevenir enfermedades autoinmunes, alergias, ciertos cánceres como el del pecho, el colon, la próstata, y enfermedades cardiovasculares, metabólicas y neurológicas.

La principal fuente de vitamina D es la síntesis endógena, la cual es inducida por rayos ultravioleta. Por su parte, la fuente exógena principal, es decir, aquella que proviene del aporte dietético es la leche, ya que es el alimento que aporta la mayor cantidad de este nutrimento seguido del aceite de hígado de pescado.

Metabolismo de la vitamina D

Precursor

7-dehidrocolesterol

↓ Bajo la acción de la luz UV

D3 (colecalciferol= calciferol o calciol)

↓ Se une a una alfa-globulina transportadora (DBP)

Su destino es el hígado en sus dos formas: D_3 y D_2

↓ Bajo la acción de D-25 hidroxilasa

Se convierte en 25- hidroxivitamina D (25 (OH) o calcidiol

- Principal forma circulante de la vitamina D
- Mejor indicador del estado nutricio de la vitamina D

↓ Unida a la alfa globulina transportadora (DBP) se transporta a riñones

Para obtener la forma de 24, 25- dihidroxivitamina D (24,25- (OH)2 D) y la 1,25- dihidroxivitamina D (1,25- (OH)2D)

- Metabolito con mayor actividad biológica en los órganos blancos
- Regula la homeostasis de calcio, la diferenciación y proliferación celular, así como la función de la glándula paratiroidea.

Acciones mediadas por procesos genómicos y no genómicos.

¿Cómo sucede la homeostasis?

Matriz del hueso (Células)

Osteoblastos	Osteoclastos	Osteocitos
Formadores del hueso	Resorción ósea: Destrucción del hueso estimulada por la PTH*	Formadores del hueso

Vitamina D

- Mineralización del hueso
- Secreción de proteína formadoras de la matriz del hueso: Proteoglicanos y la osteocalcina
- **Inhibe** la PTH*
- Estimula la **absorción** intestinal del calcio y fósforo
- **Reduce** la excreción renal del calcio

*** PTH: Hormona paratiroidea**

Aposición y resorción del calcio y fosfatos del hueso

Esqueleto

↓

2 tipos de hueso

↓

Cortical o compacto — Funciones metabólicas y estructurales del esqueleto → **Trabecular o esponjoso**

↓ **Destinado a la fuerza mecánica**

↓ **Destinado al mantenimiento de la homeostasis mineral (resorción y formación del hueso)**

Depende de la presencia tanto de sustancias producidas o presentes en el hueso e implicadas en la regulación local, como de sustancias que provienen de la circulación general y que están relacionadas con la regulación sistémica del metabolismo óseo, por ejemplo:

- La hormona paratiroidea (PTH) es un potente agente estimulador de la resorción del hueso.
- 1,25- (OH)2D favorece indirectamente la formación del hueso inhibiendo la síntesis de la PTH y estimulando la absorción intestinal de calcio y fósforo.
- Estradiol (hormona) estimula la proliferación de los osteoblastos.
- Los glucocorticoides inhiben los osteoblastos y estimulan la resorción del hueso.
- La calcitonina bloquea la resorción del hueso, tiene efectos directos e indirectos sobre la 1,25- (OH)2D.
- Las hormonas tiroideas y la insulina participan directamente en el crecimiento y la mineralización del esqueleto propiciando la formación del cartílago, y de manera indirecta estimulando al IGF-1 (factor insulínico tipo 1).