
Vitaminas

Trabajos de competencias transversales

Bioquímica

1º Curso del Grado en Medicina

Universidad de Salamanca

Curso 2016 – 2017

**Profesora: Verónica González Núñez
Andrés Ángel Calderón García (P.D.I. en formación)**

Prefacio

Una vez más, propuse a los alumnos de 1º del Grado en Medicina la elaboración de unos trabajos en grupo para poder evaluar las competencias transversales. Al ser yo la encargada de impartir la teoría de la asignatura de Bioquímica, y dado el escaso tiempo del que disponemos para explicar ciertos conceptos en profundidad, les propuse elaborar un documento sobre una vitamina en particular. En este trabajo, los estudiantes debían explicar la naturaleza, características y nombres alternativos de la vitamina en cuestión, las fuentes naturales de obtención de la vitamina, las reacciones bioquímicas en las que está implicada, así como las posibles consecuencias de una hiper- e hipovitaminosis y enfermedades relacionadas. De esta forma, se podía abarcar tanto un enfoque puramente bioquímico como su interés en la clínica. Una vez más, creo que el resultado ha sido tan satisfactorio que merecía ser puesto a disposición de todos los miembros de la comunidad universitaria. Por lo tanto, me decidí a elaborar un documento para su difusión en conocimiento abierto en el repositorio institucional de la Universidad de Salamanca. Dado que varios grupos han trabajado sobre el mismo tema y se presentan todos ellos, aparecen varios trabajos sobre una misma vitamina. Me ha parecido más correcto hacerlo así que fusionar en un mismo resumen el trabajo de varios grupos.

En este proyecto se ha involucrado también D. Andrés Ángel Calderón García, estudiante de Doctorado y P.D.I. en formación. El ha colaborado en la lectura y análisis de los trabajos entregados por los alumnos, detección de posibles plagios (que no han sido incluidos en este documento) y en la elaboración del escrito. Por todo ello, quiero expresarle mi más sincero agradecimiento.

Finalmente, me gustaría destacar que la autoría de estos trabajos es de los alumnos, no mía. Yo simplemente he actuado como coordinadora / editora, ya que he propuesto los temas, he comprobado la originalidad de los escritos y he maquetado el documento para que tuviera una presentación uniforme. Creo que esta iniciativa, donde pretendo reconocer el trabajo y el esfuerzo de los estudiantes, puede ayudar a que los alumnos no pierdan la motivación con la que comenzaron a estudiar su carrera soñada. En este documento sólo figuran los nombres de aquellos alumnos que explícitamente han autorizado su inclusión en este proyecto.

Verónica González Núñez

Dpto. Bioquímica y Biología Molecular
Facultad de Medicina
Universidad de Salamanca

Indice. Vitaminas

I. Vitaminas hidrosolubles

Tiamina (Vitamina B1)	4
Riboflavina (Vitamina B2)	6
Niacina (Vitamina B3)	9
Piridoxina (Vitamina B6)	11
Cobalamina (Vitamina B12)	12
Biotina	15
Acido fólico	16
Acido ascórbico (Vitamina C)	18

II. Vitaminas liposolubles

Vitamina A	20
Vitamina E	22

Tiamina (Vitamina B1)

Autores: Sumaya ED-Daoudy Chaghouani, Amal Faïda Errahmouni, Ana Martín Sánchez y Alberto Rodríguez Sánchez

Naturaleza y nombres alternativos: Las vitaminas son micronutrientes esenciales, es decir, se requieren en pocas cantidades y deben ser aportadas por la dieta, ya que la mayoría de ellos no pueden ser sintetizados por el organismo. La tiamina es una vitamina hidrosoluble del complejo B, formada por un anillo de tiazol (anillo formado por azufre y nitrógeno) unido a la pirimidina por un grupo metileno. Al ser la primera vitamina hidrosoluble que fue descubierta, se la denominó vitamina B1. Sus nombres alternativos son: Tiamina, Vitamina B1, Arizona y Vitamina anti beri-beri.

Fuentes naturales de obtención de dicha vitamina: La tiamina se encuentra principalmente en cereales integrales (germen de trigo, arroz...), legumbres y alimentos de origen animal (carnes, vísceras, huevos...).

Reacciones bioquímicas en las que está implicada.

- Descarboxilación oxidativa: La tiamina se transforma en pirofosfato de tiamina, su forma activa, por una enzima que recibe el nombre de tiamina pirofosfotransferasa (enzima que cataliza la transferencia de dos grupos fosfato a dicha vitamina). El pirofosfato de tiamina (TPP), es utilizado como cofactor por el complejo Piruvato deshidrogenasa para la formación de acetil CoA a partir de ácido pirúvico. De esta manera, en presencia de tiamina, el ácido pirúvico obtenido en la glucólisis se convierte en acetil CoA que constituye a su vez, el principal precursor del ciclo de Krebs.

- Transcetolasas: La vitamina B1, también es empleada como coenzima por las transcetolasas, que participan en la formación de coenzimas (NADH) implicadas en otras reacciones y en la conversión de la ribulosa (cetopentosa) a ribosa (aldopentosa). Ésta última, es necesaria para la síntesis de ácidos nucleicos.

Posibles consecuencias de una hipovitaminosis: El cerebro tan solo puede obtener energía a partir de la glucosa, y debido a que la tiamina participa en el metabolismo energético de los glúcidos, un déficit de esta vitamina puede provocar alteraciones en el sistema nervioso. Además, una deficiencia de la vitamina B1 puede dar lugar a una enfermedad denominada beri-beri, siendo sus principales síntomas la fatiga, debilidad y defectos musculares y cardiovasculares. La presencia de estos síntomas se debe a que las células no pueden generar energía, puesto que la tiamina desempeña un papel muy importante en las reacciones anteriormente citadas.

Posibles consecuencias de una hipervitaminosis: Al ser la tiamina un compuesto hidrosoluble, su exceso es fácilmente eliminable por la orina, por lo que la toxicidad por esta vitamina es poco frecuente.

Tiamina (Vitamina B1)

Autores: Estela Estévez Téllez, Álvaro Ferreira Martín, Pedro Fragoso Galán, Elisa Gavilán Turiño y Juan Alejandro González de Canales Pastor.

1. Naturaleza, características y nombres alternativos: La tiamina es una vitamina hidrosoluble esencial del complejo B, de ahí su otra denominación: vitamina B1. Respecto a su estructura, se forma por la interconexión de dos ciclos orgánicos mediante un puente metileno, que son un anillo de pirimidina con un grupo amino y un anillo tiazol azufrado. En su forma activa (pirofosfato de tiamina) actúa como coenzima en algunas reacciones. Concreta-mente, controla los enzimas que participan en reacciones químicas que degradan glucosa, obteniendo la energía necesaria para el correcto funcionamiento de músculos, nervios y del corazón. También regula los canales de cloro que participan en la transmisión nerviosa.

2. Fuentes naturales de obtención: La vitamina B1 está presente en la mayoría de

los alimentos, aunque en cantidades muy pequeñas. La principal fuente de esta vitamina es la levadura de cerveza seca, encontrándose también en la carne, algunos tipos de pescado como atún o angula, los cereales, el pan integral, los frutos secos y las legumbres. Es importante destacar que al cocinar los alimentos se pierde prácticamente la mitad de esta vitamina. El requerimiento dietético de la tiamina es proporcional a la cantidad de calorías ingeridas con nuestra dieta, y se extiende entre los valores de 1.0 y 1.5 mg/día para adultos en condiciones físicas normales.

3. Reacciones bioquímicas en las que está implicada.

- Carboxilación y metabolismo energético de glúcidos: La pirofosfato de tiamina es una coenzima sintetizada a partir de la tiamina por transferencia de un grupo pirofosforilo del ATP. Esta coenzima es necesaria para cuatro complejos enzimáticos (piruvato deshidrogenasa, α -cetoglutarato deshidrogenasa, deshidrogenasa de α -cetoácidos de cadena ramificada y transcetolasas) implicados en reacciones de descarboxilación oxidativa de sustratos de gran aporte energético.

Dentro del metabolismo de glúcidos, destaca la acción de dicha coenzima en la piruvato deshidrogenasa para la obtención de Acetil-CoA; y en las transcetolasas para la formación de cetosas.

- Reacciones de algunas transferasas: La tiamina va a actuar como coenzima de ciertas transferasas. Este es el caso de la enzima MGMT, la cual, gracias a la acción de la tiamina como coenzima, es capaz de reparar errores de apareamiento de bases en el DNA causados por agentes mutagénicos.

4. Posibles consecuencias de una hiper- e hipovitaminosis y enfermedades relacionadas

Hipovitaminosis: Una deficiencia de tiamina puede causar debilidad, falta de apetito, neuropatía periférica e inestabilidad, confusión mental, ataxia, estreñimiento, náuseas etc. Entre los grupos de riesgo se encuentran principalmente: las poblaciones dependientes de arroz como fuente

energética, ya que la tiamina se encuentra en la cáscara del grano de arroz, el cual se pule antes de ser consumido; y los alcohólicos, porque el consumo excesivo de alcohol dificulta la absorción de la tiamina de los alimentos por parte del cuerpo. La deficiencia de tiamina es denominada beriberi. Existen dos tipos de beriberi: el húmedo (afecta al sistema cardiovascular) y el seco (afecta al sistema nervioso). Esta enfermedad, a veces, puede ser hereditaria y también puede ocurrir en bebés lactantes cuando el cuerpo de la madre carece de tiamina. En los casos de deficiencia grave de tiamina se puede presentar daño cerebral. Un tipo se llama síndrome de Korsakoff y otra, la enfermedad de Wernicke, que son patologías diferentes que a menudo ocurren juntas. Una misma persona puede presentar cualquiera de las dos enfermedades o ambas.

Hipervitaminosis: La tiamina, por lo general, no es tóxica; sin embargo, dosis muy altas pueden causar molestias estomacales. Además, su exceso puede dar lugar a los mismos síntomas que una deficiencia de Vitamina B6 (anemia, neuropatía, lesiones cutáneas parecidas a la seborrea...).

Tiamina (Vitamina B1)

Autores: Rialta Castán, Guillermo Pereña, Roberto Emilio Suárez, Andrés Torranzo, Esther Sánchez y Pablo Bolao

Naturaleza: La vitamina B1 se caracteriza por estar formada por dos estructuras cíclicas orgánicas unidas entre sí: un anillo de pirimidina con un grupo amino y un anillo tiazol azufrado que se conecta a ésta por un puente metileno.

Características: Pertenece al grupo de las vitaminas hidrosolubles y no se disuelve en alcohol. Su absorción tiene lugar en el intestino en forma de difosfato de tiamina. Su forma activa es la tiamina pirofosfato.

Nombres alternativos: vitamina B1 y pirofosfato de tiamina (TPP).

Fuentes naturales: La cantidad diaria recomendada es 1.5 mg, aunque puede ser distinta según circunstancias especiales como por ejemplo el embarazo. Se puede obtener ingiriendo diversos alimentos como levaduras, legumbres, frutos secos, cereales integrales, guisantes, naranjas, patatas, coles y espárragos, carnes (cerdo e hígado de ternera), semillas (de sésamo, girasol, amapola etc) harina blanca enriquecida, huevos, arroz.

Reacciones en las que participa: Participa en la glucólisis en forma de coenzima, en el ciclo de Krebs, en la vía de las pentosas fosfato colabora en la síntesis de NADPH, ribosa y desoxirribosa.

Consecuencias de una hipovitaminosis: Algunas de las sustancias que impiden la asimilación de la tiamina con el consecuente déficit producido son el café, el té (por su elevado contenido en taninos), el uso de aditivos como los sulfitos, la carne y pescado crudos (contienen tiaminasas que inactivan la tiamina). La carencia de Vitamina B1 puede causar enfermedades como el Beri-Beri seco (dificultades para andar, hormigueo y pérdida de sensibilidad en extremidades, vómitos, confusión mental y dificultades para hablar) y Beri-Beri húmedo (dificultad para respirar realizando alguna actividad física, piernas hinchadas, incremento del ritmo cardíaco etc).

Consecuencias de una hipervitaminosis: Su toxicidad no es frecuente ya que es hidrosoluble y se excreta, aunque su consumo excesivo puede causar dolor de cabeza, convulsiones, debilidad muscular. De todas formas no se han establecido pruebas concluyentes sobre las complicaciones que puede provocar.

Riboflavina (Vitamina B2)

Autores: Manuel Alesander Alonso Escribano, M^a José Bueno Montero, Pablo José Cañete Bandera, Jennifer Heindl y Roberto Carlos Melchor Sánchez

1. Naturaleza, características y nombres alternativos: La riboflavina es una vitamina hidrosoluble perteneciente al grupo B. También recibe el nombre de vitamina B2. Su estructura química cuenta con un anillo de dimetilisoaloxacina, que tiene un grupo D-ribitilo en posición 8 [7,8-dimetil-10-(1'-D-ribitil) isoaloxacina]. De forma libre se encuentra en la retina del ojo, en la orina y en sueros; pero en tejidos y células constituye el flavín mononucleótido (FMN) y el flavín adenín dinucleótido (FAD). Al tratarse de una vitamina hidrosoluble, es necesario un aporte continuo de esta vitamina en la dieta, pues no se acumula en el organismo.

2. Fuentes naturales de obtención: La fuente más abundante para la obtención de riboflavina de manera natural es la levadura (existen microorganismos sobreproductores de riboflavina, incluso nuestra propia microbiota intestinal es capaz de producirla). Sin embargo, también se encuentra en leche, huevos, cebada, riñón, hígado, carne magra, cereales enteros, pasta, pan y vegetales.

3. Reacciones bioquímicas en las que está implicada: Las principales reacciones químicas en las que participa la riboflavina son reacciones redox. En ellas, la vitamina actúa como coenzima, asociándose a una amplia gama de enzimas, las llamadas flavoenzimas, interactuando en procesos metabólicos de obtención energética, tales como la degradación oxidativa de los ácidos grasos, piruvato y aminoácidos. La mayor parte de las flavoenzimas constituyen la cadena respiratoria celular, de modo que el FAD participará en el sistema de transporte de electrones en la cadena respiratoria para la producción de energía.

4. Consecuencias de una hipervitaminosis: Debido a que se trata de una vitamina

hidrosoluble, no produce toxicidad al no acumularse en el cuerpo, lo cual imposibilita la presentación de hipervitaminosis.

5. Consecuencias de una hipovitaminosis: Por otra parte, la deficiencia de riboflavina, también denominada arriboflavinosis conlleva trastornos metabólicos tales como: anemia, fatiga, neuropatías, lesiones oculares (fotosensibilidad, pérdida de la agudeza visual, prurito ocular, opacidad en la córnea) y cutáneas (dermatitis seborreica, cicatrización lenta, acné), reducción de la tasa de crecimiento, lesiones en la cavidad bucal (atrofia de las papilas gustativas, úlceras). Además, todos estos síntomas se agravan si la arriboflavinosis va acompañada de la carencia de otras vitaminas del grupo B.

6. Enfermedades relacionadas: La deficiencia de la riboflavina no produce efectos lo suficientemente negativos como para asociarla con una enfermedad en concreto. Debido a que es un precursor del FMN y del FAD, puede que la concentración de los mismos se vea alterada como consecuencia de la carencia de la vitamina B2. Sin embargo, cabe destacar que la riboflavina se utiliza como tratamiento profiláctico de la migraña y, en menor dosis, también se administra en anemia y carencias asociadas a neuropatías. También se emplea riboflavina para la técnica de ligaciones cruzadas en el tratamiento del queratocono (formación cónica anómala de la córnea).

7. Bibliografía.

Riboflavina. 02.02.2015, Available: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002411.htm> [28.11.2016].

Riboflavina. Available: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/vitamins/riboflavina.html> [28.11.2016].

Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes and its Panel on Folate, Other B Vitamins, and Choline 1998, Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline, Washington (DC).

*Uña Álvarez, J. (2013). Optimización de la producción de riboflavina en *Ashbya gossypii* basada en el análisis funcional de las rutas de*

recuperación de nucleobases de purina. Doctorado. Universidad de Salamanca.

Riboflavina (Vitamina B2)

Autores: Anyi Celestina Moore Olalla, María Antonia Ruiz Alba, Celia Sánchez Moyano y Guillermo Sanz López

La Riboflavina es una vitamina hidrosoluble formada por un polialcohol derivado de la ribosa (ribitol) unido a una flavina (base nitrogenada) dimetilada. Sus características son: Forma parte de las flavoproteínas (como consecuencia del punto anterior); Tiene color amarillo; Es el componente principal de los cofactores FMN y FAD; Es sensible a la luz solar y a ciertos tratamientos, como la pasteurización.

Otros nombres que puede adoptar son: Vitamina B2, Lactoflavina (en desuso), y 7,8-Dimetil-10-[(2S,3S,4R)-2,3,4,5-tetrahidroxipentil]benzo[g]pteridina-2,4-diona (denominación de la IUPAC).

Dentro de las fuentes naturales de esta vitamina, se puede distinguir entre:

- Fuentes animales: vísceras (hígado, riñón, etc.), lácteos (queso, leche, yogures, etc.), huevos, pescado y carne magra.
- Fuentes vegetales: pan, cereales, verduras, hortalizas de hoja verde, legumbres, nueces.
- Otras fuentes: Levadura, champiñones, hongos, y alimentos específicos para bebés.

Además, la riboflavina se puede incluir en nuestra dieta de forma artificial mediante comprimidos, si se presentan algunos de los síntomas asociados a su carencia.

Interviene en las reacciones de oxidorreducción, pues puede transferir 2 electrones: $FAD + 2H^+ + 2e^- \rightarrow FADH_2$

Por ello, está implicada en la producción de energía en la cadena transportadora de electrones (produce 1,5 moléculas de ATP por cada molécula de $FADH_2$). También se requiere para reciclar glutatión (glutatión oxidasa \rightarrow glutatión reducido). Por otra parte, se requiere en el metabolismo de lípidos, glúcidos, proteínas y aminoácidos.

Una carencia de Riboflavina, la cual suele venir asociada a la carencia de otras proteínas, tendrá efectos negativos, que pueden estar causados por diversos factores tales como un mal aporte de la vitamina en la dieta, problemas asociados a la absorción de la misma o una excreción excesiva. Otras causas menos comunes son algunas enfermedades (diabetes, hipertiroidismo y estados febriles prolongados), el alcoholismo y el consumo de otras drogas, el estrés, la actividad física excesiva, y una dieta pobre en carne y lácteos. Los síntomas de la carencia de esta proteína son:

- Relacionados con la boca: inflamaciones de la mucosa (estomatitis), presencia de fluidos, labios agrietados y enrojecidos, inflamación y cambio de color de la lengua (glositis), úlceras...
- Relacionados con la vista: fotosensibilidad, inflamación y enrojecimiento de los ojos...
- Trastornos de la piel: sequedad, dermatitis seborreica, cicatrización lenta...
- Otras: retraso del crecimiento, anemia, dolor de garganta, fatiga...

Por otra parte, como es una proteína hidrosoluble, si se diese el caso de una hipervitaminosis, los excesos serían eliminados por la orina sin presentar problemas.

Bibliografía

- MedlinePlus*: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002411.htm>
Zonadiet.com: <http://www.zonadiet.com/nutricion/vit-b2.htm>
ABCdietas.com: http://www.abcdietas.com/articulos/dietetica/vitamina_b2.html

Riboflavina (Vitamina B2)

Autores: David Rodríguez García, Lourdes Sánchez Miranda, Rosario del Carmen Virola Zamora, Malena García Álvarez y Julia Sanchón Sánchez

La riboflavina, también llamada vitamina B2 o lactoflavina, es un complejo vitamínico hidrosoluble, es decir, no se almacena en el organismo y, además, se elimina por la orina. Dicha vitamina fue descubierta en la leche y

presenta un color amarillo anaranjado en su forma sólida y fluorescencia amarilla verdosa muy intensa cuando se encuentra disuelta. Esta vitamina es muy sensible a la luz solar y pierde sus propiedades cuando se somete a procesos tales como la pasteurización.

Está formada por un anillo de isoaloxazina dimetilado que se asocia al ribitol, un polialcohol derivado de la ribosa, siendo así el componente principal de los coenzimas flavina mononucleótido (FMN) y flavin-adenin dinucleótido (FAD). Por lo tanto, participa en reacciones de óxido-reducción propias del metabolismo de ácidos grasos, glúcidos y proteínas, interviniendo en la cadena respiratoria de las mitocondrias con el fin de obtener energía en forma de ATP.

También está involucrada en la eritropoyesis (formación de glóbulos rojos); en el catabolismo de adrenalina y noradrenalina y en el metabolismo del hierro. Dicha vitamina tiene un papel fundamental en el desarrollo y crecimiento; también en el mantenimiento de la membrana mucosa, los ojos, piel, sistema nervioso y fertilidad.

Las fuentes naturales principales para su obtención son la leche, la carne, los vegetales verdes, los cereales, legumbres, nueces y vísceras. Hay que decir que en la mayoría de los alimentos se encuentra en forma de coenzimas unidos fuertemente a diferentes proteínas. Esta unión se rompe mediante hidrólisis a pH ácido.

Debido a que se trata de una vitamina soluble en agua, como se ha mencionado previamente, no produce efectos tan graves como otras vitaminas ante una hipervitaminosis. Sin embargo, su carencia (arriboflavinosis) puede provocar anemia, retraso en el crecimiento, dolor de garganta, inflamación de las mucosas, alteraciones en la piel o lesiones en los labios (quelosis). Asimismo, se ha establecido una relación entre la aparición de cáncer de esófago y la deficiencia de dicha vitamina. También se relaciona con enfermedades de la vista, tales como cataratas, fotofobia, modificaciones de la córnea o lagrimeo.

Un ejemplo claro de la importancia de la riboflavina son las migrañas, puesto que son producidas por un deterioro del metabolismo mitocondrial del oxígeno en el cerebro y la vitamina B2 interviene directamente en este proceso.

Niacina (Vitamina B3)

Autores: M^a Teresa Marcos Carretero, Pablo Gabriel Mateos, Sergio Nuño Matos, Numa C. Pérez López y Pablo César Gálvez García

Características: La niacina, vitamina B3, vitamina PP o antipelagra es una vitamina hidrosoluble, es decir, no se acumula en el cuerpo. Por esta razón es necesario un requerimiento diario de este micronutriente, aproximadamente 6.6 mg/1000kcal.

Fuentes naturales: La niacina puede obtenerse directamente de la dieta o por síntesis endógena, a partir del aminoácido triptófano. Las fuentes naturales de niacina son: carne, pescado, huevos, vísceras (como el hígado), leche, frutos secos, patatas, legumbres, cereales. El triptófano se encuentra principalmente en la leche y el huevo, de 60mg de este aminoácido se obtiene 1mg de la vitamina B3.

Reacciones bioquímicas: La niacina forma parte de las coenzimas NAD⁺ y NADP⁺ que participan en el metabolismo de la glucosa, las grasas, las proteínas y alcohol. La niacina también contribuye en la respiración celular, la síntesis de neurotransmisores, hormonas sexuales y hormonas, por lo que es importante para el buen funcionamiento del sistema nervioso, digestivo, la lengua y mantenimiento de la piel.

Hipervitaminosis: Es difícil encontrar casos con exceso de niacina, debido a que la cantidad de los micronutrientes disminuye cuando se someten a ciertas técnicas culinarias (cocción, excesos de calor, oxidación, reducción, etc.), también es importante destacar la biodisponibilidad de la vitamina (la cantidad ingerida no es la misma que la absorbida en el intestino) y la

utilización de la vitamina, la cantidad que no es necesaria para las funciones del organismo se elimina por la orina ya que se trata de una vitamina hidrosoluble. Por estas razones su requerimiento nutricional es diario.

Hipovitaminosis: La deficiencia de niacina es más común en países del tercer mundo, que basan su alimentación en el maíz o sorgo principalmente. El maíz es un alimento que contiene niacina ligado a hidratos de carbono y pequeños péptidos que impiden su absorción y utilización. Además al basar la dieta en el maíz y no consumir proteínas (aporte de triptófano) en las cantidades necesarias, se produce un déficit de Vitamina B3 conocida como pelagra o enfermedad de las 3 "d" por los síntomas: diarrea, dermatitis y demencia, en casos extremos puede llegar a producir la muerte.

Otra causa de hipovitaminosis de niacina es la enfermedad de Hartnup (enfermedad hereditaria que causa la absorción inadecuada del aminoácido triptófano). La enfermedad de Crohn y megaduodeno también causan la mala absorción del triptófano. Por otra parte el Síndrome carcinoide, induce una secreción aumentada de serotonina y catecolaminas por causas tumorales, el requerimiento del triptófano aumenta para la síntesis de serotonina en vez de niacina, por lo que los niveles de niacina decaerían produciendo pelagra.

Niacina (Vitamina B3)

Autores: Cristina Carmona Sánchez, Marina Cid Martínez, Paloma Díaz López, Janire Díaz Villafañe y Laura Paniagua Andrés

1. Naturaleza, características y nombres alternativos de la niacina: La niacina, también llamada vitamina B3, ácido nicotínico o nicotinamida, es una vitamina del complejo B que se encuentra en el grupo de las hidrosolubles, es decir, es capaz de disolverse en agua lo que permite que no se acumule, pues se expulsa fácilmente por la orina. A su vez, esta propiedad de solubilidad hace necesario su consumo habitual por la alimentación. Dentro de sus características

podemos destacar su presencia en tejidos animales y vegetales pudiendo ser sintetizada a partir del triptófano, un aminoácido esencial.

2. Fuentes naturales de obtención de la niacina: La niacina se puede obtener de la leche, los huevos, el pan y los cereales enriquecidos, el arroz, el pescado, las carnes magras (las cuales tienen menos de 10 gramos de grasa/100 gramos de carne), las legumbres (lentejas, garbanzos), los maníes y las aves de corral.

3. Posibles consecuencias de una hiper- e hipovitaminosis y enfermedades relacionadas: En cuanto a los problemas que presenta el déficit de niacina en nuestro cuerpo, podemos destacar la enfermedad de la pelagra, la cual es ocasionada por dietas no equilibradas. Se trata de una enfermedad poco común actualmente. Así mismo, el déficit de esta vitamina puede causar dermatitis, insomnio, debilidad general, trastornos circulatorios, etc. Un exceso de niacina también genera enfermedades, siendo la primera causa la toxicidad y uno de sus mayores síntomas el enrojecimiento de la cara. También genera problemas estomacales (úlceras) o hepáticos, y también se produce un aumento de la glucosa en sangre. Si el paciente utiliza suplementos de niacina, enfermedades como la diabetes o gota pueden empeorar. Además, la vitamina B3 es utilizada para controlar niveles de colesterol (LDL) y otras sustancias.

Niacina (Vitamina B3)

Autores: Luis Álvarez Carbayo, Victor Escribano de la Torre, Mario García García, Miguel García Martín y Jorge Rábago Castro

La niacina, también llamada vitamina B3, ácido nicotínico, nicotinamida o vitamina PP es una vitamina (micronutriente esencial) hidrosoluble. Al ser hidrosoluble la acumulación en el organismo es mínima, siendo excretado el exceso por la orina. Por ello, el aporte de esta vitamina debe ser constante. Esta vitamina en su forma activa

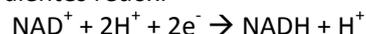
se encuentra como parte de los coenzimas NAD⁺ y NADP⁺. El NAD⁺ participa en reacciones catabólicas (aceptor). El NADP⁺ está involucrado en reacciones anabólicas (donador).

Las fuentes de obtención naturales pueden ser de origen animal o vegetal.

- Animales: Carnes de ternera, aves, cordero y cerdo (especialmente en el hígado). También es abundante en pescados (como el atún). A partir del triptófano se puede obtener metabólicamente esta vitamina, y, por esta razón alimentos ricos en este aminoácido como la leche, sus derivados y los huevos darían con un aporte indirecto de niacina.

- Vegetal: En cereales integrales, guisantes, patatas, alcachofas, brócoli, plátano, tomate, espárragos, cacahuetes e incluso en la levadura de la cerveza. De igual manera vegetales ricos en triptófano serían la avena, los dátiles y el aguacate.

La forma activa participa en reacciones de óxido-reducción siendo el coenzima (de óxidoreductasas) de enzimas que transporta equivalentes redox:



La hipovitaminosis de niacina provoca distintos desórdenes:

- Nerviosos: nerviosismo, ansiedad, insomnio, depresión y demencia.

- Digestivos: diarrea, indigestión, picores en el recto, llagas bucales y halitosis.

La pelagra surgía por una alimentación basada en cereales y maíz carentes de triptófano y se manifiesta con síntomas como delirios, diarrea, dermatitis y úlceras en la piel. Su ingesta excesiva puede provocar daños estomacales y hepáticos, así como enrojecimientos en la piel (por la vasodilatación que producen las prostaglandinas).

Piridoxina (Vitamina B6)

Autores: Natalia Díaz-Masa Nava, María Prieto Rozados, Diego Rodríguez Rivas, Lucía Sánchez Magdaleno y Cristina Torres Bueno

La piridoxina ó vitamina B6 (3-hidroxi-4,5-hidroximetil-2-metil piridina) es una vitamina hidrosoluble que se disuelve en agua por lo que no puede ser almacenada en el cuerpo siendo necesaria su ingesta en la dieta diariamente.

La piridoxina se convierte biológicamente en otros dos compuestos: piridoxal y piridoxamina. Las formas coenzimáticas activas de la vitamina B6 son el fosfato de piridoxal y el fosfato de piridoxamina. La reacción enzimática más común realizada como coenzima es la transaminación.

Reacciones químicas en las que participa y funciones: El piridoxal fosfato (PLP), forma activa de la piridoxina, es una coenzima que es fundamental para la acción de un centenar de enzimas. El PLP participará en distintas reacciones como la conversión del triptófano a niacina, de la metionina en caseína, del triptófano a serotonina y de histidina a histamina. También interviene en numerosas funciones como en la síntesis de hemoglobina, aminoácidos y de glucosa a partir de aminoácidos, y en el metabolismo de ácidos grasos y proteínas. Interviene también en la producción de anticuerpos y en el mantenimiento de la función neurológica. Además es fundamental para la formación de niacina o vitamina B3 y para absorber la vitamina B12.

Fuentes de obtención de piridoxina: La piridoxina es sintetizada en pequeñas cantidades por algunas bacterias que forman parte de nuestra flora intestinal, no obstante la producción de piridoxina es muy reducida, por tanto debe ser ingerida mediante la dieta. Siendo las principales fuentes naturales la carne de cerdo, cordero, ternera (principalmente el hígado), pescados, los lácteos, los huevos, levaduras, cereales, legumbres, verduras, uvas y algunos frutos secos como las nueces.

Requerimientos diarios: Los requerimientos diarios de piridoxina varían mucho dependiendo del sexo, la edad u otros factores como el embarazo o alguna enfermedad. Así los requerimientos pueden variar desde 0.1 en bebés hasta 1,9 mg/día en embarazadas. No obstante, tanto la deficiencia como el exceso pueden causar serios problemas:

Hipervitaminosis: la ingesta de cantidades de vitamina B6 superiores a las recomendadas durante largos periodos de tiempo puede provocar: ataxia, es decir, dificultad en el movimiento y la coordinación, desórdenes neurológicos como epilepsia o espasmos, sensación de hormigueo en extremidades (parestesia) y cambios en las sensaciones.

Hipovitaminosis: la deficiencia de piridoxina es muy rara debido a que esta vitamina se encuentra en muchos alimentos. No obstante su deficiencia puede estar provocada por alcoholismo, estrés, tabaquismo, determinadas drogas o medicamentos y por malnutrición aguda. Cabe destacar que el uso de anticonceptivos orales puede provocar la disminución de la piridoxina. La hipovitaminosis puede causar: anemia hipocrómica, retraso en el crecimiento, dermatitis seborreica, confusión, depresión, irritabilidad, úlceras en la boca y la lengua también conocidas como glositis y convulsiones.

Bibliografía:

- Lehninger. A.* Bioquímica. Las bases moleculares de la estructura y función molecular 2ª edición. Barcelona: Ediciones Omega;1982; p.350-352.
- Jose Mataix Verdu.* Nutrición y alimentación humana. 2ª edición: Ergon; 2009; p.199-202.
- Eulalia Vidal Garcis.* Manual práctico de nutrición y dietoterapia. 1ª edición.2009; p.51-52
- MedLinePlus:* <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002402.htm>
- <http://lpi.oregonstate.edu/es/mic/vitaminas/vitamina-B6>

Piridoxina (Vitamina B6)

Autores: Marta Gómez San Segundo, María Hernández Blázquez, Carlos Hernández Polo, Fanyi Yang y Jorge Ramos Manuel

Características y naturaleza química: La vitamina B6 o piridoxina es una vitamina hidrosoluble formada por: piridoxina (alcohol), piridoxal (aldehído) y piridoxamina. La piridoxina es la forma principal en la que se encuentra esta vitamina en la dieta, y el fosfato de piridoxal su forma activa. Al tratarse de una vitamina hidrosoluble, su suplemento ha de ser continuo ya que no se acumula y se absorbe rápidamente en el yeyuno. Por esta misma razón, no resulta tóxica y sus excesos se eliminan con la orina.

Fuentes naturales de obtención: Al igual que otras vitaminas pertenecientes al grupo de las vitaminas B, la piridoxina se encuentra tanto en tejidos animales como vegetales: en hígado, músculo, clara del huevo, riñón, leche, miel de abeja, arroz, semillas, frutas y verduras como judías verdes, aunque también puede ser sintetizada artificialmente.

Reacciones químicas en las que interviene la vitamina B6: La vitamina B6 interviene principalmente en el metabolismo de los aminoácidos. En animales, sus tres formas (piridoxol, piridoxal y piridoxamina) son igualmente efectivas nutricionalmente e intercambiables entre sí (se diferencian en un único grupo funcional). Destaca el fosfato de piridoxal como coenzima en algunos sistemas enzimáticos de los mamíferos en los que cataliza reacciones importantes en el metabolismo de los aminoácidos: transaminación, la transferencia reversible de un grupo amino entre un aminoácido y un ácido α -cetoglutárico; descarboxilación de al menos dos aminoácidos; conversión de la 3-hidroxiquinureína a ácido 3-hidroxi-antranílico; interconversión de glicina y serina; reacciones de la transulfurasa y la tionasa, convirtiendo la homocisteína y cistationina a cisteína. Por otra parte, el fosfato de piridoxal parece ser un cofactor esencial en la transformación de ácido linoleico a ácido

araquidónico y de la ácido glutámico descarboxilasa.

Hipovitaminosis e hipervitaminosis: La deficiencia de piridoxina (hipovitaminosis) en su forma leve, bien causada por alcoholismo, obesidad o mala absorción, produce nerviosismo, irritabilidad, depresión y confusión. La deficiencia grave puede ocasionar neuropatía periférica, convulsiones y coma, así como anemia sideroblástica. También provoca dermatitis, queilosis y glositis. La hipervitaminosis de la vitamina B6, puede ocasionar efectos como dificultad para coordinar el movimiento, entumecimiento de extremidades, cansancio y somnolencia o cambios sensoriales.

Bibliografía:

www.Medline.com

John W. Baynes; Marek H. Dominiczak Bioquímica médica. (4ª edición, Elsevier)

Abraham Cantarow, Bernard Schepartz. Biochemistry (3rd edition, W. B. Saunders Co.)

Cobalamina (Vitamina B12)

Autores: María Escribano Igleisas, Merelyn Bonome González, Pablo Ahumada Pascual, Pedro Garrido Garzón, y Jesús Vicente García

Naturaleza, características y nombres alternativos: La cobalamina, también llamada vitamina B12 o cianocobalamina pertenece al complejo B de las vitaminas. Dentro de él se encuentran 8 vitaminas que poseen una función común, el metabolismo de la energía proveniente de los alimentos.

La cobalamina es una vitamina hidrosoluble que desempeña un rol importante en la síntesis del ciclo de Krebs y en el metabolismo del folato. Únicamente es sintetizada por bacterias, así, las presentes en la flora intestinal sí son capaces de fabricarla pero su aprovechamiento es muy escaso. La cobalamina está formada por 4 anillos pirrólicos que forman un grupo macrocíclico, es una porfirina similar al grupo hemo, pero presenta Co^+ en el centro en lugar de Fe^{2+} . Este cobalto forma enlaces covalentes con los átomos de nitrógeno de

los anillos pirrólicos. También puede presentar un grupo ciano unido al Co^+ siendo ésta su forma más estable.

Fuentes naturales de obtención: Los principales alimentos que la presentan son los mariscos (destacando su presencia en almejas), el hígado (cordero y vaca), el pulpo, las huevas de pescado (con mayor contenido que los huevos de gallina), el pescado (caballa), el queso, la carne de vacuno (siendo el hombro de cordero la parte con mayores proporciones) y otros alimentos como el cangrejo y la langosta, el yogurt natural, la leche entera, el jamón o el pollo.

Reacciones bioquímicas en las que está implicada: La vitamina B12 interviene en la síntesis de DNA, participa en la regeneración del THF y es indispensable para la formación de eritrocitos; además, interviene en la isomerización del malonil-CoA a succinil-CoA. En lo concerniente a la síntesis de DNA, actúa como aceptor de grupo metilo en la reacción de desmetilación del ácido N_5 -metil-tetrahidrofólico y como dador de grupos metilo en la reacción de metilación de la homocisteína para dar lugar a metionina.

Las consecuencias de la hipovitaminosis de la vitamina B12 son: diarrea o estreñimiento, fatiga, falta de energía o mareos; falta de apetito y problemas de concentración. Las enfermedades relacionadas con la hipovitaminosis son: anemia, aumento del riesgo de padecer cáncer gástrico, enfermedades cardiovasculares y trastornos del sistema nervioso (demencia, confusión, paranoia...) ya que sin cobalamina la vaina de mielina se pierde progresivamente.

Consecuencias de la hipervitaminosis de la vitamina B12: A pesar de que la B12 se puede excretar por orina, hay suplementos artificiales o patologías que impiden su eliminación y que por su acumulación pueden causar daños o patologías como problemas de prurito y erupciones cutáneas; vómitos, diarreas y desórdenes gástricos; palpitaciones y nerviosismo. Las enfermedades relacionadas con la hipervitaminosis son efectos cardiovascu-

lares como insuficiencia cardíaca congestiva, trombosis vascular periférica o edema pulmonar.

Cobalamina (Vitamina B12)

Autores: Carmen Gervás Yubero, Raquel Eloísa González Hernández, Irene González Pascual, Ana Llamazares de la Moral y Jorge Macedo Pascual

La cobalamina, también llamada cianocobalamina o vitamina B12, es una vitamina hidrosoluble que pertenece al complejo B.

Estructura química: Esta vitamina está formada por la unión de cuatro anillos pirrólicos teniendo como núcleo central el cobalto (estructura similar al grupo hemo). Cuatro de las valencias del cobalto se unen covalentemente a nitrógenos de los anillos pirrólicos. Una de las restantes establece un enlace de coordinación con el 5,6-dimetilbencimidazol, uniéndose la otra a diferentes radicales.

Características: Es una vitamina esencial, hidrosoluble y necesita de la presencia de factor intrínseco para su absorción. Además, presenta fácil cristalización y no se oxida con el aire. Es esencial para las células en mitosis como las hematopoyéticas de la médula ósea (así como el ácido fólico).

Fuentes naturales: Hallamos vitamina B12 en gran cantidad de proteínas de origen animal. Es sintetizada en la flora intestinal de dichos animales. En los vegetales se encuentra en pequeña cantidad y en intestino del ser humano no se produce la suficiente. Se puede obtener de alimentos como las vísceras de animales, mariscos, huevos, leche, carne de aves, etc. Los veganos necesitan un suplemento de esta vitamina.

Reacciones en las que es participa: hematopoyesis (por lo que se emplea para tratar la anemia), formación de proteínas, buen funcionamiento del SNC (ya que participa en la producción de neurotrans-

miso), formación de vainas de mielina y la prevención de enfermedades cardiovasculares en colaboración con el ácido fólico (debido a que reduce la acumulación de homocisteína). También participa en la degradación de ácidos grasos.

Cantidad diaria recomendada: 2,0-2,6 µg vitamina B12/día.

Hipo/Hipervitaminosis y enfermedades relacionadas.

- Causas de la hipovitaminosis: Puede ser causada por deficiencias dietéticas (dietas vegetarianas o veganas), desórdenes gástricos (ausencia de factor intrínseco, anemia perniciosa), desórdenes mixtos (enfermedades causadas a causa de una gastrectomía), defectos intestinales (defectos en la luz del intestino, infestación por parásitos, como la tenia), desórdenes ileales (enfermedad ileal, extracción ileal, malabsorción producidas por drogas o congénita) y desórdenes en el transporte plasmático y en el metabolismo celular.

- Consecuencias de la hipovitaminosis: Niveles deficitarios de esta vitamina se pueden reflejar en anemia y anemia perniciosa, desequilibrio o debilidad, así como entumecimiento u hormigueo en extremidades.

- Anemia por deficiencia de vitamina B12 ó anemia perniciosa: La anemia por deficiencia de vitamina B12 o anemia perniciosa es un conteo bajo de glóbulos rojos debido a una deficiencia de dicha vitamina, ya que esta es necesaria para la síntesis de glóbulos rojos. Se produce por el debilitamiento del revestimiento del estómago o por una enfermedad autoinmunitaria en la que el sistema inmunitario ataca a la proteína del FI que se encarga de la absorción de la B12 o a las células que producen el FI. También puede ser congénita. Los síntomas son diarrea o estreñimiento, fatiga, inapetencia, piel pálida, dificultad respiratoria... Su prolongación en el tiempo puede presentar daños en el sistema nervioso, como confusión, depresión, pérdida de equilibrio, entumecimiento, etc.

- Hipervitaminosis: No hay indicios de efectos secundarios por exceso de vitamina B12, ya

que al ser una vitamina hidrosoluble, todo exceso es excretado a través de la orina, por lo que no se acumula en el organismo.

Cobalamina (Vitamina B12)

Autores: Serena Sánchez, Pablo Romo, Álvaro Sánchez, Joao Barata y Luis Javier Fernández

La vitamina B12 o cobalamina está constituida por un sistema de anillos de corrina y un ribonucleótido cuya base nitrogenada es el 5,6-dimetilbenzimidazol; la corrina está formada por cuatro anillos de tipo pirrol con un ion de cobalto. La quinta posición del mismo aparece unida al ribonucleótido y el ligando de la sexta posición es variable (grupos hidroxilo, agua, nitrilo...) dando lugar a las diferentes cobalaminas: hidroxicobalamina, acuocobalamina, etc. Además, el sistema pirrólico presenta una de sus cadenas unidas por un enlace tipo éster al ribonucleótido.

La cobalamina es elaborada únicamente por algunas bacterias, es decir, no pueden sintetizarla ni las plantas ni animales. En humanos normalmente es aportada mediante alimentos de origen animal como huevos, carne o lácteos, siendo complementado por las bacterias del tracto intestinal.

La vitamina B12 se requiere para el metabolismo de ácidos grasos de cadena impar e interviene en la síntesis de glóbulos rojos. Se caracteriza por ser una vitamina hidrosoluble por lo que los excesos se excretan por la orina y no existen hipervitaminosis.

Participa en las reacciones de transferencia de un átomo de hidrógeno desde un átomo de carbono a otro adyacente, intercambiándolo por un grupo alquilo, carboxilo, hidroxilo o amino. También interviene en reacciones de transferencia de grupos metilo, síntesis de ácidos nucleicos en bacterias, síntesis de metano y de metionina a partir de homocisteína.

La enfermedad por falta de cianocobalamina en el sentido de encontrarse esta vitamina en cantidades inadecuadas en los alimentos es muy rara. Por ello, el grupo que presenta mayor riesgo es aquel cuya dieta es vegetariana pura. Mucho más frecuente es la anemia perniciosa, enfermedad autoinmune en la cual se producen anticuerpos que actúan contra las células parietales del estómago lo que impide la síntesis del factor intrínseco (glicoproteína necesaria para la absorción de esta vitamina en los tramos distales del tubo digestivo). Los síntomas son anemia y neuropatía.

Biotina

Autores: Laura Bouza Muvilla, Ana Marina García Manrique, Nuria Martín Vergara, Sandra Prieto García y Juan Toranzo Mugugarren

La biotina, también conocida como vitamina B8, B7 y H, es una vitamina hidrosoluble que forma parte del complejo B. Se trata de un compuesto formado por dos ciclos de los cuales uno contiene un grupo ureido y el otro el tetrahidrofeno (que presenta azufre). Además, posee una cadena lateral con ácido valérico. La síntesis de biotina tiene lugar en el organismo mediante la flora intestinal. Además, se puede obtener a partir de lácteos, setas y verduras, huevos, pescados, legumbres, cereales, entre otros. Se caracteriza por ser soluble en agua y alcohol, mientras que es insoluble en disolventes grasos. También tiene tres carbonos asimétricos que determinan ocho formas esteroisómeras.

La biotina actúa como coenzima en complejos multienzimáticos que intervienen en las reacciones de carboxilación, participando en la lipogénesis, gluconeogénesis y el catabolismo de algunos aminoácidos. Por ejemplo, actúa como grupo prostético de la piruvato carboxilasa en el transporte de CO₂. Juega un papel clave en la formación de la piel y de hormonas y colesterol. Algunos estudios científicos consideran que la biotina está ligada al

crecimiento del pelo, al endurecimiento de uñas quebradizas y a la hidratación de la piel.

El déficit de biotina implica síntomas de depresión, alucinaciones, dolor muscular, anorexia, náuseas, insomnio y dermatitis, cuya causa radica en la existencia de avidina, que inhibe la absorción de biotina. Además, la hipovitaminosis en niños se relaciona con problemas en el sistema inmunitario. Por otra parte, también tiene un efecto negativo en las reacciones en las que participa, como la síntesis de proteínas, glucógeno o fosforilación oxidativa. Por el contrario, la hipervitaminosis produce un crecimiento anormal de las uñas y del cabello, junto con una mayor sudoración y necesidad de miccionar.

Biotina

Autores: José Oliva Martínez, Carmen García Moronta, Bibiana Nsue, Elena Jiménez Bautista y Julia Gonzalo Consuegra

Fuentes naturales de obtención.

- Fuentes de origen animal: podemos encontrarla en carnes, yema de huevo, y vísceras en general, especialmente el hígado. También encontramos biotina en la leche.
- Fuentes de origen vegetal: los más ricos son la levadura de cerveza, los cereales integrales y sus derivados, las setas, la cebada, también las nueces, la soja, los guisantes y garbanzos.

Características.

- Interviene en el metabolismo de grasas, aminoácidos, hidratos y purinas.
- Es soluble en agua y alcohol.
- Es una vitamina estable al calor.
- Se libera en el intestino mediante hidrólisis enzimática.
- Puede ser sintetizada por parte de la flora intestinal, pero en menor proporción.
- El sitio de máxima absorción de biotina es el yeyuno.
- Su absorción en el intestino es impedida por la ingesta de avidina (proteína que se encuentra en las claras de huevo crudas y presenta afinidad alta por la biotina o sus derivados).

Consecuencias de una hipovitaminosis: Se produce en dietas bajas en colesterol, en pacientes que reciben alimentación parenteral durante un tiempo prolongado y durante la ingestión prolongada de la clara de huevo cruda, que alberga una glicoproteína que es una a cuatro moléculas de biotina impidiendo su absorción intestinal, la avidina. Por ello, no se suele dar siempre que se tenga una dieta sana y equilibrada, pero de producirse, los efectos serían:

- Pérdida de cabello (alopecia) y uñas quebradizas.
- Dermatitis y eccemas: erupciones rojas y escamosas alrededor de los ojos, nariz y labios (queilosis).
- Sobre el sistema nervioso: depresión, fatiga, alucinaciones, hormigueo piernas y brazos.
- Falta de tono muscular, responsable de los dolores musculares.

Consecuencias de una hipervitaminosis: Es una vitamina hidrosoluble, por lo que no es muy frecuente la hipervitaminosis, ya que se elimina fácilmente vía renal en forma de metabolitos inactivos reciclados por las bacterias intestinales o como biotina libre. Como no se han observado efectos en humanos, no se ha establecido un nivel máximo de consumo tolerable.

Enfermedades relacionadas.

- Enfermedad de los ganglios basales sensible a la biotina: también llamada síndrome de disfunción del metabolismo de tiamina 2, es una enfermedad congénita y se basa en la deficiencia del transportador de tiamina tipo II. Es causada por mutaciones en el gen que codifica para este transportador (THTR-2). Las manifestaciones clínicas de la enfermedad son tales como somnolencia, confusión, alteración del nivel de conciencia, ataxia (falta de coordinación o equilibrio debido a una alteración en el cerebelo), convulsiones, etc. Se ha demostrado que un aporte alimenticio de biotina suprime las crisis agudas y reduce los síntomas.
- Esclerosis múltiple: enfermedad autoinmune caracterizada por daños progresivos a la vaina de mielina y pérdida neural en el cerebro y en la médula espinal. Las discapacidades neurológicas derivan

desde señales mínimas de disfunción motora hasta una posible muerte. Un estudio demuestra que la dosis de biotina oral diaria (300 mg) provocaba una disminución en las puntuaciones de la EDSS (escala expandida del estado de discapacidad), por lo que se están llevando a cabo la evaluación de la suplementación con altas dosis de biotina en el tratamiento de la esclerosis múltiple.

Acido fólico

Autores: Víctor García Lorenzo, Ángel Iglesias Alonso, Germán Jiménez de Miguel, Miguel Ángel Marino García y Antonio Reyes García

El ácido fólico es una vitamina hidrosoluble de la familia de las vitaminas B. Esta molécula es un derivado sintético de la vitamina B9 (folato), la cual se encuentra de forma natural en determinados alimentos. Su carácter hidrosoluble le permite ser expulsado con la orina, por lo que el cuerpo no lo almacena, de tal manera que ha de ser repuesto con el objetivo de no padecer hipovitaminosis o avitaminosis. Esta es la razón de que numerosos cereales estén fortificados con este micronutriente. Así mismo, hay numerosos suplementos dietéticos ricos en ácido fólico, los cuales permiten mantener unos niveles óptimos de esta vitamina en el cuerpo.

Funciones: Para ejercer su función en el interior de la célula, el ácido fólico tiene que aparecer en su forma más reducida, FH₄. El ácido fólico interviene, en un primer lugar, en el catabolismo y síntesis de proteínas, junto a la B12 y a la vitamina C, convirtiendo aminoácidos (como la Ser en Gly). También interviene en la biosíntesis de bases nitrogenadas y, por tanto, de DNA. De este modo el folato participa en el crecimiento celular y tisular, de ahí su vital importancia en la dieta de la embarazada y preembarazada, puesto que cantidades insuficientes de ácido fólico (menos de 800µg) pueden acarrear problemas en el cierre del tubo neural (anencefalia) y pueden provocar espina bífida. Tomar suplementos de ácido fólico antes de quedarse

embarazada y durante el primer trimestre puede disminuir las probabilidades de un aborto.

Otra función de interés es la colaboración en la síntesis de las proteínas del sistema inmune, principalmente de los linfocitos B y T. De hecho, en términos de calidad y cantidad, la producción de estas moléculas depende principalmente de la vitamina que estamos tratando.

El papel del ácido fólico en la síntesis de eritrocitos también es muy relevante, por lo que previene al organismo de padecer anemias.

Consecuencias de la hipervitaminosis de ácido fólico: A pesar de su naturaleza hidrosoluble, es posible que se produzca un exceso de la vitamina (hipervitaminosis), cuyas consecuencias son náuseas, vómitos y nerviosismo. Según varios estudios una alta ingesta de ácido fólico puede enmascarar la detección y la eficiencia de la B12, así como disminuir la capacidad cognitiva de las personas.

Consecuencias de su déficit: Las principales enfermedades producidas por unos niveles bajos de ácido fólico en el organismo son la diarrea, la aparición de úlceras, problemas en el crecimiento y en el ciclo menstrual; glositis y varias anemias. Como hemos mencionado con anterioridad, bajos niveles de B9 en el organismo de la embarazada pueden causar anencefalia y espina bífida en el embrión en desarrollo.

Fuentes naturales y sintéticas de ácido fólico: El ácido fólico puede encontrarse de forma natural en alimentos como hortalizas de hojas verdes y oscuras (espinacas, lechugas, acelgas etc), legumbres (lentejas, alubias etc), frutas cítricas, etc. Una dieta variada aporta las necesidades biológicas de este micronutriente, pero en caso de una dieta deficiente (o con mayores requerimientos, como en las embarazadas), podríamos añadir suplementos de ácido fólico a la dieta.

Bibliografía:

<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002408.htm>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15824266>
http://bvs.sld.cu/revistas/hih/vol13_2_97/hih01297.htm

Acido fólico

Autores: Celia García Blanco, Marina Herrero López, Marta Herrero Vázquez, Guillermo Puerto Ortega y Manuel Rodríguez Carmona

El ácido fólico es un compuesto vitamínico sintético, vitamina B hidrosoluble, utilizado en suplementos alimenticios, cuya forma natural es el folato y su derivado activo el 5,6,7,8-tetrahidrofólico. También es conocido como: vitamina M, folacín, folato, vitamina B9 o ácido pteroil-L-glutámico.

El folato se encuentra de forma natural principalmente en el hígado, las verduras de hoja verde, las judías, el germen del trigo y la levadura, aunque también está presente en alimentos como la yema del huevo, lácteos, remolacha, zumos de naranja o pan integral.

El ácido fólico tiene un papel muy importante en el transporte de átomos de carbono durante los procesos metabólicos. El transporte se realiza a partir de la metilación del tetrahidrofolato, que se puede producir tanto en el N-5 como en el N-10. Además, actuará como receptor de elementos monocarbonados en reacciones degradativas como la conversión de serina en glicina o la escisión de la histidina.

Por otro lado, algunas de sus funciones más importantes como coenzima son ayudar al cuerpo a utilizar los aminoácidos para crear proteínas, la producción de células sanguíneas en la médula ósea y de ácidos nucleicos, así como asegurar el crecimiento rápido de las células en infancia, adolescencia y embarazo. En relación a la producción de ácidos nucleicos, cabría destacar su relación con la vitamina B12, al transformarla en una coenzima partícipe de la síntesis del DNA.

Una hipovitaminosis de ácido fólico puede causar enfermedades cardiovasculares, además de ciertos tipos de cáncer, Alzheimer, depresión o defectos de nacimiento relacionados con defectos en el tubo neural. Una deficiencia grave de esta vitamina causaría una anemia megaloblástica que produce glóbulos rojos de tamaño superior al normal.

Por otro lado, el exceso de ácido fólico (hipervitaminosis) puede estar relacionado con el aumento del riesgo de padecer cáncer de próstata y de pulmón por lo que se recomendaría no ingerir más de 1 mg diario para los adultos, aunque la relación de la vitamina estudiada con estas patologías no ha sido íntegramente demostrada.

Bibliografía:

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2215/3_-_Bioqu%C3%ADmica_del_%C3%A1cido_f%C3%B3lico_y_las_pterinas.pdf?sequence=6
http://www.nutrifacts.org/content/dam/nutrifacts/pdf/nutrients-pdf-es/Vitamina_B9.pdf

Acido fólico

Autores: Miguel Herguijuela Paredes, Carlos López Pereira, Carmen Ornia Fernández, Beatriz Puerto Acedo y Cristina Sobrino Garijo

Naturaleza: Es hidrosoluble; presenta susceptibilidad a altas temperaturas, así como a los rayos ultravioletas; es sensible al calor en ambientes de bajo pH y se puede oxidar.

Características: Necesario para la síntesis de DNA, RNA y formación de proteínas; presente en el hígado y el riñón; es eliminado a través de la orina por lo que es necesario su consumo habitual.

Reacciones en las que está implicado: El ácido fólico es capaz de captar y transferir unidades de carbono, debido a esta función interviene en numerosas reacciones como la transformación de serina y glicina, y viceversa,

mediante la captación y donación del grupo metilo, además participa en la síntesis de DNA, la síntesis de purinas, el metabolismo de la histidina y la síntesis de 5,10-metil-THF, metionina y S-adenosil-metionina.

Consecuencias de una hiper- e hipovitaminosis y enfermedades relacionadas:

Debido a su naturaleza hidrosoluble es excretado a través de la orina, es decir, no se puede almacenar, por lo que no se puede dar hipervitaminosis. Las enfermedades relacionadas con la hipovitaminosis son infartos cardíacos, cáncer, malformaciones congénitas del SNC en el feto, depresión, fertilidad y anemia. En cuanto a las manifestaciones clínicas se dan diarreas, pérdidas de apetito, pérdida de peso o palidez, lengua adolorida, debilidad, dolor de cabeza, taquicardia e irritabilidad.

Bibliografía:

http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol12_2_98/ali07298.htm
<http://www.botanical-online.com/medicinales/acidofolicopropiedades.htm>
[http://www.news-medical.net/health/Food-High-in-Folic-Acid-\(Spanish\).aspx](http://www.news-medical.net/health/Food-High-in-Folic-Acid-(Spanish).aspx)
<http://es.slideshare.net/MConstanzaBl/cido-flico-b9>

Acido ascórbico (Vitamina C)

Autores: Marta Díaz Fernández, Blanca García Pérez, Marta Hernández Durán y Laura Jaramillo García

La vitamina C es conocida también como ácido ascórbico, ácido deshidroascórbico o factor antiescorbútico. Deriva de una hexosa y se obtiene en las plantas a partir de glucosa y galactosa. No podemos sintetizarla porque carecemos de la enzima L-gulonolactona oxidasa y por ello debemos incorporarla en la dieta, es decir, es esencial. Su función principal es mantener el tejido conectivo y óseo. En cuanto a su naturaleza química, la vitamina C es hidrosoluble y se considera un importante antioxidante.

De forma natural encontramos la vitamina C en frutas, cítricos y verduras. Frutas tales como el melón, las naranjas, los pomelos, el kiwi, el mango, la papaya, la piña y la sandía. Dentro de las verduras predomina el brócoli, las coles, los pimientos, la espinaca, el repollo y los tomates, entre otras.

La hipovitaminosis es una ingesta de la vitamina mucho menor a la recomendada que deriva en una enfermedad grave denominada escorbuto. Esta afecta principalmente a adultos mayores y a niños desnutridos (enfermedad de Moeller-Barlow). Los síntomas de dicha enfermedad son: anemia, sangrado e inflamación de encías, debilidad en los dientes, debilidad inmunológica, cicatrización y coagulación sanguínea retardada, hematomas, sangrados nasales, aumento de peso debido al metabolismo lento, cabello seco con puntas partidas, piel áspera y reseca, dolor e inflamación de las articulaciones, reblandecimiento óseo y debilidad muscular.

En la hipervitaminosis, que ocurre por un abuso excesivo en la ingesta de vitamina C, los efectos secundarios no son muy frecuentes porque el cuerpo no puede almacenar dicha vitamina ya que al ser hidrosoluble es fácilmente excretada por la orina. Sin embargo, las dosis superiores a 2000 mg/día pueden derivar en molestias gastrointestinales, diarrea, calambres abdominales e incluso podrían causar cálculos renales y ataques agudo de gota. Además, puede producir hemocromatosis debido a que el ácido ascórbico interviene en la absorción del hierro.

Bibliografía y webgrafía:

David L. Nelson, Michael M. Cox. Principios de Bioquímica. Lehninger. 6ª ed.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
<https://medlineplus.gov/spanish/>
http://www.acidoascorbico.com/vitamina_c
<http://vitaminas.org.es/vitamina-c> Ácido L-ascórbico
<http://www.metabolismo.biz/web/vitamina-c/>

Acido ascórbico (Vitamina C)

Autores: María Martínez Trasmonte, Carmen Millán Rodríguez, Paula Morales Martín-Mora, Paula Meana Pereira y Andrea Gavira Benedito

La vitamina C, también llamada ácido ascórbico o ácido deshidroascórbico, es una vitamina esencial hidrosoluble, emparentada químicamente con la glucosa, necesaria para el correcto crecimiento y reparación de tejidos. El organismo no es capaz de sintetizarla o almacenarla, y es hidrosoluble. Tiene carácter antioxidante, es decir, bloquea parte del daño causado por radicales libres (responsables del envejecimiento, trastornos como la artritis o envejecimiento).

Fuentes de obtención natural de la vitamina C: De manera natural la vitamina C puede obtenerse en los frutos de los cítricos, como las naranjas, los pomelos o limones, entre otros; y también en los brotes vegetales, ya que en el proceso de germinación se produce esta vitamina.

Hipovitaminosis e hipervitaminosis C (Enfermedades relacionadas): La deficiencia de vitamina C o hipovitaminosis conlleva la aparición de la enfermedad denominada escorbuto. Sus consecuencias principales son la aparición de manchas rojas o violetas en la piel, vello ensortijado, cansancio, problemas bucodentales como inflamación y sangrado de las encías y aflojamiento o pérdida de dientes, así como dolor en las articulaciones y dificultad en la cicatrización de las heridas. Además, puede tener otros síntomas como anemia o depresión. El escorbuto debe recibir tratamiento, en caso contrario, puede conllevar la muerte.

El exceso de consumo de vitamina C o hipervitaminosis es perjudicial para el organismo, provocando cólicos estomacales, diarrea y náuseas. Además, puede empeorar el estado de personas que padecen hemocromatosis (trastorno que provoca una acumulación excesiva de hierro) dañando aún más los tejidos del cuerpo.

La vitamina C es un ingrediente clave en las dietas debido a sus beneficiosos efectos. Por

un lado, está científicamente demostrado que disminuye el riesgo de padecer cataratas y que su ingesta retrasa la progresión de la degeneración macular relacionada con la edad. Además, al ser un antioxidante, se cree que puede contribuir en los tratamientos contra cánceres y que podría reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares al ser el daño oxidativo una de las principales causas de las mismas.

Reacciones en las que participa la vitamina C:

La vitamina C o ácido ascórbico interviene en numerosas reacciones bioquímicas ya que actúa como agente reductor cediendo dos equivalentes redox, y transformándose en ácido dehidroascórbico. Participa en la absorción del hierro reduciendo el Fe^{3+} a Fe^{2+} ayuda en la degradación de la tirosina y la fenilalanina, en el metabolismo mineral del hueso, en la síntesis de colágeno etc., entre otras que ayudan al buen funcionamiento de nuestro organismo. La mejor estudiada es la síntesis de colágeno, ya que sin vitamina C sería imposible esta reacción y provocaría la enfermedad del escorbuto. Para que se sintetice el colágeno, se debe hidroxilar prolina y lisina. De esto se encarga la vitamina C. Finalmente, esta vitamina también puede reaccionar con radicales libres actuando como un antioxidante. Captura radicales libres potencialmente tóxicos como los hidroxilos y regenera el tocoferol a partir de los radicales tocoferilo.

Vitamina A

Autores: Tatiana Fernández de la Puente-Goralski, Ana González, Mirian Jara, Natalia Martín y Alexandra Tanasescu

La vitamina A es un vitamina liposoluble que se almacena en el hígado y considerada esencial. La importancia de la vitamina A o antixeroftálmica radica en su implicación en la formación de huesos, tejidos blandos, piel y dientes. También aumenta las defensas del organismo estimulando el sistema inmunitario, induce a la reparación de tejidos que han sufrido daños y tiene una gran actividad antioxidante.

La vitamina A es un tipo de terpeno con un anillo β -ionona con una cadena lateral y cinco dobles enlaces conjugados, con configuración *trans*-. Se puede encontrar en forma de alcohol libre o esterilizado por ácidos grasos.

La vitamina A se denomina retinol (vitamina A preformada) cuando su procedencia es de origen animal, encontrándose en alimentos como: carne de vacuno, huevos ó lácteos. El retinol presenta tres formas activas: retinol, retinal (pigmento visual importante en la visión) y ácido retinoico (sustancia de señalización importante en el desarrollo, crecimiento y diferenciación). Sin embargo, cuando su procedencia es vegetal, se le conoce como carotenoides (provitamina A) y está presente en frutas y verduras de color rojo, naranja y amarillo. Hay varios tipos de carotenos: alfa, beta etc, siendo el más importante el β -caroteno. La digestión de la vitamina A se lleva a cabo gracias a unas enzimas denominadas lipasas y la digestión del β -caroteno mediante la oxidación catalizada por la β -caroteno 15-15' dioxigenasa, dando como producto dos moléculas de retinal.

Las vitaminas antioxidantes como la vitamina A actúan como agentes reductores neutralizando especies oxidadas como los radicales libres. En concreto, la vitamina A es un antioxidante interruptor porque detiene la reacción de formación de radicales libres, diferenciándose de los antioxidantes preventivos que impiden el inicio de la reacción que tiene como producto los radicales libres.

En seres humanos, los valores fisiológicos de la vitamina A se encuentran entre los 50 y 200 $\mu\text{g}/\text{dL}$. Los valores habituales podrían ser modificados por la influencia de diversos factores (sexo, edad...). Cuando estos niveles se encuentran por debajo del límite inferior normal se produce hipovitaminosis. Aunque la hipovitaminosis de la vitamina A es poco usual al tratarse de una vitamina liposoluble se puede dar en algunas situaciones como, por ejemplo, si existe una deficiencia en la absorción de vitamina A, una mayor

demanda metabólica o un consumo inadecuado de la vitamina en cuestión. Entre las enfermedades más destacadas cuya causa es esta hipovitaminosis anteriormente citada se encuentran la xeroftalmia (sequedad ocular) y la ceguera nocturna.

En el otro extremo, se encuentran las hipervitaminosis, que se diferencian en crónicas y agudas. Las agudas se caracterizan por un aumento de la presión del líquido cefalorraquídeo, lo cual provoca hidrocefalia, vértigos, náuseas etc. Además, en niños, destaca el Síndrome de Marie-Sée. Los síntomas que producen una hipervitaminosis crónica son la hepatoesplenomegalia con hipertensión portal, que puede desencadenar en cirrosis. Otros síntomas son la desescamación cutánea y la caída de cabello.

En conclusión, la vitamina A es necesaria para el organismo humano, pero siempre dentro de los límites considerados normales, ya que tanto el exceso como el defecto acarrearán graves perjuicios para la salud.

Vitamina A

Autores: José Antonio Flores García, Carlota Garrido Gallego, Alba Llanos Perianes, Javier Pérez Merino y Mira Petrova Pesheva

Nombres alternativos: vitamina antixeroftálmica, vitamina antiinfecciosa.

Naturaleza: se puede encontrar en tres formas químicas diferentes (vitámeros): retinol (alcohol, la más frecuente y conocida), retinal (aldehído) y ácido retinoico. Como retinol, tiene una estructura de terpénica, con un anillo β ionona y una cadena lateral, sumando en total 5 dobles enlaces de configuración *trans*-.

Características: es una vitamina (micronutriente esencial) liposoluble (su exceso no es excretable por la orina y se acumula en el tejido adiposo y en el hígado, pudiendo surgir hipervitaminosis).

Fuentes: es una sustancia natural que se produce en determinadas plantas, en forma de carotenos (β -caroteno es su principal precursor). La encontramos en zanahoria, calabaza, espinacas, tomate, acelgas etc. No se sintetiza en animales, pero se encuentra en alimentos de origen animal (por bioacumulación) como hígado, sardina, atún, huevos, mantequilla etc.

Reacciones bioquímicas en que está implicada: destacan las que suceden en la retina. En los bastones, existen vesículas cargadas de una proteína especial, la rodopsina, formada por opsina y por 11-*cis*-retinal. Cuando la rodopsina absorbe luz de una determinada longitud de onda, el 11-*cis*-retinal se convierte en retinal-*todo-trans* (proceso fotoquímico sin gasto de ATP), lo cual provoca la activación de la rodopsina (decoloración) y un cambio en el potencial de membrana de las vesículas que la contienen, formándose el impulso eléctrico que irá al cerebro para formar la imagen. Después es necesario regenerar el 11-*cis*-retinal (proceso enzimático): por la retinal-reductasa, a partir del retinal-*todo-trans* se obtiene NAD^+ y retinol-*todo-trans*, que por la retinol-isomerasa se convierte en 11-*cis*-retinol, y éste último reacciona con el NAD^+ de la primera reacción para formar el 11-*cis*-retinal, que se une a la opsina para regenerar la rodopsina.

También interviene en la regulación de la expresión génica (como activador o inhibidor de ciertos genes), metabolismo óseo, inmunidad (implicado en la diferenciación de los glóbulos blancos como los linfocitos), crecimiento y desarrollo. Destaca por su carácter antioxidante, eliminando radicales libres y frenando la acción mutágena del DNA y el envejecimiento celular. Es un potente activador de colágeno natural, por lo que está presente en muchos cosméticos antienvjecimiento.

Hipervitaminosis: generalmente como resultado de una ingesta excesiva, dada la venta libre de suplementos vitamínicos. Algunos síntomas son: visión borrosa, dolor óseo, pérdida de apetito, somnolencia, náuseas y vómitos. En bebés y niños puede

aparecer un ablandamiento de la fontanela y visión doble. Puede resultar en daño hepático o renal y, en embarazadas, causar defectos congénitos en el feto. Se trata suspendiendo los suplementos y en raras ocasiones ciertos alimentos que contengan esta vitamina.

Hipovitaminosis: suele estar causada por una ingesta insuficiente o malabsorción intestinal (por cirugía o lesiones de la mucosa), pero también por enfermedades hepáticas, insuficiencia pancreática, celiaquía o fibrosis quística. Se altera especialmente la vista, pues afecta a la retina (pudiendo causar ceguera nocturna), así como a la conjuntiva y la córnea, que presentan xerosis (sequedad), inflamación, las llamadas manchas de Bitot (por acumulación de queratina) y en casos graves puede derivar en una perforación de la córnea. También se acumula queratina en la piel (causando endurecimiento y descamación) y en vías respiratorias, urinarias y gastrointestinales, y aparece un déficit inmunitario que propicia infecciones. El tratamiento consiste en suministrar la vitamina, habitualmente en forma de acetato o palmitato de retinilo.

Bibliografía:

- <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/vitamins/vitaminaa.html>
<http://vitaminas.org.es/vitamina-a>
<https://medlineplus.gov>
<http://www.msmanuals.com/professional>
Mataix Verdú, J. Nutrición y alimentación humana. 2ª Edición. 2009 Ergon.
Vidal García, E. Manual práctico de nutrición y dietoterapia. 2009.
Nelson, David L.; Michael M. Cox: Lehninger Principles of Biochemistry. 5th ed. New York : W. H. Freeman and Company, cop. 2008

Vitamina E

Autores: Ana Maderuelo González, Sandra Melgar Martín, Francisco Montero Moro, Alicia Moreno Santos y Maria Moreta Matilla

1. Naturaleza, características y nombres alternativos.

- Naturaleza química: vitamina liposoluble, es decir insoluble en agua pero si en solubles orgánicos. Se encuentra dentro de los diterpenos, que son sustancias con cuatro moléculas de isopreno cuya fórmula es 2-metil-1,3-butadieno.
- Nombres alternativos: alfa-tocoferol (forma biológica más activa predominante en muchas especies); gamma-tocoferol.
- Características: su característica más significativa es su poderoso papel antioxidante. Debido a esta propiedad se le atribuyen acciones como estabilización de membranas celulares, agregación plaquetaria, efecto protector ante la hemólisis o modulador de ciertas enzimas, aunque dichas acciones no tienen lugar únicamente gracias a la acción antioxidante de dicha vitamina.

2. Fuentes naturales de obtención: La mejor manera de obtener la vitamina E es a través de fuentes alimenticias, principalmente en aceites vegetales (aceites de germen de trigo, girasol, cártamo, maíz y soja), en hortalizas de hoja verde, como las espinacas o el brócoli, en el huevo, o bien, en frutos secos variados (nueces, almendras, avellanas etc). Además, los productos realizados a partir de los alimentos enumerados anteriormente también contienen la vitamina E.

3. Reacciones bioquímicas en las que está implicada: Su principal función es la de actuar como antioxidante lipofílico y evitar el daño oxidativo en membranas biológicas eliminando radicales libres. Se debe a su potente poder antioxidante, el cual es su principal característica.

4. Posibles consecuencias de hipo- e hipervitaminosis y enfermedades relacionadas: A pesar de ser clasificada como una sustancia no tóxica, en grandes o en muy pequeñas

cantidades puede ocasionar problemas y enfermedades:

- **Hipervitaminosis:** grandes y prolongadas ingestas de vitamina E (más de 1200 mg/día). Interfiere en la absorción de las vitaminas A y K, así como un aumento en la concentración de la creatinuria, interfiriendo en el metabolismo de la vitamina K. Da lugar a alteraciones en la mineralización ósea y en el almacenaje en el hígado de vitamina A. Provoca también una prolongada coagulación sanguínea, esto provocará un riesgo de sangrado y de hemorragia en el cerebro.

- **Hipovitaminosis:** es bastante raro y sucede en situaciones en las que se presentan cuadros multicarenciales. Se muestra una ausencia de protección antioxidante, mostrándose diferentes signos a partir de esto. El más característicos es la lisis de eritrocitos (signos hematológicos), pudiendo aparecer también signos neurológicos, musculares y oftalmológicos.

Vitamina E

Autores: Alicia Hernández García, Beatriz María Oliveira Gonçalves, Victor Rebollo Sánchez y María Ríos Vaquero

Naturaleza: La vitamina E es un micronutriente esencial que deriva de los isoprenoides. Asimismo, dentro de estas biomoléculas se clasifica como una vitamina liposoluble.

Características: La vitamina E está compuesta por un ciclo aromático (denominado

Cromano), un grupo hidroxilo y una cadena poliprenoide saturada. Además, destaca por impedir la auto-oxidación de los ácidos grasos muy insaturados cuando se hallan expuestos a oxígeno molecular.

Nombres alternativos: Se designa como vitamina E a un grupo de compuestos llamados tocoferoles y tocotrienoles. Dentro de esta familia, destacan el γ -tocoferol y α -tocoferol, siendo este último el más activo y abundante.

Fuentes: La vitamina E puede encontrarse en los siguientes alimentos y derivados: aceites vegetales, frutos secos, cereales, legumbres y hortalizas de hoja verde, mantequilla, huevos etc.

Reacciones en las que está implicada: El tocoferol es conocido por sus efectos antioxidantes y la prevención del envejecimiento. Asimismo, tiene un papel importante en la señalización celular, inhibiendo la actividad de la proteína quinasa C.

Enfermedades relacionadas

- con una hipovitaminosis: reabsorciones fetales, atrofia testicular (infertilidad), disfunción neurológica, anemia hemolítica, fatiga y apatía.

- con una hipervitaminosis: diarrea, disminución de la resistencia inmunológica, riesgo de sangrado y hemorragia, hipertensión arterial y aumento del riesgo de defectos congénitos.