

**Nutrición y Dietética**

# **Tema 6 Vitaminas**

Dr. Alfredo Fernández Quintela  
Dpto. Farmacia y Ciencias de los Alimentos  
Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## **Vitaminas**

- ▶ **Introducción**
- ▶ **Vitaminas liposolubles**
- ▶ **Vitaminas hidrosolubles**
- ▶ **Bibliografía**

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitaminas. Introducción

- ▶ Sustancias orgánicas imprescindibles
- ▶ Cantidades muy pequeñas
- ▶ Función reguladora (cofactor, grupos prostéticos)
- ▶ La mayoría son esenciales (síntesis endógena de vitamina K, vitamina A y niacina)

## Vitamina A

## Vitamina A: Introducción. Estructura

- ▶ Primera vitamina definida (1920)
- ▶ Término genérico
  - Retinoides
    - Alcohol: retinol
    - Aldehído: retinal
    - Ácido: retinoico
  - Carotenoides
    - Carotenos: ausencia de oxígeno
    - Xantofilas
  - 600 carotenoides (50 con actividad vitamínica)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina A. Funciones

- ▶ Visión
- ▶ Diferenciación celular
- ▶ Desarrollo óseo
- ▶ Embriogénesis
- ▶ Eritropoyesis
- ▶ Inmunidad
- ▶ Anticancerígena
- ▶ Antioxidante (enfermedades cardiovasculares)
- ▶ Desarrollo dentario
- ▶ Reproducción

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina A. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Retinoides preformados
  - Tejidos grasos animales
    - Leche , carne y huevos: palmitato de retinol
    - Hígado, mantequilla
- ▶ Carotenoides con actividad provitamínica A
  - Pigmentos coloreados de los vegetales (verde, rojo, naranja y amarillo)
    - Verduras de hoja oscura y hortalizas muy pigmentadas
  - En animales: depende de la dieta
- ▶ Recomendaciones
  - Mujeres: 800 Equivalentes de retinol/d (EqR)
  - Hombres: 1000 EqR/d
    - 50% retinol
    - 50%  $\beta$ -caroteno

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina A. Patologías por defecto

- ▶ Ceguera nocturna
- ▶ Xeroftalmia
- ▶ Degeneración macular
- ▶ Patología cutánea
- ▶ Infecciones
- ▶ Retraso del crecimiento óseo
- ▶ Cálculos renales

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013



## Vitamina A. Patologías por exceso

- ▶ Aguda
  - Única dosis >660.000 UI (2,2 g)
  - Náuseas, vómitos, dolor de cabeza
- ▶ Crónica
  - Dosis continuas >50.000 UI (16,5 mg/d)
  - Somnolencia, inapetencia, vómitos recurrentes, anormalidades óseas
  - Teratogénica (13-*cis*-retinoico)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

Vitaminas liposolubles

## Vitamina D

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina D: Introducción. Estructura

- ▶ 10 formas químicas
  - Vitamina D<sub>2</sub> o ergocalciferol (ergosterol)
  - Vitamina D<sub>3</sub> o colecalciferol (7-dehidrocolesterol)
- ▶ Hormona D<sub>3</sub>
  - 1,25 dihidroxicolecalciferol (calcitriol)
  - 24,25 dihidroxicolecalciferol (24-R-calcitriol)
- ▶ Síntesis endógena: Vitamina D<sub>3</sub>

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina D. Metabolismo

- ▶ Regulación de la biosíntesis de hormona D<sub>3</sub>
  - Parathormona (síntesis de la 1-hidroxilasa)
  - Concentraciones séricas bajas de Ca<sup>++</sup> y PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>
  - Los niveles séricos elevados de 1,25 (OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> inhiben su producción (feed-back negativo)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina D. Funciones clásicas

- ▶ Participa en el mantenimiento de la concentración plasmática de calcio
- ▶ Efectos sobre la proliferación celular, diferenciación celular y apoptosis
- ▶ Efectos sobre el sistema inmune
- ▶ Efectos sobre el sistema renina–angiotensina

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina D. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Endógena
  - Latitud
  - Clima
  - Pigmentación de la piel
- ▶ Exógena
  - Pescado azul (arenque, atún, salmón, sardina)
  - Aceites de hígado de pescado
  - Fuentes menos importantes: huevos, carne bovina, mantequilla, aceites vegetales, ...
  - Alimentos fortificados (vitamina D<sub>2</sub>)
    - Leche, margarina, cereales, zumos
- ▶ Ingesta recomendada adulto: 5 µg

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina D. Patologías por defecto

- ▶ Raquitismo
  - Malformaciones óseas
  - Descenso de la calcemia y la fosfatemia
- ▶ Osteomalacia
  - Huesos blandos por déficit de calcificación en la matriz ósea

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina D. Patologías por exceso

- ▶ Trastornos digestivos: anorexia, vómitos...
- ▶ Trastornos nerviosos: debilidad muscular
- ▶ Trastornos renales: albuminuria, insuficiencia renal
- ▶ Alteraciones óseas: calcificación excesiva
- ▶ Alteraciones metabólicas: hipercalcemia, hipercalciuria

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

# Vitamina E

## Vitamina E: Introducción. Estructura

- ▶ Alfa tocoferol: mejor antioxidante liposoluble
- ▶ El resto de formas no se transforman a la forma activa

## Vitamina E. Funciones

- ▶ La vitamina E protege de la peroxidación lipídica y estabiliza las membranas biológicas
- ▶ La vitamina E interfiere con el metabolismo del ácido araquidónico
- ▶ Supresión de la producción de nitrosaminas (antioxidante)
- ▶ Sistema inmune

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina E. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Fuentes
  - Aceites vegetales (PUFA)
  - Frutos secos
  - Granos de cereales
- ▶ Recomendaciones: 12 mg de  $\alpha$ -tocoferol/día

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina E. Patologías

### ▶ Déficit

- Alteración en las membranas del enterocito
  - Anemia hemolítica del recién nacido
  - Relación con cáncer de tipo epitelial

### ▶ Exceso

- Prácticamente no tóxica
  - Ingestas prolongadas (1200 mg/d)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

Vitaminas liposolubles

## Vitamina K

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina K. Metabolismo

- ▶ Necesidad de sales biliares + micelas
- ▶ Absorción
  - Filoquinona
    - Duodeno y yeyuno
  - Menaquinona
    - Íleon y colon
- ▶ Distribución
  - Metabolismo de las lipoproteínas
    - QM → QM remanentes → VLDL + LDL

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina K. Funciones

- ▶ Coagulación sanguínea
  - Cofactor en reacciones de carboxilación
- ▶ Metabolismo del calcio
  - Reacciones de carboxilación en hueso y riñón

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013



## Vitamina K. Fuentes y recomendaciones

- ▶ **Filoquinona**
  - Verduras: nabos, coles de bruselas, brócoli....
  - Aceite de soja, oliva, colza
- ▶ **Menaquinona**
  - Hígado, huevos, queso, alimentos fermentados
  - Síntesis bacteriana
- ▶ **Recomendaciones**
  - Mujeres: 65 µg/d
  - Hombres: 80 µg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitamina K. Patologías relacionadas

- ▶ **Exceso**
  - No se han descrito para las formas naturales
  - Menadiona: hemólisis en recién nacidos
- ▶ **Defecto**
  - Rara por síntesis endógena
  - Enfermedad hemorrágica del recién nacido (filoquinona)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Vitaminas

- ▶ Vitaminas hidrosolubles
  - Vitaminas con función coenzima
    - Tiamina
    - Riboflavina
    - Niacina
    - Ácido pantoténico
    - Piridoxina
    - Biotina

## Tiamina (B<sub>1</sub>)

## Tiamina. Metabolismo

### ▶ Metabolismo

- Llegada al hígado vía vena porta
- Parte de la tiamina es fosforilada
- Transporte a los tejidos unida a albúmina
- Fosforilación a la forma activa en los propios tejidos
- Síntesis endógena por las bacterias colónicas (no absorbible)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Tiamina. Funciones

- ▶ Coenzima en reacciones clave del metabolismo de hidratos de carbono
  - Descarboxilación oxidativa del piruvato
  - Descarboxilación oxidativa del  $\alpha$ -cetoglutarato
  - Transcetolaciones (vía de las pentosas fosfato)
- ▶ Coenzima en la utilización energética de los aminoácidos ramificados
- ▶ Metabolismo energético

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Tiamina. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Fuentes
  - Levadura de cerveza (extracto seco)
  - Huevos enteros
  - Carnes de cerdo o de vaca
  - Garbanzos
  - Lentejas
  - Cacahuets
  - Avellanas y nueces
- ▶ Recomendaciones
  - 1,1–1,2 mg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Tiamina. Patologías relacionadas

- ▶ Déficit
  - Beri-beri
- ▶ Exceso
  - No efectos

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Riboflavina (B<sub>2</sub>)

### Riboflavina. Introducción. Estructura

- Lactoflavina, riboflavina
  
- Estructura química
  - Tiene dos derivados coenzimáticos responsables de su actividad biológica
    - FMN (flavín-mononucleótido)
    - FAD (flavín-adenín-dinucleótido)

## Riboflavina. Funciones

- ▶ En forma de FMN ó FAD
  - Grupos prostéticos de enzimas
  - Oxidación de hidratos de carbono y lípidos
  - Desaminación oxidativa
- ▶ Implicada en la activación de piridoxina y ácido fólico
- ▶ Otras
  - Formación de glóbulos rojos
  - Producción de corticoides
  - Gluconeogénesis

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Riboflavina. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Abunda en la leche
- ▶ Tejidos animales (vísceras), pescado, huevos y vegetales verdes
- ▶ DRIs
  - Varones: 1,3 mg/d
  - Mujeres: 1,1 mg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Riboflavina. Patologías relacionadas

### ▶ Déficit

- Asociado a otras deficiencias
  - Leve
    - Fatiga
    - Fotofobia, pérdida de agudeza visual
  - Grave
    - Erupciones cutáneas
    - Quelosis
    - Estomatosis

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

Vitaminas hidrosolubles

## Niacina

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Niacina. Introducción. Estructura

- ▶ Ácido nicotínico y nicotinamida
- ▶ Tiene dos derivados responsables de su actividad biológica
  - NAD (Nicotín adenín dinucleótido)
  - NADP (Nicotín adenín dinucleótido-fosfato)
- ▶ Síntesis endógena : Trp

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Niacina. Funciones

- ▶ NAD y NADP son coenzimas en reacciones de oxido-reducción
  - Glucolisis
  - Ciclo de Krebs
  - Ciclo de las pentosas fosfato
  - Desaminación oxidativa
  - Metabolismo del etanol (alcohol DH)
  - Oxidación de ácidos grasos
  - Síntesis de glucógeno

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013



## Niacina. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Legumbres, vísceras, carnes y pescados
- ▶ Frutas y verduras contenidos escaso
- ▶ Cantidad de triptófano
- ▶ DRIs
  - 1 eq = 1 mg niacina = 60 mg de Trp
    - Mujeres: 14 mg/d
    - Varones: 16 mg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Niacina. Patologías relacionadas

- ▶ Déficit
  - Leve
    - Debilidad
    - Anorexia
    - Erupciones cutáneas
  - Grave
    - Pelagra
- ▶ Exceso
  - Vasodilatación
  - Ruborización de la piel
  - Pulsaciones

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

# Ácido pantoténico

## Ácido pantoténico. Funciones

- ▶ Como coenzima A
  - Metabolismo de macronutrientes
    - Utilización energética (Krebs)
- ▶ Síntesis de anticuerpos
- ▶ Síntesis de acetil colina
  - Transmisión del impulso nervioso

## Ácido pantoténico. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Alimentos origen vegetal
  - Cereales
  - Levadura cerveza
  - Legumbres
  - Frutos secos
  
- ▶ Alimentos origen animal
  - Vísceras
  - Huevo
  - Carnes
  - Pescado
  
- ▶ Recomendaciones
  - Ingestas seguras y adecuadas 5 mg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Ácido pantoténico. Patologías

- ▶ Déficit
  - Raro por su abundancia
  - Cuadro general de desnutrición
    - Vómitos
    - Diarreas
    - Aumento a la susceptibilidad de infecciones (anticuerpos)
  
- ▶ Exceso
  - Diarrea

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Piridoxina (B<sub>6</sub>)

### Piridoxina. Funciones

- ▶ **Metabolismo de proteínas y aminoácidos**
  - Transaminación: síntesis de AANE
  - Descarboxilaciones
  - Desaminación
  - Transulfuración
- ▶ **Metabolismo del glucógeno**
- ▶ **Metabolismo lipídico**
  - Conjugación de ácidos biliares
- ▶ **Síntesis del grupo hemo**

## Piridoxina. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Hígado
- ▶ Legumbres
- ▶ Frutos secos
- ▶ Plátanos
- ▶ Cereales: **no** disponible
  
- ▶ DRIs
  - Hombre: 1,3–1,7 mg/d
  - Mujer: 1,3–1,5 mg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Piridoxina. Patologías relacionadas

- ▶ Defecto
  - Poco frecuente
    - Anemia
    - Lesiones cutáneas
    - Náuseas, vómitos
    - Diarreas
  
- ▶ Exceso
  - Irritabilidad
  - Convulsiones

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

# Biotina

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Biotina. Funciones

- ▶ La biotina es coenzima de carboxilasas
  - Piruvato carboxilasa (Krebs y gluconeogénesis)
    - Pirúvico +  $\text{CO}_2$  → Oxalacetato
  - Acetil-CoA carboxilasa (biosíntesis de AG)
    - Acetil CoA +  $\text{CO}_2$  → Malonil CoA
  - Propionil-CoA carboxilasa (degradación de aminoácidos y ácidos grasos de cadena impar)
    - Propionil CoA +  $\text{CO}_2$  → Malonil CoA → Succinil CoA
  - $\beta$ -metil-crotonil-CoA carboxilasa (degradación de Leu)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Biotina. Fuentes y recomendaciones

### ▶ Fuentes

- Hígado y levadura (100 µg/100 g)
- Soja (70 µg/100 g)
- Cereales (3–30 µg/100 g)
- Yema de huevo (16 µg/100 g)
- Otras: frutos secos, leche, queso...
  
- Avidina: clara de huevo
  - Glucoproteína muy afín por la biotina
  - Reduce la absorción
  - Sensible al tratamiento térmico

### ▶ Recomendaciones

- Ingestas seguras y adecuadas: 30 µg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Biotina. Patologías relacionadas

### ▶ Déficit

- Rara
  - Acidosis metabólica por disfunción de las carboxilasas
  - Sequedad de la boca
  - Alopecia
  - Anorexia
  - Muerte súbita del recién nacido

### ▶ Exceso

- No descritas

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

# Ácido fólico

## Ácido fólico. Metabolismo

### ▶ Absorción

- Unidos a proteínas: digestión
- Pérdida de residuos de ácido glutámico (monoglutamatos)
  - Folil conjugasa (Zn, alcohol)
  - Transporte activo y difusión pasiva
- ≤90% de absorción

### ▶ Metilación en hígado (5-metil-THF)

- Depósito hepático (6-14 mg)



## Ácido fólico. Funciones

- ▶ Transferencia de grupos metilo
  - Síntesis purinas (A y G) y pirimidina (T)
    - Ácidos nucleicos y nucleoproteínas (replicación celular)
  - Formación del grupo hemo
  - Formación y maduración de los glóbulos rojos
  - Homocisteína a metionina (cobalamina)
  - Ser → Gly
  - Catabolismo de His

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Ácido fólico. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Origen animal
  - Hígado
  - Huevos
  - Quesos fermentados
- ▶ Origen vegetal
  - Legumbres
  - Verduras y hortalizas
  - Frutos secos
  - Levadura de cerveza
  - Alimentos fortificados
- ▶ Recomendaciones
  - 400 µg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Ácido fólico. Patologías relacionadas

### ▶ Déficit

- Retraso del crecimiento
  - Mitosis
- Anemia megaloblástica
  - Trastorno más frecuente
- Defectos del tubo neural
  - Espina bífida, anencefalia...
- Regulación de la homocisteína
  - Aumento del riesgo cardiovascular

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Ácido fólico. Patologías relacionadas

### ▶ Exceso

- No efectos a dosis de 15 mg/d
- Podría dar problemas en personas con tratamiento de la epilepsia
  - Convulsiones
- Enmascaramiento del déficit de vitamina B<sub>12</sub>
  - Anemia perniciosa
    - Ácido fólico previene las alteraciones hematológicas
    - No previene las alteraciones neurológicas propias de la deficiencia en vitamina B<sub>12</sub>

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Cobalamina (B<sub>12</sub>)

### Cobalamina. Metabolismo

- ▶ Unidas a proteínas (digestión)
- ▶ Absorción: factor intrínseco
  - Protección de la vitamina frente a hidrólisis gástrica
  - Transporte (íleon)
  - Reconocimiento por el receptor
  - Absorción por pinocitosis (FI + vitamina)

## Cobalamina. Funciones

- ▶ Participa en la transferencia de grupos metilo
- ▶ Crecimiento
- ▶ Formación de mielina
- ▶ Implicada en el metabolismo de aminoácidos (Met, Val, Ile, Thr)
- ▶ Desarrollo de glóbulos rojos
- ▶ Adecuado funcionamiento celular
  - Tracto gastrointestinal
  - Médula ósea (glóbulos rojos)
  - Tejido nervioso

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Cobalamina. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Sólo alimentos de origen animal
  - Hígado
  - Riñones
  - Sardinas
  - Huevos
- ▶ Síntesis endógena no disponible: bacterias colónicas
- ▶ DRIs:
  - 2,4 µg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Cobalamina. Patologías relacionadas

### ▶ Déficit

- Ingesta
- Defecto en la absorción
  - Anemia perniciosa
  - Anemia megaloblástica
    - Metabolismo del ácido fólico
  - Alteraciones del sistema nervioso central (desmielinización)
  - Homocisteinuria

### ▶ Exceso

- No descritas

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

Vitaminas hidrosolubles

## Ácido ascórbico

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Ácido ascórbico. Funciones

- ▶ Capacidad antioxidante
  - Eliminación de radicales libres
  - Regeneración  $\alpha$ -tocoferol
  - Síntesis de colágeno (fibras de tejido conectivo)
  - Síntesis de carnitina
  - Biosíntesis de hormonas (catecolaminas)
  - Biosíntesis de neurotransmisores
- ▶ Otras
  - Cáncer colon
    - Protección frente a nitrosaminas
  - Antihistamínico
  - Regulación de la lipooxigenasa (síntesis de leucotrienos)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Ácido ascórbico. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Frutas y hortalizas
  - Pimientos
  - Kiwis
  - Naranjas
- ▶ Cereales escaso (excepto en germinación)
- ▶ Frutos secos
- ▶ DRIs:
  - Mujeres: 75 mg/d
  - Hombres: 90 mg/d
    - Fumadores
    - Actividad física
    - Traumatismos
    - Fiebre

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Ácido ascórbico. Patologías relacionadas

- ▶ **Déficit**
  - Rara
  - Grave: escorbuto
    - Menor síntesis colágeno
    - Fragilidad vasos sanguíneos
- ▶ **Exceso**
  - Diarreas
  - Litiasis renal

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013

## Bibliografía

- ▶ Fitzpatrick TB, Basset GJ, Borel P, et al., 2012. Vitamin deficiencies in humans: can plant science help? *Plant Cell*. 24(2): 395–414
- ▶ Gil A, 2010. Tratado de Nutrición. Tomo I. Bases fisiológicas y bioquímicas de la Nutrición. Editorial Médica Panamericana, Madrid (España)
- ▶ Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR): Institute of Medicine (USA). <http://www.iom.edu> (último acceso abril, 2013)
- ▶ Leaf AA; RCPCH Standing Committee on Nutrition, 2007. Vitamins for babies and young children. *Arch Dis Child*. 92: 160–164

Alfredo Fernández (UPV/EHU)  
OCW 2013