

Nutrición y Dietética

Tema 7 Minerales

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

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Minerales

- ▶ **Introducción**
- ▶ **Macrominerales**
- ▶ **Microminerales**

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Minerales

- ▶ Variedad de minerales
- ▶ Sólo unos pocos bien descritos (estudios con TPN)
- ▶ Clasificación
 - Macrominerales
 - Cantidades > 100 mg/d
 - Microminerales u oligoelementos
 - Cantidades < 100 mg/d
 - Elementos traza o ultratrazo: cantidades en microgramos

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Minerales

- ▶ Recomendaciones
 - Requerimientos fisiológicos
 - Edad
 - Género
 - Crecimiento
 - Situaciones dietéticas especiales: embarazo y lactancia
 - Eficacia de la absorción
 - Factores dietéticos
 - Individuales

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Minerales

Características

- ▶ Se encuentran en el organismo y en los alimentos en estado iónico
 - Cationes: sodio, potasio, calcio
 - Aniones: cloruro, sulfuro, fósforo
- ▶ Compuestos orgánicos
 - Fosfoproteínas, fosfolípidos
 - Metaloenzimas, metaloproteínas

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Minerales

Biodisponibilidad

- ▶ Estado químico o físico-químico de los minerales dentro de la luz intestinal
- ▶ Estado iónico (excepto hierro hemo)
- ▶ No biodisponibles: minerales unidos a moléculas orgánicas tras los procesos de digestión
- ▶ Paso a sangre tras su incorporación al enterocito

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Minerales

Biodisponibilidad

- ▶ Interacciones con otros nutrientes
 - Presencia de ácidos grasos libres: formación de jabones
 - Precipitación de uno de los iones de un par cuando el otro está en exceso (calcio-fósforo)
 - Suplementación con hierro reduce la absorción de zinc
 - El consumo de zinc disminuye la absorción de cobre
 - ...
- ▶ Interacciones
 - Positivas
 - Ácido ascórbico (hierro no hemo)
 - Negativas
 - Fitatos, oxalatos

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Minerales

Composición mineral del organismo

- ▶ 4-5 % del peso corporal (2,8-3,5 kg)
 - Calcio
 - 40-50%
 - Fósforo
 - 25%
 - Mg, Na, K, Cl (cloruro), S (sulfuro), Fe, Zn, I, Se, Mn, F, Mo, Cu, Cr, Co y B
 - 25%
 - As, Al, Sn, Ni, V, Si
 - Aporte insignificante al peso corporal

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Minerales

- ▶ Introducción
- ▶ **Macrominerales**
- ▶ Microminerales

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Minerales

- ▶ Funciones
- ▶ Metabolismo
- ▶ Recomendaciones
- ▶ Patologías relacionadas

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Calcio

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Calcio. Introducción

- ▶ Mineral más abundante del organismo
 - 40-50% del total mineral
 - 1,5-2% del peso corporal
- ▶ 99% del calcio del organismo
 - Huesos
 - Dientes
- ▶ 1% restante
 - Líquido extracelular
 - Tejidos

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Calcio. Introducción

- ▶ Calcio óseo
 - Calcio intercambiable o difusible (trabéculas)
 - Calcio en depósito
- ▶ Calcio extracelular
 - Calcio en sangre: 2,25–2,75 mM (9,5 mg/dL)
 - Unido a proteínas plasmáticas (40%)
 - Albúminas y globulinas
 - Unido a otras sustancias (10%)
 - Citrato, fosfato (no ionizada)
 - Calcio ionizado (50% del calcio plasmático)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Calcio. Metabolismo

- ▶ Absorción
 - Sales de calcio solubles en pH ácido ⇒ absorción en duodeno (20–25%). Absorción en el colon (5%)
- ▶ Mejoran la absorción
 - **Vitamina D**: síntesis de calbindina
 - **Medio ácido**: calcio soluble
 - **Lactosa**
 - **Proteínas**: Lys y Arg
 - **Estado fisiológico** y otros
 - Crecimiento, embarazo y lactancia
 - Práctica deportiva
- ▶ Dificultan la absorción
 - **Déficit** de vitamina D
 - Exceso de **grasa saturada**: jabones
 - Ácido **oxálico** y ácido **fitico**: quelantes
 - Medio **alcalino**
 - **Fibra**: aumenta la motilidad

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Calcio. Metabolismo

Regulación de la calcemia (9–10 mg/dL; 2,3–2,7 mM)

Descenso de la calcemia

- ▶ Secreción de **PTH** por las paratiroides
- ▶ Aumenta inicialmente el **aclaramiento renal de fósforo** para mantener la relación 1:1 entre Ca y P
- ▶ Activación de la vitamina D₃ ⇒ **hormona D₃**
- ▶ Activación de la **resorción ósea**
- ▶ Aumento de la **reabsorción**
- ▶ Aumento de la **absorción**

Al aumentar la calcemia

- ▶ Inhibición de los procesos anteriores
- ▶ Secreción de **calcitonina**

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Calcio. Metabolismo

▶ Excreción

- Piel (sudor): 15–20 mg
- Riñón filtra 7–10 g de calcio/día
 - Reabsorción: 98% ⇒ 100–200 mg en orina

▶ Excreción: regulación

- Factores hormonales
 - PTH
 - Otras hormonas que aumentan la excreción
 - Hormonas tiroideas
 - Hormona de crecimiento
 - Glucocorticoides
- Factores nutricionales
 - Elevada ingesta proteica ⇒ aumento de la excreción

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Calcio. Funciones

- ▶ Estructural (huesos, dientes)
- ▶ Activación de enzimas
 - Amilasa pancreática, fosfolipasas
 - Lipasa
 - Piruvato deshidrogenasa
 - ...
- ▶ Transmisión nerviosa (olfato)
- ▶ Secreción hormonal: insulina
- ▶ Contracción muscular (latido)
- ▶ Coagulación sanguínea
- ▶ Oxidación de ácidos grasos

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Calcio. Fuentes y recomendaciones

- | | |
|---|--|
| ▶ Fuentes | ▶ Recomendaciones |
| <ul style="list-style-type: none">◦ Leche◦ Derivados lácteos◦ Pescados◦ Harinas integrales◦ Frutos secos◦ Legumbres◦ Crucíferas | <ul style="list-style-type: none">◦ DRIs<ul style="list-style-type: none">• 1000–1200 mg/d |

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Calcio. Patologías relacionadas

▶ Déficit

- Raquitismo
- Osteomalacia

▶ Exceso

- Suplementos (>2g/d)
 - Hipercalcemia
 - ↓ absorción de Fe, Mg, Mn, Zn
 - Estreñimiento
 - Náuseas
 - Poliuria
 - Cálculos renales

Fósforo

Fósforo. Metabolismo

- ▶ Localización
 - 80–85% en los huesos: hidroxapatito
 - 15–20% restante (metabólicamente muy activo)
- ▶ Absorción
 - Más eficaz que la de calcio: 60–70%
 - Factores que afectan a la absorción del calcio
 - Alimentos de origen vegetal: fitatos (fitasa)
- ▶ Excreción
 - Regulación renal
 - Control hormonal
 - PTH aumenta su excreción por los túbulos renales

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Fósforo. Funciones

- ▶ Función estructural
- ▶ Ácidos nucleicos (ADN y ARN)
- ▶ Metabolismo energético (ATP)
- ▶ Fosfolípidos y lipoproteínas
- ▶ Segundos mensajeros (AMPc, GMPc)
- ▶ Activación de vitaminas (tiamín pirofosfato, piridoxal-P,...)
- ▶ Activación de enzimas (lipasa sensible a hormonas)
- ▶ Participa como tampón

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Fósforo. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Fuentes
 - Lácteos
 - Carnes
 - Pescados
 - Huevos
 - Legumbres
 - Frutos secos
 - Bebidas de cola

 - Aditivos
- ▶ Recomendaciones
 - DRIs
 - 700 mg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Fósforo. Patologías relacionadas

- ▶ Déficit
 - Rara por dieta, si por exceso de pérdidas (vómitos, diarreas, quemaduras) o fallo en la absorción
 - Manifestaciones esqueléticas: fragilidad y dolor óseo
 - Manifestaciones hemáticas: déficit de ATP ⇒ hemólisis
 - Manifestaciones musculares: debilidad muscular
 - Manifestaciones renales: fallo renal
- ▶ Exceso
 - Rara: (suplementos mal pautados) o alteraciones renales
 - Hipocalcemia ⇒ irritabilidad nerviosa, convulsiones

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Azufre

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Azufre

Introducción

- ▶ Forma parte de otros nutrientes esenciales
 - Aminoácidos azufrados
 - Biotina, tiamina

Metabolismo

- ▶ Se obtiene de los aminoácidos azufrados
- ▶ Excreción por heces y orina (80–90 %) de forma inorgánica ($\text{SO}_4^{=}$)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Azufre. Funciones

- ▶ Estructural
 - Estructura 2^a-3^a de las proteínas
- ▶ S-adenosil metionina (SAM)
 - El átomo de azufre es el lugar de unión de los grupos metilo
- ▶ Forma parte de:
 - Glutati3n (agente reductor)
 - Coenzima A
 - Vitaminas (biotina y tiamina)
 - Heparina (coagulaci3n)
 - Condroit3n sulfato (cart3lago)

Alfredo Fern3ndez (UPV/EHU)
OCW 2013

Azufre

Fuentes y recomendaciones

- ▶ Prote3nas de origen animal
 - Amino3cidos azufrados en los alimentos
- ▶ Recomendaciones de Met y Cys: 10 mg/kg/d

Patolog3as relacionadas

- ▶ D3ficit
 - Retraso en el crecimiento (s3ntesis proteica)

Alfredo Fern3ndez (UPV/EHU)
OCW 2013

Magnesio

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Magnesio. Introducción

- ▶ Segundo catión intracelular. Cantidad: 25 g
- ▶ Distribución:
 - Huesos: 65–70%
 - Músculo 26%
 - Tejidos blandos: 7%
 - Líquidos corporales: 1%
- ▶ Con la edad el contenido en magnesio tiende a disminuir

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Magnesio. Metabolismo

- ▶ El magnesio se absorbe un 35–45% en intestino
 - En caso de deficiencia llega hasta el 75%
- ▶ Factores de favorecen su absorción
 - PTH
- ▶ Factores de dificultan su absorción
 - Calcio
 - Citratos, fosfatos
 - Exceso de grasa
 - Fitatos
 - Medio básico

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Magnesio. Metabolismo

- ▶ Lugares de almacenamiento
 - Hueso (hidroxiapatito)
 - Músculo
- ▶ Excreción
 - Heces y orina
 - Riñón permite el control de la concentración plasmática de magnesio

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Magnesio. Funciones

- ▶ Estructural: forma parte del hueso
- ▶ Estabiliza la estructura del ATP
- ▶ Cofactor de > 300 enzimas
 - Utilización de la glucosa
 - Ciclo de Krebs
 - Cadena respiratoria
 - ...
- ▶ Necesario para la formación del AMPc
- ▶ Actividad muscular
 - Participa en la relajación muscular ≠ calcio

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Magnesio. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Buenas fuentes
 - Leguminosas
 - Frutos secos
 - Levadura
 - Verduras y hortalizas
- ▶ Otras
 - Carnes, pescados, lácteos
- ▶ Recomendaciones
 - Mujeres: 330 mg/d
 - Hombres: 350 mg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Magnesio. Patologías relacionadas

Déficit

▶ Raras. Secundarias a otras alteraciones:

- Fallo renal (fallo en la reabsorción)
- Alteraciones gastrointestinales

◦ Síntomas

- Fallo de crecimiento
- Fatiga
- Anorexia, náuseas, vómitos

▶ Exceso

Fallo renal (no aclaramiento): parálisis muscular

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Minerales

- ▶ Introducción
- ▶ Macrominerales
- ▶ **Microminerales**

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Hierro

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Hierro. Introducción

- ▶ Cantidades: 3–4 g de hierro en el adulto
- ▶ Distribución
 - 75% se encuentra en la hemoglobina
 - 35% se almacena en el hígado, bazo, medula ósea e intestino
- ▶ Tipos
 - Hierro funcional: hemoglobina, mioglobina, citocromos
 - Hierro de transporte: transferrina
 - Hierro de reserva: ferritina, hemosiderina

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Hierro. Utilización nutritiva

▶ Absorción

- Dieta
 - Hierro hemo
 - Carne, pescado: orgánico
 - Hierro no hemo
 - Vegetales, 60% del hierro presente en las fuentes de origen animal: inorgánico

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Hierro. Utilización nutritiva

▶ Absorción

- Factores que la **favorecen**
 - Ácido ascórbico
 - Proteínas animales
 - Carnes y pescados ↑
 - Leche y huevo ↓
 - Medio ácido
 - Ioniza Fe^{+3} a Fe^{+2}
 - Relación calcio/fósforo (1:1)
 - Evita la formación de fosfato férrico ↓↓
 - Factor intrínseco
 - Estado fisiológico
 - Crecimiento, embarazo...

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Hierro. Utilización nutritiva

▶ Absorción

- Factores que la **dificultan**
 - Medio alcalino
 - Hipoclorhídria
 - Antiácidos
 - Agentes acomplejantes (fitatos, oxalatos, fosfatos ...)
 - Forma química
 - Lactato, succinato, glutamato ↑
 - Citrato, tartrato, pirofosfato ↓

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Hierro. Utilización nutritiva

▶ Almacenamiento

- 200–1 500 mg
 - Hígado
 - Bazo
 - Médula
 - Intestino
 - Músculo
- Ferritina: soluble
- Hemosiderina: insoluble

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Cobre. Funciones

- ▶ **Metabolismo hormonal**
 - Metabolismo de catecolaminas
 - Activación de varias hormonas
 - Gastrina
 - Neuropeptido Y
 - Hormona liberadora de hormonas tiroideas (TRH)
 - Hormona liberadora de corticosteroides (CRF)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Cobre. Funciones

- ▶ **Enzimas que participan en**
 - Desarrollo y mantenimiento de tejido conectivo, huesos, vasos sanguíneos...
 - Movilización del hierro (ceruloplasmina)
 - Queratinización y pigmentación
- ▶ **Metabolismo energético**
 - Fase final de la cadena respiratoria (citocromo-c oxidasa)
- ▶ **Coagulación sanguínea**

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Cobre. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Hígado, riñón
- ▶ Chocolate, legumbres

- ▶ Recomendaciones
 - DRIs: 900 µg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Cobre. Patologías relacionadas

- ▶ Déficit (raro)
 - Anemia
 - Desmineralización ósea
 - Degeneración vascular

- ▶ Exceso
 - No efectos graves con ingestas > 200 mg/d
 - Interfiere con el metabolismo del Zn y Fe

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Yodo

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Yodo. Funciones

- ▶ Reguladoras: sustrato para síntesis de hormonas tiroideas
 - Metabolismo general
 - Metabolismo basal
 - Crecimiento óseo y tisular
 - Metabolismo proteico (dosis)
 - Síntesis proteica
 - Degradación proteica

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Yodo. Funciones

- ▶ Reguladoras: sustrato para síntesis de hormonas tiroideas
 - Metabolismo hidratos de carbono
 - Estímulo de la absorción
 - Estímulo de la secreción de insulina
 - Estímulo de la captación celular
 - Glucolisis
 - Gluconeogénesis
 - Metabolismo lipídico
 - Estímulo de la movilización grasa
 - Estímulo de la β -oxidación

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Yodo. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Fuentes
 - Pescados y mariscos, algas
 - Sal yodada
 - Verduras y leche (depende de la calidad del suelo y los fertilizantes, agua....)
 - Huevos, carnes, cereales y fruta algo menos

 - Goitrógenos (crucíferas)
- ▶ DRIs
 - Mujeres 150 $\mu\text{g}/\text{d}$
 - Hombres 150 $\mu\text{g}/\text{d}$

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Yodo. Patologías relacionadas

▶ Déficit

- Hipotiroidismo
- Bocio
- Menor metabolismo basal
- Cretinismo (menor crecimiento)

▶ Exceso

- Raro por dieta (enfermedad genética)
 - Hipertiroidismo

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Cobre

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Cobre. Funciones

- ▶ **Metabolismo hormonal**
 - Metabolismo de catecolaminas
 - Activación de varias hormonas
 - Gastrina
 - Neuropeptido Y
 - Hormona liberadora de hormonas tiroideas (TRH)
 - Hormona liberadora de corticosteroides (CRF)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Cobre. Funciones

- ▶ **Enzimas que participan en**
 - Desarrollo y mantenimiento de tejido conectivo, huesos, vasos sanguíneos...
 - Movilización del hierro (ceruloplasmina)
 - Queratinización y pigmentación
- ▶ **Metabolismo energético**
 - Fase final de la cadena respiratoria (citocromo-c oxidasa)
- ▶ **Coagulación sanguínea**

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Cobre. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Hígado, riñón
- ▶ Chocolate, legumbres

- ▶ Recomendaciones
 - DRIs: 900 µg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Cobre. Patologías relacionadas

- ▶ Déficit (raro)
 - Anemia
 - Desmineralización ósea
 - Degeneración vascular

- ▶ Exceso
 - No efectos graves con ingestas > 200 mg/d
 - Interfiere con el metabolismo del Zn y Fe

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Flúor

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Flúor

Funciones

- ▶ Estructural (huesos y dientes)

Fuentes y recomendaciones

- ▶ Agua de bebida
- ▶ Los alimentos apenas aportan flúor
 - Pescados (5–10 ppm)
 - Té negro en seco (hasta 100 ppm)
- ▶ Ingestas adecuadas (IA)
 - 3 mg/d (mujeres)
 - 4 mg/d (hombres)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Flúor. Patologías relacionadas

- ▶ Déficit (raro)
 - Caries y pérdida de piezas dentarias
- ▶ Exceso
 - Fluorosis (dientes moteados, debilidad, menor apetito, etc.)

Zinc

Zinc. Funciones

▶ Metaloenzimas

- Existen unas 90 enzimas que requieren Zn
 - Metabolismo energético y de hidratos de carbono
 - Síntesis
 - Proteínas (y degradación)
 - Ácidos nucleicos
 - Compuestos tipo hemo
 - Transporte de CO₂ (anhidrasa carbónica) ⇒ equilibrio ácido-base
 - Actividad de las deshidrogenadas
 - Metabolismo del etanol

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Zinc. Funciones

- ▶ Secreción hidrolática del páncreas
- ▶ Almacenamiento de insulina
- ▶ Metabolismo del tejido epitelial y conectivo
 - Síntesis de colágeno
 - Mitosis celular
- ▶ Síntesis de RBP (metabolismo del retinol)
- ▶ Pelo, piel, huesos
- ▶ Sentido del gusto

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Zinc. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Carne, hígado, huevos
- ▶ Cereales integrales

- ▶ DRIs:
 - Hombres: 11 mg/d
 - Mujeres: 8 mg/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Zinc. Patologías relacionadas

- ▶ Déficit
 - Anemia: disminución en la síntesis del grupo hemo y ácidos nucleicos
 - Alteraciones del metabolismo de la vitamina A
 - Alopecia
 - Alteraciones del gusto

- ▶ Exceso: dosis $>2\text{g/d}$
 - Irritación gastrointestinal
 - Vómitos

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Elementos traza

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Elementos traza. Funciones

- ▶ **Manganeso**
 - Cofactor de arginasa, piruvato carboxilasa, acetil CoA carboxilasa...
- ▶ **Selenio**
 - Defensa al estrés oxidativo (glutathion peroxidasa)
 - Detoxificación: metales pesados (As, Cd, Hg)
- ▶ **Cromo**
 - Metabolismo de los hidratos de carbono
 - GTF (potencia la acción de la insulina)
 - Metabolismo de lípidos
 - Disminución de la colesterolemia
 - Mantenimiento de las LDL
 - Aumento de las HDL

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Elementos traza. Funciones

- ▶ **Molibdeno**
 - Componente de sistemas enzimáticos que participan en reacciones red-ox
- ▶ **Cobalto**
 - Estructura de la cobalamina
- ▶ **Vanadio**
 - Participa en la síntesis de ADN y de colágeno
 - Inhibición de la síntesis de colesterol y de cuerpos cetónicos

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Bibliografía

- ▶ Gil A (2010). Tratado de Nutrición. Tomo 1: Bases fisiológicas y bioquímicas de la Nutrición. Editorial médica Panamericana, Madrid
- ▶ Guyton AC, Hall JE (2006). Tratado de fisiología médica. Elsevier, 13^a edición, Madrid
- ▶ Mataix J, 2009. Nutrición y alimentación humana. 2^a ed. Tomo 1. Nutrientes y alimentos. Ed. J Mataix Verdú, ERGON, Madrid.

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013