

Nutrición y Dietética

Tema 8

Agua y electrolitos

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

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Nutrición y Dietética

Agua y electrolitos

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

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua y electrolitos

- ▶ Introducción
- ▶ Distribución
- ▶ Funciones
- ▶ Metabolismo
- ▶ Fuentes y recomendaciones
- ▶ Patologías relacionadas
- ▶ Bibliografía

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Introducción

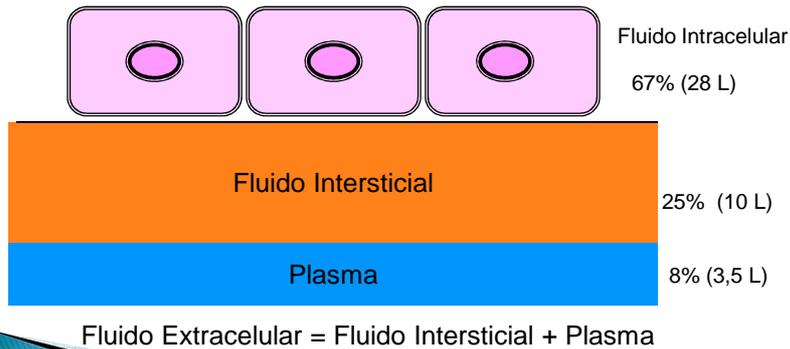
- ▶ La mayoría de las reacciones químicas tienen lugar en entorno acuoso
- ▶ Sustrato y producto final en reacciones metabólicas
- ▶ Es más esencial que el resto de nutrientes
- ▶ Componente imprescindible de
 - Sangre
 - Linfa
 - Secreciones
 - Líquido intracelular
 - Líquido intersticial

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Distribución

- ▶ Es el compuesto más abundante del organismo (hasta 60 % del peso corporal)

Agua Total (40 – 42 L); 60% del peso corporal



Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Distribución

- ▶ El contenido en agua varía entre los diferentes tejidos

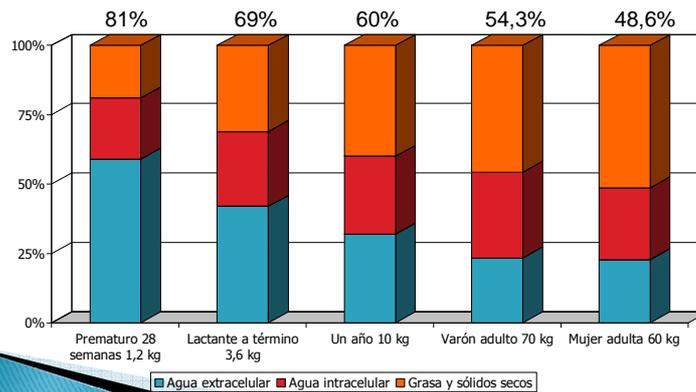
Contenido en agua de órganos o tejidos en un adulto joven	
Órgano o tejido	Contenido en agua (%)
Riñón	>80
Pulmón	>80
Corazón	79
Músculo esquelético	75
Piel	70
Hueso	20
Tejido adiposo	10

Tejidos metabólicamente más activos

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Distribución

- ▶ El contenido en agua varía en función de la edad



Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Funciones

- ▶ Estructural
- ▶ Funciones bioquímicas
 - Participa como sustrato de procesos de hidrólisis (disacáridos)
- ▶ El agua es esencial en los procesos fisiológicos que requieran flujos netos de líquido
 - Absorción de nutrientes en el tubo digestivo
 - Excreción renal

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Funciones

- ▶ Participa en procesos de digestión y excreción
 - Las secreciones digestivas son enzimas + agua
 - Orina, sudor
- ▶ Regula la temperatura corporal
 - Elevado calor de vaporización (evaporación del sudor = 25% de las emisiones en forma de calor)
- ▶ Mecánicas
 - Lubricación de articulaciones
 - Movimiento de vísceras en la cavidad abdominal

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Utilización nutritiva

- ▶ Absorción
 - Los movimientos del agua siguen un gradiente osmótico
 - Difusión pasiva
 - La mucosa de la porción inicial del intestino posee una secreción neta de 30 mL/hora
 - Íleon e intestino grueso

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Utilización nutritiva

▶ Entradas

- Ingesta
 - Agua de bebida
 - Alimentos sólidos
- Metabolismo
 - Agua de oxidación de los nutrientes
 - 300–400 mL/d

Producción metabólica de agua	
Nutriente (100 g)	Agua (mL)
Lípidos	107
Hidratos de carbono	55
Proteínas	41

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Utilización nutritiva

▶ Pérdidas

- Sensibles
 - Riñón
 - Heces
- Insensibles
 - Pulmón
 - Piel

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Regulación del balance hídrico

Hormona antidiurética (ADH)

- ▶ Hormona de origen hipotalámico
- ▶ Estímulos: cambios en
 - Osmolaridad
 - Volumen del líquido extracelular
 - Presión arterial
- ▶ Regula la permeabilidad al agua del túbulo conector y del túbulo colector

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Regulación del balance hídrico

Sistema renina-angiotensina-aldosterona

- ▶ Estímulos
 - Aumento de la concentración intracelular de potasio
 - Descenso de la presión arterial
- ▶ Aldosterona
 - Aumento de la reabsorción de Na^+
 - Aumento de la secreción de potasio e hidrogeniones
- ▶ Aumento de la reabsorción de agua

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Regulación del balance hídrico

Centro de la sed

▶ Estímulos

- Disminución del volumen de agua extracelular (hemorragia)
- Aumento de la presión osmótica en el compartimento extracelular
- Disminución de la presión arterial
- Sequedad de las mucosas bucales y esofágicas

▶ Efectos

- Liberación de renina
- Mediados por la angiotensina II

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Agua. Regulación del balance hídrico

Péptido natriurético auricular

▶ Estímulos

- Aumento de la cantidad de sodio del organismo
- Aumento del volumen extracelular y/o del volumen plasmático

▶ Mecanismo

- Inhibe la liberación de ADH
- Vasodilatación de las arteriolas glomerulares, por lo que aumenta el filtrado glomerular
- Sobre la corteza suprarrenal inhibiendo la liberación de aldosterona

▶ Efectos

- Disminución de la presión arterial
- Aumenta la excreción renal de agua y Na^+

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Introducción

- ▶ Compuestos químicos que, disociados, afectan al pH del medio interno y a la presión osmótica
- ▶ Distribución
 - Líquido extracelular: sales de sodio (cloruro, bicarbonato)
 - Líquido intracelular: sales de potasio (sulfato, fosfato)
- ▶ Los dos compartimentos corporales mantienen la misma osmolaridad

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Sodio, cloro y potasio

Distribución

- ▶ El sodio es el principal catión del líquido extracelular
- ▶ El cloruro es el principal anión del líquido extracelular
- ▶ El potasio es el principal catión de líquido intracelular

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Sodio, cloro y potasio

Metabolismo

- ▶ Absorción muy eficaz
- ▶ Los niveles plasmáticos están controlados por la ingesta y el riñón
- ▶ Otras pérdidas: sudor (Na^+ , Cl^-)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Sodio. General

- ▶ Es responsable de la mitad de la presión osmótica de este compartimento
- ▶ La cantidad de sodio del organismo es un regulador esencial del volumen extracelular

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Sodio. Absorción

- ▶ Se absorbe casi totalmente debido a la elevada solubilidad de las sales en agua
- ▶ Mecanismos de absorción de sodio
 - Cotransporte con cloro
 - Cotransporte de sodio y otras sustancias orgánicas
 - Glucosa
 - Aminoácidos
 - Movimiento pasivo de sodio por canales
 - Movimiento por arrastre a través del epitelio con el flujo de agua paracelular

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Sodio. Funciones

- ▶ Participa en el mantenimiento del equilibrio
 - Osmótico
 - Hídrico
 - Ácido-base
- ▶ Absorción de nutrientes en procesos de transporte activo secundario
 - Glucosa
 - Aminoácidos
- ▶ Metabolismo energético: bomba Na^+/K^+
- ▶ Regulación del volumen sanguíneo
- ▶ Contracción muscular
- ▶ Transmisión nerviosa
- ▶ Forma parte de las secreciones pancreáticas y sales biliares

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Sodio. Fuentes

- ▶ El contenido de sodio de los **alimentos sin procesar** es bajo y raramente puede cubrir las necesidades mínimas del ser humano
- ▶ La mayor parte del sodio ingerido proviene de **la sal de mesa** común añadida a los alimentos durante su cocinado o su preparación industrial
- ▶ El contenido en sal de las **carnes** es inversamente proporcional al contenido graso
- ▶ Las **frutas y verduras** prácticamente no contienen sodio
- ▶ Los alimentos que contienen más sodio son aquellos que sufren **procesos de salado y curación** (jamones, cecinas, embutidos y pescados en salazón)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Sodio. Recomendaciones

- ▶ El consumo medio de sodio
 - Países occidentales: 4–5 g/d
 - España: 5–6 g Na/día
- ▶ Requerimientos mínimos de sodio: 500 mg/d
 - Compensar las pérdidas
 - Exceso de sudoración
 - Exceso de diuresis

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Potasio. Funciones

- ▶ Participa en el mantenimiento del equilibrio
 - Osmótico
 - Hídrico
 - Ácido-base
- ▶ Es necesaria una elevada concentración intracelular para:
 - Síntesis de proteína por los ribosomas
 - Síntesis de glucógeno
- ▶ Metabolismo energético: bomba Na^+/K^+
- ▶ Relajación muscular, opuesto a la acción del sodio

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Potasio. Funciones

- ▶ Transmisión nerviosa (músculo)
- ▶ Composición corporal
- ▶ Algunos enzimas requieren potasio para su actividad máxima
 - Piruvato quinasa: regulación de la glucólisis
- ▶ La secreción de insulina requiere potasio

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Potasio. Fuentes y recomendaciones

- ▶ Fuentes de origen vegetal
 - Aguacate, espinaca, plátanos, trigo, arroz
- ▶ Fuentes de origen animal
 - Atún, salmón, mejillón, carnes
- ▶ Recomendaciones
 - 1,7–2 g/d
 - Ingestas medias (USA): 3 g/d

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Cloro. Funciones

- ▶ Participa en el mantenimiento del equilibrio
 - Osmótico
 - Hídrico
 - Ácido–base
- ▶ Ácido clorhídrico gástrico
 - Digestión proteica
 - Absorción de hierro, vitamina B₁₂
- ▶ Aumento de la capacidad de transporte de CO₂ por los eritrocitos (intercambio con HCO₃⁻)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Cloro. Fuentes

- ▶ La mayor parte del cloruro que se ingiere proviene de la **sal de mesa**
- ▶ La cantidad de cloruro de los **alimentos sin preparación** es muy baja
- ▶ La cantidad de cloruro que se ingiere con el **agua**, incluso en aguas cloradas, es muy baja

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Electrolitos. Cloro. Recomendaciones

- ▶ La ingesta media de cloruro en los países occidentales oscila entre 6 y 7 g/d
- ▶ Requerimientos mínimos: 750 mg/d
 - Compensar las pérdidas

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Regulación del equilibrio ácido-base

- ▶ Valores constantes de pH
 - Intracelular: 6,9–7,3
 - Sangre arterial: 7,4 (intervalo: 7,35–7,45)
- ▶ Pequeñas variaciones de pH
 - Ácidos no carbónicos
 - Metabolismo proteínas (50–100 mEq/d)
 - Ácidos carbónicos (CO₂)
 - Metabolismo hidratos de carbono y grasas (15.000 mEq/d)
 - Bases (100 mEq/día)
 - HCO₃⁻ (citrato)
 - Álcali (glu, asp)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Regulación del equilibrio ácido-base

Alimentos como formadores de ácidos o bases

- ▶ Hidratos de carbono, grasas y proteínas
- ▶ Minerales
 - Productores de ácidos: azufre, fósforo
 - Productores de bases: sodio, potasio, calcio, magnesio

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Regulación del equilibrio ácido-base

▶ Sistemas tampón

- Sistema extracelular: ácidos carbónicos
 - Bicarbonato
 - Reserva alcalina
 - Fosfato
 - Amonio
- Control respiratorio: ácidos carbónicos
- Regulación renal
 - Recuperación de la reserva alcalina

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Regulación del equilibrio ácido-base

Mecanismo pulmonar

- Frecuencia respiratoria
 - Regulación de la eliminación de CO_2
 - Alcanza valores de 7,3 (3-12 minutos)
 - Se necesita la actuación del sistema renal

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Regulación del equilibrio ácido-base

Mecanismo renal

- Excreción de protones
 - Bicarbonato
 - Cloruro
 - Fosfato
- Recuperación y ganancia de bicarbonato
- Secreción de bicarbonato

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Patologías relacionadas con el agua

Deshidratación

- ▶ Balance hídrico negativo
- ▶ Muy frecuente en lactantes y ancianos
- ▶ Signos de deshidratación
 - Falta de turgencia y flacidez de la piel
 - Orina muy concentrada y con poco volumen
 - Sequedad de mucosas
 - Taquicardia, desorientación

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Patologías relacionadas con el agua

- ▶ Efectos adversos de la deshidratación (% de pérdida de peso corporal)
 - 1% ⇒ Sed
 - 2% ⇒ Sed más intensa, malestar vago, pérdida de apetito
 - 3% ⇒ Disminución del volumen sanguíneo, alteración en el rendimiento físico
 - 4% ⇒ Mayor esfuerzo en los trabajos físicos, náuseas
 - 5% ⇒ Dificultad para concentrarse

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Patologías relacionadas con el agua

- ▶ Efectos adversos de la deshidratación (% de pérdida de peso corporal)
 - 6% ⇒ Fallo en la regulación de la temperatura excesiva
 - 8% ⇒ Desvanecimiento, respiración laboriosa con el ejercicio, aumento de la debilidad
 - 10% ⇒ Espasmos musculares, delirio e insomnio
 - 11% ⇒ Incapacidad del volumen sanguíneo reducido para circular normalmente; fallo en la función renal

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Patologías relacionadas con el agua

Intoxicación hídrica

- ▶ Exceso de ingesta de agua con respecto a su eliminación
 - Aumento del volumen del líquido intracelular
 - Disminución de la osmolaridad de los líquidos corporales

- ▶ El aumento del volumen celular en las neuronas produce:
 - Cefaleas
 - Náuseas y vómitos
 - Ceguera
 - Contracciones musculares involuntarias
 - Convulsiones
 - Muerte del paciente

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Patologías relacionadas con los electrolitos

Sodio

- ▶ Déficit
 - Raro. Sólo por pérdidas excesivas
 - Vómitos
 - Diarreas
 - Sudoración
 - Síntomas: Debilidad, fallo cardiaco

- ▶ Exceso
 - No se han descrito problemas (excepto en casos de hipertensión arterial)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Patologías relacionadas con los electrolitos

Potasio

▶ Déficit

- Raro
 - Pérdidas excesivas (tratamiento no controlado) con diuréticos
 - Vómitos
 - Sudoración
 - Quemaduras
- Síntomas: Debilidad muscular, parálisis

▶ Exceso (18 g/d)

- No suele tener consecuencias importantes si no hay disminución grave de la función renal
- Síntomas
 - Debilidad muscular
 - Hiperpotasemia (parada cardíaca)

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Patologías relacionadas con los electrolitos

Cloro

▶ Déficit

- Raro. Sólo por pérdidas excesivas
 - Vómitos
 - Sudoración
- Síntomas: Calambres, apatía

▶ Exceso

- No suele tener consecuencias importantes
- Hipertensión arterial

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Patologías relacionadas con el equilibrio ácido-base

- ▶ **Acidosis metabólica**
 - Descenso de la concentración de bicarbonato
 - Diabetes no controlada
 - Ayuno
- ▶ **Alcalosis metabólica**
 - Aumento de la concentración de bicarbonato
 - Antiácidos, diuréticos

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Patologías relacionadas con el equilibrio ácido-base

- ▶ **Acidosis respiratoria**
 - Hipoventilación
 - Riñones compensan con
 - Aumento de la reabsorción de HCO_3^-
 - Aumento de la eliminación de H^+ y Cl^-
- ▶ **Alcalosis respiratoria**
 - Hiperventilación
 - Riñones compensan con
 - Aumento de la eliminación de HCO_3^-

Alfredo Fernández (UPV/EHU)
OCW 2013

Bibliografía

- ▶ Gil A, 2010. Tratado de Nutrición. Tomo I. Bases fisiológicas y bioquímicas de la Nutrición. Editorial Médica Panamericana, Madrid (España)
- ▶ Mataix J y Vilchez J, 2009. Agua y bebidas. En “Nutrición y Alimentación Humana. Tomo I Nutrientes y Alimentos”. Ed Ergon, Madrid (España)
- ▶ Armstrong L, Grandjean A, Lieberman H, Ron Maughan R, 2012. Special Issue: Second International ILSI North America Conference on Hydration and Health, November 15–16, 2011 Miami Beach, Florida. Nutrition Reviews, 70, Supplement s2: S97–S155