



# Métodos de determinación del grado de hidratación

Dr. Carlos Iglesias Rosado  
Universidad Alfonso X el Sabio  
Villanueva de la Cañada - Madrid

# Hidratación

- Normohidratación
- Deshidratación
- Sobrehidratación

# Sobrehidratación o hiperhidratación

- Fenómeno que se da cuando hay un **exceso de agua** en el cuerpo.
  - Aparece cuando se consume más agua de la que se puede eliminar.
  - También se conoce como **intoxicación por agua**.
  - ➡ Dilución del Na en sangre (hiponatremia).
    - edema cerebral
    - coma o incluso morir
  - Causas mas frecuentes:
    - Enfermedades psiquiátricas
    - Deportistas
    - Drogas: éxtasis
    - Iatrogenia

# Deshidratación

## Deshidratación:

Pérdida de parte del agua que entra en la composición de un organismo.

# Agua Corporal Total

Agua Corporal Total como porcentaje del peso corporal total en diversos grupos de edad y sexo

Población	ACT como porcentaje del peso corporal promedio e intervalo
Recién nacido a 6 meses	74 (64-84)
6 meses a 1 año	60 (57-64)
1 a 12 años	60 (49-75)
Varones de 12 a 18 años	59 (52-66)
Mujeres de 12 a 18 años	56 (49-63)
Varones de 19 a 50 años	59 (43-73)
Mujeres de 19 a 50 años	50 (41-60)
Varones desde 51 años	56 (47-67)
Mujeres desde 51 años	47 (39-57)

Fuente: FNB 2004; fuente original: Altman 1961.

# Técnicas de evaluación de la hidratación.

- Técnicas de dilución.
- Impedancia bioeléctrica
  - Análisis de impedancia bioeléctrica (AIB)
  - Espectroscopia de impedancia bioeléctrica (EIB)
- Indicadores de plasma.
- Indicadores en la orina.
- Cambios en el peso corporal.
- Pérdida de agua.
- Clínica.

# Técnicas de dilución

- Utilizan marcadores
- Permiten medir de manera directa el estado de hidratación
- Teóricamente muy son técnicas muy exactas
- Problemas:
  - El indicador debe estar distribuido uniformemente
  - Necesario conocer la excreción o degradación metabólica de la sustancia indicadora.
  - El marcador debe ser de fácil medición, no tóxico y no debe alterar la distribución del agua del cuerpo.
  - Muchas veces se requiere realizar mediciones repetidas, pues una sola no permite conocer el estado

# Técnicas de dilución (II)

- Marcadores:
  - Agua corporal total
    - *Antipirina* ➔ Determinación bioquímica
    - Óxido de deuterio (D2O) ➔ Determina densidad del agua
    - Agua tritiada (AT) ➔ Radioactiva: contador de centelleo de fase líquida
  - Volumen plasmático
    - *Albúmina humana* marcada con yodo radioactivo o con el colorante azul de Evans.
    - Glóbulos rojos marcados con isótopos del fósforo (>32) o con cromo (Cr51).
  - Volumen del líquido extracelular
    - inulina, sacarosa, manitol, sulfato de radio, tiosulfato, tiocianato. Bromuro radioactivo y radiosodio.
  - Volumen del líquido Intracelular
    - Líquido intracelular = agua corporal total - agua extracelular
- Requisitos técnicos y el alto costo ➔ **poco práctico** para un uso rutinario

# Impedancia bioeléctrica

## Análisis de impedancia bioeléctrica (AIB)

- Técnica utilizada para medir la composición corporal y el ACT, basada en la capacidad del organismo para conducir una corriente eléctrica.
- La **impedancia (Z)** es la oposición de un conductor al flujo de una corriente alterna y la medida de la misma está compuesta por dos vectores, *resistencia y reactancia*

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

- **Resistencia (R):** oposición pura al flujo de electrones, siendo directamente proporcional al contenido total de agua del cuerpo
- **Reactancia (Xc):** oposición que ofrecen las membranas celulares al paso de la corriente.
  - Varía dependiendo de *la frecuencia eléctrica*, a valores muy altos es prácticamente nula

# Tipos de AIB

- **AIB unifrecuencia:** corriente alterna de alta frecuencia (50 kHz) atraviesa casi todas las membranas.
- **AIB multifrecuencia:** (1 kHz / 150 kHz) para detectar cambios en la distribución del agua a través de la membrana celular y así identificar los cambios entre LIC y LEC
- **Espectroscopia de impedancia bioeléctrica (EIB):** Variante de la AIB multifrecuencia con usa un amplio espectro de frecuencias (1 kHz – 100kHz)



# Impedancia bioeléctrica

- **FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR A LA FIABILIDAD DE LA IMPEDANCIA:**

- configuración y posición de los electrodos
- frecuencia eléctrica
- posición del cuerpo
- temperatura externa e interna (la R es inversamente proporcional a la T<sup>a</sup> exterior)
- sudoración
- estado de hidratación
- ejercicio previo
- ingesta de alimentos previa (2 horas de ayuno)
- hematocrito
- cambios hormonales
- composición del cuerpo
- objetos metálicos (ojo prótesis, marcapasos etc...)

# Utilidad de la AIB

- **Válida** para determinar:
  - **agua corporal total (ACT)** en individuos sanos con normopeso ó sobrepeso moderado
  - cambios en el agua corporal total
  - masa libre de grasa (MLG)
  - masa grasa
- **No válida** para:
  - ACT en enfermos críticos con alteraciones en la distribución del agua corporal (AIC/AEC) ➔ EIB
  - cambios en la MLG cuando conllevan cambios en la hidratación de la MLG.
  - pérdidas o ganancias bruscas de MLG, como resultado de un semiayuno ó una recuperación nutricional
  - cambios moderados en la MLG y MG a nivel individual.

# Indicadores de plasma

- Osmolalidad plasmática: 280 - 290 mosm/kg
- Osmolaridad plasmática: 280 moms/litro
- Volumen plasmático
- Sodio
- Otros:
  - Testosterona
  - Adrenalina
  - Noradrenalina
  - Cortisol
  - Péptido atrial natriurético
  - Aldosterona
  - Nitrógeno ureico sanguíneo (BUN)
  - Relación de BUN / creatinina
  - Potasio
  - Hematocrito
  - Proteína plasmática

# Indicadores de plasma

**Tabla 2. Concentración de electrolitos en líquidos extracelular e intracelular**

	Plasma		Líquido intersticial		Agua Plasmática		Agua celular en músculo	
	(mEq/L)	(mmol/L)	(mEq/L)	(mmol/L)	(mEq/L)	(mmol/L)	(mEq/L)	(mmol/L)
Na+	<b>140</b>	<b>140</b>	145,3	145,3	149,8	149,8	13	13
K+	4,5	4,5	4,7	4,7	4,8	4,8	140	140
Ca <sup>2-</sup>	5,0	2,5	2,8	2,8	5,3	5,3	1X10 <sup>-7</sup>	0,5X10 <sup>-7</sup>
Mg <sup>2+</sup>	1,7	0,85	1,0	0,5	1,8	0,9	7,0	3,5
Cl <sup>-</sup>	104	104	14,5	114,7	111,4	111,4	3	3
HCO <sup>-</sup>	24	24	6,5	26,5	25,7	25,7	10	10
SO <sub>2</sub> /4 <sup>-</sup>	1	0,5	1,2	0,6	0,55	0,55	-	-
Fosfato	2	1,1 <sup>a</sup>	2,3	1,3 <sup>a</sup>	1,2 <sup>a</sup>	1,2 <sup>a</sup>	107	57 <sup>b</sup>
Proteína	15	1	8	0,5	1	1	40	2,5 <sup>c</sup>
Aniones orgánicos	5	5 <sup>d</sup>	5,6	5,6 <sup>d</sup>	5,3 <sup>d</sup>	5,3 <sup>d</sup>	-	

<sup>a</sup> El cálculo se basa en la suposición de que el pH del líquido extracelular es 7,4 y el pK de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> es 6,8.

<sup>b</sup> La concentración molar intracelular de fosfato se calcula asumiendo que el pK de los fosfatos orgánicos es 6,1 y el pH intracelular es 7,0.

<sup>c</sup> El cálculo se basa asumiendo que cada mmol de proteína intracelular tiene un promedio de 15 mEq, pero la naturaleza de las proteínas celulares

<sup>d</sup> no se conoce con claridad. Se asume que todos los aniones orgánicos son univalentes.

Fuente: Oh y Uribarri 1999.

# Deshidratación: Clasificación

- **Deshidratación isotónica (la más común).**

- Concentración de líquido intercelular (LIC) es proporcional a la concentración del líquido extracelular (LEC).
- El **sodio sérico es de 130 a 150 mEq/l.**
- No se crea un gradiente osmolar entre el LIC y el LEC habrá un mínimo desplazamiento de líquido y por tanto la incidencia baja de shock, a menos que el grado de deshidratación sea muy importante.

- **Deshidratación hipotónica.**

- El **sodio sérico es inferior a 130 mEq/l.**
- osmolaridad sería menor de 280 mmoles/litro
- Pérdida de líquidos y electrolitos y tan solo se reemplaza el agua.
  - También en fibrosis quística, síndrome adrenogenital perdedor de sal...
- Pérdida de líquido en el espacio extracelular ➔ hipotonicidad o hipoosmolaridad del LEC como resultado de la pérdida excesiva de electrolitos ➔ movimiento de agua del LEC al LIC.

- **Deshidratación hipertónica.**

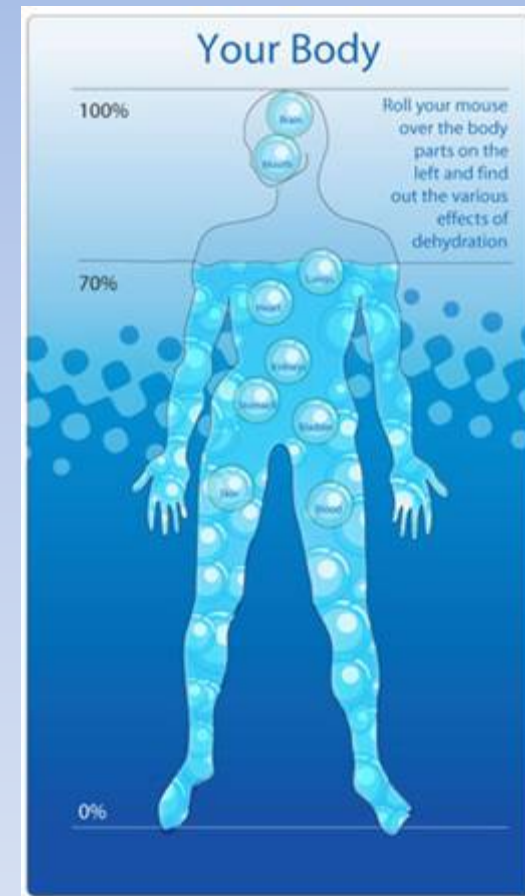
- Definida por un **sodio sérico superior a 150 mEq/l.**
- osmolaridad aumenta por encima de 280 mmoles
- Pérdidas de agua corporal superan a las pérdidas de sal.
- Frecuente: Niños con gastroenteritis a los que se administran soluciones orales con alta concentración de sal.
- Hiperosmolaridad del LEC ➔ movimiento de agua desde el LIC al LEC ➔ deshidratación intracelular ➔ textura pastosa típica de la piel.
- Deshidratación intracelular y la acidosis metabólica asociada ➔ lesión cerebral como secuela importante.

# Indicadores en la orina

- Gravedad específica de la orina: mide la concentración de partículas en la orina.
- Osmolalidad de la orina (partículas/kg de agua)
- Osmolaridad (partículas/litro de solución)
- Volumen de orina
  - Deshidratación cuando hay eliminación de  $<30$  ml/h
  - Volumen mayor (300 a 600 ml/h) indique una ingestión excesiva de líquidos

# Cambios en el peso corporal

- Marcador fiable
- Válido
- Preciso
- Rápido
- Barato
- Muy utilizado por deportistas



# Clasificación según el peso

## 1. Deshidratación leve: Déficit del 5% del peso corporal

- Signos clínicos: Caracterizados por la pérdida de **líquido intersticial**.
  - Escasa temperatura cutánea.
  - Ojos hundidos.
  - Sequedad de mucosas.
  - Fontanelas hundidas.

## 2. Déficit del 5% al 10% del peso corporal

- Signos clínicos de **déficit intersticial** más signos clínicos de **déficit de líquido intravascular**:
  - Letárgia
  - Taquicardia.
  - Presión arterial baja.
  - Disminución de la diuresis.
- Todo esto refleja un compromiso hemodinámico importante.

## 3. Déficit del 10% al 15% del peso corporal

- Signos de **depleción de los espacios intersticial e intravascular**
  - Palidez, flacidez, pulso rápido y débil, hipotensión y oliguria.
- Indican colapso intravascular y shock.

# Perdida de peso y deporte

## *Efectos adversos de la pérdida de peso durante el ejercicio*

1%	Umbral sensación sed. Si termorregulación alterada disminución de rendimiento físico
2%	Mucha sed. Pérdida de apetito
3%	Boca seca. Incremento hemoconcentración, Reducción excreción renal
4%	Reducción (20-30%) del rendimiento físico
5%	Dificultad de concentración, dolor de cabeza, Impaciencia y sueño
6%	Alteración grave de la termorregulación. Incremento ritmo respiratorio durante el ejercicio. Hormigueo y adormecimiento de extremidades
7%	Posible colapso si el ejercicio se combina con calor

# Pérdida de agua

Estimación de las pérdidas mínimas diarias de agua y su producción			
Referencia	Fuente	Pérdidas (cc)	Producción (cc)
Hoyt & Honig, 1996	Pérdidas respiratorias	- 250 - 350	
Adolf, 1947	Pérdidas urinarias	- 500 - 1.000	
Newburgh et al., 1930	Pérdidas fecales	- 100 - 200	
Kuno, 1956	Pérdidas inconscientes	- 450 - 1.900	
Hoyt & Honig, 1996	Producción metabólica		+ 250 a + 350
	<i>Total</i>	- 1.300 – 3.450	+ 250 a + 350
	<b>Pérdidas netas</b>	<b>- 1.050 – 3.100</b>	

**Fuente:** Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. The national academies press. Washington, 2005

# Clínica

## *Síntomas*

- Boca pegajosa o reseca
- Disminución o ausencia de producción de orina
  - la orina concentrada aparece de color amarillo oscuro
- Mareo, vértigo
- Ausencia de producción de lágrimas
- Ojos hundidos
- En el bebé: Fontanelas hundidas
- Letargia
- Coma (con deshidratación severa)

# Signos

- Presión sanguínea baja
- Hipotensión ortostática
- Taquicardia
- Pulso filiforme
- Piel: Signo del pliegue
- Demora en el llenado capilar
- *Shock*



**Gracias por su atención**

