



RETOS  
REDES  
RESULTADOS

# Equilibrio hídrico. Balance de fluídos

***Dra. Maria Sagalés***  
***Hospital General de Granollers***

**21 de octubre de 2017**

 CONGRESO  
NACIONAL  
MADRID  
18-21 OCTUBRE 2017

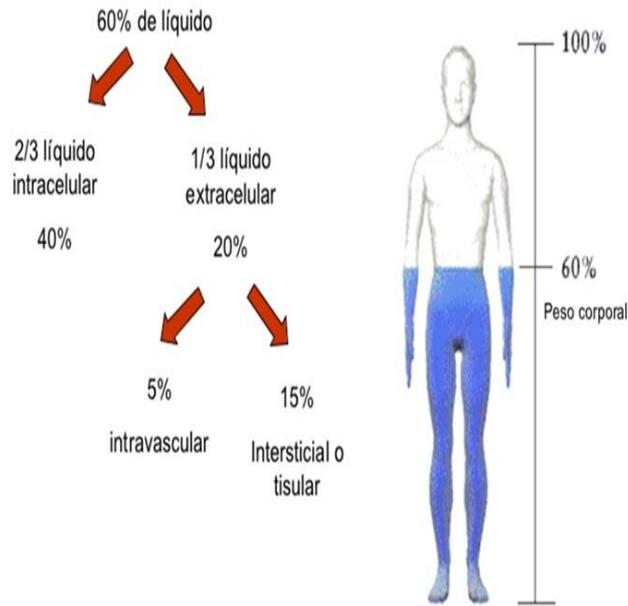
 sefh  
Sociedad Española  
de Farmacia Hospitalaria



## Equilibrio hídrico. Balance de fluidos y valoración del edema.

- Agua corporal. Distribución en los compartimentos corporales.
- Movimiento de agua entre compartimentos.
- Isoosmolaridad e isotonicidad plasmática.
- Balance de fluidos.
- Valoración del estado hídrico: deshidratación y edemas.
- Equilibrio hidroelectrolítico.

## Agua corporal. Distribución de los compartimentos corporales.



- En neonatos el 75-85% del peso corporal es agua
- Después de la pubertad, ↓ la cantidad de agua y ↑ el tej. adiposo
- En adulto: 50-60% del peso corporal en hombres y del 45-55% en mujeres
- El agua corporal total ↓ con la edad
- 2/3 del agua corporal total es intracelular
- El agua extracelular puede dividirse en distintos compartimentos:
  - Líquido intersticial y Plasma: son los mayores compartimentos
  - Tej. conectivo, agua del hueso, flúidos transcelulares (secreciones glandulares) y otros flúidos en espacios cerrados como el flúido cerebroespinal

## Composición de electrolitos

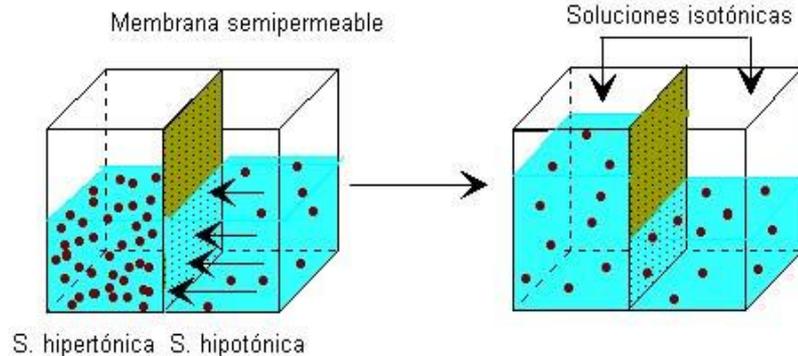
- Los iones principales en el compartimento intracelular:
  - Potasio
  - Magnesio
  - Fosfato
- Los iones predominantes en el espacio extracelular:
  - Sodio
  - Cloruro
  - Bicarbonato
- El agua pasa libremente a través de las membranas celulares del organismo pero éstas son selectivas para los solutos
- Los solutos son osmóticamente activos y ejercen presión osmótica que dirige la distribución del agua entre los compartimentos





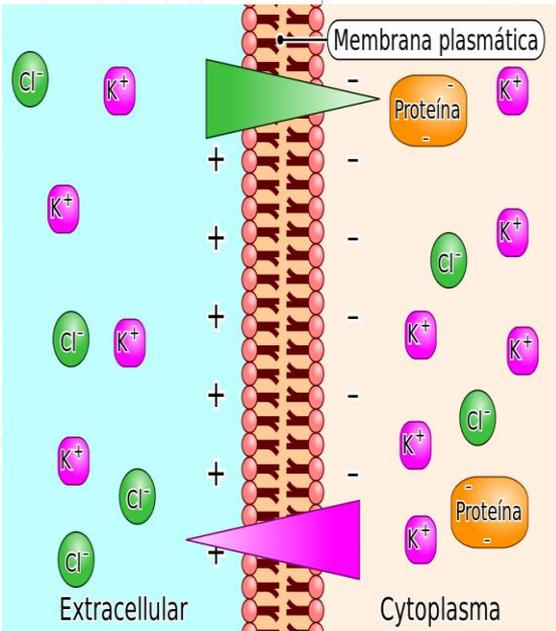
## Movimiento de agua entre compartimentos

- El agua corporal atraviesa libremente las membranas corporales, pero hay permeabilidad selectiva a los solutos.
- Los solutos que no atraviesan la membrana son osmóticamente activos y ejercen presión osmótica que influye en la distribución de agua entre los compartimentos.



El agua se mueve a través de la membrana celular de la zona de baja osmolaridad a la de alta osmolaridad hasta que se alcanza el ***equilibrio osmótico***.

- Cada compartimento tiene un soluto osmóticamente activo mayoritario:
  - Potasio en el espacio intracelular
  - Sodio en el espacio extracelular



- La pared capilar separa el fluido intersticial del plasma
- Las **proteínas plasmáticas** quedan confinadas en el espacio vascular y *afectan la distribución de agua* entre el intersticio y el plasma
- La urea, que atraviesa paredes capilares y membranas celulares es osmóticamente inactiva
- El agua pasa libremente a través de las membranas celulares hasta alcanzar el equilibrio osmótico

***Isoosmolaridad o isotonicidad plasmática***

## Función tubular de la nefrona:

- El riñón interviene en el mantenimiento del entorno extracelular regulando la excreción de agua y varios electrolitos
- El mecanismo para la reabsorción de sodio es por proteínas transportadoras o canales localizados en la membrana luminal de la célula tubular

## Osmoregulación:

- Un  $\uparrow$  de la osmolaridad plasmática  $\downarrow$  el volumen intracelular
- Una  $\downarrow$  de la osmolaridad plasmática produce hidratación celular
- La homeostasis del agua es importante en la regulación de la osmolaridad plasmática. Equilibrio entre el aporte de agua (ingesta) y excreción
- Para mantener la homeostasis la ingesta (aporte) de agua debe ser igual al agua excretada por los riñones y heces + pérdidas insensibles (piel, resp.)



## Osmolaridad plasmática:

- La osmolaridad viene determinada por el número de partículas por Kg de agua (mOsm/Kg)
- Los solutos no dissociables, como glucosa o albúmina, generan 1 mOsm/mmol de partícula, las sales dissociables, ej. ClNa, liberan 2 iones en solución y generan 2 mOsm/mmol de sal
- La osmolaridad de los fluidos corporales se mantiene entre 280-295 mOsm/Kg
- Como los fluidos corporales fluyen hasta conseguir iso-osmolaridad entre compartimentos, la **osmolaridad plasmática** refleja la osmolaridad corporal


$$P_{\text{osm}} = 2(\text{Na})(\text{mmol/L}) + \frac{\text{Glucosa}(\text{mg/dL})}{18} + \frac{\text{BUN}(\text{mg/dL})}{2,8}$$

## Osmoregulación:

- Los osmoreceptores del hipotálamo detectan los cambios de la tonicidad plasmática, y se estimula el centro de la sed y la síntesis de hormona antidiurética
- Si  $\text{osm. plasmática} < 280 \text{ mOsm/Kg}$ , por aporte excesivo, se inhibe la liberación de ADH, el agua no se reabsorbe y se excreta orina más diluída
- Si  $\uparrow$  osmolaridad plasmática, se libera ADH, aumenta la reabsorción de agua y se excreta menos orina y más concentrada
- La máxima liberación de ADH se produce si la osmolaridad plasmática  $> 295 \text{ mOsm/Kg}$
- La osmolaridad de la orina oscila entre  $50 \text{ mOsm/Kg}$  y  $1200 \text{ mOsm/Kg}$  (máx. lib. ADH)

- Volumen de orina (L) = 
$$\frac{\text{Carga de solutos (mOsm)}}{\text{Osmolaridad de la orina}} \cdot \frac{1}{\text{Densidad agua}}$$

- La carga de solutos habitual es de  $600 \text{ mOsm}$



## Balance hídrico:

- Conseguir el equilibrio entre entradas y salidas

ENTRADAS (Ingesta) (mL)		SALIDAS (mL)	
Agua bebidas	1200 mL	Orina (aprox. 30mL x Kg peso)	1500 mL
Agua alimentos sólidos	1000 mL	Pérdidas insensibles	500-1000 mL
Agua metabólica de oxidación	300 mL	Heces	100 mL

- Cálculo de pérdidas insensibles:
  - *Peso corporal x 0,5 x 24 horas*
  - Si fiebre: *Peso corporal x 0,75 x 24 horas*





## Cálculo de las necesidades de fluidos:

- En adultos: **25-30 mL/Kg peso corporal**
- Hay que considerar pérdidas (vómitos, drenajes, fístulas..)
- En niños prematuros

Semana de vida	750-1000 g	1001-1250 g	1251-1500 g
Primera	140 mL/Kg	130 mL/Kg	115 mL/Kg
Segunda	145 mL/Kg	140 mL/Kg	125 mL/Kg
Tercera	150 mL/Kg	140 mL/Kg	135 mL/Kg
Cuarta	150 mL/Kg	140 mL/Kg	135 mL/Kg

- En niños:

Peso	Volumen de líquidos
< 1500 g	150 mL/Kg
1500-2500 g	120 mL/Kg
2500 g-10 Kg	100 mL/Kg

## ¿Cómo se establecen las necesidades de fluidos y electrolitos?

- Historia clínica del paciente:
  - Ingesta, sed, pérdidas anormales de fluidos, comorbilidades
- Examen clínico:
  - Presión sanguínea (< 100mm), recarga capilar (>2 segundos), hipotensión postural, latido cardíaco (pulso>90'), frecuencia respiratoria (>20 respiraciones por minuto), edema (periférico/pulmonar)
- Monitorización clínica:
  - Balance de fluidos
  - Peso
- Parámetros analíticos:
  - Urea, creatinina, electrolitos
  - Hematocrito



## Deshidratación

### Clinical and biochemical features of dehydration.

---

#### Clinical features

- Dry mucus membrane
- Dry skin
- Reduced skin turgor
- Reduced axillary sweating
- Orthostatic hypotension
- Tachycardia and hypotension (indicates shock)
- Cognitive impairment
- Reduced urinary output (<0.5 ml/kg/h is suggestive of acute kidney injury (AKI))
- Concentrated urine and high osmolality

#### Biochemical changes

- Raised serum urea
- Raised creatinine (>26  $\mu\text{mol/L}$  within 48 h or >1.5  $\times$  upper limit within one week indicate AKI)
- Reduced estimated glomerular filtration rate (eGFR)
- Increased urea:creatinine ratio (>80)
- Hypernatraemia (loss of water greater than salt loss)
- Raised serum or urine osmolality
- Raised urine specific gravity



**Vomiting and nasogastric tube loss**

Gastric fluid contains:

- 20–60 mmol Na<sup>+</sup>/l
- 14 mmol K<sup>+</sup>/l
- 140 mmol/l Cl<sup>-</sup>/l
- 60–80 mmol H<sup>+</sup>/l.

Excessive loss causes a hypochloreaemic (hypokalaemic), metabolic alkalosis. Correction requires supplemental K<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>.

**Biliary drainage loss**

- 145 mmol Na<sup>+</sup>/l
- 5 mmol K<sup>+</sup>/l
- 105 mmol Cl<sup>-</sup>/l
- 30 mmol HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l

**Diarrhoea or excess colostomy loss**

- 30–140 mmol Na<sup>+</sup>/l
- 30–70 mmol K<sup>+</sup>/l
- 20–80 mmol HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l

**High volume ileal loss via new stoma, high stoma or fistula**

- 100–140 mmol Na<sup>+</sup>/l
- 4–5 mmol K<sup>+</sup>/l
- 75–125 mmol Cl<sup>-</sup>/l
- 0–30 mmol HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l

**Lower volume ileal loss via established stoma or low fistula**

- 50–100 mmol Na<sup>+</sup>/l
- 4–5 mmol K<sup>+</sup>/l
- 25–75 mmol Cl<sup>-</sup>/l
- 0–30 mmol HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l

**'Pure' water loss (eg fever, dehydration, hyperventilation)**

Mainly insensible water loss (ie relatively low electrolyte content); results in potential hypernatraemia.

**Pancreatic drain or fistula**

- 125–138 mmol Na<sup>+</sup>/l
- 8 mmol K<sup>+</sup>/l
- 56 mmol Cl<sup>-</sup>/l
- 85 mmol HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l

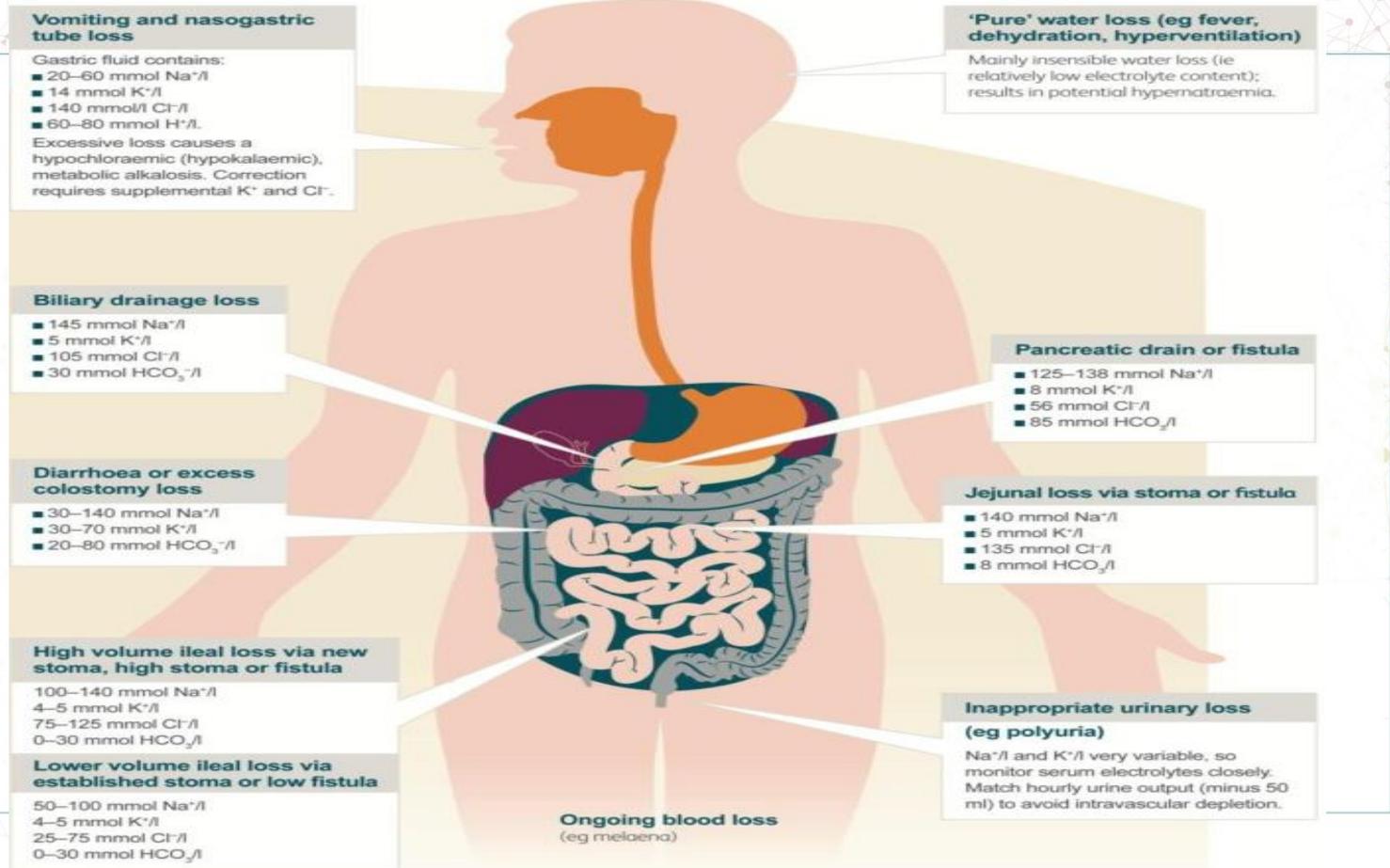
**Jejunal loss via stoma or fistula**

- 140 mmol Na<sup>+</sup>/l
- 5 mmol K<sup>+</sup>/l
- 135 mmol Cl<sup>-</sup>/l
- 8 mmol HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l

**Inappropriate urinary loss (eg polyuria)**

Na<sup>+</sup>/l and K<sup>+</sup>/l very variable, so monitor serum electrolytes closely. Match hourly urine output (minus 50 ml) to avoid intravascular depletion.

**Ongoing blood loss (eg melaena)**



## Valoración del estado hídrico: deshidratación y edemas

- Si hay aumento del volumen extracelular:
  - Aparición de edemas periféricos: extremidades, periorbitales...
  - Ascitis
  - Turgencia de las venas yugulares
  - Ausencia del pliegue cutáneo
  - Signos de ICC
- Si el volumen extracelular se encuentra disminuido:
  - Ausencia de edemas
  - Venas yugulares colapsadas
  - Taquicardia
  - Hipotensión ortostática



## Retención de líquidos o *edema*:

- Se produce por una retención anormal de agua en tejidos o cavidades corporales
- Si el paciente presenta signos clínicos de acumulación de fluidos, indica que su compartimento extracelular se ha expandido más del 50% (  $\pm 10\%$  peso corporal)
  - Si la acumulación se produce en extremidades, al presionar sobre la zona afectada, persiste una marca característica (*fóvea*)
- Causas:
  - Aporte excesivo que supera la capacidad regulatoria del organismo
  - Alteración renal, cardíaca u hormonal
  - Algunos fármacos: Ej. antiinflamatorios
- La retención de líquidos puede ocasionar fallo cardíaco o pulmonar
- *Estrecha vigilancia en pacientes hipoalbuminémicos*



## Importancia del estado nutricional

**La hipoalbuminemia favorece la  
aparición de edemas**







Hospital General de Granollers  
Fundació Hospital Asil de Granollers

CODI: REG.2009.002.01

DATA: \_\_\_\_\_

Balanç anterior: \_\_\_\_\_

Etiqueta identificativa  
del malalt

PES: \_\_\_\_\_

Balanç acumulat: \_\_\_\_\_

ENTRADES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL
APORTACIONS	Ingesta																									
	N.Parenteral																									
	N.Enteral																									
	Oral																									
	Dilucions medicació																									
	Serums																									
	B.P.C																									
	Aportació total																									
SORTIDES																										TOTAL
ELIMINACIÓ	Diuresis parcial																									
	Diuresis total																									
	Deposicions																									
	Aspiracions (S.N.G)																									
	Vòmits																									
	Drenatges																									
	P. Insensibles																									
	Eliminació total																									
Balanç total																										



## CÁLCULO DEL AJUSTE DE LAS NECESIDADES DE FLUIDOS

- Si hay deshidratación: taquicardia, TA baja, etc...
- Si hay pérdidas de fluidos
  - Vómitos
  - Diarrea
  - Drenajes/ fístulas
  - Aspiración nasogástrica
- Presencia de fiebre
  - 10% más por cada grado de  $T^a > 37^{\circ}\text{C}$
  - Por cada grado de  $T^a > 38^{\circ}\text{C}$ , las pérdidas insensibles aumentan 5 mL/Kg/24h



## La administración del soporte nutricional especializado, contribuye en gran manera en el aporte de fluidos y electrolitos

- Las condiciones de los pacientes repercuten en las necesidades nutricionales
  - Los déficits pre-existentes
  - Las pérdidas que tienen
- ¿ Qué aportes necesitan?
  - Para reemplazar los déficits
  - Para cubrir las necesidades nutricionales
  - Para reponer las pérdidas de fluidos





## • Aporte calórico con soluciones IV (fluidoterapia convencional):

- 1000 mL SG 5%+ 1000 ml SSF : 200 Kcal
- 1500 mL SG 5%+ 1000 ml SSF : 300 Kcal
  
- 2500 mL SGS : 500 Kcal (5%) ó 330 Kcal (3%)
- 2500 mL SG 5% : 500 Kcal
- 1000 mL SG 10% : 400 Kcal
  
- 2000 mL NPP sin lípidos (Isoplasmal<sup>®</sup>): 640 Kcal
- **2000 mL NPP (aa/glu/lípidos) > 1200 Kcal**

- 
- **“ Salt and water are probably the most common therapeutic agents that we give to patients “**

Sterns RH, Silver SM. Salt and water: read the package insert. QJM (2003) 96:549-52

- **Importancia vital de un manejo adecuado de los aportes de fluidos y electrolitos intravenosos**

*Clinical Nutrition* (2001) 20(2): 125-130

© 2000 Harcourt Publishers Ltd

doi:10.1054/cnu.2000.0154, available online at <http://www.idealibrary.com> on IDEAL®

## ORIGINAL ARTICLE

# Problems with solutions: drowning in the brine of an inadequate knowledge base

D. N. LOBO\*, M. G. DUBE\*, K. R. NEAL<sup>†</sup>, J. SIMPSON\*, B. J. ROWLANDS\*, S. P. ALLISON<sup>‡</sup>

\*Section of Surgery, <sup>†</sup>Department of Public Health Medicine and Epidemiology, and <sup>‡</sup>Clinical Nutrition Unit, University Hospital, Queen's Medical Centre, Nottingham, UK (Correspondence to: DNL, Section of Surgery, E Floor, West Block, University Hospital, Nottingham NG7 2UH, UK)





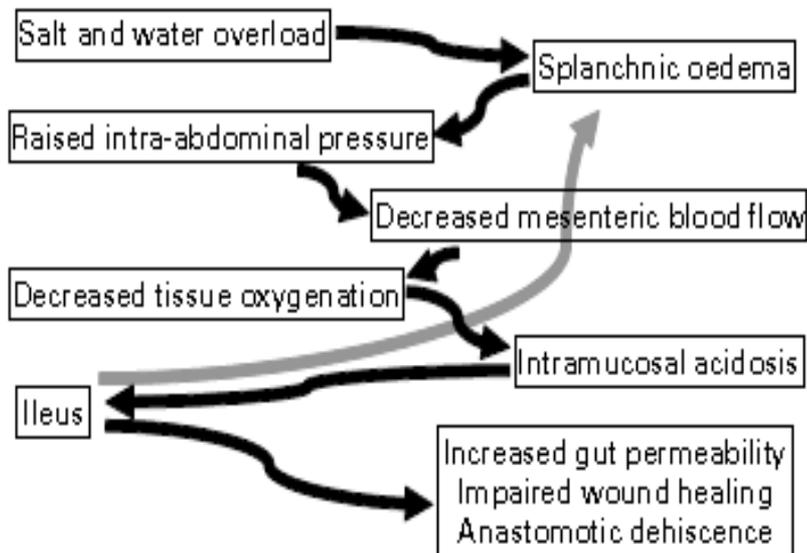
# Fluidoterapia: aún queda mucho por hacer....



## Validación farmacéutica: como todo fármaco

- ¿ Es la solución IV más adecuada para el paciente?:
  - *Elección del aporte más idóneo para el paciente*
- ¿ Es correcta la dosificación?:
  - *Peso, función renal, cardíaca, etc...*
- ¿ Es preciso adicionar electrolitos?:
  - *Necesidades basales + pérdidas adicionales*
- ¿ Cuales son los requerimientos del paciente?
- ¿ El paciente está en ayunas?
- ¿ Tratamiento con otros fármacos que producen alteraciones electrolíticas?





**Fig. 4.** Hypothesis proposed for the effects of salt and water overload on gastrointestinal function.

## Seguimiento del paciente con Fluidoterapia:

- Evaluación diaria de la terapia:
  - Constantes vitales: Tª, TA, pulso
  - Tolerancia a la glucosa
  - Balance hídrico: Contabilizar “entradas/salidas”
    - Pérdidas por orina
    - Pérdidas por heces y sudor
    - Drenajes
    - Vómitos
    - Ileostomías, etc..
    - Aportes por la nutrición
    - Aportes por los tratamientos concomitantes



## Composición de electrolitos de los principales fluidos corporales

	Sodio (Na <sup>+</sup> )	Potasio (K <sup>+</sup> )	Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	Hidrogeno (H <sup>+</sup> )	Cloruro (Cl)	Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Saliva	10	26	0,6	3,1		10	30
Sudor	30-50	5				45-55	
Secreción gástrica	40-65	10	1,5	3,6	90	100-140	
Fístula pancreática	135-155	5	0,2-0,7			55-75	70-90
Fístula biliar	135-155	5	0,2-3			80-110	35-50
Ileostomia	120-130	10		5		50-60	50-70
Diarrea	25-50	35-60				20-40	30-45
Heces	5	10				10	
Orina	30-80	30-80				50-100	
Plasma sanguíneo	135-147	3,5-5	1,2-2	8,5-10,5		103	25



## • Electrolitos:

- **Sodio – Hipernatremia** : deshidratación o fármacos
- **Sodio- Hiponatremia**: déficit, diuréticos, insuficiencia adrenal,..Considerar si es dilucional o por déficit

Reposición lenta para evitar edema pulmonar

***Déficit (mEq):  $(140 - Na \text{ sérico}) \times \text{peso Kg} \times 0,6$***

*Reponer 1/3 del déficit en 12h*

- **Potasio**: Se requiere aumentar el aporte en caso de pérdidas excesivas o en la fase anabólica. Precaución en I.Renal y en acidosis metabólica.

Algunos fármacos producen hipokalemia y otros hiperkalemia



## SODIO

- Su concentración plasmática oscila entre 135-147 mEq/L
- Las necesidades diarias de sodio oscilan entre 60-125 mEq/día.
  - aumentar en caso de pérdidas excesivas
  - disminuir si I.Renal o cardiopatía

## HIPERNATREMIA

- Por deshidratación, aporte excesivo, diabetes insípida o hiperventilación
- Síntomas si  $> 160$  mEq/L, por deshidratación del SNC:
  - Sed, sequedad piel y mucosas, pérdida de peso, confusión, alucinaciones, coma.
- Tratamiento: depende de la causa
  - Si es por deshidratación se corregirá con SG 5%, o ClNa al 0,45%



## HIPONATREMIA: sodio sérico < 135 mEq/L

- Los síntomas aparecen con ***cifras < 120-125 mEq/L:***
- Apatía/agitación, fatiga, anorexia, náuseas, cefaleas, calambres musculares, taquicardia, oliguria/anuria, confusión
- Si el sodio < ***110/115 mEq/L:***
- Convulsiones, coma, shock
  
- El tratamiento dependerá si es debida a dilución o deplección de sodio





## HIPONATREMIA: sodio sérico < 135 mEq/L

- **Hiponatremia hiperosmolar** (Pseudohiponatremia 15%)
  - Acúmulo de osmoles activos en el plasma (glucosa, manitol,...)
  - Hiperosmolaridad plasmática: desplazamiento del agua del espacio intracelular al espacio extracelular
  - Hiponatremia dilucional: Hiponatremia hiperosmótica hipertónica
- **Hiponatremia isosmolar** (Pseudohiponatremia 2%)
  - Presencia de sustancias con alto peso molecular
  - Hiperlipidemia, hiperproteïnemia: lípidos y proteínas ocupan el lugar del agua plasmática. Se produce una expansión, ↓ la concentración pero no el contenido real de sodio
  - Hiponatremia isosmótica isotónica
- **Hiponatremia hipoosmolar** (Verdadera hiponatremia 83%)

## HIPONATREMIA HIPOSMOLAR (83%)

- *Volumen extracelular (VEC) normal: Hiponatremia hipotónica euvolémica*
  - Acúmulo de agua (entradas > pérdidas)
  - Sodio total normal
  - Valoración del sodio en orina:
    - Na en orina < 20 mEq/L : polidipsia, iatrogenia,...
    - Na en orina > 20 mEq/L : hipotiroidismo, déficit glucocorticoides, estrés, dolor, SIADH,...
- *VEC disminuido (hipovolémica): Hiponatremia hipotónica hipovolémica*
  - Pérdidas de agua y sodio, con déficit de Na > agua
    - Na orina < 10 mEq/L: Diarrea, vómitos, sudoración, íleo paralítico,...
    - Na orina > 20 mEq/L: diuréticos, hipoaldosteronismo, diuresis osmótica, nefropatía,...
- *VEC aumentado (hipervolémica): Hiponatremia hipotónica hipervolémica*
  - Iatrogénica: por administración de líquidos hipotónicos O, IV (ej: SG 5%)
  - Estrés, dolor, vómitos, hemorragias, hipoTA, I.Renal, SIADH,...



## POTASIO (3,5-5 mEq/L)

- El potasio corporal se encuentra en el 98% en el compartimento intracelular
- Sus necesidades plasmáticas se estiman entre 50-100 mEq
- Se precisan dosis altas si pérdidas excesivas o en la fase anabólica
  - Por cada gramo de Nitrógeno incorporado a la síntesis de proteínas se requieren 3 mEq K
- Se elimina en un 90% por vía renal: Precaución si I. Renal
- Los fármacos pueden producir hipokalemia o hiperkalemia
  - **Hipokalemia:** diuréticos, corticoides, simpaticomiméticos, antifúngicos,...
  - **Hiperkalemia:** diuréticos ahorradores de K, IECA, AINES,...
- Cambios en el pH sérico afectan las cifras de potasio plasmático
  - Acidosis: aumenta el potasio sérico
  - Alcalosis: disminuye el potasio sérico



## POTASIO

- **Hiperkalemia:**
- Causas: I.Renal, aporte excesivo, acidosis, rhabdomiolisis, déficit insulínico, hipoaldosteronismo,...
- Síntomas: parestesias, debilidad muscular, hipermotilidad intestinal, alteración ECG, arritmia cardíaca (si >6 mEq/L)
- Tratamiento: según la causa
  - Si I.Renal: Resinas de intercambio iónico (Resincalcio n.r)
  - Glucosa+ insulina para favorecer la entrada de K en la célula
  - Si acidosis: corregir con bicarbonato
  - Si arritmia: administrar sales de calcio para corregir los efectos cardíacos del K





## POTASIO

- ***Hipokalemia***
- Causas: Aporte inadecuado de K, pérdidas excesivas, alcalosis, hiperaldosteronismo, o secundario a fármacos
- Síntomas: Debilidad muscular, alteración del ECG, parálisis, íleo, depresión, confusión, hipotensión
- Tratamiento: Administrar sales de K
  - Aproximadamente con 100mEq K se consigue aumentar 1mEq/L el K plasmático
- ***Precaución al inicio de N.parenteral:***
  - *El K entra en el espacio intracelular junto a la glucosa*
  - *La fase anabólica requiere K*



- **MAGNESIO (1,6-2,5 mEq/L)**
- Catión intracelular. Interviene en muchos procesos metabólicos
- Su excreción es regulada por el riñón
- Los pacientes con pérdidas gastrointestinales elevadas precisan aportes superiores
- Esencial regulación celular de *sodio y potasio* (bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPasa)
- Canales de K son Mg dependientes: Un déficit de Mg conduce a hipokalemia, que se resolverá con aporte de Mg, no sólo K.
- En muchas ocasiones el déficit de Mg se acompaña también con deplección de Ca y K, y la corrección de estos iones estará condicionada a la corrección de Mg.

## MAGNESIO (1,6-2,5 mEq/L)

FACTORES QUE AUMENTAN LA EXCRECIÓN DE MAGNESIO		FACTORES QUE DISMINUYEN LA EXCRECIÓN DE MAGNESIO
<p>Metabólicos:</p> <p>Hipermagnesemia.</p> <p>Hipercalcemia</p> <p>Exceso de fluidos</p> <p>Depleción de fosfato</p> <p>Acidosis metabólica</p> <p>Elevada ingesta de proteínas</p> <p>Elevada ingesta de carbohidratos</p>	<p>Farmacológicos:</p> <p>Diuréticos tiazídicos y del asa</p> <p>Diuréticos osmóticos</p> <p>Alcohol</p> <p>Cisplatino. Ciclosporina.</p> <p>Ticarclina. Carbenicilina.</p> <p>Aminoglucósidos</p> <p>Digoxina</p> <p>Anfotericina B</p> <p>Pentamidina</p>	<p>Metabólicos:</p> <p>Hipomagnesemia</p> <p>Hipocalcemia</p> <p>Depleción de líquidos</p> <p>Hipotiroidismo</p> <p>Hipertiroidismo</p> <p>Insuficiencia adrenal</p>

### **Hipomagnesemia:**

- Síntomas: anorexia, náuseas, y después temblor, parestesias, tetania, convulsiones, apatía, depresión, agitación y arritmias cardíacas
- Tratamiento: Sulfato de magnesio



## CALCIO (8,5-10,5 mEq/L)

- Importante para mantener la excitabilidad nerviosa y la contractibilidad muscular
- Está regulado por la hormona paratiroidea, Vit.D y calcitonina
- El 40% del calcio plasmático se encuentra unido a la albúmina.
  - Corrección del calcio según albúmina:  
 $(4 - \text{albúmina sérica}) \times 0,8 + \text{calcio sérico} = \text{calcio sérico corregido}$
- Cambios en el pH sérico alteran la relación:
  - Si acidosis: se desplaza el calcio de unión a las proteínas plasmáticas y aumenta calcio libre
  - Si alcalosis: disminuye la fracción de calcio iónico



## CALCIO

	HIPERCALCEMIA	HIPOCALCEMIA
Etiología	<p>Exceso de aporte</p> <p>Neoplasia con metástasis óseas</p> <p>Hipertiroidismo</p> <p>Fármacos: diuréticos tiazídicos, litio, vitaminas A y D, suplementos de calcio</p> <p>Enfermedad de Paget</p> <p>Insuficiencia adrenal</p> <p>Acidosis</p>	<p>Hipoalbuminemia</p> <p>Hipoparatiroidismo</p> <p>Alcalosis . Pancreatitis.</p> <p>Déficit de vitamina D</p> <p>Fármacos: furosemida, calcitonina, fenitoina, cohicina barbituratos, mitramicina.</p> <p>Hipomagnesemia. Hiperfosfatemia</p>
Sintomatología	<p>Anorexia, náuseas,vómitos</p> <p>Constipación</p> <p>Poliuria. Polidipsia.</p> <p>Debilidad muscular. Fatiga.</p> <p>Depresión . Psicosis.</p> <p>Somnolencia. Confusión</p> <p>Cambios en el ECG</p>	<p>Parestesias. Espasmos musculares</p> <p>Tetania</p> <p>Fatiga</p> <p>Irritabilidad</p> <p>Depresión. Confusión. Psicosis. Convulsiones</p> <p>Letargia</p>

Tratamiento hipercalcemia: según la causa

Tratamiento hipocalcemia: administrar gluconato cálcico



## FOSFATO (2,6-4,6 mg/dL)

- El fosfato corporal se encuentra principalmente en huesos y en el espacio intracelular
- Se encuentra en equilibrio con calcio sérico, regulado por hormona paratiroidea, la Vit.D y los mecanismos de excreción renal

	HIPERFOSFATEMIA	HIPOFOSFATEMIA
Etiología	<p>Insuficiencia renal Hiperparatiroidismo Aporte excesivo Quimioterapia</p>	<p>Repleción nutricional Déficit de vitamina D Hiperaldosteronismo Fármacos: sucralfato, antiácidos con aluminio, diuréticos, corticoides Alcalosis Cetoacidosis diabética Alcoholismo</p>
Sintomatología	<p>Hipocalcemia sintomática Depósitos de fosfato cálcico Osteodistrofia renal</p>	<p>Debilidad muscular. Parestesias. Dolor óseo Irritabilidad Insuficiencia respiratoria Anorexia. Náuseas Cardiomiopatía Anemia hemolítica</p>



## FOSFATO

- ***Hiperfosfatemia:***

- Aparece por aporte excesivo o en pacientes con I.Renal
- Tratamiento: suprimir el aporte y aumentar la diuresis. Si es posible administrar agentes quelantes del fósforo por vía oral (Royen n.r, Reminyl n.r)

- ***Hipofosfatemia:***

- Aparece junto a déficit de otros iones intracelulares. Puede ser secundaria al tratamiento con fármacos que inhiben la absorción de P (ej:sucralfato) o aumentan su eliminación renal (acetazolamida, teofilina, glucocorticoides,..)
- Tratamiento: administrar fosfato monopotásico.



## CONSIDERACIONES FINALES

- Importancia de una prescripción adecuada de fluidoterapia para evitar desequilibrios hidroelectrolíticos y mantener la homeostasis
- Individualizar la terapia al paciente: considerar aportes y pérdidas
- Ajustar electrolitos
- Considerar fármacos que pueden causar desequilibrios
- Valorar las proteínas plasmáticas del paciente
- Importancia de la nutrición en la regulación metabólica de los pacientes





**GRACIAS !!!**