

METABOLISMO DEL AGUA

COMPOSICIÓN DE LOS LÍQUIDOS CORPORALES:

El agua orgánica total está dividida convencionalmente en dos compartimientos que constituyen el líquido extracelular y el intracelular. La distribución del agua depende de los iones y moléculas en solución en los diferentes compartimientos orgánicos, puesto que por difusión pueden atravesar las membranas celulares, la pared de los capilares, los linfáticos hasta que la actividad del agua (Osmolaridad) tienda a equilibrarse a cada lado de la membrana. A su vez las limitaciones en el movimiento de los solutos determinan restricciones en el movimiento del agua.

Las propiedades de los líquidos orgánicos además del número de partículas en solución que le dan la osmolaridad, dependen de la carga eléctrica de los electrolitos, de coloides anfotéricos como las proteínas y de solutos no electrolíticos, como la urea, la glucosa y los aminoácidos.

DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA ORGÁNICA:

El compartimiento extracelular a su vez está formado por:

- a. Plasma (5% del peso corporal);
- b. Líquido intersticial (15% del peso corporal): Huesos, tejido conectivo y otros espacios intersticiales;
- c. Líquido del tejido conectivo;
- d. Líquido del tejido óseo;
- e. Líquidos transcelulares (3% del peso corporal): Gastrointestinales, Cefalorraquídeo, Sinovial, Humores Hísticos y Acuosos, Secreciones glandulares, pleura y Peritoneo.

RELACIÓN EN EL CONTENIDO ACUOSO DE LOS DIFERENTES COMPARTIMIENTOS:

El líquido intracelular, es el predominante en niños mayores y adultos, (35 a 40% del peso corporal total). El extracelular es de 20 a 25% del peso corporal. En recién nacidos y lactantes, tienen en relación con los mayores, un mayor contenido de agua corporal, mayor metabolismo energético, mayor intercambio de agua en relación al peso, mayores pérdidas insensible y mayor rapidez de intercambio de agua transcelular. El LEC es el predominante en esta edad.

COMPOSICIÓN ELECTROLÍTICA DEL PLASMA:

Principal catión:	Sodio
Principales aniones:	Cloro - Bicarbonato - Proteínas

COMPOSICION ELECTROLÍTICA DEL LÍQUIDO INTERSTICIAL:

Similar al plasma pero con menor concentración de proteínas (la pared capilar les limita el paso) y mayor concentración de Cloro. Esta concentración diferente de las proteínas condiciona la .presencia de una presión osmótica intravascular (presión oncótica del plasma).

COMPOSICIÓN ELECTROLÍTICA DEL LÍQUIDO INTRACELULAR:

Principal catión: Potasio - Magnesio
Principales aniones: Proteínas y fosfatos orgánicos.

COMPARACIÓN ENTRE LOS COMPARTIMIENTOS INTRA Y EXTRACELULAR:

El cloruro de sodio es el principal electrolito del líquido extra celular. El potasio y el magnesio, las proteínas, los fosfatos y el sulfato son los principales aniones intracelulares.

COMPARTIMIENTOS HIDRICOS EN CONDICIONES NORMALES:

En condiciones normales hay paso de agua y algunos solutos a través de la membrana, para mantener el equilibrio de los diferentes compartimientos (Fenómeno de GIBBS-DONNANA).

REQUISITOS:

1. La neutralidad electroquímica requiere que la suma de los aniones de un lado de la membrana sea igual a la suma de los cationes del otro lado.
2. El producto de las concentraciones de los iones difusibles de un lado de la membrana es igual al producto de los mismos del otro lado de la membrana.
3. Existen más partículas osmóticamente activas en el sitio don de está la proteína que del otro lado.
4. En el compartimiento donde se encuentran las proteínas, la concentración de aniones difusibles es menor que la de los cationes difusibles.

AGUA:

Ingesta de agua:

- a. agua endógena: 200 ml. x m² x 24 horas
- b. agua exógena:
 - Ingerida como tal a través del mecanismo de la sed.
 - Formando parte de los alimentos sólidos (75 a 80% de su peso es agua)
- c. Total agua endógena: 1.000 a 1.600 ml. x m² x 24 horas

INGESTA TOTAL: 1.200 a 1.800 ml. x m² x día (variable)

AGUA DE OXIDACIÓN DE LOS ALIMENTOS:

1 gramo de H de C: 0,55 ml de agua al metabolizarse

1 gramo de proteínas: 0,41 ml de agua al metabolizarse

1 gramo de grasa: 1,07 ml de agua al metabolizarse

AGUA DE LOS ALIMENTOS SÓLIDOS:

Cantidad de agua variable

Adulto más o menos 1.100 ml diarios

FISIOPATOLOGIA DEL AGUA:

Requerimientos diarios de agua en el lactante:

Requerimientos mínimos: 80 ml x kg x día

Lactantes: 800 ml x m² x día Todas las edades excepto período neonatal

Requerimientos usuales: 150 ml. x kg x día

Agua obligatoria renal: 300 ml x m² x día

Tolerancia Máxima: 250 ml x kg x día

Tolerancia Máxima en adultos: 200 ml x kg x día

Tolerancia disminuida:

- 1) Período Neonatal
- 2) I.C.
- 3) I.R.
- 4) Anestesia General
- 5) Algunos procesos neurológicos que afectan la región del hipotálamo y producen S.I.H.A.
- 6) Drogas (morfina y similares)

Tolerancias Aumentadas:

- 1) Deshidratación
- 2) Diabetes Insípida: Hípodisaria y Renal.
- 3) Deficiencias crónicas de K⁺.

NECESIDADES DE MANTENIMIENTO:

Ley de Holliday - Sequard

10 Kg.: 100 cc / día

10-20: 1.000 cc/kg/día + 50 cc por cada kg mayor de 10 kg.

20: 1.500 cc/kg/día + 20 cc por cada kg mayor de 20kg.

VOLUMEN URINARIO NORMAL

Relación Agua Solitos

Por cada mOsm de soluto, el organismo mantiene 3,27 a 3,50 ml de H₂O.

- Alteraciones de la relación Agua-Solutos
- Regulación Osmolar del L.E.C.
 - Hormonal (HAD)
- Regulación Renal
 - Filtración: 100 Its. x m² x día
 - Reabsorción: 99%
 - * Tubo proximal: 66% (obligatorio)
 - * Porción gruesa asa de Henle: llega a 80% el líquido filtrado en la porción descendente.
 - * Túbulo distal: Reabsorbe 90%, llega a 25%

PERDIDAS ORDINARIAS DE AGUA:

- a. Piel y pulmones:
 - 600 ml/m² sc/24h (lactante)
 - 600 ml/m² sc/24h (pre-escolar y escolar)
 - 700 ml/m² sc/24h (adolescente y adulto)
- b. Heces:
 - 50 a 100 ml/m²/24h
 - 500 ml/m² sc/24h en Diarrea.
- c. Riñones:
 - 600-1200 ml/m² sc/24h.
 - Dependiendo de la carga de solutos ofrecida al riñón.
- d. Fiebre 10-12% por cada °c por encima de 38°c

REGULACIÓN DEL EQUILIBRIO HIDRICO:

1. Ingesta agua._____ sed
 2. HAD
 3. Mecanismos renales de concentración y dilución de la orina.
1. .Ingesta de agua:
- Agua endógena: 200m/m² sc/24h.
 - Agua erógena: (la mayor parte)
 - Ingerida como tal a través del mecanismo de la sed.
 - Formando parte de los alimentos sólidos (75 a 80% de su peso es agua).

Ingesta de Líquidos y sed:

Una dieta promedio en el adulto proporciona aproximadamente 1 litro de agua por día y una cantidad similar se requiere como agua pura o preparados líquidos. Este volumen de líquidos es suficiente para compensar las pérdidas obligatorias de agua a través de la piel, riñón y pulmón, pero no es defensa - contra la deshidratación.

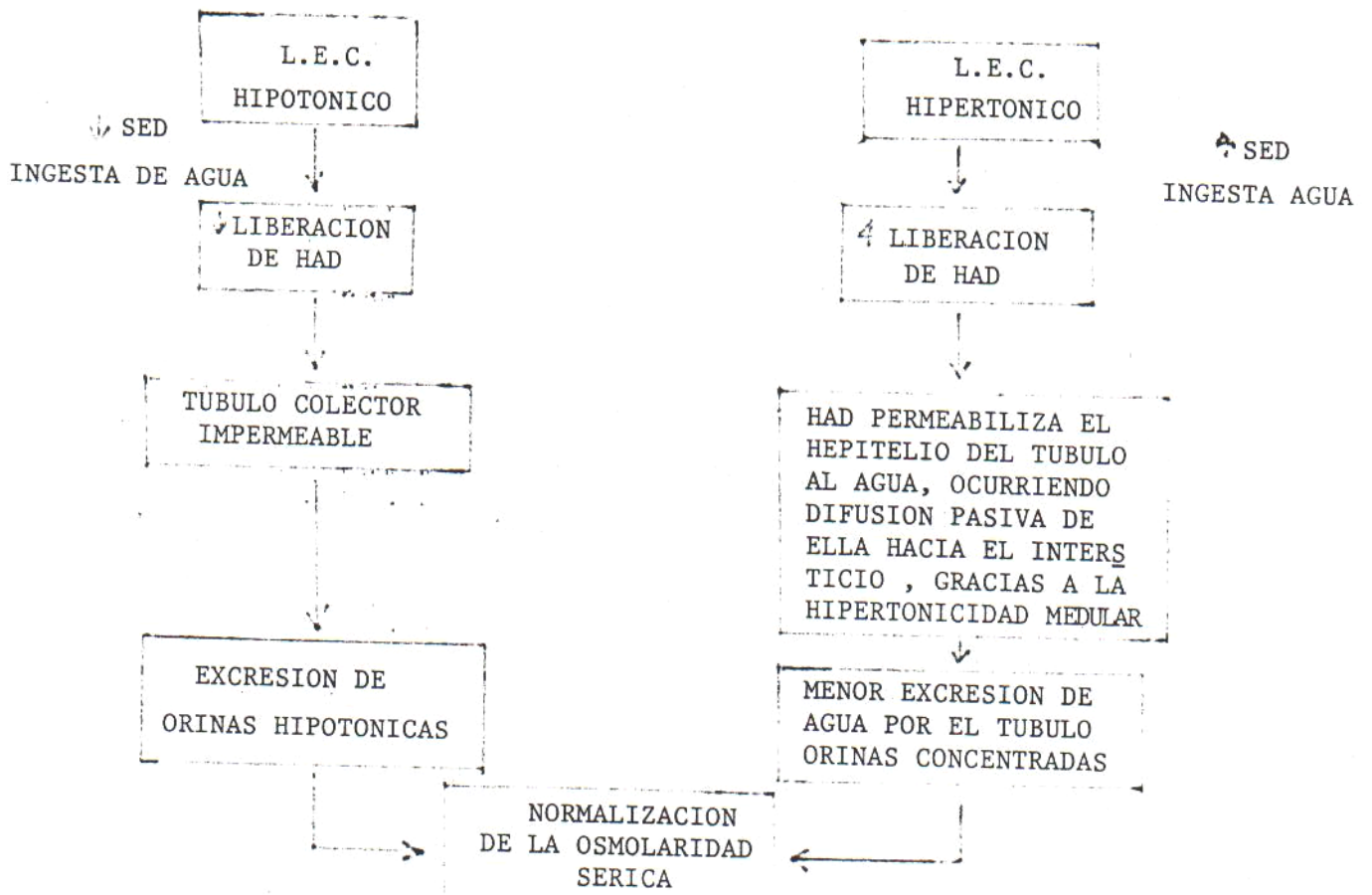
El mecanismo que compensa estas pérdidas anormales es la sed.

Estímulo para la sed ___ densidad sérica mayor 290 mOsm/kg, luego es progresiva ____ Mayor intensidad a densidad sérica mayor de 305 mOsm/kg.

Agua de Oxidación de los Alimentos:

1 gr de H. de C.	_____	0,55 ml de agua al metabolizarse
1 gr de proteínas	_____	0,41 ml de agua al metabolizarse
1 gr de grasa	_____	1,07 ml de agua al metabolizarse

1. REGULACIÓN OSMÓTICA DE LOS LÍQUIDOS CORPORALES:



Minina Osmolaridad: 40-50 mOsm/kg

2. REGULACIÓN HORMONAL ANTIDIURETICA:

LA hormona antidiurética natural es la Arginina-Vasopresina, producida en los núcleos supraópticos y paraventrículos del hipotálamo. Es formada en el cuerpo neuronal y se transporta a través del axón a la Hipofisis posterior, acompañada por una proteína transportadora llamada Neurofisina.

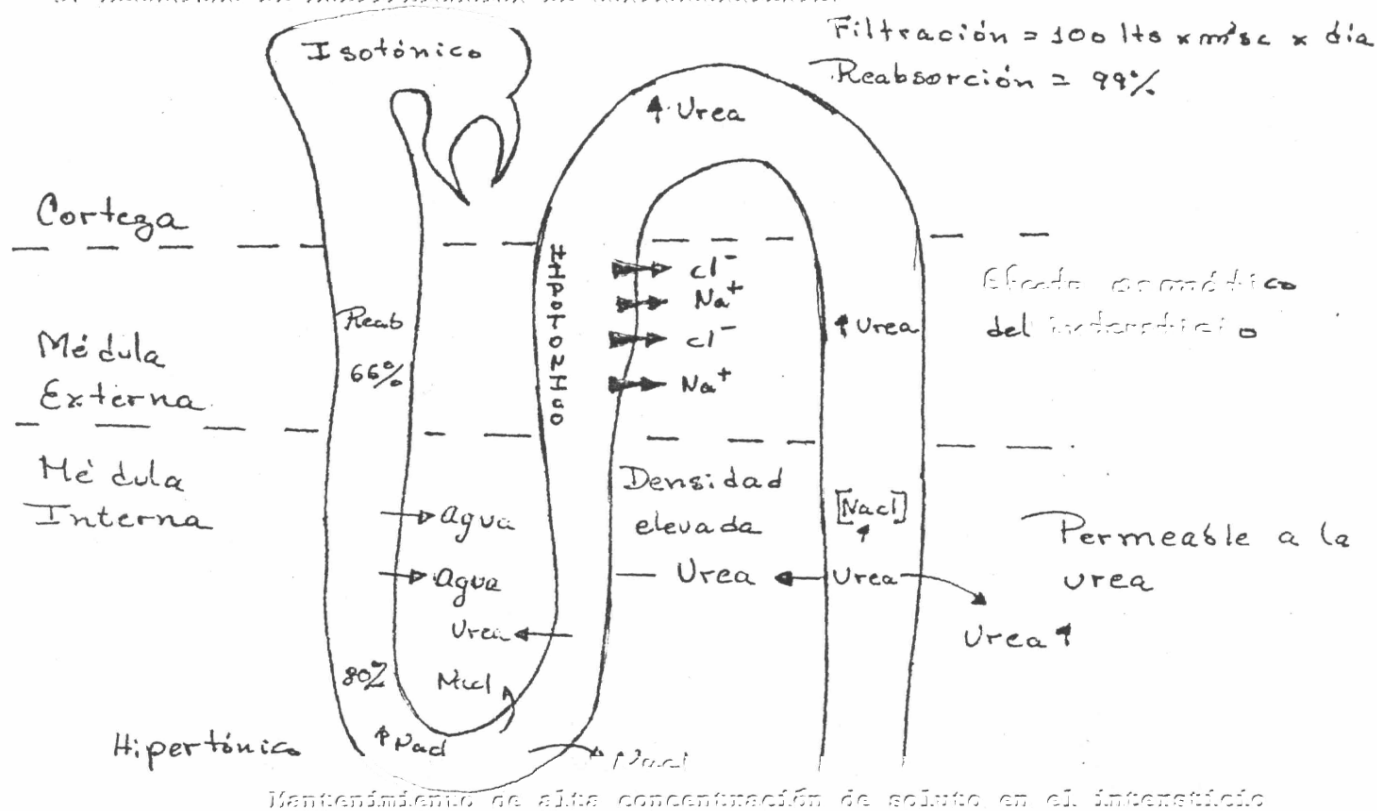
Al disminuir la Osmolaridad del LEC hay reducción en la liberación de H.A.D., permitiendo la liberación del excedente de agua por el riñon y la redistribución de la Osmolaridad de los líquidos corporales.

Por el contrario al aumentar la osmolaridad de los líquidos orgánicos (Deshidratación - Depuración hídrica) estimula la síntesis y liberación de la HAD con el subsiguiente aumento en la reabsorción de agua por el riñón. La HAD actúa a nivel del túbulo colector del nefrón aumentando la permeabilidad de la membrana y permitiendo el movimiento de agua con relación al gradiente osmótico líquido tubular-intersticial medular (todo ello a través del AMP cíclico)

Mantenimiento de alta concentración de soluto en el intersticio

3. MECANISMO DE MULTIPLICACIÓN DE CONTRACORRIENTE:

3. MECANISMO DE MULTIPLICACION DE CONTRACORRIENTE:



HAD es posible concentrar la orina en el túbulo colector del nefrón por reabsorción pasiva de agua.

Regulación Renal del Balance Hídrico:

El primer paso en la formación de la orina es la filtración glomerular. En condiciones normales se filtran por los glomérulos alrededor de $100 \text{ lts/m}^2 \text{ se/día}$, reabsorbiéndose en los túbulos 99% de este volumen. El 1% restante contribuye al volumen urinario. El líquido filtrado es isoosmótico.

Túbulo Proximal: Se reabsorbe el 66% del total filtrado, en forma obligatoria (independiente del estado de deshidratación) Isoosmótico.

Porción gruesa de la rama descendente del asa de Henle: Continúa la reabsorción isoosmótica y al final de ella se ha reabsorbido aproximadamente 80% del líquido filtrado. Es impermeable al paso de otros solutos. Contiene NaCl (túbulo proximal reduce concentración de otros solutos).

Porción gruesa de la rama descendente y la rama ascendente del asa de Henle: funciona el mecanismo de multiplicación del contracorriente el cual produce un medio hipertónico a nivel intersticial medular.

Este segmento es altamente permeable al NaCl e impermeable al H₂O. La difusión pasiva de NaCl hacia el intersticio, donde la densidad aumenta en medula renal interna. Es medianamente permeable a la úrea, por lo que entra este elemento.

El líquido tubular transcurre sin modificaciones importantes, a través del túbulo contorneado distal el cual es impermeable al agua y úrea, pero en el segmento cortical y medular externo del túbulo colector ocurre mayor reabsorción de agua por efecto osmótico del intersticio, sin reabsorción de úrea.

En contraste, el segmento medular interno del túbulo colector es altamente permeable a la úrea; la cual difunde al intersticio medular interno, produciendo un efecto osmótico que condiciona a la salida de agua de la porción delgada del asa de Henle, aumentando notablemente la osmolaridad del líquido tubular que alcanza su máxima concentración: 1.200 a 1.400 mOsm/lts hacia la papila del asa a nivel de la papila.

El túbulo colector en toda su extensión es permeable al agua en respuesta de la acción de la HAD, pero los segmentos que atraviesan la corteza renal y medular externa son impermeables a la úrea. Por lo anterior, en estos dos segmentos ocurre reabsorción de agua con incremento notable de la concentración de úrea en el líquido tubular.

Estimulación de Hormona Antidiurética:

- Dolor.
 - Traumatismo Intervenciones quirúrgicas
- Ansiedad.
- Acción de drogas y depresores del SNC

Inhibición de las Hormonas Antidiuréticas:

- Alcohol
- Antagonistas narcóticos
 - Fenitoína.