

GUÍA 1: HOMEOSTASIS Y MEDIO INTERNO.

Homeostasis es la constancia del Medio interno, aún frente a las variaciones del Medio externo (Cannon). El Medio interno se relaciona con la complejidad de los seres vivos.

Según Teoría de la Evolución, el primer ser vivo surgió en el mar, formado por una sola célula, la cual intercambiaba nutrientes y desechos metabólicos con su Medio externo.

De los Unicelulares evolucionaron los Pluricelulares, los cuales debían solucionar el problema del intercambio de nutrientes, oxígeno y desechos de las células que se encuentran en su interior. De esta forma se desarrolló un ambiente interno, que permitió la vida libre e independiente.

El Medio interno está representado por el Líquido extracelular que rodea a las células de los Pluricelulares, con una composición estable que permite los intercambios metabólicos y la comunicación celular.

El 60 % del peso corporal humano es agua, la cual se encuentra distribuida en un 40% del peso corporal en el Líquido intracelular y en un 20% en el Líquido extracelular.

Del total del Líquido extracelular un 80% corresponde al Líquido intersticial y un 20% al Plasma sanguíneo.

El Líquido intersticial o tisular debe mantenerse constante, para lo cual se requiere la ayuda del Sistema circulatorio.

El Plasma sanguíneo intercambia oxígeno y nutrientes, dióxido de carbono y desechos con el Líquido extracelular a nivel de los Capilares sanguíneos, debido a lo cual en ambos líquidos la concentración de solutos es igual, a excepción de las proteínas.

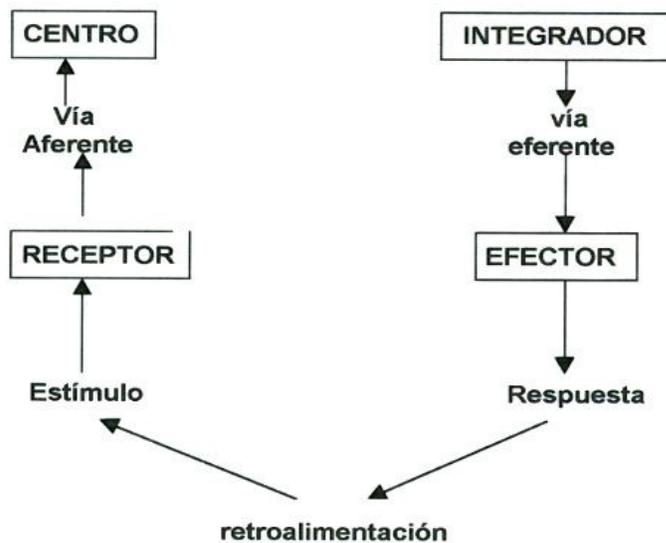
Según Starling, existe un equilibrio entre el volumen de líquidos que sale del capilar arterial y el que vuelve por los capilares venosos.

El Líquido intracelular varía de célula a célula del punto de vista cuantitativo, guardando similitud en la composición celular desde el punto de vista cualitativo.

El organismo animal que vive en un medio ambiente cambiante, debe enfrentar 4 problemas:

- 1.- **Mantener constante la temperatura corporal**
- 2.- **Mantener constante la concentración de glucosa de la sangre**
- 3.- **Mantener la cantidad de agua y de iones**
- 4.- **Conservar el pH dentro de ciertos rangos.**

En los organismos animales más evolucionados, sobre todo en el hombre, los sistemas nervioso y endocrino se interrelacionan estrechamente para construir diferentes **Sistemas de control y homeostático**. (Fig. N° 1).



- a) El **receptor** detecta los cambios y envía una señal al **centro integrador** por la **vía aferente**.
- b) Las decisiones efectuadas por el centro integrador se transmiten al **efector** mediante la **vía eferente**.
- c) Si el ajuste resultante, producido por la respuesta del efector, tiende a volver el sistema a condiciones óptimas o normales, se dice que ha habido **retroalimentación negativa**.
- d) Si el ajuste es tal que el sistema se aleja de las condiciones óptimas se llama **retroalimentación positiva**. En este caso la perturbación inicial desencadena una serie de eventos que aumentan más aún el trastorno.
- e) La mayoría de los sistemas homeostáticos en biología corresponden a la categoría general de fenómenos "**estímulo-respuesta**" conocidos como reflejos. Estos tienen como vía estructural el arco reflejo.

El concepto de Medio interno se debe a Claude Bernad (siglo XIX) fisiólogo francés.

El Medio interno amortigua las fluctuaciones del Medio externo para mantener el normal funcionamiento del organismo.

La Homeostasis se logra gracias al funcionamiento coordinado de todos los tejidos, órganos y sistemas del organismo. En los Mamíferos esta coordinación la realizan los Sistemas nervioso y hormonal, ligados estructural y funcionalmente.

El Sistema nervioso regula el organismo mediante Impulsos nerviosos (señales electroquímicas) transmitidos por las fibras de los nervios que hacen contacto con los Efectores músculos y glándulas.

El Sistema endocrino actúa a través de las Hormonas que se vierten a la sangre y viajan al órgano blanco para ejercer su acción.

Características generales de los sistemas de control.-

Formados por un conjunto de estructuras interconectadas que funcionan para mantener constante un parámetro físico o químico del cuerpo.

Sistema de control no-biológico.-

Ejemplo: Regulación de la temperatura del agua de una tina de baño.

Temperatura deseada = 30 grados C.

Temperatura ambiente = 10 a 25 grados C.

Pérdida continua de calor del agua

Sensor.- Instrumento sensible a la temperatura Produce corriente eléctrica de magnitud inversa a la temperatura del agua. El alambre B, lleva la corriente a la Caja de control.

Caja de control.- Conduce por el alambre D, la misma cantidad de corriente a la que entra por B, a la Unidad de calentamiento.

Unidad de calentamiento.- produce cantidad de calor proporcional a la intensidad que recibe.

El **Sistema** se estabiliza cuando la pérdida de calor al ambiente equivale a la cantidad de calor que entra por la Unidad de calentamiento.

Sistema estable: Entrada = Salida.

Hay siempre cierta oscilación en la temperatura estable por causa del tiempo que necesita la Unidad de calentamiento para calentarse o enfriarse. Para prevenir habría que agregar al sistema un **termosensor**, colocado fuera del baño, para detectar cambios de la temperatura ambiental.

Al disminuir la temperatura ambiente, la información se transmite a la caja de control, la cual hace que la unidad de calentamiento aumente su salida. Así se adiciona calor antes que baje la temperatura del agua, contrarrestando el cambio antes que éste ocurra, reduciendo las fluctuaciones.

Retroalimentación negativa.- Cuando se reduce la temperatura del agua, el sensor detecta este cambio y envía la información a la caja de control, la cual indica a la unidad de calentamiento que aumente su salida; sube la temperatura.

Al subir la temperatura, lo detecta el sensor el cual altera nuevamente su generación de corriente, alterando la entrada en la caja de control y la unidad de calentamiento, por lo tanto, la temperatura del agua actúa como vínculo entre el sensor y la unidad de calentamiento. Este proceso actúa como retroalimentación, manteniendo la constancia

Sistema de control biológico.-

Retroalimentación negativa (Feedback).-

El aumento de una respuesta causa su disminución y viceversa.

Retroalimentación positiva.-

Un estímulo iniciado produce respuesta final de la misma naturaleza.

Los sistemas de control biológicos pertenecen a los **Reflejos**:(estímulo – respuesta)

La vía del reflejo se denomina **Arco reflejo** y sus componentes son:

Receptor – vía aferente – Centro elaborador - vía eferente – efector.

Estímulo = es todo cambio detectable en el ambiente.

Receptor = estructura que capta el Estímulo (Sensor). El Estímulo afecta la señal emitida por el Receptor, la cual es enviada al Centro elaborador.

Centro elaborador = recibe generalmente la entrada de muchos Receptores, respondiendo a tipos diferentes de estímulos.

Vía eferente = lleva la información al Efeotor.

Efeotor = realiza cambio de actividad (Unidad de calentamiento)

La respuesta del Efeotor hace disminuir al Estímulo, lo cual reduce la actividad del receptor. El flujo de información del Receptor al Centro elaborador vuelve al nivel original: **retroalimentación negativa**.

El centro elaborador puede hallarse en el **Sistema nervioso o en una Glándula endocrina**. La información aferente y eferente puede ser transportada por **vías nerviosas u hormonales**. Los Efectores principales son los **músculos y las glándulas**. La mayoría de las células del cuerpo, actúan como efectores, debido a que su actividad está controlada por los nervios u hormonas.

Algunos reflejos carecen de Vía aferente usual. Ej. La Paratiroides produce una hormona que actúa en los huesos haciendo que liberen calcio en la sangre. En este caso, las mismas células que producen la hormona actúan como receptores a este reflejo.

Mediadores químicos.-

Cuando en un reflejo está comprometida una glándula, la comunicación entre las células se realiza mediante un agente químico; la hormona es transportada por la sangre.

En igual forma, las fibras nerviosas se comunican entre sí y con los efectores mediante receptores químicos. Ej. **Acetilcolina, epinefrina, dopamina, histamina, serotonina, prostaglandinas, GABA**.

Los Mediadores químicos actúan de la siguiente manera: en las membranas celulares existen Sitios receptores que poseen moléculas específicas, las cuales se combinan con el Mediador químico, los Mediadores químicos le indican a la célula que altere su actividad. Son específicos.

Osmorregulación.-

Mecanismo que controla la homeostasis de los líquidos y de los iones del medio interno. La cantidad de agua en el cuerpo y de iones, debe mantenerse constante. Problema común a todos los animales. Así por ejemplo en los Protozoos como la Ameba y el Paramecio, existen Vacuolas contráctiles que eliminan los excesos de agua desde la célula.

En Pluricelulares, el control de agua está asociado al Sistema excretor, al igual que la concentración de iones y de desechos metabólicos. Los desechos metabólicos son el agua, el dióxido de carbono, eliminado por branquias, pulmones o tráqueas y los desechos nitrogenados. El agua y los desechos nitrogenados, en animales superiores son excretados por los riñones.

Los desechos nitrogenados provienen de los aminoácidos no utilizados en la formación de las proteínas. Proceso que comienza con la **Desaminación**, o sea, la separación del grupo amino-(NH₂) del aminoácido y convertido en **Amoníaco** (NH₃).

El amoníaco es tóxico para las células. Los animales pequeños de agua dulce lo eliminan con facilidad. Los más complejos, convierten el amoníaco en productos catabólicos menos tóxicos como la urea y el **ácido úrico** que pueden ser eliminados gradualmente.

Insectos, reptiles y aves transforman al amoníaco en ácido úrico, producto insoluble que se excreta como un sustancia pastosa suspendida en muy poco agua.

Anfibios y Mamíferos, convierten al amoníaco en urea, compuesto soluble que no causa daño a los tejidos.

VERTEBRADOS TERRESTRES.-

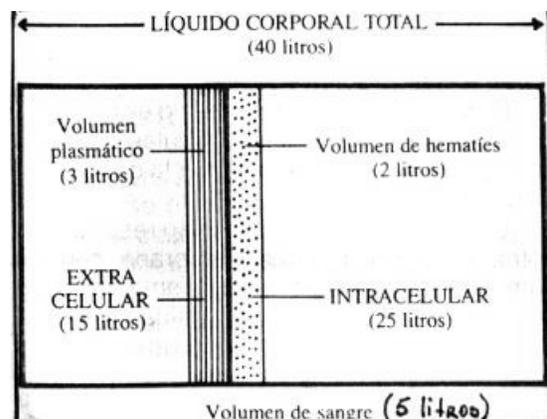
Experimentan una constante pérdida de agua corporal hacia el aire atmosférico. Los mamíferos eliminan urea, producto que requiere un suministro de agua para ser excretada. Los **riñones** desempeñan un eficiente papel para conservar agua.

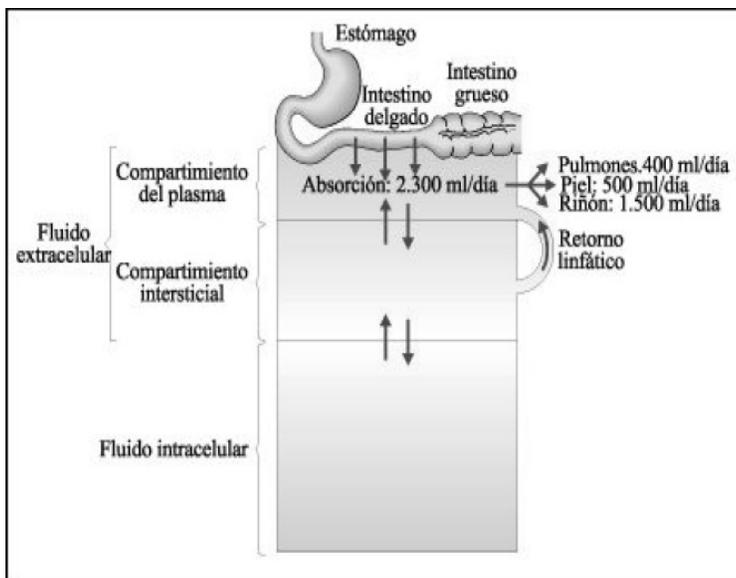
El agua es el compuesto más abundante en todos los seres vivos; en todos ellos ocupa más del 50% del peso corporal total. En los bebés humanos, el agua corresponde al 75% del peso corporal, porcentaje que disminuye a medida que se avanza en edad. Un hombre adulto de 70 Kg tiene aproximadamente 40 litros de agua, que equivalen al 57% de su peso. De estos 40 litros, 25 se encuentran en el interior de sus células, es el llamado **líquido intracelular**, y los 15 litros restantes se encuentran en el exterior de sus células constituyendo el **líquido extracelular**. (Fig. N° 5).

El líquido extracelular comprende:

- el **líquido intersticial** o medio interno.
- El **plasma sanguíneo**.
- El **líquido cefalorraquídeo**.
- La **Linfa** y otros de menor volumen

(Fig. N° 2). Líquidos corporales indicando volumen de Líquido extracelular, líquido intracelular, sangre y Volúmenes totales.





(Fig. N° 3). Los compartimientos líquidos del cuerpo humano.

Cualquier modificación del volumen o concentración del líquido extracelular repercutirá en el líquido intracelular. La ganancia de agua se produce por ingesta de agua líquida, ingesta de alimentos que contienen agua y por oxidación de los alimentos en las células. La pérdida de agua corporal se produce a través de los pulmones por exhalación de aire húmedo, a través de las heces, por sudoración y por excreción de orina, que representa la principal vía de pérdida de agua. (Fig. N° 6).

FISIOLOGÍA RENAL Y OSMORREGULACIÓN.-

El Sistema renal ayuda a mantener el equilibrio del medio interno mediante la excreción de desechos metabólicos y regulando el contenido de líquidos y sales del cuerpo.

El Sistema renal recibe los líquidos desde todo el organismo a través de la sangre y de los líquidos intersticiales, los filtra y reabsorbe las sustancias necesarias para el organismo y elimina los desechos. (Agua y compuestos nitrogenados).

La unidad estructural y funcional del riñón se denomina **Nefrón**. (Fig.N° 4). El nefrón está formado por el **Corpúsculo renal** y el **Túbulo renal**. El corpúsculo renal consta del **Glomérulo de Malpighi** y la **Cápsula de Bowman**.

El **Túbulo renal** se divide en:

- 1.- **Túbulo contorneado proximal.**
- 2.- **Asa de Henle.**
- 3.- **Túbulo contorneado distal.**
- 4.- **Conducto colector.**

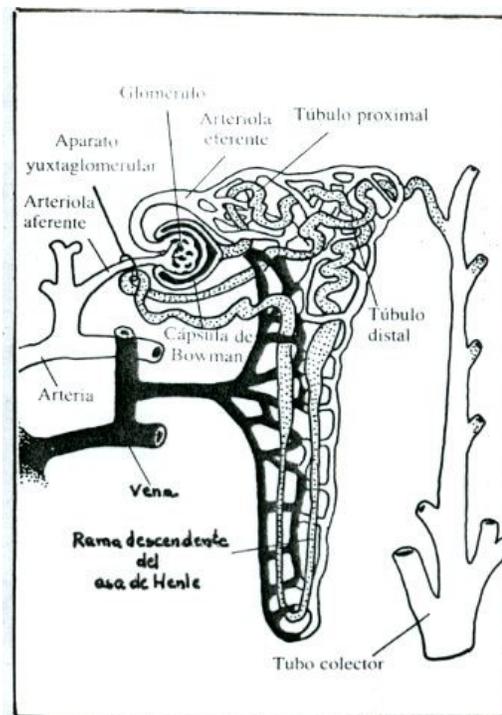
El Glomérulo se ubica dentro de la Cápsula de Bowman y está formado por una **Arteriola aferente**, derivada de la arteria renal, que forma un ovillo de capilares. La unión de estos capilares da nacimiento a una **Arteriola eferente**, de menor calibre que la arteriola aferente, la que emerge del Corpúsculo para ramificarse y formar los Capilares peritubulares alrededor del Túbulo renal. La Cápsula de Bowman es una copa de doble pared, externa e interna.

El Túbulo contorneado proximal representa la continuación de la capa externa de la Cápsula. Está formado por células cilíndricas que poseen microvellosidades, las cuales aumentan su superficie y abundantes mitocondrias que aportan energía para la reabsorción activa.

El Asa de Henle posee dos ramas, una **descendente** y otra **ascendente**, ubicadas entre las arteriolas aferentes y eferentes. El Túbulo contorneado distal, empieza en la **Mácula densa**, células especializadas, adyacentes a la arteriola aferente. Sus células poseen mitocondrias.

En la arteriola aferente se encuentran las **Células yuxtaglomerulares**, en contacto con las células de la mácula densa, formando el aparato sensitivo, relacionado con la **Presión sanguínea** y la **concentración de Cloruro de sodio**, cuyas variaciones producen la liberación en las células yuxtaglomerulares de **Renina**, hormona que activa el **Sistema renina-angiotensina**.

La renina actúa sobre el **Angiotensinógeno** (proteína plasmática) y la transforma en **Angiotensina I**, la cual, por acción de una enzima convertidora se transforma en **Angiotensina II**. Que estimula a la ACTH que actúa sobre la Corteza de las suprarrenales para que liberen **Aldosterona** (reabsorción de iones de sodio).



El Conducto colector está formado por la confluencia de varios Túbulos contorneados distales. Se ubican en las Pirámides renales, cuyos vértices se llaman Papilas y mediante los Cálices desembocan en la **Pelvis**. En el hombre cada riñón posee un millón de nefrones.

La Formación de la orina comprende: la **filtración, reabsorción y secreción tubular**.

1.- Filtración.-

El riñón mantiene el equilibrio hídrico del organismo mediante la filtración. La sangre que entra a los capilares glomerulares lo hace a una gran presión, debido a que el diámetro de la arteriola eferente es menor que el diámetro de la arteriola aferente. Esto hace que el agua y las materias solubles pasen de los capilares a la Cápsula de Bowman.

Únicamente no se filtran las proteínas plasmáticas y los elementos figurados de la sangre. El líquido filtrado se llamado **Filtrado glomerular** y es similar al plasma sanguíneo. El Índice de filtración glomerular (**IFG**) de ambos riñones equivale a 125 ml. por minuto, lo cual da un total de 180 litros por día. El filtrado fluye hacia el Túbulo contorneado proximal, mientras que la sangre es llevada por la arteriola eferente hacia la red capilar peritubular.

2.- Reabsorción.-

El 99% del filtrado es transportado, en forma pasiva o activa al líquido intersticial y luego a los Capilares peritubulares y el 1% se excreta como orina.

3.- Reabsorción pasiva.-

Movimiento de partículas desde el área de mayor concentración en el filtrado hasta el área de menor concentración en la sangre. Ayudan al proceso las proteínas no filtrables del plasma sanguíneo, las que por osmosis permiten el regreso del agua a la sangre (**presión coloidosmótica**).

4.- Reabsorción activa.-

Transporte activo, mediante moléculas transportadoras, desde un área de menor concentración a otra de mayor concentración, con gasto de energía, proporcionada por el ATP en los mitocondrias. Un 65% del filtrado glomerular es absorbido en el Túbulo contorneado proximal: agua, glucosa, aminoácidos, vitaminas y otros nutrientes, además, iones de sodio, potasio, cloruro.

Este tipo de reabsorción es selectivo, o sea, el riñón tiene la capacidad homeostática de mantener normal el nivel de ciertas sustancias en la sangre. Ejemplo: reabsorbe el 100% de la glucosa, en cambio la urea es excretada.

Las microvellosidades y los mitocondrias de los Túbulos contorneados proximales favorecen la reabsorción pasiva y activa. El filtrado que pasa al Asa de Henle contiene principalmente agua, urea y el exceso de sales. Las dos ramas del Asa de Henle descendente y ascendente se ubican en la Médula del riñón, rodeadas por el líquido intersticial rico en cloruro de sodio (**medio hipertónico**).

CONCENTRACIÓN DE LA ORINA. SISTEMA DE CONTRACORRIENTE.-

La orina se concentra mediante una combinación de transferencia por osmosis y difusión entre los túbulos, líquido intersticial y capilares peritubulares.

La propiedad de eliminar orina concentrada y conservar el agua del organismo se debe a ciertas propiedades del Asa de Henle. Los Glomérulos y Túbulos contorneados proximales y distales están situados en la Corteza del riñón y el Asa de Henle en la Médula. Los capilares peritubulares se extienden hacia abajo por la Médula.

La sangre baja hasta la Médula y luego sube a la Corteza antes de desembocar en las venas renales. Los Túbulos colectores que reciben a los Túbulos contorneados distales, pasan por la Médula y llegan a la Pelvis del riñón. Esa disposición anatómica permite al riñón eliminar una orina **hipertónica** a la sangre. Las paredes de la rama descendente son permeables al agua y al cloruro de sodio.

Cuando el filtrado diluido se desplaza a lo largo de esta rama, pierde agua por osmosis y gana cloruro de sodio por difusión, de modo que al llegar al extremo inferior de Asa de Henle se ha convertido en una solución concentrada en sales y urea.

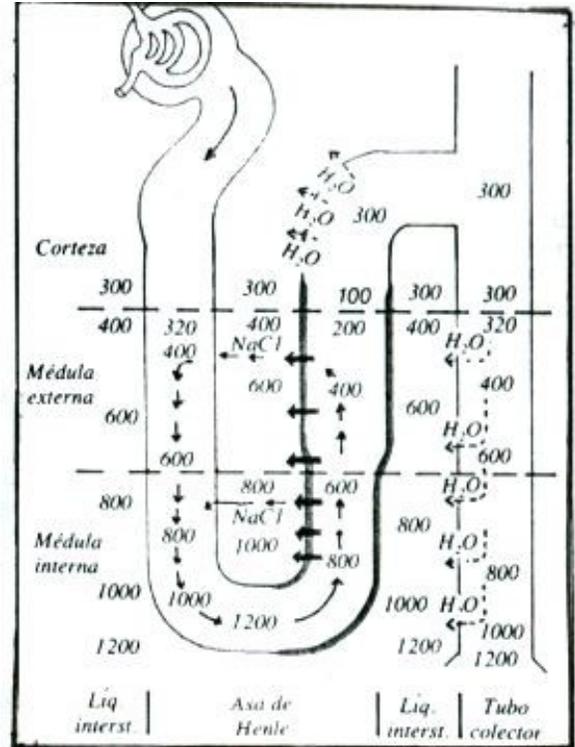
Este **fluido hipertónico**, sube por la Rama ascendente de Asa de Henle, cuyas paredes son impermeables al agua. A medida que lo hace, el cloruro de sodio es transportado activamente hacia el líquido intersticial. (El sodio es transportado activamente y por su carga positiva atrae al ión cloruro negativo).

Cuando el cloruro de sodio pasa de la rama ascendente al líquido intersticial se mantiene la hipertonicidad de la Médula renal, lo que facilita la difusión del cloruro de sodio a la rama descendente de Asa de Henle. El circuito se repite por lo cual recibe el nombre de **mecanismo de contracorriente**. (Fig. N° 8).

El Túbulo contorneado distal con abundantes mitocondrias, reabsorbe en forma activa el sodio y por difusión al agua.

La orina, en el Túbulo contorneado distal es **isotónica** con el Plasma sanguíneo que circula en la capilar peritubular que envuelve al Túbulo renal. Al entrar al Tubo colector, atraviesa nuevamente la zona Medular del riñón, donde el mecanismo de contracorriente mantiene una alta concentración de cloruro de sodio.

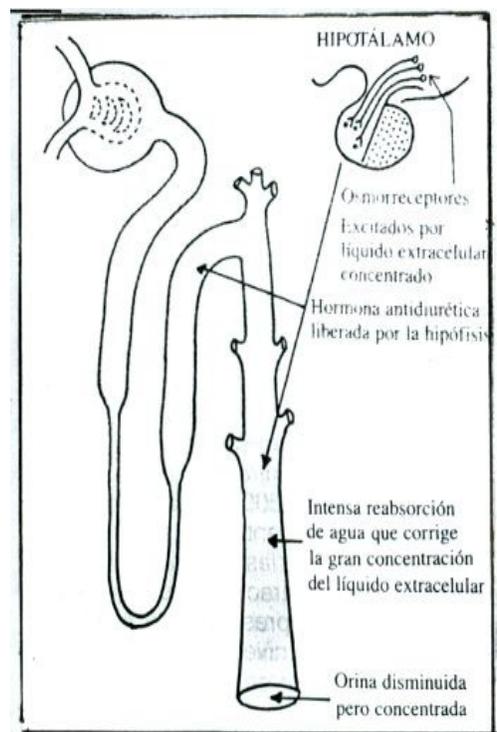
Las paredes del Tubo colector son permeables al agua, la cual pasa por osmosis hasta el líquido intersticial, dejando una orina **hipertónica** que llega a la pelvis renal.



(Fig. N° 5) mecanismo de contracorriente

EQUILIBRIO HÍDRICO.-

Al disminuir el consumo de agua, aumenta la concentración de sales en la sangre, aumentando la presión osmótica de ella. En tal caso, al pasar la sangre por los capilares del Hipotálamo, estimula osmorreceptores, ubicados en los Núcleos supraópticos, los cuales vigilan la concentración de solutos en la sangre y aumentan o disminuyen la secreción de ADH. En este caso como respuesta el Hipotálamo secreta **Hormona antidiurética ADH**, (Fig. N° 9), la cual es transportada, vía nerviosa hasta la Neurohipófisis, encargada de liberarla. La ADH llega por la sangre hasta los riñones donde aumenta la permeabilidad al agua en los Túbulos contorneados distales y Tubos colectores. Esto trae por consecuencia un aumento del volumen de sangre y una disminución del volumen de la orina excretada.

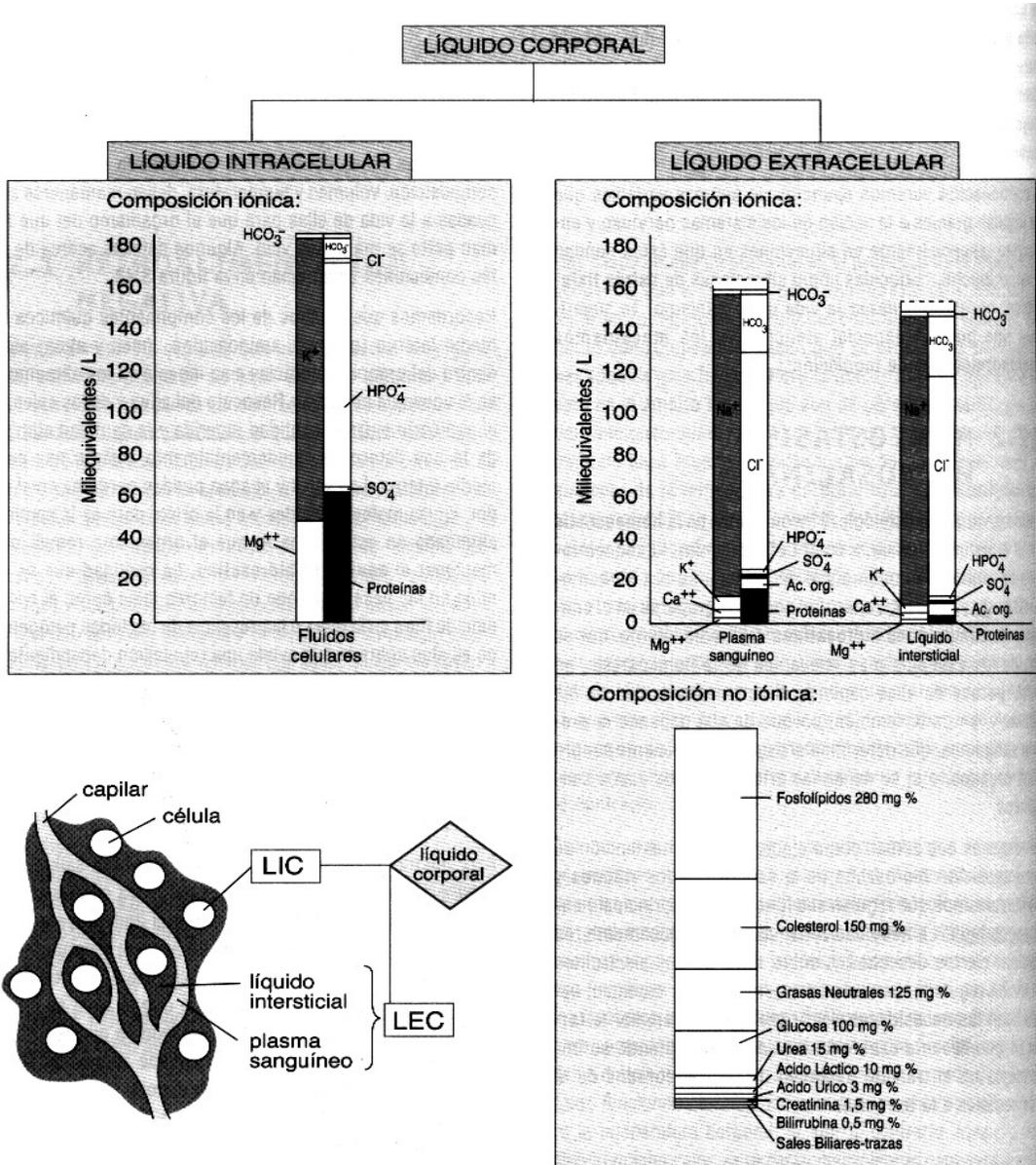


(Fig. N° 6). Control de la presión osmótica del Líquido extracelular por el sistema osmorreceptor-hormona antidiurética.

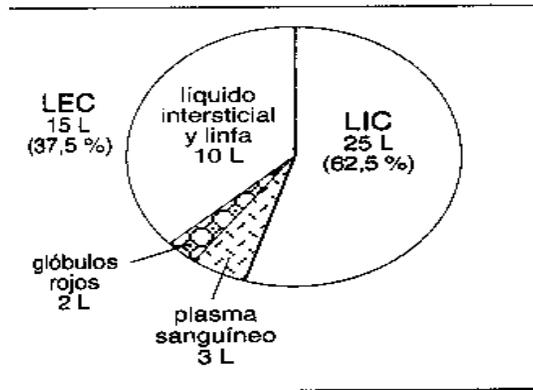
Al aumentar el consumo de agua, los osmorreceptores del Hipotálamo captan el cambio e influyen sobre el Hipotálamo para que cese su producción de ADH, con lo cual disminuye la cantidad de agua reabsorbida y se elimina mayor volumen de orina diluida.

En el equilibrio hídrico influye el consumo de alcohol, el cual actúa suprimiendo la liberación de ADH (**efecto diurético**), con lo cual aumenta el volumen de orina eliminada.

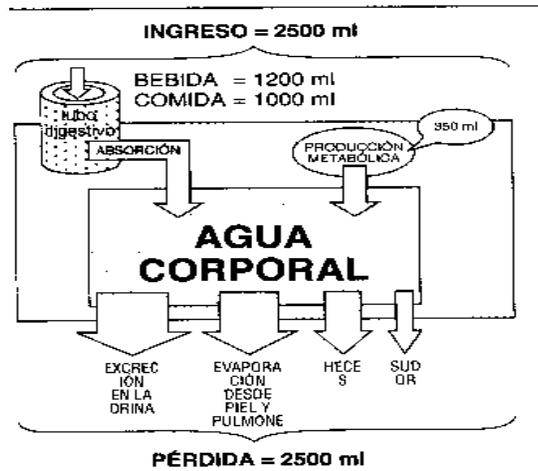
En la **Diabetes insípida**, el Hipotálamo produce una cantidad insuficiente de ADH, por lo cual el paciente elimina grandes cantidades de orina.

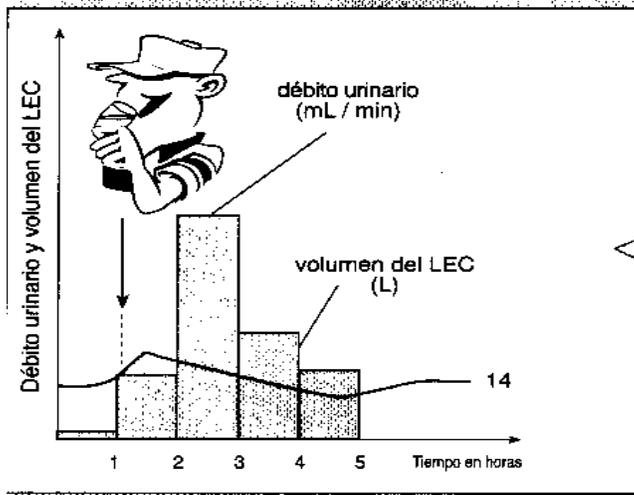


DISTRIBUCIÓN DEL LÍQUIDO CORPORAL.

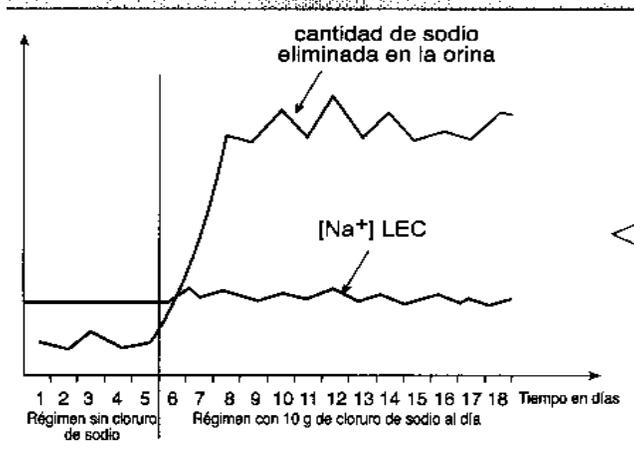


EQUILIBRIO HÍDRICO EN EL ORGANISMO





Se puede apreciar que después de una ingesta de agua, la cantidad de orina aumenta, con lo que tiende a conservarse constante el volumen del LEC.



Se aprecia que gracias al aumento de la excreción de sodio, su concentración plasmática permanece constante a pesar del aumento en la ingesta.

