

II.- FISILOGIA RENAL

Frecuentemente los riñones son considerados como órganos puramente excretores de sustancias de deshecho del organismo, sin embargo, el funcionamiento renal se encarga de mucho más, ya que regula el volumen y la composición de los líquidos del cuerpo.

Además participa en la regulación de la presión arterial; son un factor importante en la regulación de la producción de Eritrocitos, a través de la Eripropoyetina que sintetizan e intervienen en el metabolismo de la Vitamina D produciendo su metabolito más activo.

La función excretora y reguladora de los riñones se lleva a cabo en los diferentes segmentos de la Unidad Funcional del Riñón, el Nefrón, mediante los mecanismos de filtración glomerular, reabsorción y secreción tubular.

La Filtración Glomerular, que es el primer paso en la formación de la orina, se produce por la existencia de una presión efectiva de filtración, que está dada por la presión sanguínea intraglomerular que alcanza 75 mm. Hg. A ella se oponen la presión oncótica de las proteínas del plasma, la presión del líquido dentro de la cápsula de Bowman, y la presión intratubular, las que sumadas representan 50 mm. Hg. A esto probablemente se agregue un mecanismo

de difusión condicionado por gradientes de concentración, que favorecen el paso de solutos desde el plasma hacia el líquido glomerular.

La estructura de las paredes de los capilares glomerulares, cuya área total se calcula en 1.5 m., actúa como un filtro que sólo permite el paso de moléculas grandes como proteínas del plasma, y las células sanguíneas.

La medición de la velocidad con que ocurre la filtración glomerular, se utiliza con frecuencia para obtener un índice del funcionamiento renal, que permite valorar la evolución de un padecimiento renal y su respuesta al tratamiento.

Esta medición puede hacerse gracias al concepto de depuración introducido por Van Slyke en 1928. La depuración renal de una sustancia, puede definirse como la cantidad de esa sustancia que se libera del plasma en la unidad de tiempo, y puede expresarse como la relación entre excreción urinaria de la misma por minuto, y su concentración en el plasma.

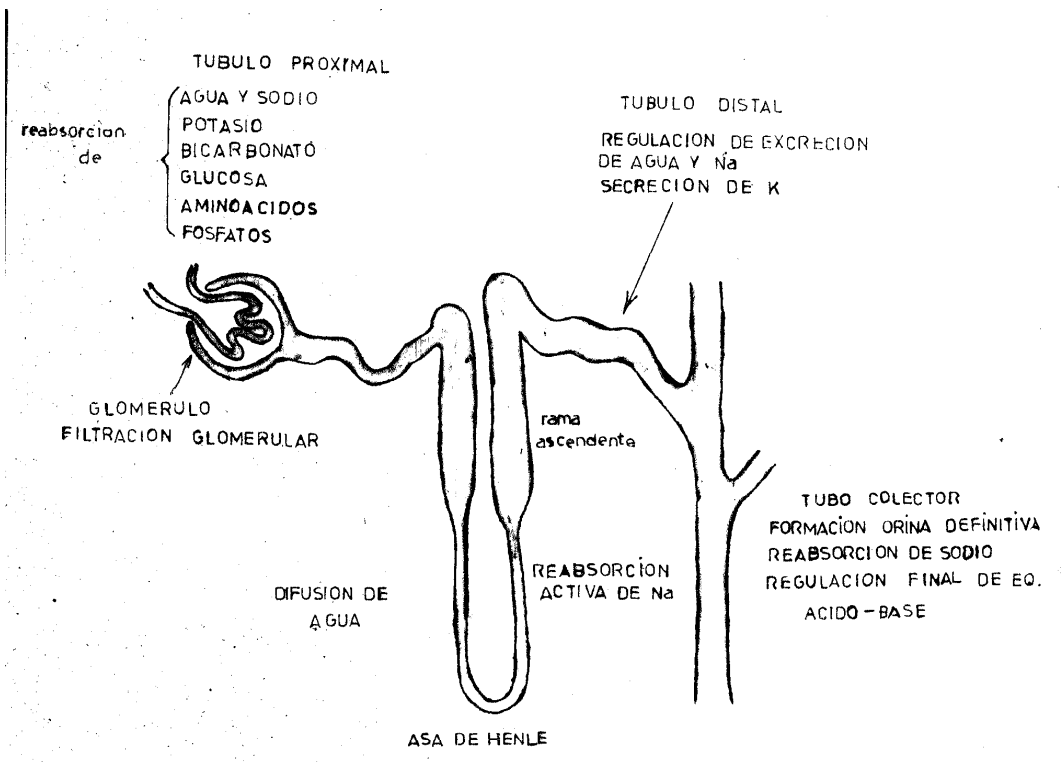
La VFG (Velocidad del filtrado glomerular), se expresa en mililitros por minuto (Ml./min.), la cifra promedio normal varía con el tamaño de cada sujeto.

REABSORCION Y SECRECION TUBULAR

El líquido producido por filtración glomerular, tiene una composición diferente a la de la orina final, debido a que su paso por los diferentes segmentos del Nefrón (túbulos contorneados proximal y distal asa de Henle y túbulo colector), ese líquido es sometido a la extracción de muchos de sus componentes, por los mecanismos de reabsorción tubular y le son depositados otros solutos por los mecanismos de secreción tubular (Fig. 1). Tanto la reabsorción como la secreción tubular, son en su mayor parte procesos activos que consumen energía y oxígeno.

Existe una interacción directa de ellos con la filtración glomerular, para establecer el llamado balance glomérulo tubular, de manera que la magnitud de la reabsorción, o la secreción de una sustancia, dependen en parte de la cantidad de ella que es filtrada por el glomérulo.

Existen también mecanismos hormonales que regulan la actividad secretora o de reabsorción de los túbulos. Para ambos mecanismos tubulares, existe, en el caso de algunos solutos una capacidad máxima, después de la cual los túbulos son incapaces de reabsorber o secretar más.



FUNCIONES TUBULARES

MECANISMOS TUBULARES

Existen algunos de interés práctico por la relación directa que tienen con el manejo renal del agua y los electrolíticos, y con el mantenimiento del equilibrio ácido-base.

1.- CAPACIDAD PARA CONCENTRAR Y DILUIR ORINA

En condiciones habituales de alimentación, los riñones normales producen orina cuya osmolaridad es mayor que la del plasma.

Sin embargo, tiene amplia capacidad para producir orina muy diluída o muy concentrada, de acuerdo con el estado de hidratación de cada individuo.

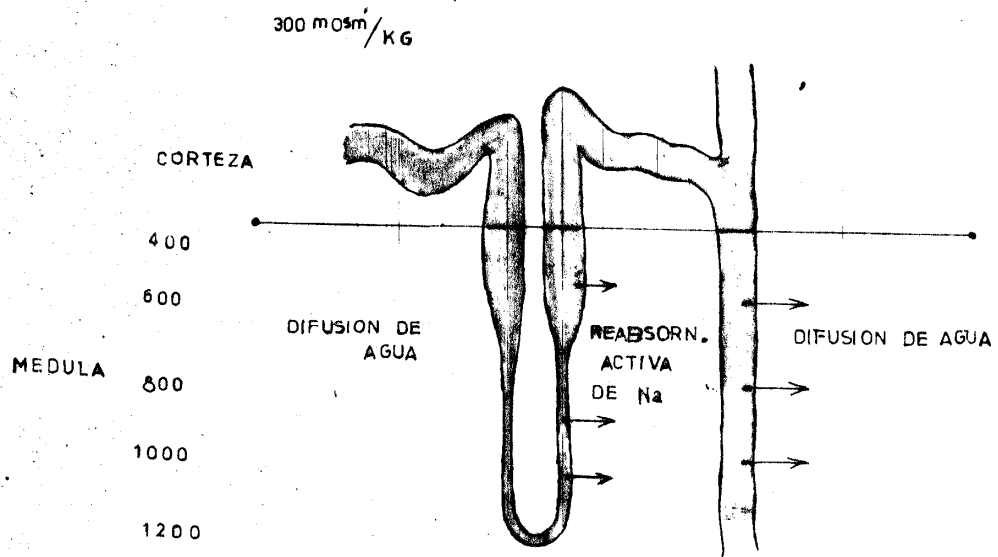
Los mecanismos que participan en la producción de orina diluída o concentrada, son los siguientes:

En el túbulo proximal, la reabsorción de agua está condicionada a la de sodio, y ocurre en tal proporción, que al final de ese segmento, el líquido tubular tiene osmolaridad semejante a la del plasma.

Al circular por la rama descendente del asa de Henle, el líquido tubular, se pone en contacto con el tejido de la médula renal, cuya osmolaridad aumenta en forma progresiva, desde la parte superficial a la profunda y a consecuencia de esto pierde aguas.

Esta Hiperosmolaridad se debe a la reabsorción activa de cloruro de sodio en la rama ascendente del asa de Henle, ya que la disposición especial de las asas, los tubos colectores y los vasos rectos, dan lugar a un mecanismo multiplicador de contracorriente. (Fig. 2).

MECANISMO DE CONCENTRACION



Al final del asa de Henle, el líquido tubular es hipotónico, y a partir de allí se modificará su osmolaridad, de acuerdo con el estado de hidratación del sujeto. Si existe déficit de agua, la osmolaridad plásmatica está aumentada, y esto, estimula a los núcleos hipotalámicos para producir hormona antidiurpética (HAD), que se libera en mayor cantidad a través de la neurohipófisis. La (HAD) hace que las células de los túbulos distal y colector sean permeables al agua, por lo que ésta se reabsorbe en mayor cantidad para compensar el déficit. Si hay sobrehidratación y por consiguiente hiposmolaridad plasmática, se inhibe la liberación de HAD, los túbulos se hacen impermeables al agua, ésta deja de reabsorverse y se excreta para eliminar el exceso.

La capacidad para concentrar la orina se estudia en todo paciente que presenta poliuria para definir si tiene diabetes insípida y en los que se deshidratan muy fácilmente cuando aumentan sus pérdidas de agua para conocer la existencia de un defecto de función tubular renal o de padecimientos renales de predominio túbulo-intestinal.

2.- MANEJO RENAL DEL SODIO

El sodio que se filtra libremente en los glomérulos es reabsorbido casi totalmente (99%) a su paso por los túbulos.

La reabsorción se hace en parte favorecida por gradientes de concentración, por otra parte ocurre por mecanismos activos que consumen energía. El sodio reabsorbido es intercambiado por la células tubulares por otros cationes a (H^+ y K^+). La reabsorción tubular de sodio está regulada por varios mecanismos; todos ellos van encaminados a mantener el equilibrio con el sodio que ingresa y a compensar el déficit o exceso de este ión. De los procesos que intervienen en esta regulación, uno de los mejor conocidos es el Sistema Renina Angiotensina-Aldosterona. Cuando ocurre depleción de sodio, disminuye el volumen circulante, el flujo plasmático renal y la filtración glomerular, también hay cambio en la cantidad de sodio que llega a la mácula densa del túbulo distal. Estos hechos estimulan la liberación de renina por el aparato Yuxtaglomerular. La renina activa el angiotensinógeno producido en el hígado y produce angiotensina I, que es convertida en su paso por la circulación pulmonar en angiotensina II. Esta última estimula la liberación de aldosterona a su vez estimula la reabsorción tubular distal de sodio para compensar el déficit de éste.

Como efecto concomitante, aumenta la secreción de potasio, si un sujeto recibe una carga de sodio, el mecanismo anterior se inhibe en forma parcial y al no existir aldoste-

rona se elimina el exceso del ión. A través de éste sistema, los riñones participan en la regulación de la presión arterial.

3.- EQUILIBRIO ACIDO-BASE

La mayor parte de los ácidos producidos por el metabolismo normal, son eliminados por los riñones a través de producción de titulable y de amonio, además los riñones conservan bicarbonato para mantener la reserva de éste en límites normales.

FUNCION ENDOCRINA DE LOS RIÑONES

Eritropoyesis.- Los riñones participan en el mantenimiento de la cantidad normal de los glóbulos rojos de la sangre a través de su producción de eritropoyetina. Esta es una mucoproteína que actúa estimulando la maduración de eritrocitos en la médula ósea.

METABOLISMO DE LA VITAMINA D

La vitamina D producida en la piel o ingerida en los alimentos, es transportada en el suero por una proteína, específica hasta sus lugares de almacenamiento en el músculo ó en la grasa, ó llevada al hígado en donde el sistema enzimático de sus mitocondrias la convierten en 25 hidroxicole calciferol (25-OHD 3), que circula en el suero unida a la misma proteína anterior y que tiene acción sobre la absorción intestinal, y la reabsorción ósea de calcio; su producción está regulada por un mecanismo de retro-alimentación. Cuando ocurre hipocalcemia y la consiguiente elevación

de hormona paratiroidea (HPT), ésta última da lugar a que a nivel de los túbulos renales, el 25-OHD 3, sea hidroxilado en el carbono 1, convirtiéndose en 1-25 dihidroxicolecalciferol (1-25 (OH) 2 D3). Cuando la calcemia se normaliza ésta cesa y se producen otros metabolitos como el 24-25 dihidroxicolecalciferol.

El (1-25 (OH) 2 D3) es el metabolito más activo conocido de la vitamina D. Su producción parece estar influenciada por la calcitonina y la presencia de acidosis metabólica y está determinada por una enzima mitocondrial que requiere de piridinucleótido reducido y oxígeno. Su síntesis deja de ocurrir en la insuficiencia renal y se restablece después de un trasplante renal útil. Sus sitios conocidos de acción son las vellocidades intestinales en donde estimula la absorción de calcio y los huesos en donde promueve la reabsorción del mismo. Se le puede encontrar acumulada en los núcleos de las células del intestino y de los osteoclastos.