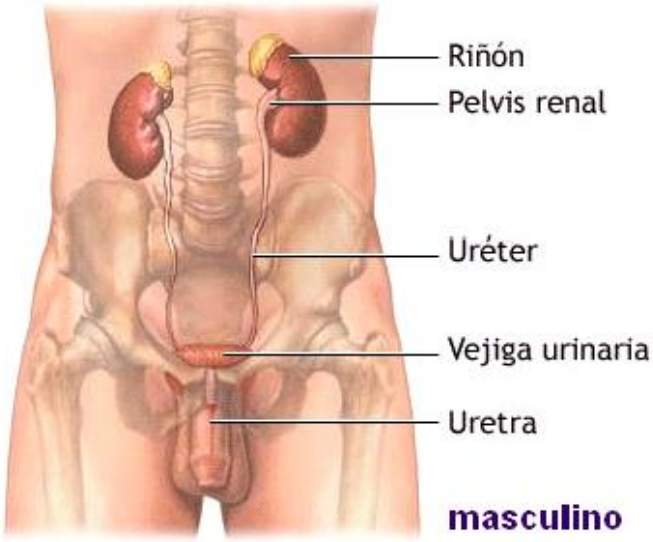
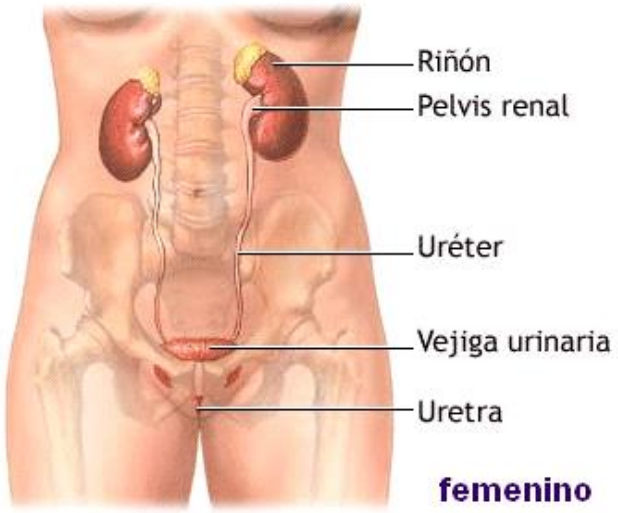


Tema 8:



Anatomía y fisiología del Aparato Excretor

1. El aparato excretor.

La excreción

Eliminación de las sustancias tóxicas, adquiridas por la alimentación o producidas por su metabolismo.

Los **órganos** que participan en la excreción son:

- **Pulmones**. Expulsan al aire el dióxido de carbono producido en la respiración celular.
- **Hígado**. Expulsa al intestino productos tóxicos formados en las transformaciones químicas de los nutrientes, estos desechos se eliminan mediante las heces.
- **Glándulas sudoríparas**. Junto con el agua filtran productos tóxicos, y eliminan el agua, aunque es una respuesta a la temperatura.
- **Riñones**. Hacen una filtración selectiva de los compuestos tóxicos de la sangre. Regulan la cantidad de sales del organismo.



Productos de desecho

- **Urea**. Se produce en el hígado por degradación de los aminoácidos, y se elimina con la orina (es el producto de desecho principal de compuestos nitrogenados).
- **Ácido úrico.** Es un producto de desecho del metabolismo de nitrógeno (purinas) y se encuentra en la orina en pequeñas cantidades.
- **Dióxido de carbono**: Formado en la respiración celular, se excreta por los pulmones.
- **Agua**: Se produce en la respiración celular, y se excreta mediante los riñones, el sudor y la respiración pulmonar.
- **Pigmentos biliares**: Se forman por degradación de la hemoglobina en el hígado, y se expulsan con las heces.

Producto eliminado	Origen del producto	Órgano productor	Órgano excretor	Medio de excreción
Urea	Degradación de aminoácidos	Hígado	Riñones	Orina
Ácido úrico	Degradación de purinas	Hígado	Hígado	Orina
Pigmentos biliares	Degradación de hemoglobina	Hígado	Aparato digestivo	Heces
Agua	Respiración celular	Todas las células	Riñones Piel Pulmones	Orina Sudor Vapor de agua
CO_2	Respiración celular	Todas las células	Pulmones	Aire espirado

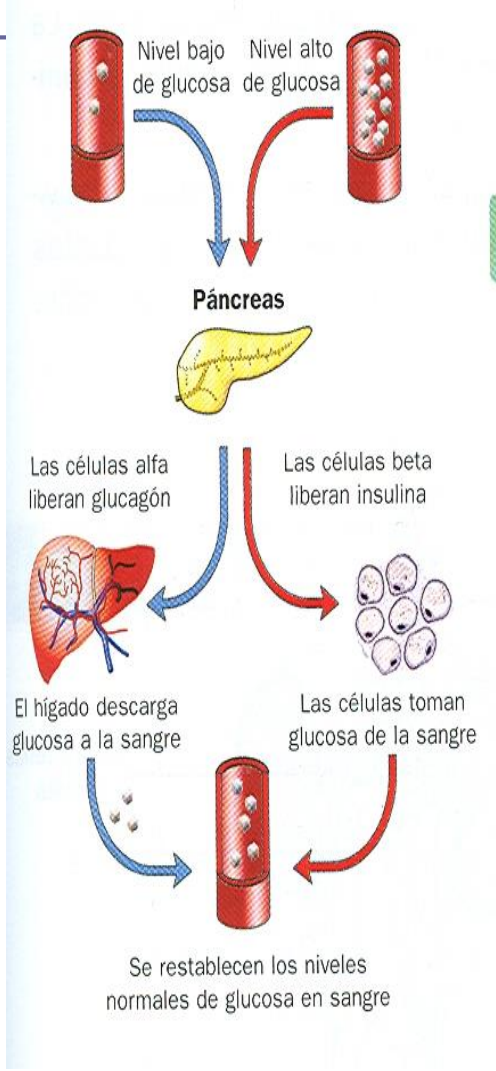
Excreción, secreción, Defecación.
Homeostasis

- **Excreción** ➔ Eliminación de los productos de desecho procedentes del metabolismo celular (urea, ácido úrico, …)
- **Secreción** ➔ Producción por el metabolismo de sustancias útiles al organismo (hormonas, enzimas,…)
- **Defecación** ➔ Expulsión de las sustancias no digeridas (excrementos)

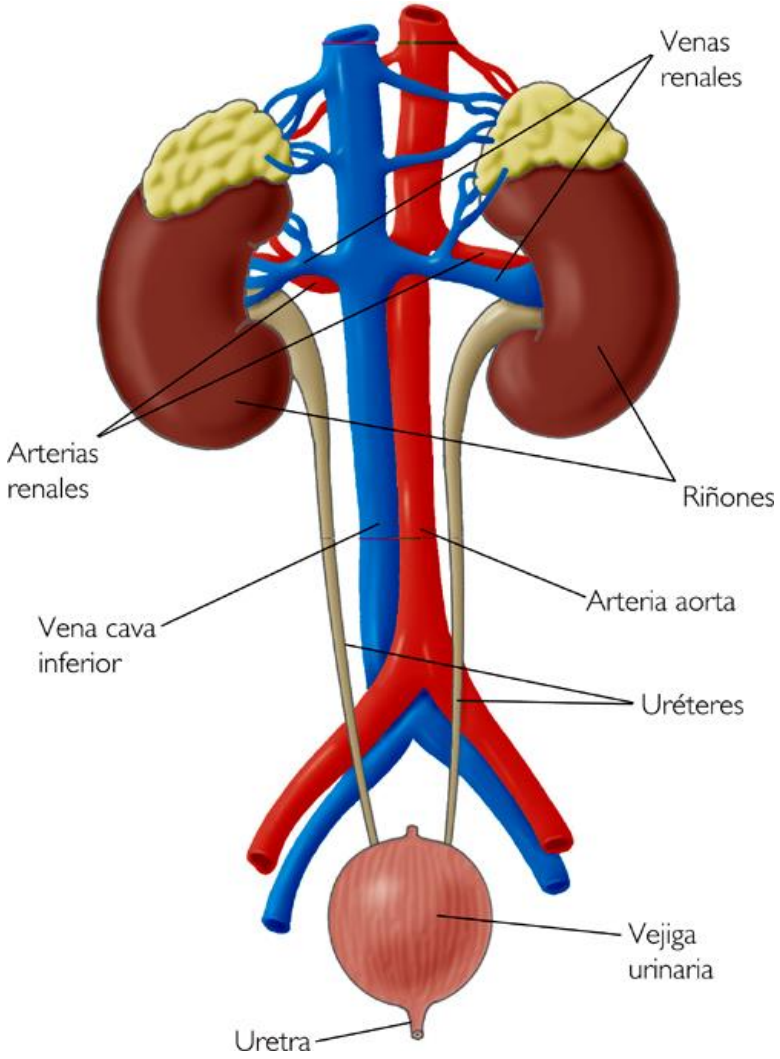
- **Homeostasis** ➔ Conjunto de mecanismos por los que los seres vivos tienden a alcanzar una estabilidad en las propiedades y la composición bioquímica de su medio interno.

Detectan pequeñas variaciones y desencadenan procesos para corregirlos.

- **Mantenimiento de la presión osmótica**: A través de los **riñones**.
- **Temperatura corporal**: Mediante el **sudor** y la circulación sanguínea.
- **Ph**: A través de **sistemas tampón**.
- **Coordinación química** de muchas sustancias mediante las **hormonas** (como la glucosa, regulada por las hormonas insulina y glucagón)



2. Anatomía del aparato excretor



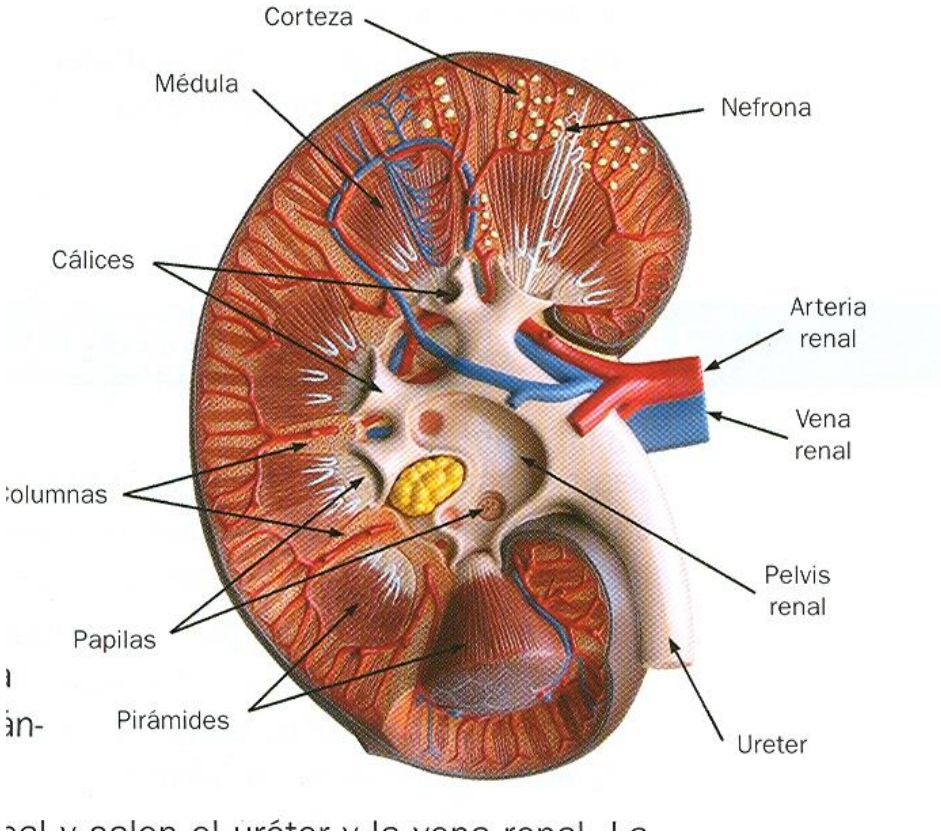
- Órganos excretores:
  - Riñones (2). Filtran la sangre que les llega a través de las **arterias renales**.

    La sangre libre de desechos sale por las **venas renales**.
- Vías excretoras:
  - Uréteres (2)
  - Vejiga urinaria (1)
  - Uretra (1)

Riñones

- Cápsula renal: Fina membrana de tejido conjuntivo.
- Corteza renal: 1 cm de grosor, aspecto granuloso.
- Médula: Aspecto estriado radial. Dividida en sectores (pirámides renales) por las columnas renales.
- Pelvis renal: Forma de copa, recoge la orina procedente de los cálices renales.





Vías excretoras



- **Uréteres** (25 cm longitud)➔ Parten de la pelvis renal y llevan la orina hasta la vejiga.

(La orina desciende por gravedad)

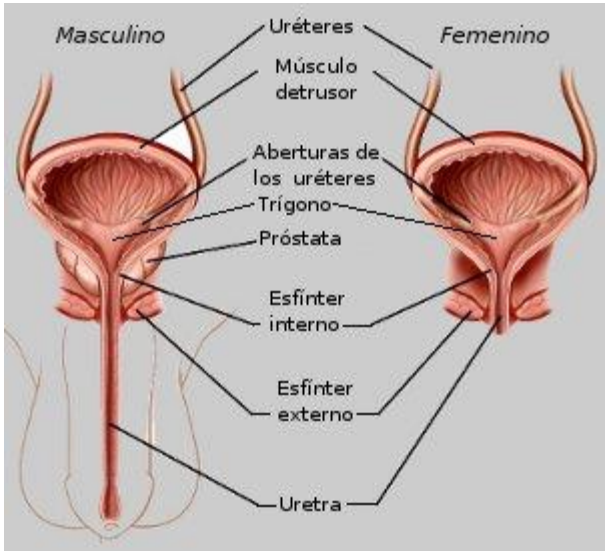
- **Vejiga urinaria** ➔ Bolsa dilatable de forma esférica (puede retener más de 1 l de orina)

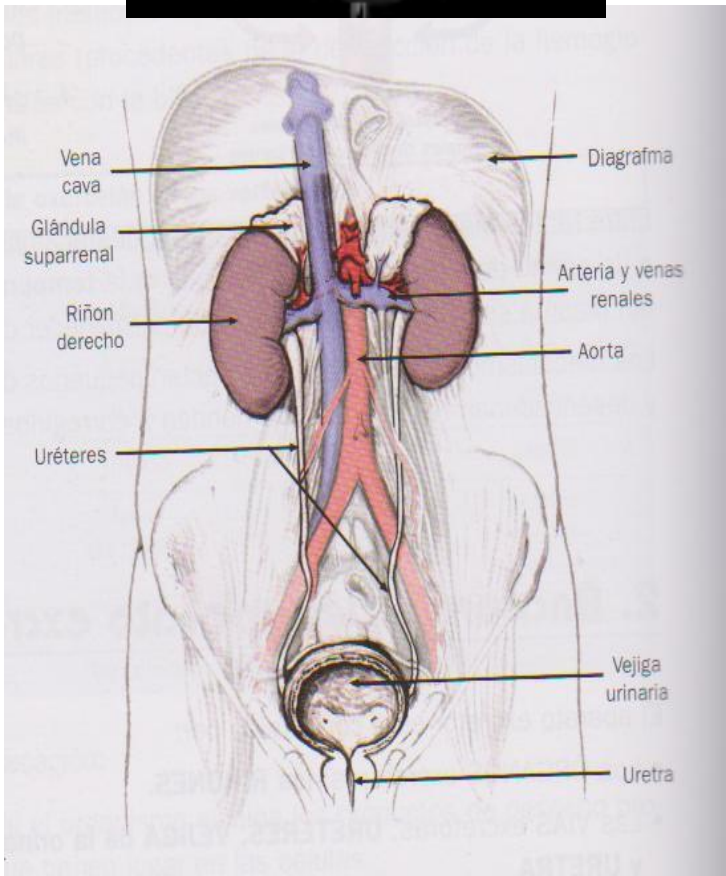
Se vacía por contracción de la capa muscular.

- **Uretra** ➔ Conducto que lleva la orina hasta el exterior mediante la **micción**.

En el hombre es más larga y tiene también función reproductora

Tiene dos **esfínteres** que la mantienen cerrada hasta el momento de orinar.





3. Funciones de los riñones



- Excreción de productos metabólicos de desecho.
- Regular el equilibrio hídrico y electrolítico
- Regular el equilibrio ácido-base
- Sintetizar eritropoyetina (EPO), hormona que estimula la producción de eritrocitos.
- Regulación de la presión arterial: produciendo renina, que la aumenta, o regulando el agua.
- Gluconeogénesis: síntesis de glucosa a partir de aminoácidos.

4. Fisiología de la nefrona

Unidad funcional del riñón

(1.200.000 nefronas por riñón)

- Función: Paso de sustancias de desecho desde las vías circulatorias sanguíneas hasta los túbulos renales

(filtra la sangre liberándola de los residuos metabólicos)

- Partes: Formada por:

- Corpúsculo de Malpighi: conjunto formado:

glomérulo renal (capilares arteriales procedentes de una arteriola aferente)

cápsula de Bowmann (Bolsa que rodea al glomérulo)

- **Túbulo contorneado proximal**.(conducto sinuoso)

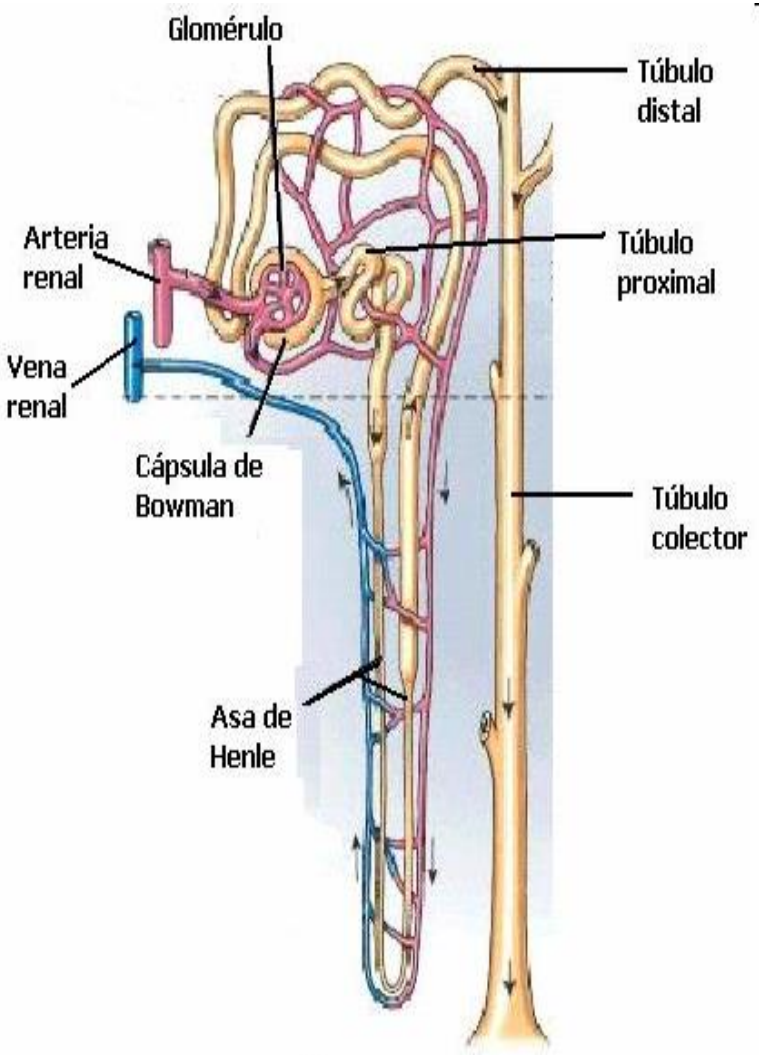
- **Asa de Henle** (Tubo fino en forma de U)

- Túbulo contorneado distal, que desemboca en el tubo colector. La orina pasa a los cálices renales

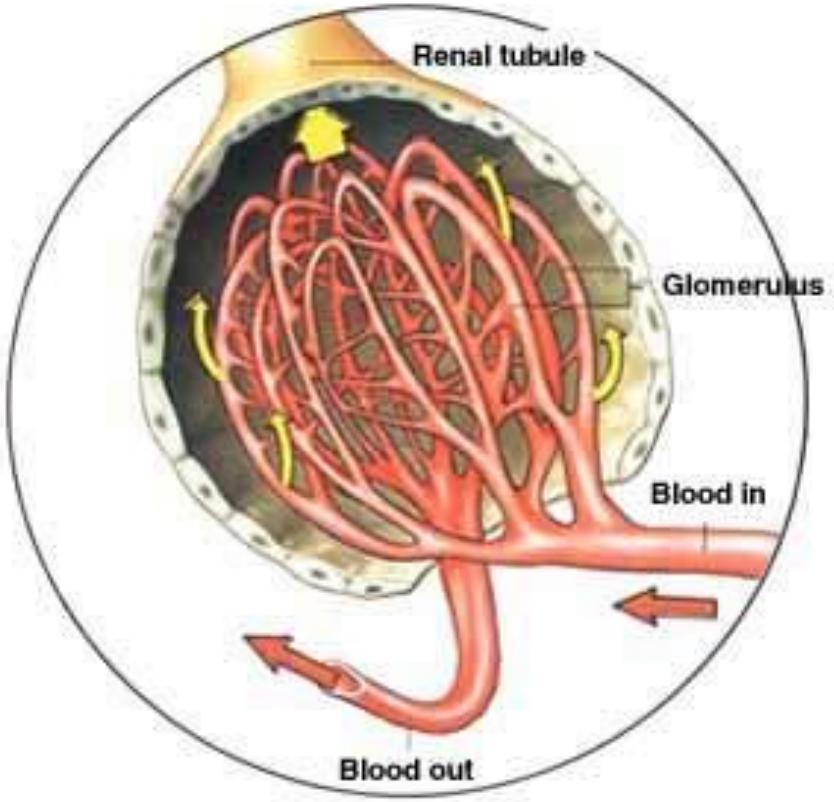
Corpúsculo de Malpighi (**Filtración**)

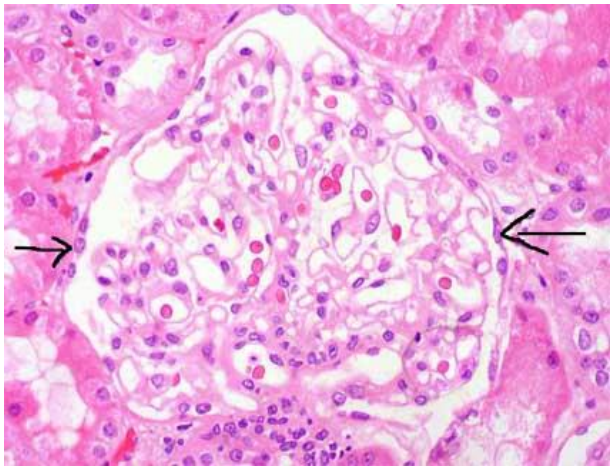
Túbulos contorneados, asa de Henle y túbulo colector → Rodeados de capilares (**Reabsorción**)

Túbulo colector → Desembocan en cálices renales (**secreción**)



Corpúsculo de Malpighi: Glomérulo y cápsula de Bowmann





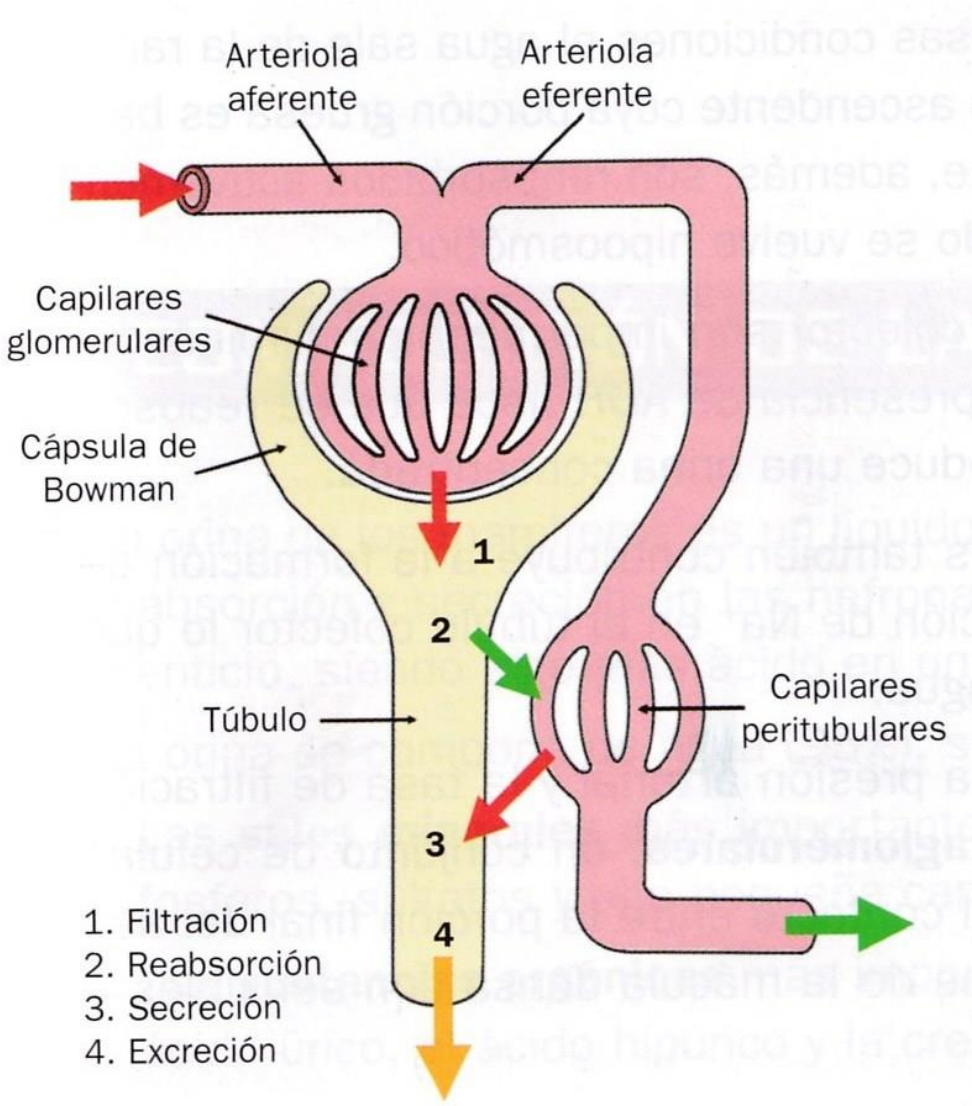


Fisiología de la nefrona

1. **Filtración glomerular**

1. **Reabsorción tubular**

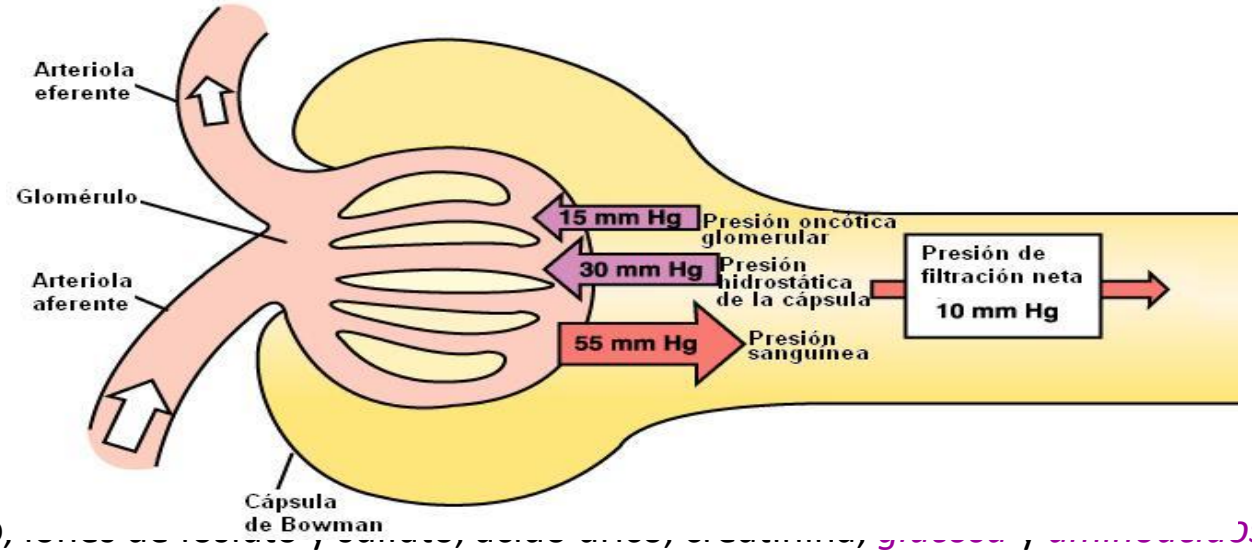
1. **Secreción tubular**



Filtración Glomerular

- Paso de plasma sanguíneo (sin células ni proteínas) desde el glomérulo a la cápsula de Bowmann.
- Producido por la presión elevada de la sangre en el capilar del glomérulo.

Calibre arteriola aferente (la que llega) es mayor que arteriola eferente (la que sale)



- El filtrado contiene:
  - Agua (95%)
  - Urea (3%)
  - Potasio, sodio, cloro, [illegible] (2%)
- Diariamente se filtran en los riñones 180 litros de plasma.

(Toda la sangre del cuerpo pasa por los riñones 20 veces / h)

- Si ↑ la presión arterial →↑ la velocidad del filtrado

Reabsorción tubular

Casi todas las sales, glucosa, vitaminas, aminoácidos y agua deben ser reabsorbidos

Pasan a los capilares peritubulares (sangre) → Vena renal

- En el **túbulo proximal** se reabsorbe: 65-70% del filtrado

Reabsorción **activa** de Na → arrastra (**difusión**) al agua

- En el **asa de Henle** se reabsorbe:25 % del NaCl y 15 % del agua.

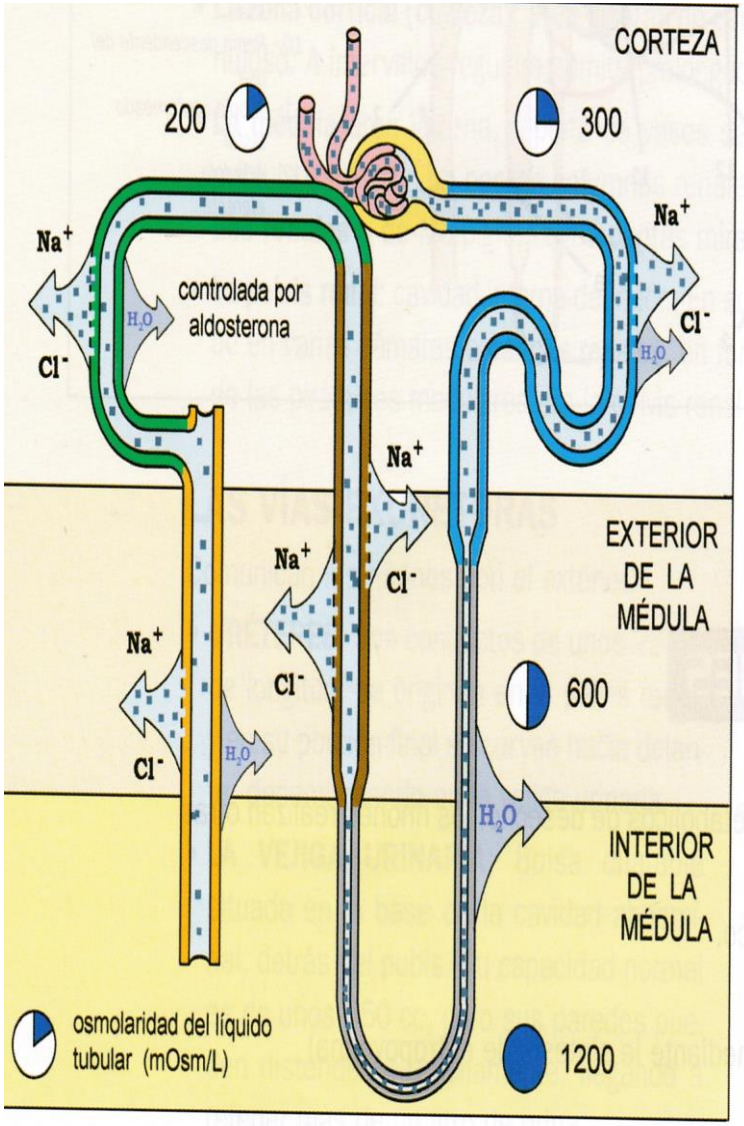
- En el **túbulo distal** se reabsorbe: 10% de Na y 15% de agua → Controlado por **hormonas** (*Aldosterona*)

- Se reabsorbe el 99 % del líquido filtrado.

Velocidad del filtrado: 120 ml/min

Cantidad orina producida: 500 – 2 300 ml/día

Producto	*Cantidad filtrada*	*Cantidad excretada*	*Porcentaje reabsorbido*
Agua	*180 litros*	*1,5 litros*	*99 %*
Sodio	*630 g*	*3,2 g*	*99,5 %*
Urea	*56 g*	*28 g*	*50 %*
Glucosa	*180 g*	*0 g*	*100 %*



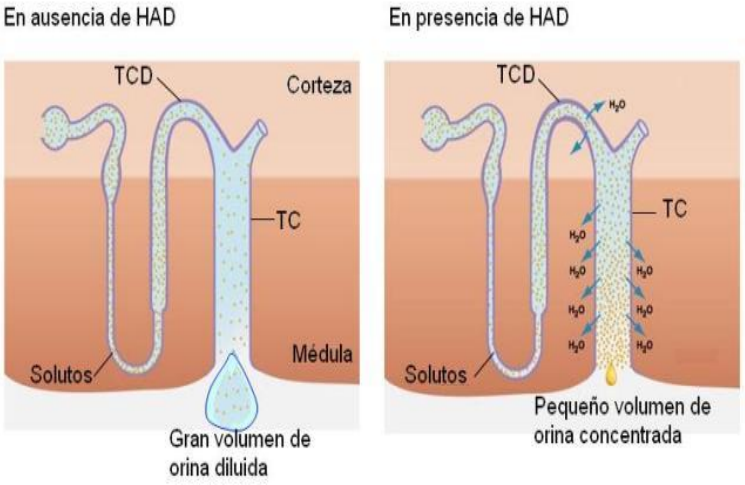
Reabsorción tubular: Regulación hormonal

Reabsorción de agua en **túbulo distal**

Regulado por:

La **hormona antidiurética (ADH)**(por *neurohipófisis*).

- En ausencia de ADH → las paredes del asa de Henle se vuelven **impermeables** (↓ reabsorción). Se elimina orina muy diluida
- En presencia de ADH → las paredes permanecen **permeables** (↑ reabsorción) → orina concentrada.



La **aldosterona** (por *glándulas suprarrenales*):

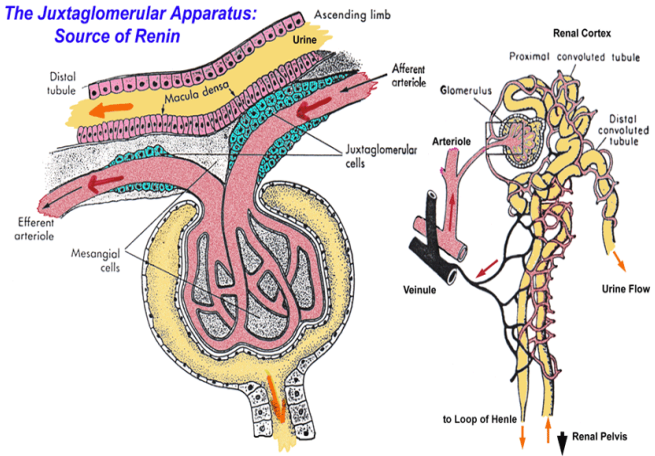
↑la reabsorción de Na en el túbulo colector y (en presencia de ADH) → ↑reabsorción de agua →orina concentrada.

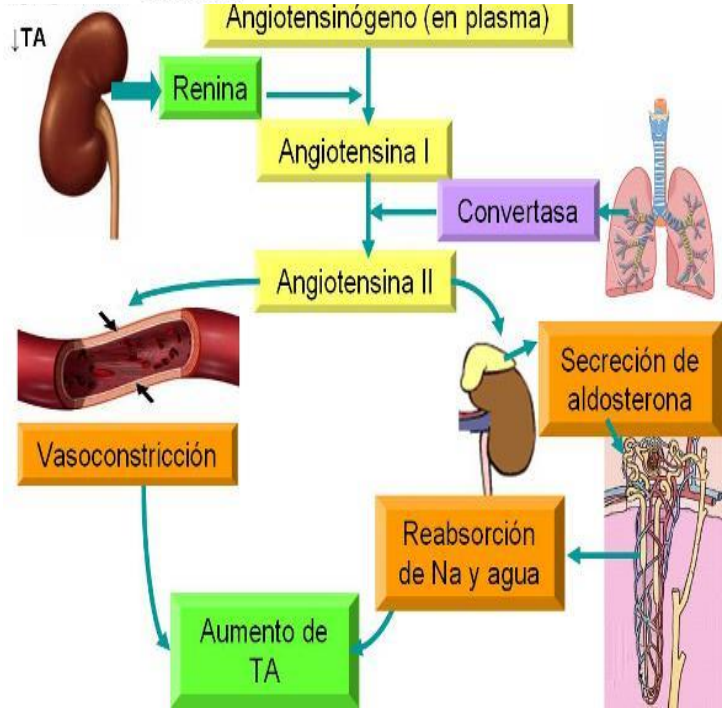
La **renina** (por *células yuxtaglomerulares*):

Regula la presión arterial y la tasa de filtración

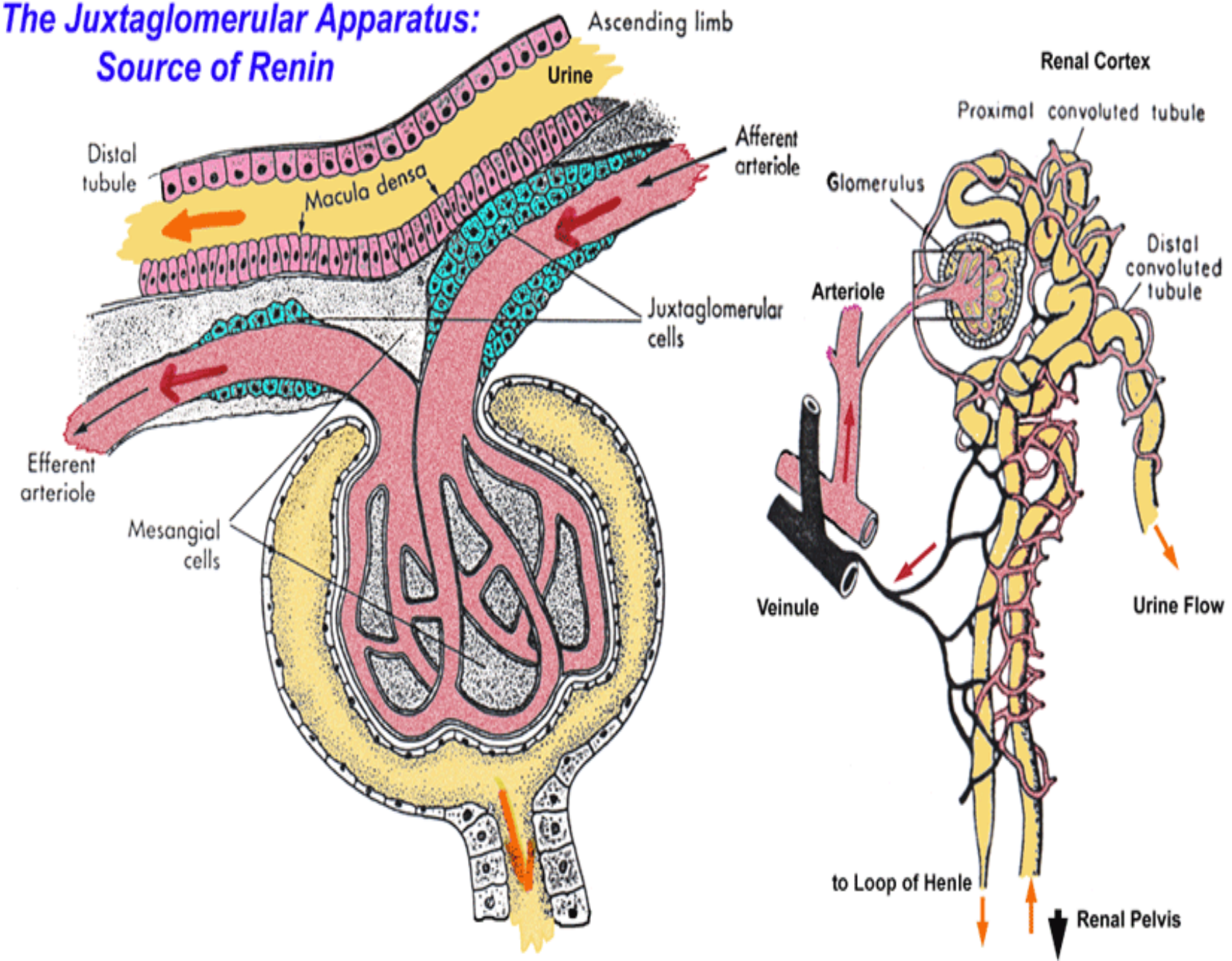
↓ fluidos → **Estimula la liberación de angiotensina I** que se transforma en **angiotensina II** →↑reabsorción de agua. Actúa como:

- **vasoconstrictor** en la arteriola eferente → ↑la filtración glomerular.
- induce secreción **aldosterona**.
- estimula la sensación de **sed**.
- estimula liberación **ADH**.





The Juxtaglomerular Apparatus: Source of Renin



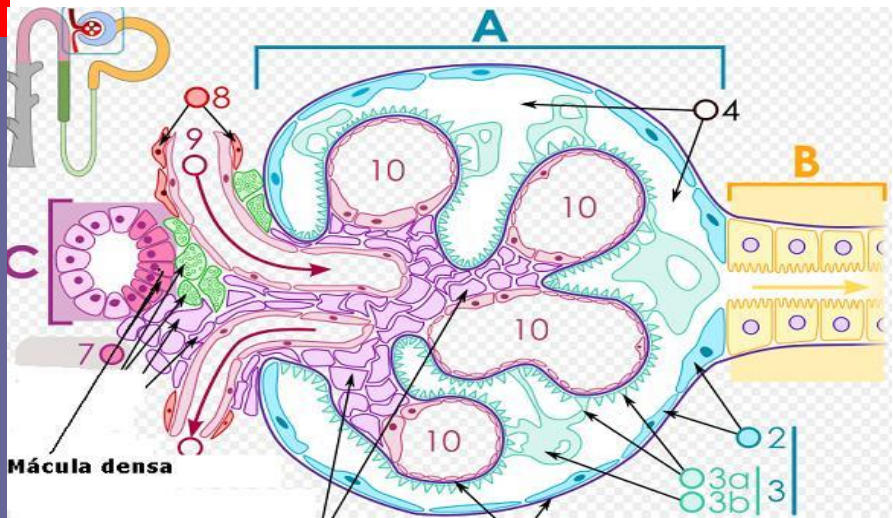
Regulación presión arterial: Sistema Renina - Angiotensina

- Células de la mácula densa → sensibles al contenido **iónico** y volumen de **agua**.

Si baja el volumen se segrega renina:

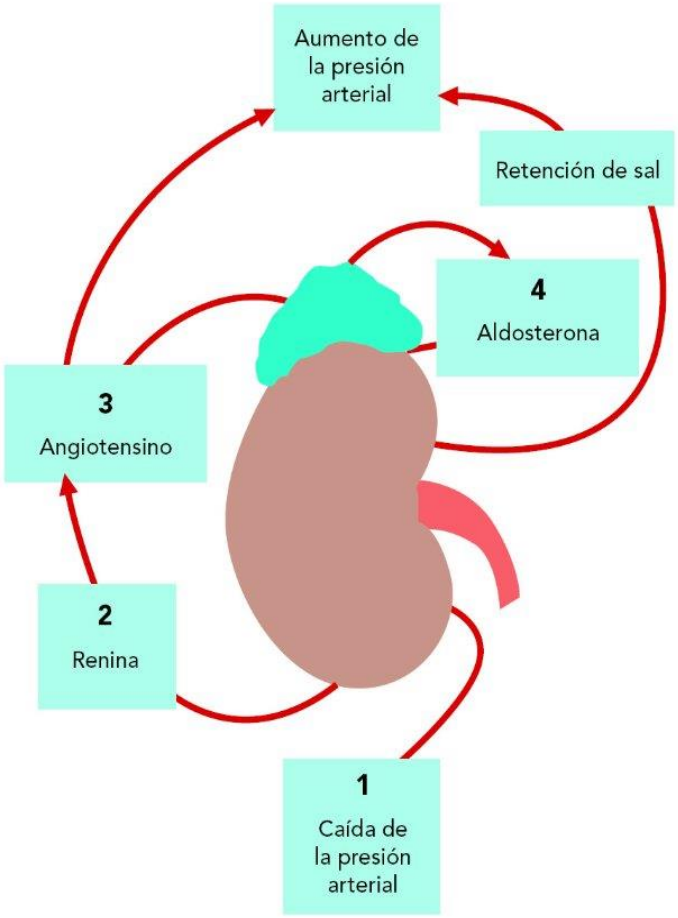
- Ante ↑[Na] → la mácula densa inhibe la secreción de renina por parte de las células yuxtaglomerulas de la arteriola aferente del glomérulo renal.
- Ante ↓[Na] → la mácula densa se activa, estimulando la secreción de renina y con ella:

Se activa el sistema renina angiotensina aldosterona, →↑ la retención de Na y ↑la presión arterial.



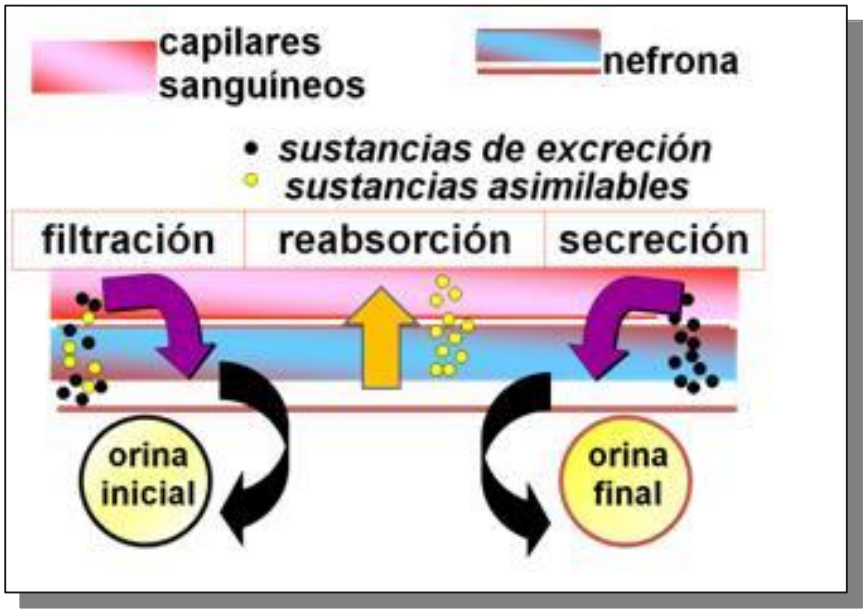
Regulación de la presión arterial: el sistema renina-angiotensina-aldosterona

Cuando disminuye la presión arterial (1) se libera renina (una enzima renal). La renina (2) a su vez activa la angiotensina (3), una hormona que contrae las paredes musculares de las arterias pequeñas (arteriolas) y, en consecuencia, aumenta la presión arterial. La angiotensina también estimula la secreción de la hormona aldosterona de la glándula suprarrenal (4), provoca la retención de sal (sodio) en los riñones y la eliminación de potasio. Como el sodio retiene agua, se expande el volumen de sangre y aumenta la presión arterial.

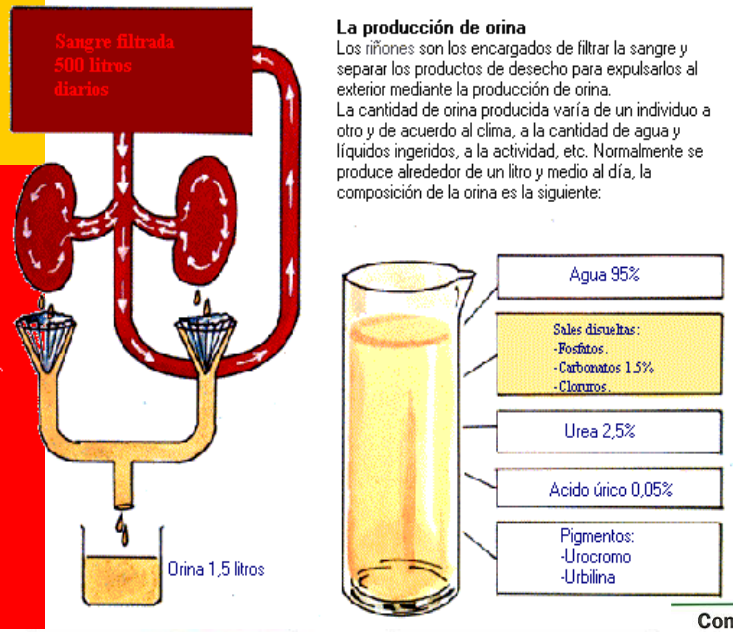


Secreción tubular

- Los desechos y sustancias en exceso que no fueron filtrados inicialmente hacia la Cápsula de Bowman son eliminadas de la sangre para su excreción. Estos desechos son excretados activamente dentro del **túbulo contorneado distal**.
  - Iones de Potasio
  - Iones de Hidrógeno
  - Amoniaco
  - Drogas (sustancias tanto dañinas como medicinales)



5. Composición de la orina



- **Agua** (95%)
- **Urea** : producto final nitrogenado del catabolismo de las proteínas.
- **Creatinina**: derivado de la creatina , reservorio energético muscular.
- **Ácido úrico** : derivado del catabolismo de las bases nitrogenadas.
- **Cloruro de sodio**
- **Sulfatos y fosfatos**
- **Otros pigmentos (urobilina) y electrolitos**, como Na+,Ca+, K+



Se toma la muestra de sangre



Muestra de orina de 24 horas recolectada

Creatinina

Los niveles de creatinina sérica se utilizan para medir la tasa de filtración glomerular

ADA

Composición de la sangre y la orina

	SANGRE	ORINA
Células	Hematíes, leucocitos y plaquetas	Raras (en ciertas enfermedades)
Agua	900 g (por litro de plasma)	950 g (por litro de orina)
Cloruro sódico	7 g	8 a 15 g
Potasio	0,2 g	2 a 3 g
Sulfatos	0,02 g	2 g
Fosfatos	0,04 g	2 g
Proteínas	80 g	0 g
Lípidos	6 g	0 g
Glucosa	1 g	0 g
Urea	0,3 g	20 g
Ácido úrico	0,03 g	0,6 g
Amoniaco	0,001 g	0,5 g
Color	Rojo (debido a la hemoglobina)	Amarillo (debido a la urobilina, pigmento procedente de la degradación de la hemoglobina)

6. Las glándulas sudoríparas. El sudor

Glándulas tubulares enrolladas, situadas en la dermis, con un tubo excretor que desemboca en la superficie de la piel.

Dos tipos:

- **Glándulas ecrinas:**

Localización: en toda la piel (principalmente en frente, palmas, plantas y axilas).

Funcionan durante toda la vida.

Responden al calor.

Segregan 1 litro al día en condiciones basales y hasta 10 l en condiciones extremas.

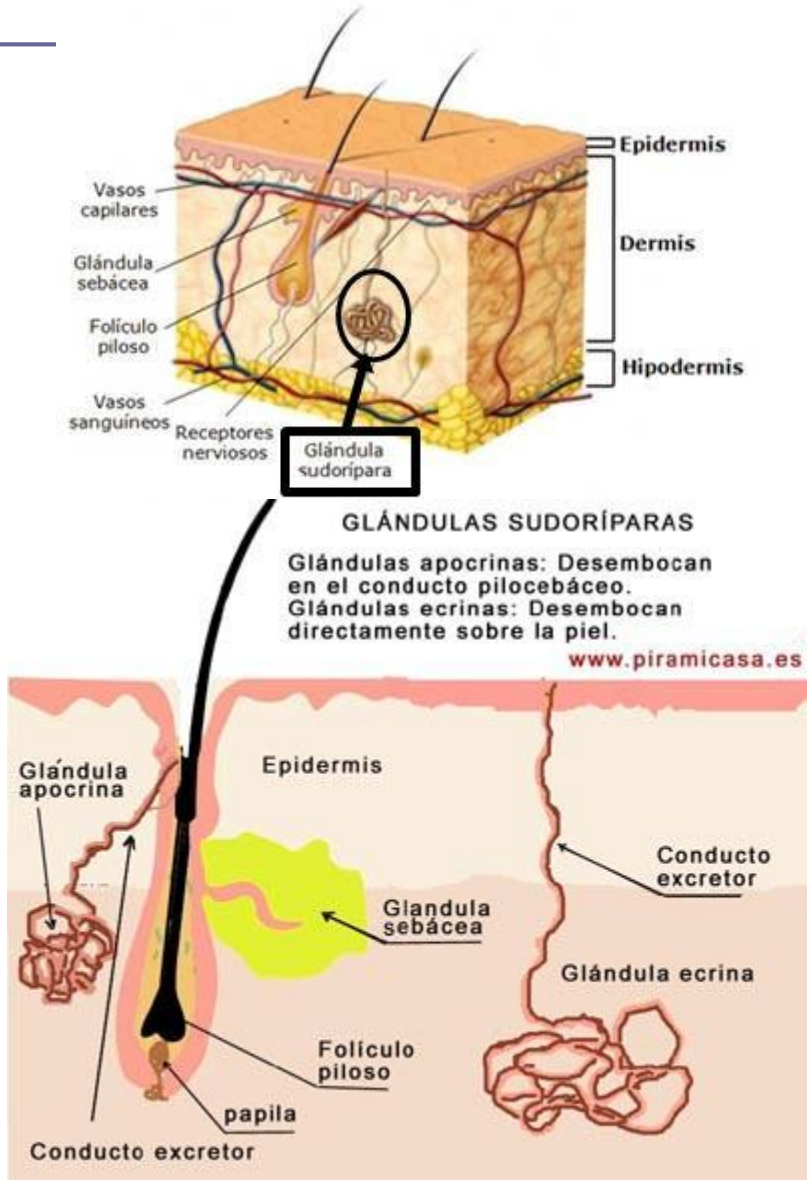
- **Glándulas apocrinas:** Poco numerosas.

Localización: en axila, areolas mamarias y pubis. Desembocan en el folículo piloso.

Inician su secreción en la pubertad.

No son estimuladas por calor.

Son las encargadas de la secreción de las feromonas, sustancias responsables del olor característico de zonas como las axilas y los órganos sexuales.



El sudor



Composición:

- 99,00% de agua
- 00,60% de sales minerales (NaCl)
- 00,40% de sustancias orgánicas (urea, creatinina y ácido úrico)

Funciones:

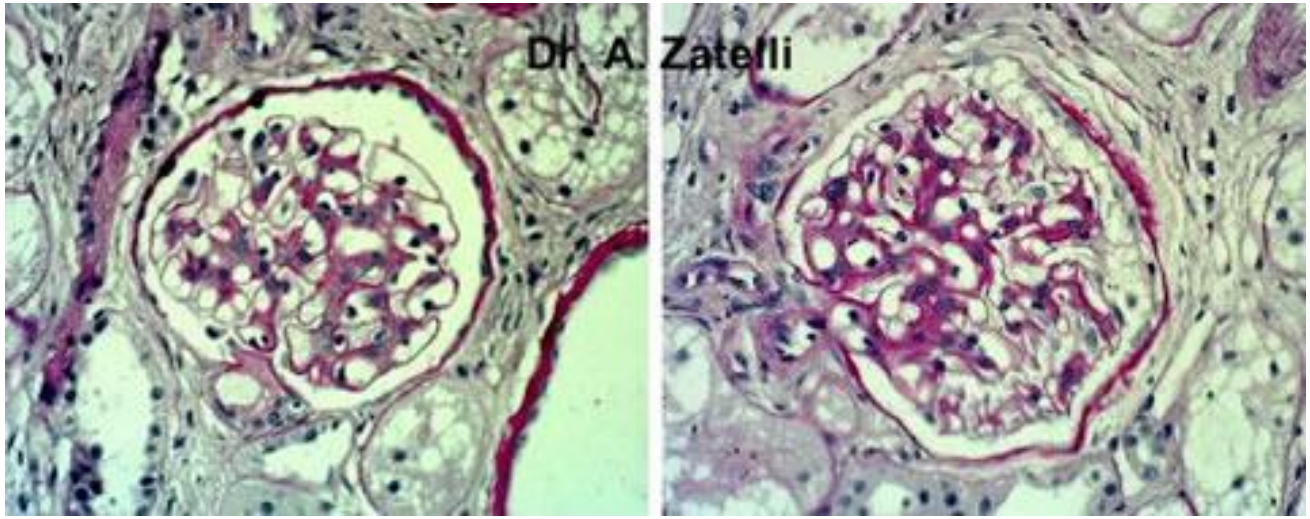
- Función excretora: Elimina urea y ácido úrico, y otras sustancias como el tabaco y el alcohol.
- Función termorreguladora: el elevado calor de vaporización del agua permite refrigerar la piel.

Cloro	50 a 70 mM
Sodio	7 a 81 mM
Potasio	4 a 24 mM
Urea	2 a 5 veces [ ] del plasma
Amoníaco	0,5 a 8 mM
Ácidos láctico y pirúvico	10 a 40 mM
Proteínas	20 a 77 mM

7. Enfermedades órganos excretores: Glomerulonefritis

Inflamación del riñón. Afecta a los glomérulos

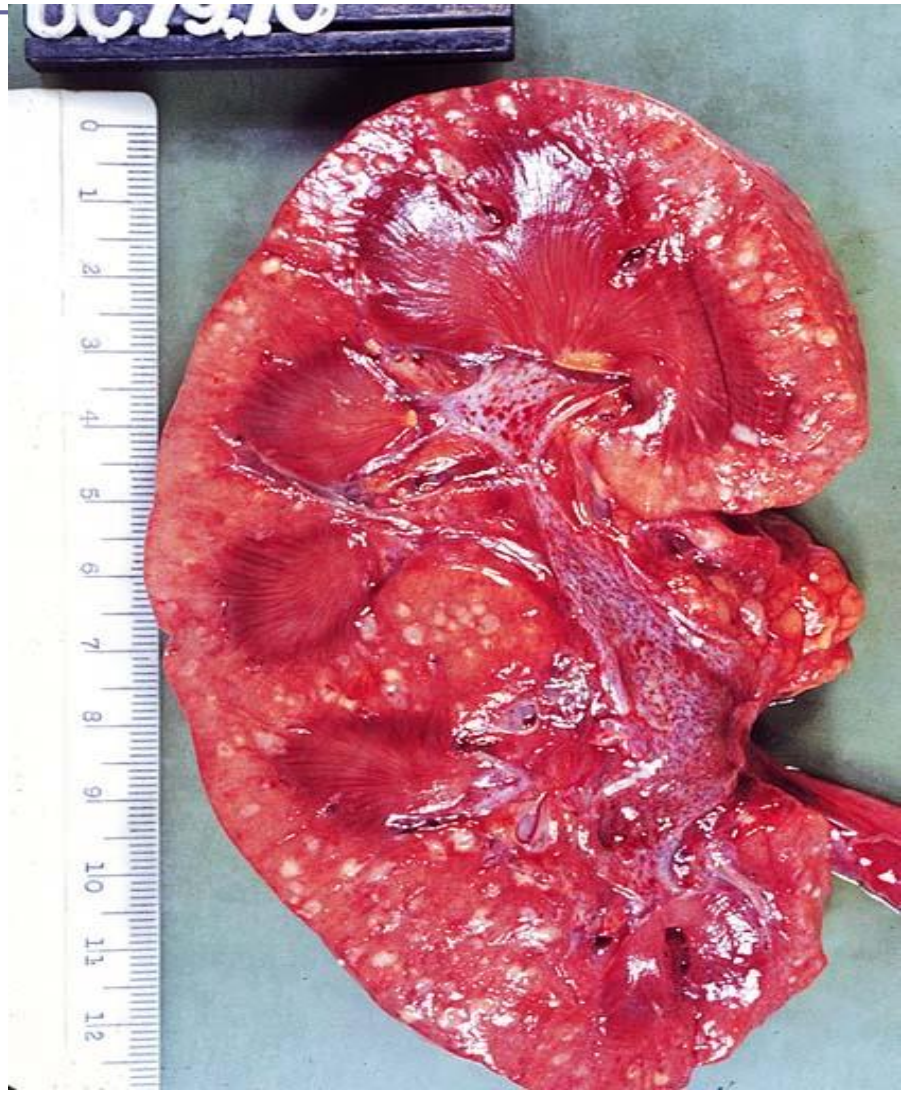
- Causa: Reacción inmunológica por toxina de *estreptococcus*. Aumento permeabilidad membrana.
- Consecuencias: Filtrado de células sanguíneas y proteínas.
- Síntomas: Presencia de eritrocitos (hematuria) y proteínas (proteinuria) en orina, dolor abdominal, micción excesiva, insuficiencia renal crónica.
- Tratamiento: Medicamentos para controlar la hipertensión, inhibir el sistema inmunitario, reducir consumo de sal, diálisis, trasplante riñón.



Pielonefritis.

Inflamación del riñón que afecta a nefronas y pelvis renal

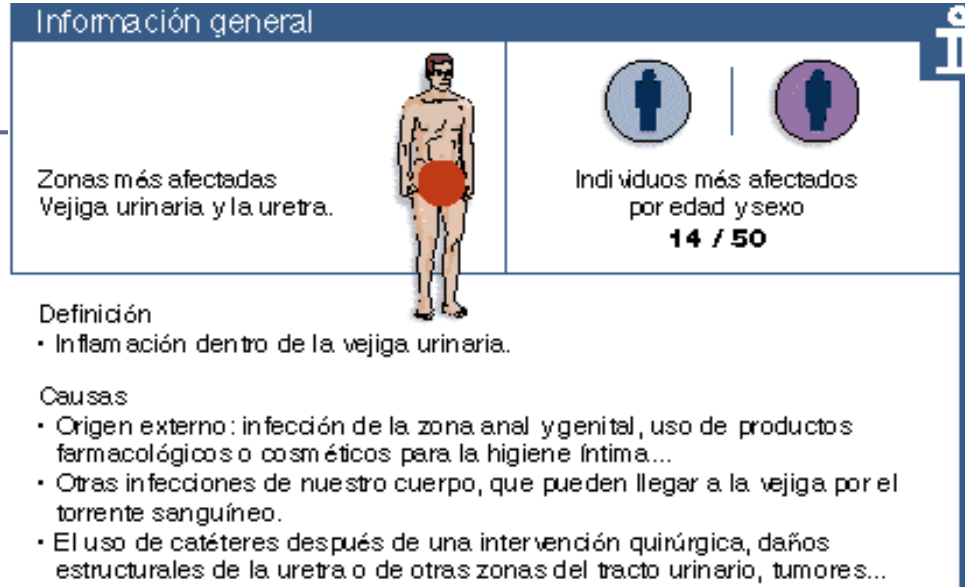
- Causas: infección bacteriana por *Escherichia coli* en vías urinarias
- Síntomas: Fiebre, escalofríos, dolor, insuficiencia renal.
- Tratamiento: Antibióticos, analgésicos, antipiréticos, suero (hidratación)

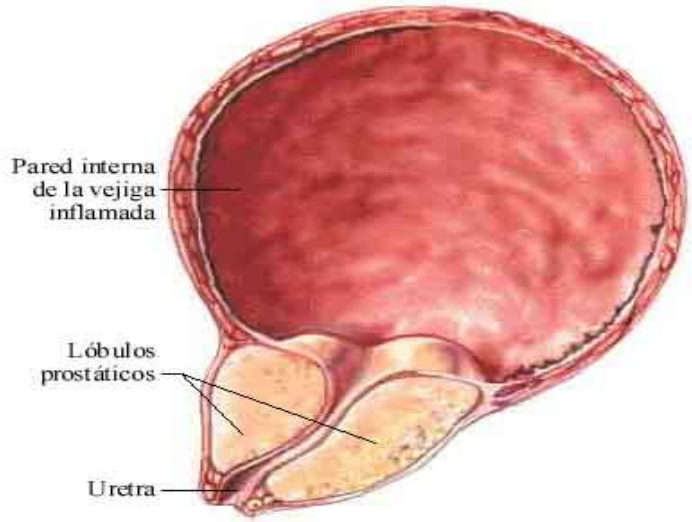


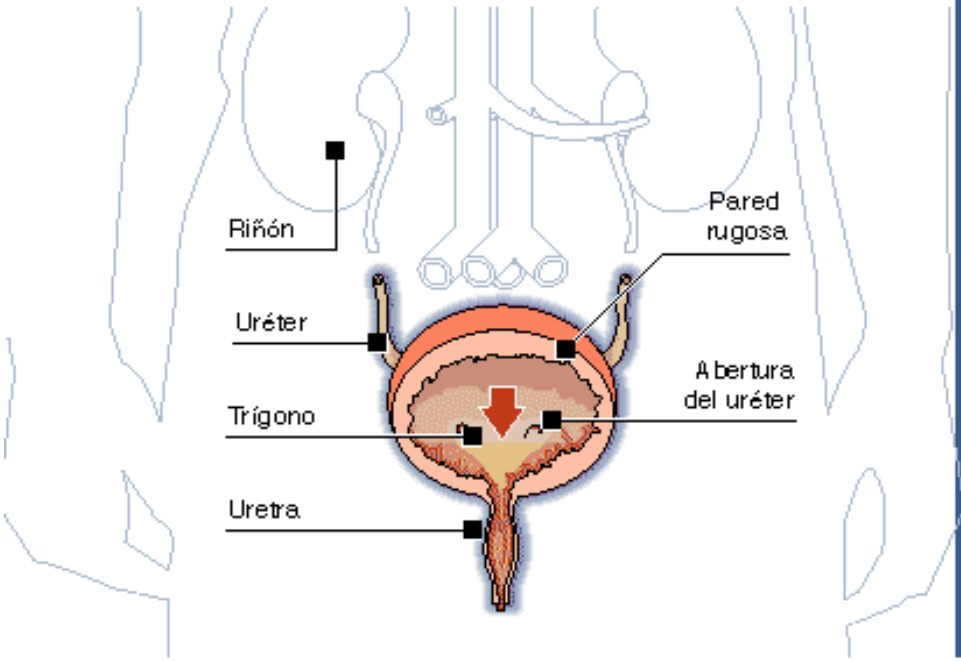
Cistitis

Inflamación pared vejiga urinaria.

- Causa: Infección bacteriana (*Escherichia coli*), química o lesión mecánica.
- Síntomas: Dolor al miccionar, micción frecuente (*polaquiuria*)
- Tratamiento: Antibióticos.







Síndrome nefrótico.

Presencia de **proteínas** (albúminas) en orina ➔ aparición de edemas

- Causa: Diabetes, artritis, leucemias, infecciones, hipertensión.
- Consecuencia: ↑ permeabilidad capilar glomerular → ↓ de albúminas en sangre ➔ ↓ presión sanguínea ➔ salida plasma a intersticios.
- Tratamiento: Diuréticos, antiinflamatorios,.

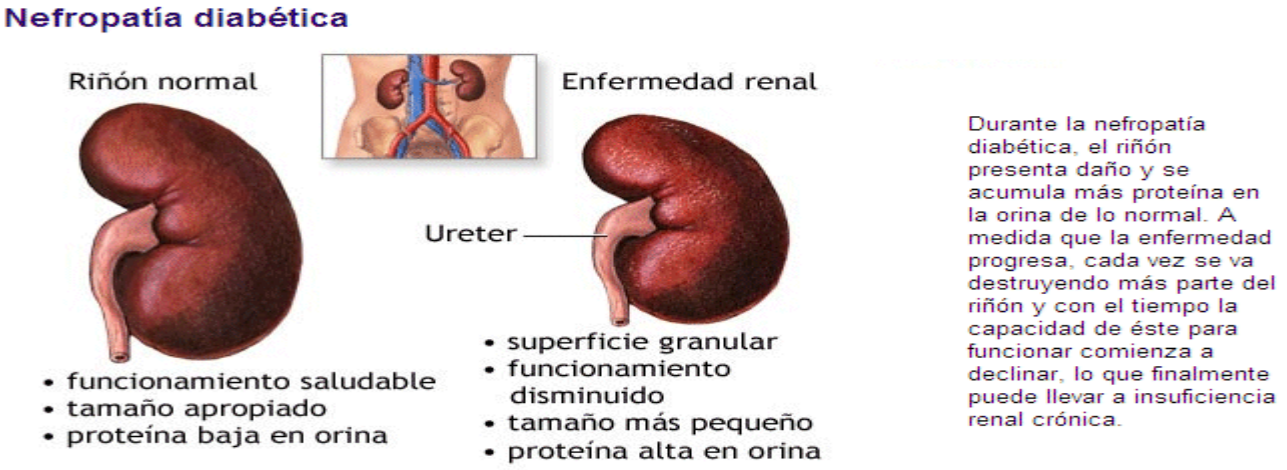




Insuficiencia renal.

Disminución de la función renal.

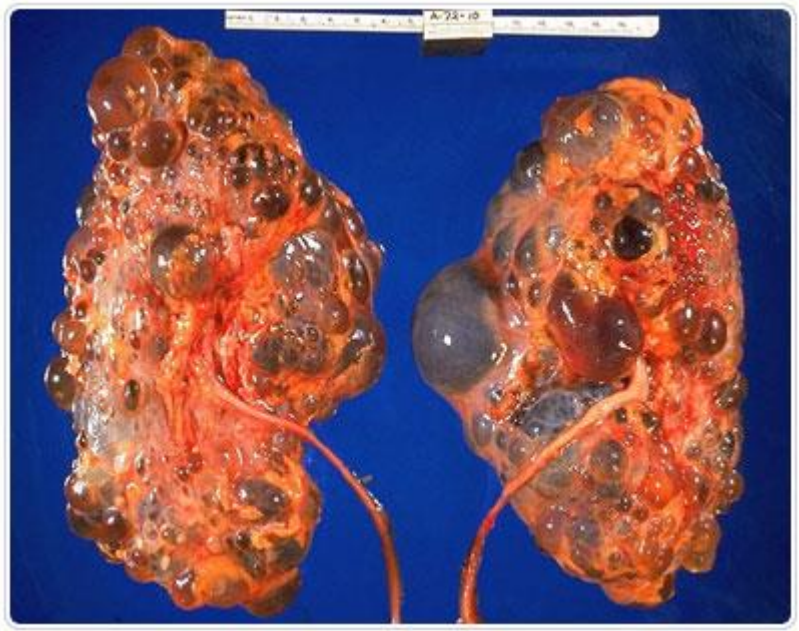
- *Insuficiencia aguda*: Interrupción brusca.
- Causa: riego sanguíneo inadecuado del riñón (hemorragias, insuficiencia cardiaca o hepática), enfermedades glomerulares o cálculos renales.
- *Insuficiencia crónica*: Disminución progresiva e irreversible
- Causa: glomerulonefritis crónica, pielonefritis, diabetes.
- Consecuencia: destrucción de las nefronas hasta insuficiencia renal terminal (pérdida del 90% de nefronas). Diálisis.
- Síntomas: edemas, acidosis, anemia, osteomalacia (reblandecimiento de huesos por falta de vit D)



Enfermedad poliquística.

Aparición de **quistes** en el tejido renal que comprimen el tejido normal → insuficiencia renal

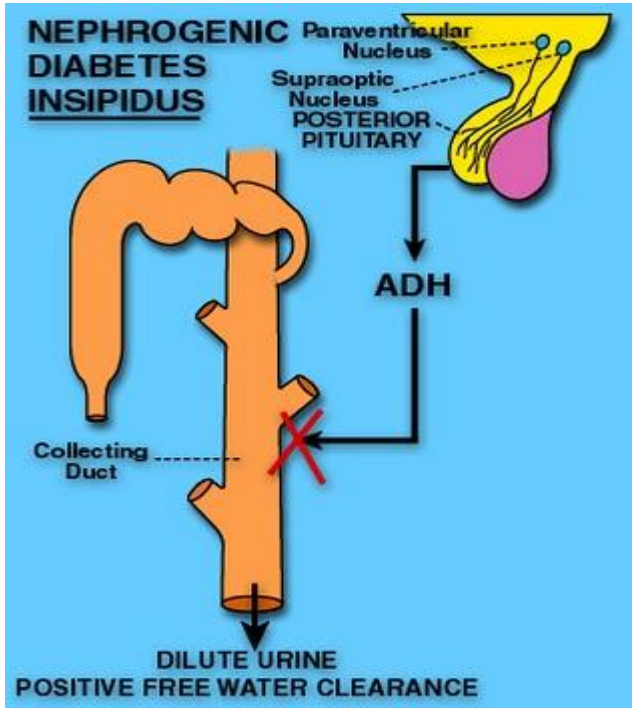
- Causa: Genética.
- Consecuencia: Hipertensión, infecciones urinarias, cáncer renal.
- Síntomas: Dolor abdominal, sangrado en orina.
- Tratamiento: Dieta renal, bajar tensión, cirugía, diálisis

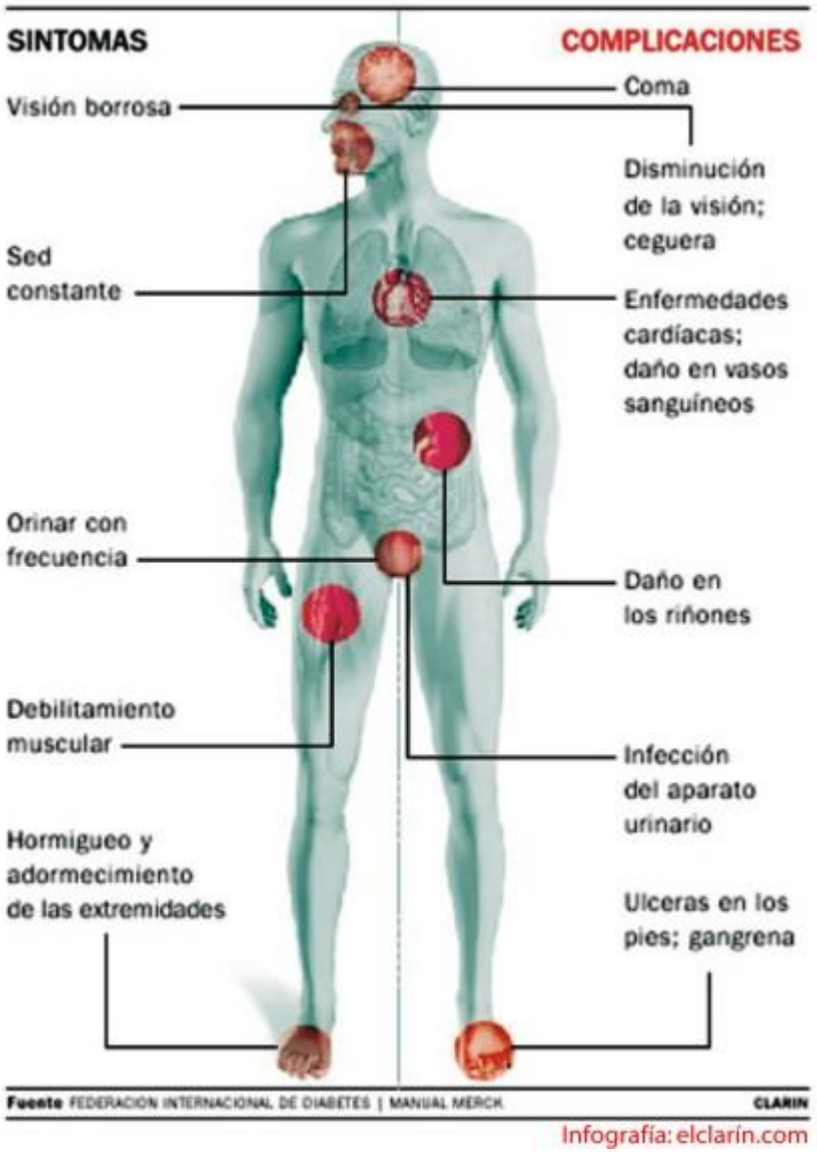


Diabetes insípida

Excreción de gran volumen de orina muy diluida con sensación de sed extrema.

- Causa: Déficit de ADH.
- Tratamiento: Administrar ADH.

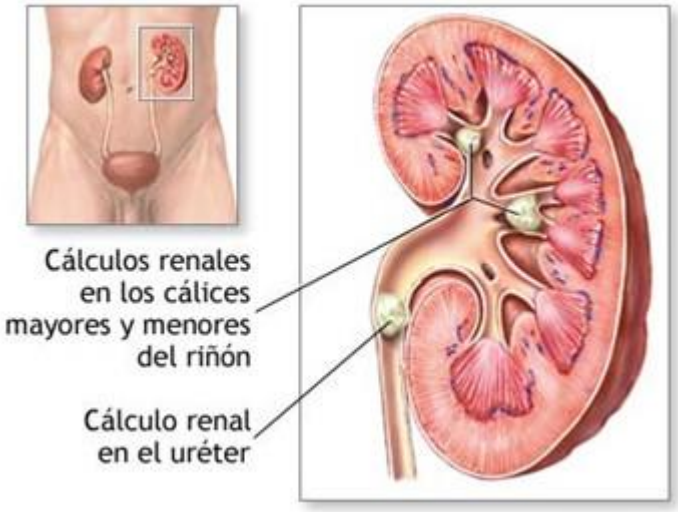




Cálculos renales.

Cristalización de sales (*oxalato cálcico*) de la orina.

- Causa: Ingesta excesiva de Ca, aumento de ácido úrico en sangre, disminución de ingesta de agua,
- Consecuencia: Cólico nefrítico con fuerte dolor, infecciones urinaria e insuficiencia renal
- Tratamiento: Intervención quirúrgica, disolverlos.





HEMODIÁLISIS

- Separación de sustancias tóxicas de la sangre (ósmosis)



