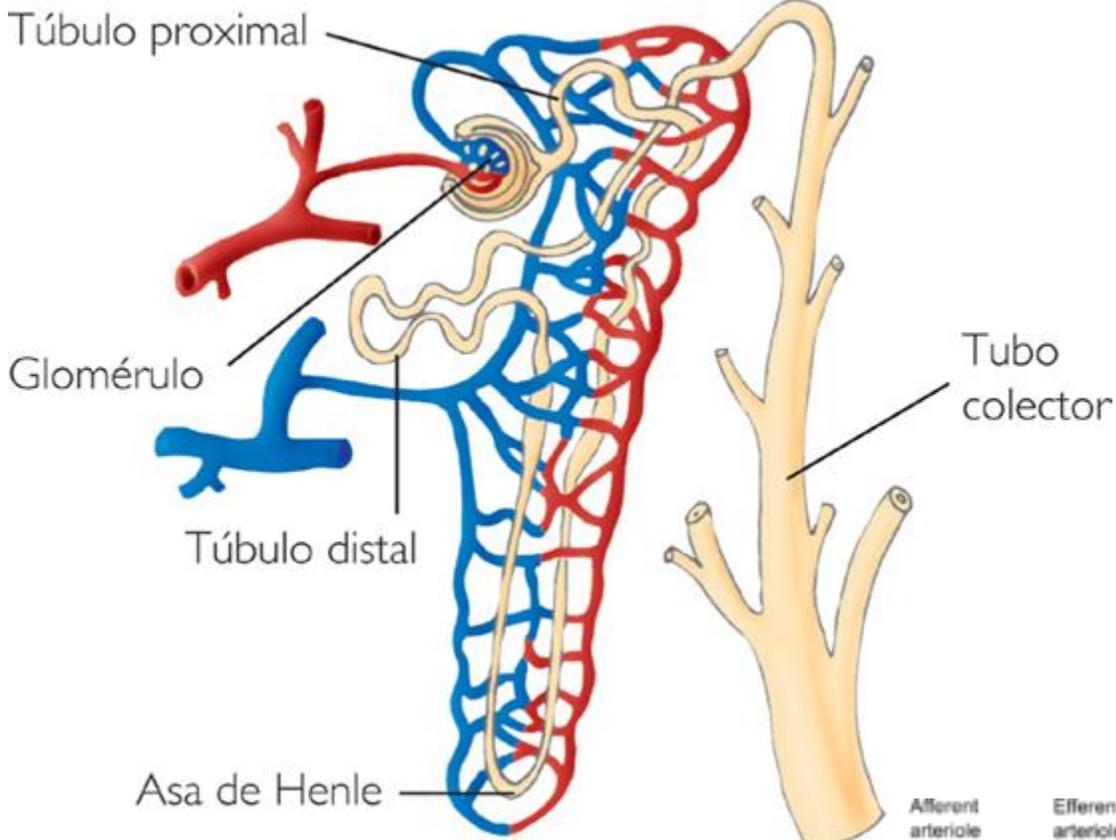


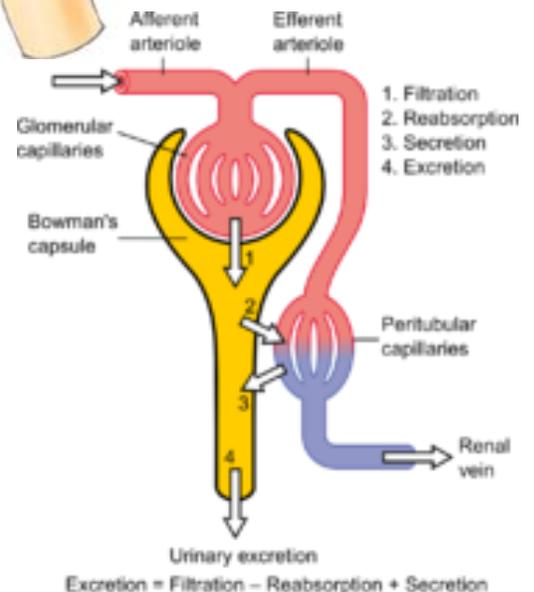
FILTRACIÓN GLOMERULAR, FLUJO SANGUÍNEO RENAL Y SU CONTROL

El primer paso en la formación de orina es la filtración de grandes cantidades de líquidos a través de los capilares glomerulares en la cápsula de Bowman, casi 180 l al día. La mayor parte de este filtrado se reabsorbe, lo que deja únicamente 1 l aproximadamente de líquido para su excreción al día, si bien la tasa de excreción renal de líquidos puede ser muy variable dependiendo de la ingestión de líquidos.



COMPOSICIÓN DEL FILTRADO GLOMERULAR

los capilares glomerulares son relativamente impermeables a las proteínas, de manera que el líquido filtrado (llamado filtrado glomerular) carece prácticamente de proteínas y elementos celulares, incluidos los eritrocitos. Las concentraciones de otros constituyentes del filtrado glomerular, como la mayoría de las sales y moléculas orgánicas, son similares a las concentraciones en el plasma.

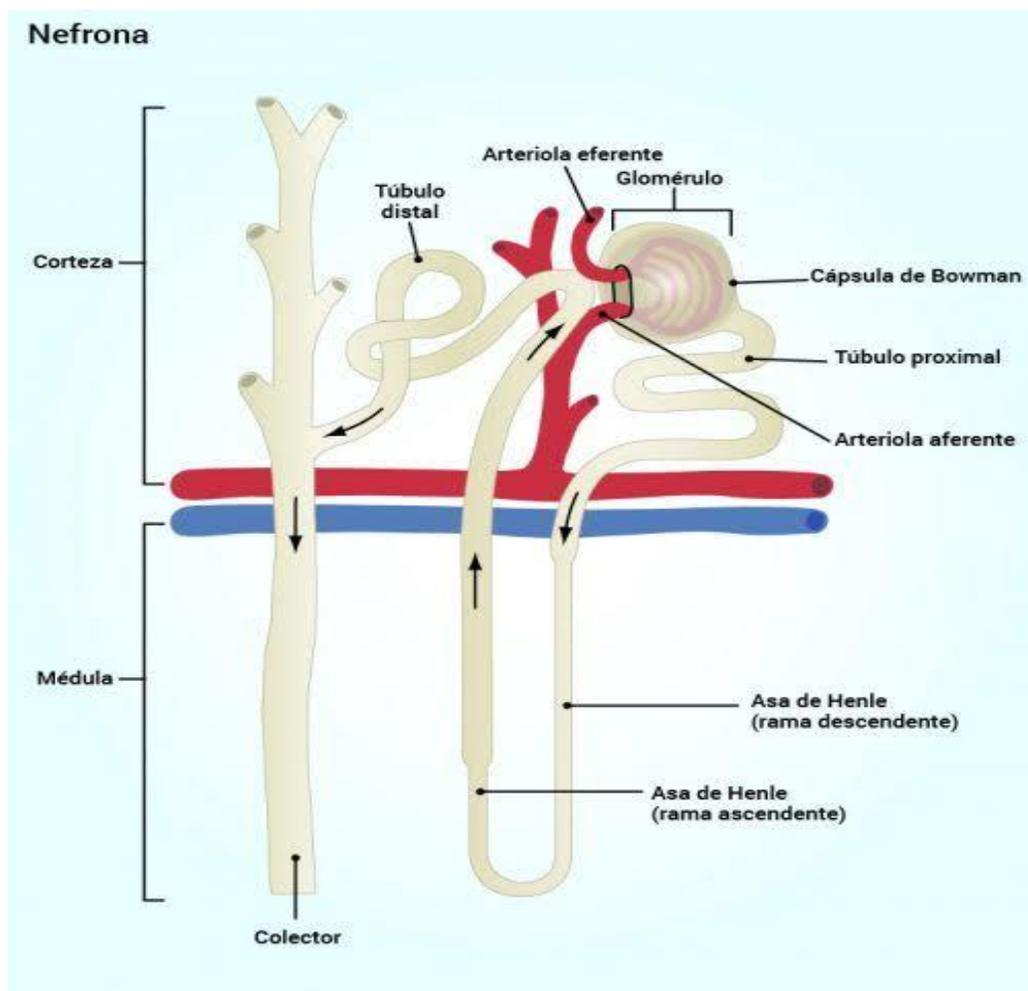


LA FG ES ALREDEDOR DEL 20% DEL FLUJO PLASMÁTICO RENAL

La FG está determinada por:

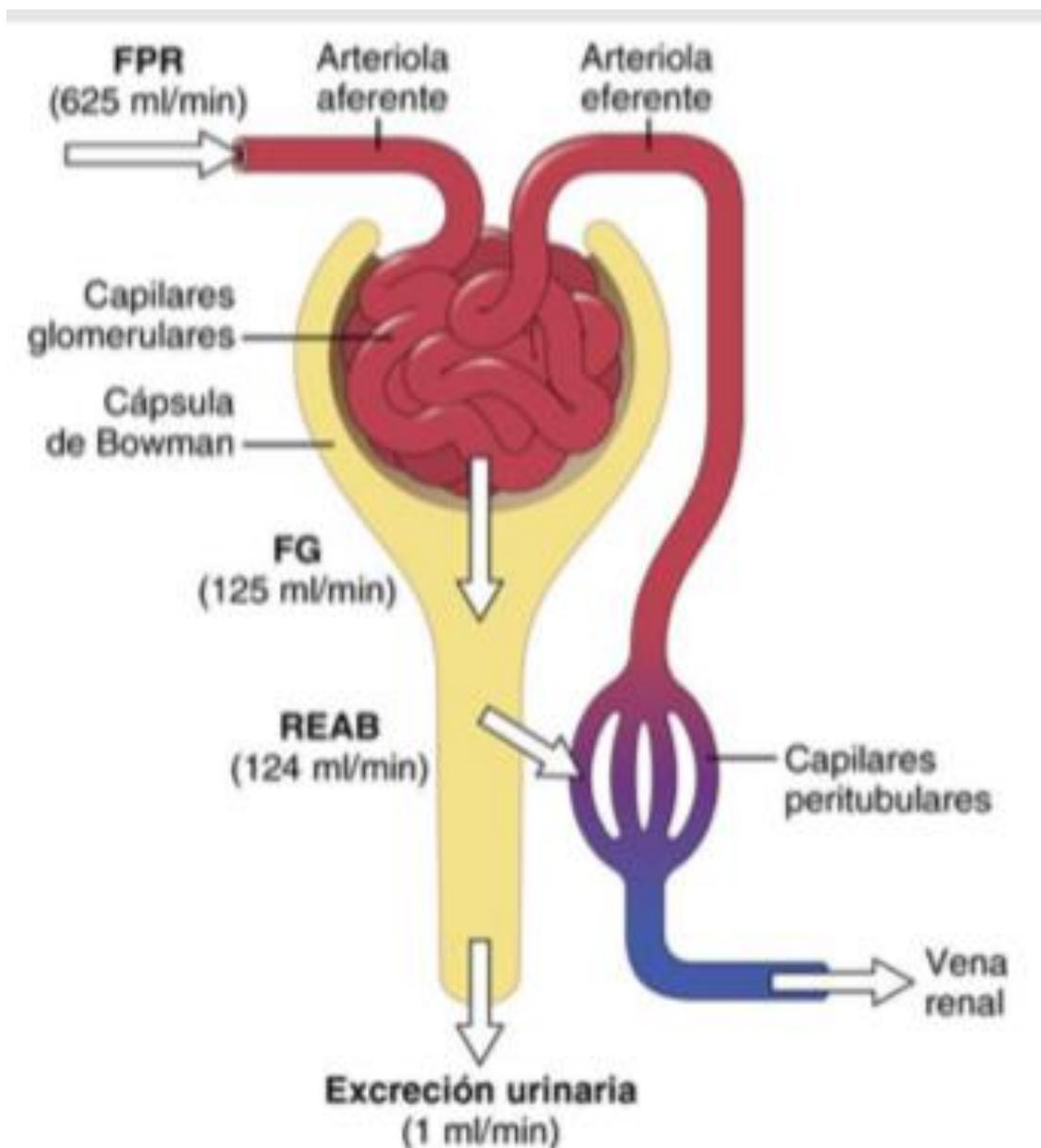
- 1) el equilibrio entre las fuerzas hidrostáticas y coloidsmóticas que actúa a través de la membrana capilar
- 2) el coeficiente de filtración capilar (Kf), el producto de la permeabilidad por el área superficial de filtro de los capilares.

En el adulto medio, la FG es de unos 125 ml/min, o 180 l/día. La fracción del flujo plasmático renal que se filtra (la fracción de filtración) es de media de 0,2, lo que significa que alrededor del 20% del plasma que fluye a través del riñón se filtra a través de los capilares glomerulares



La fracción de filtración se calcula como la siguiente:

$$\text{Fracción de filtración} = \text{FG} / \text{Flujo plasmático renal}$$



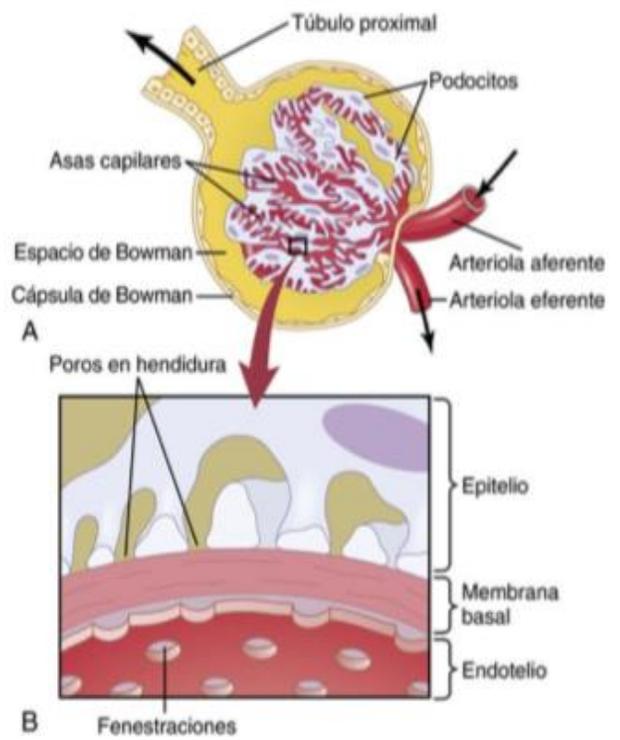
MEMBRANA CAPILAR GLOMERULAR

La membrana capilar glomerular es similar a la de otros capilares, excepto en que tiene tres capas principales (en lugar de las dos habituales):

- 1) el endotelio del capilar
- 2) una membrana basal
- 3) una capa de células epiteliales (podocitos) rodeando a la superficie externa de la membrana basal capilar.

El endotelio capilar está perforado por cientos de pequeños agujeros, llamados fenestraciones, similares a los capilares fenestrados que se encuentran en el hígado, aunque menores que las fenestraciones del hígado.

A pesar de la elevada filtración, la barrera de filtración glomerular filtra de modo selectivo las moléculas basándose en su tamaño y en su carga eléctrica.



DETERMINANTES DE LA FG

La FG está determinada por:

1) la suma de las fuerzas hidrostática y coloidosmótica a través de la membrana glomerular, que da lugar a la presión de filtración neta

2) el coeficiente glomerular K_f .

En una fórmula matemática, la FG es igual al producto del K_f y de la presión de filtración neta:

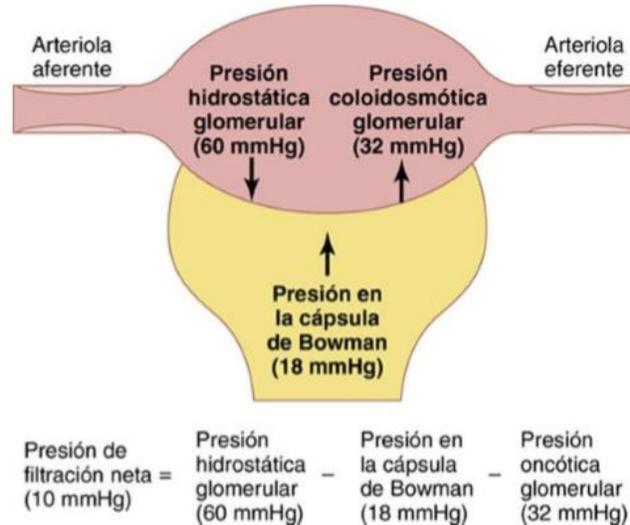
$$FG = K_f \times \text{Presión de filtración neta}$$

CAPÍTULO 27 FILTRACIÓN GLOMERULAR, FLUJO SANGUÍNEO RENAL Y SU CONTROL

La presión de filtración neta representa la suma de las fuerzas hidrostática y coloidosmótica que favorecen o se oponen a la filtración a través de los capilares glomerulares.

Estas fuerzas son:

- 1) la presión hidrostática dentro de los capilares glomerulares (presión hidrostática glomerular, P_G), que favorece la filtración;
- 2) la presión hidrostática en la cápsula de Bowman (P_B) fuera de los capilares, que se opone a la filtración;
- 3) la presión coloidosmótica de las proteínas plasmáticas en el capilar glomerular (π_G), que se opone a la filtración
- 4) la presión coloidosmótica de las proteínas en la cápsula de Bowman (π_B), que favorece la filtración. (En condiciones normales, la concentración de proteínas en el filtrado glomerular es tan baja que la presión coloidosmótica en el líquido de la cápsula de Bowman se considera cero.)



La FG puede expresarse, por tanto, como

$$FG = K_f \times (P_G - P_B - \pi_G + \pi_B)$$

El aumento del coeficiente de filtración capilar glomerular incrementa la FG

El K_f es una medida del producto de la conductividad hidráulica y el área superficial de los capilares glomerulares. El K_f no puede medirse directamente, pero se calcula experimentalmente dividiendo la FG entre la presión de filtración neta:

$$K_f = FG / \text{Presión de filtración neta}$$

Aunque el aumento del K_f eleva la FG y la reducción del K_f la reduce, los cambios en K_f probablemente no constituyen un mecanismo importante de regulación normal día a día de la FG.

El aumento de la presión hidrostática en la cápsula de Bowman reduce la FG

El aumento de la presión hidrostática en la cápsula de Bowman reduce la FG, mientras que reducir la presión aumenta la FG. Pero los cambios en la presión de la cápsula de Bowman no son normalmente un mecanismo importante de regulación de la FG.

Sus riñones

El aumento de la presión coloidosmótica capilar glomerular reduce la FG

A medida que la sangre pasa desde la arteriola aferente a través de los capilares glomerulares hasta las arteriolas eferentes, la concentración plasmática de las proteínas aumenta alrededor de un 20%. La razón de este aumento es que alrededor de una quinta parte del líquido en los capilares se filtra a la cápsula de Bowman, lo que concentra las proteínas plasmáticas glomerulares que no se filtran.

De este modo, dos factores que influyen en la presión coloidosmótica capilar glomerular son:

Riñón trasplantado

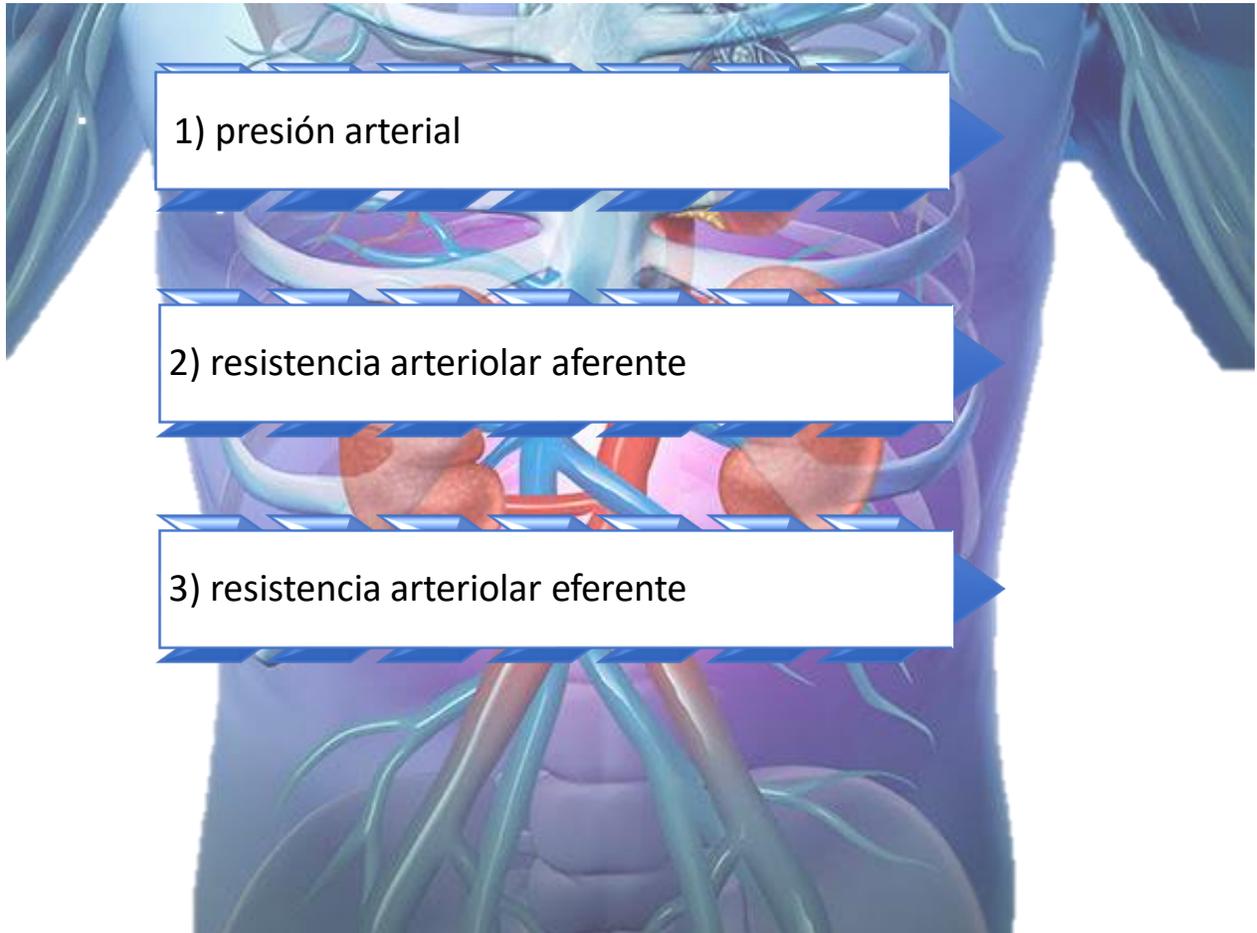
1) la presión coloidosmótica del plasma arterial

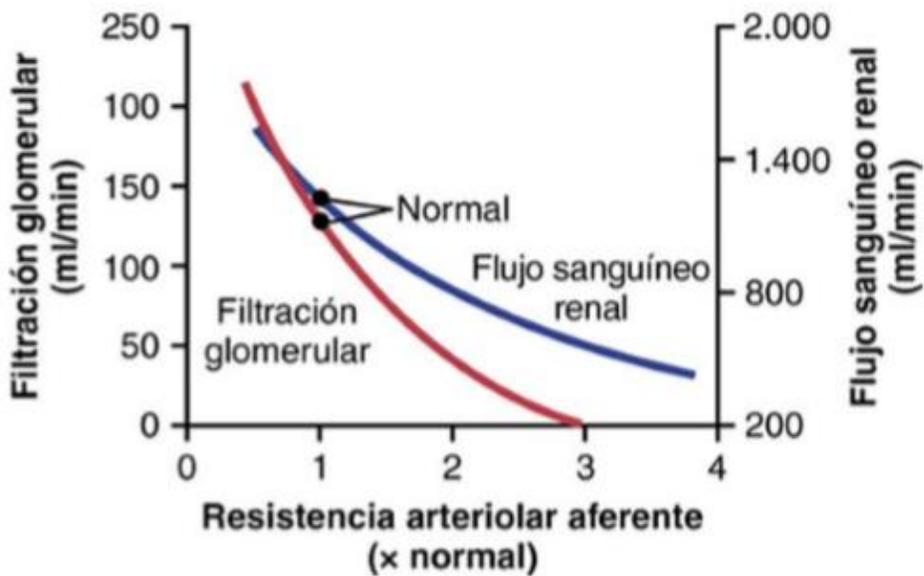
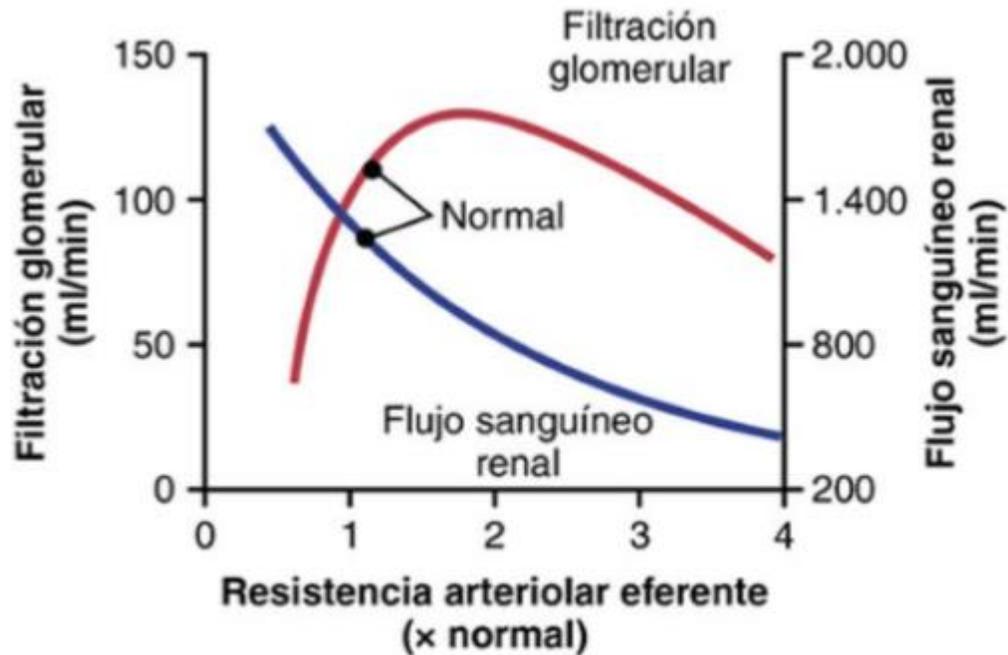
2) la fracción del plasma filtrada por los capilares glomerulares (fracción de filtración).

El aumento de la presión hidrostática capilar glomerular incrementa la FG

Los cambios en la presión hidrostática glomerular son la principal forma de regular fisiológicamente la FG. Los aumentos en la presión hidrostática glomerular incrementan la FG, mientras que las reducciones en la presión hidrostática glomerular la reducen.

La presión hidrostática glomerular está determinada por tres variables, todas ellas bajo control fisiológico:



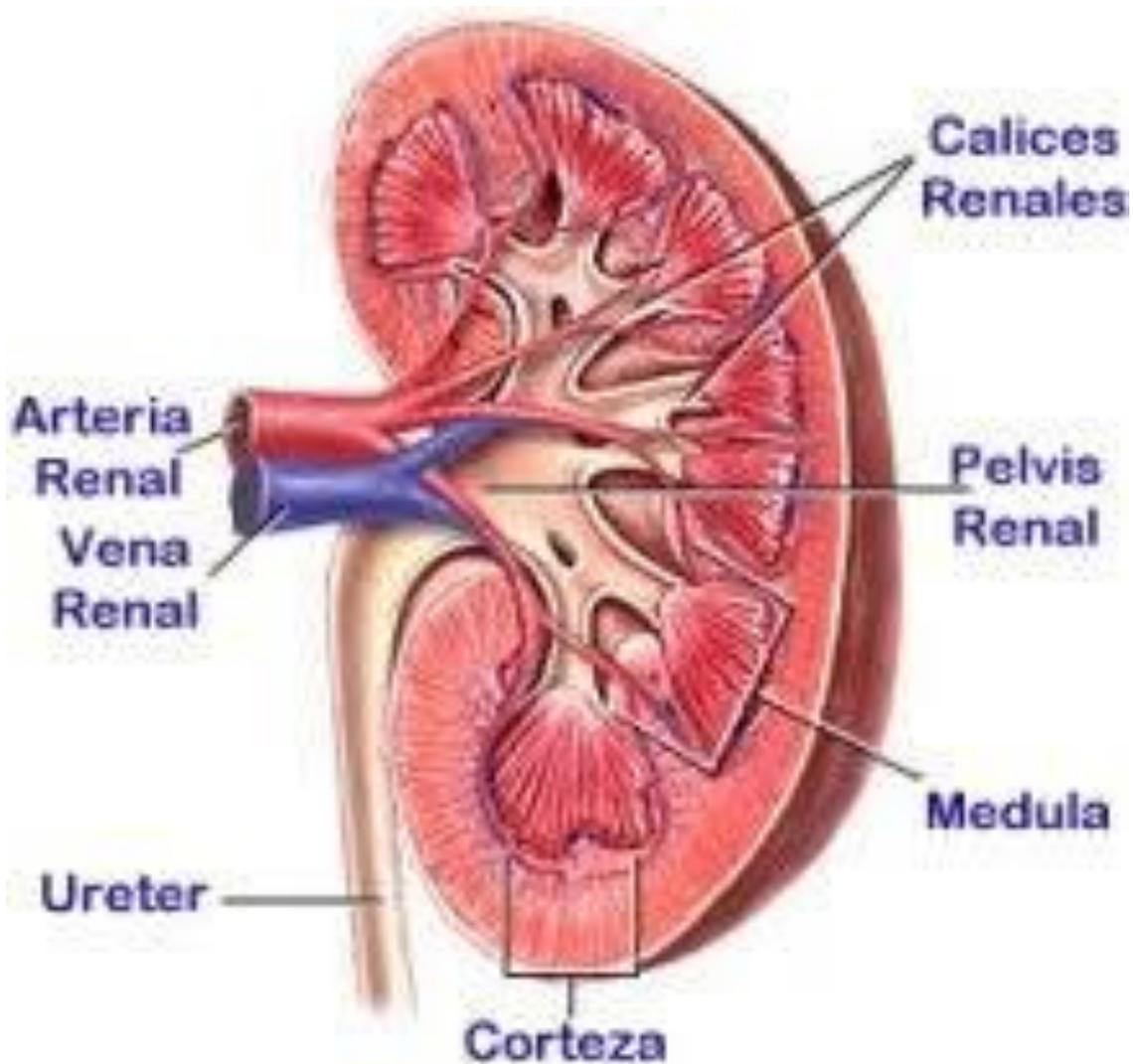


FLUJO SANGUÍNEO RENAL

En un hombre de 70 kg, el flujo sanguíneo combinado a través de los dos riñones es de unos 1.100 ml/min, o un 22% del gasto cardíaco.

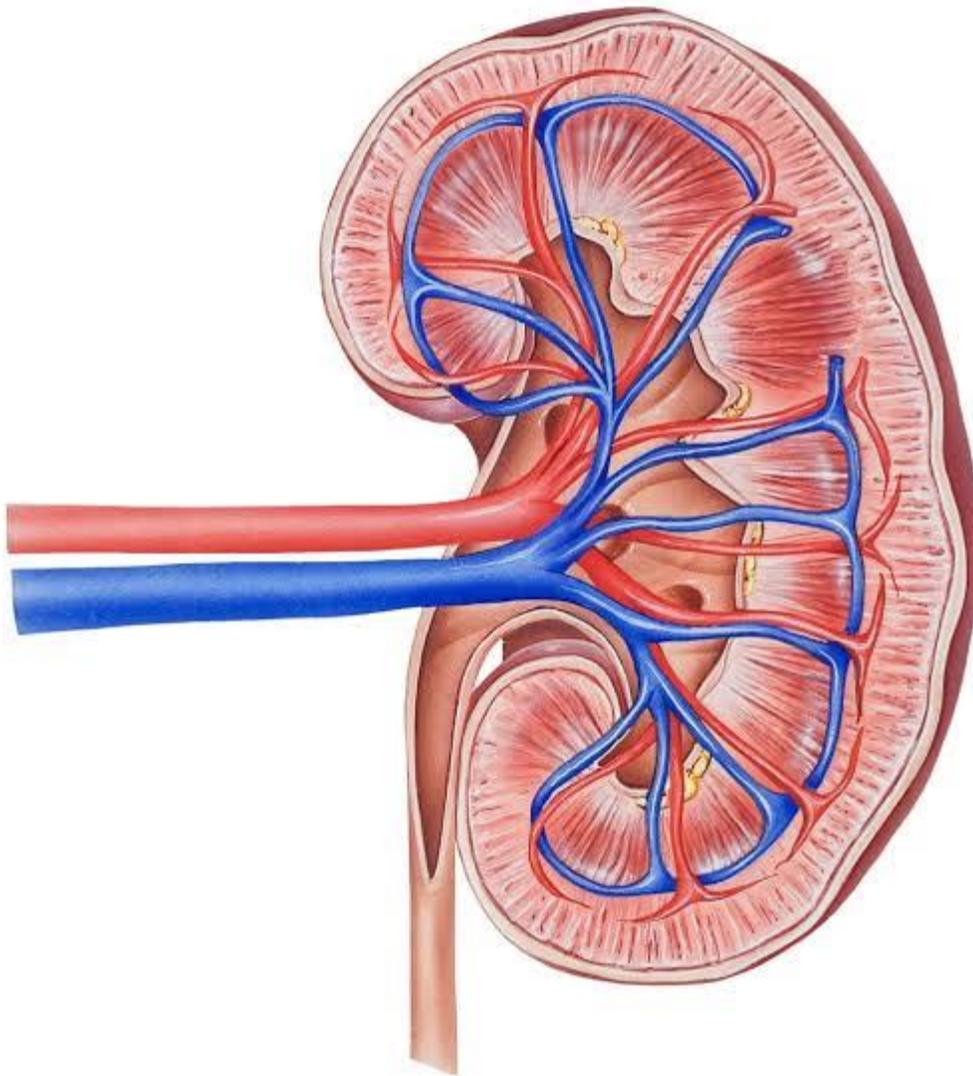
El flujo sanguíneo aporta a los riñones nutrientes y se lleva los productos de desecho.

Pero el elevado flujo renal supera mucho sus necesidades. El objetivo de este flujo adicional es aportar suficiente plasma para la elevada filtración glomerular necesaria para una regulación precisa de los volúmenes del líquido corporal y las concentraciones de solutos.



La FG y el flujo sanguíneo renal se autoregulan cuando se modifica la presión arterial.

- ✚ En los riñones normales una reducción en la presión arterial de tan solo 75mmHg o un incremento de hasta 160mmHg cambian la FG en un pequeño porcentaje.
- ✚ Esta relativa constancia entre la FG y el flujo sanguíneo renal se le conoce como Autorregulación.
- ✚ Aunque la autorregulación no es perfecta ayuda a impedir cambios significativos de la FG y por lo tanto la excreción renal.



La filtración glomerular y el flujo sanguíneo renal están controlados por sistemas neurohumorales y mecanismos intrarenales.

Los determinantes de la FG más variables y que están sujetas al control fisiológico son:

La presión
hidrostatica

La presión
coloidosmótica
capilar
glomerular.

- ▶ A su vez estas están influenciadas por el sistema simpático, las hormonas y los autocoides y otros controles de retroalimentación que son intrínsecos a los riñones.
- ▶ Una intensa activación del sistema nervioso simpático contrae las arteriolas renales y disminuye el flujo sanguíneo renal y la FG.
- ▶ Este efecto es más importante reduciendo la FG durante las acciones agudas intensas como las provocadas por una reacción de defensa.

Hormonas y autocoides controlan la FG y el flujo sanguíneo:

La noradrenalina y la adrenalina:

- Liberadas desde la medula suprarrenal contraen las arteriolas aferentes y eferentes y disminuyen la FG y el flujo sanguíneo renal.

La endotelina:

- Peptido liberado por las células endoteliales vasculares dañadas de los riñones y otros tejidos, contrae las arteriolas renales y disminuye la FG y el flujo sanguíneo renal

La angiotensina II

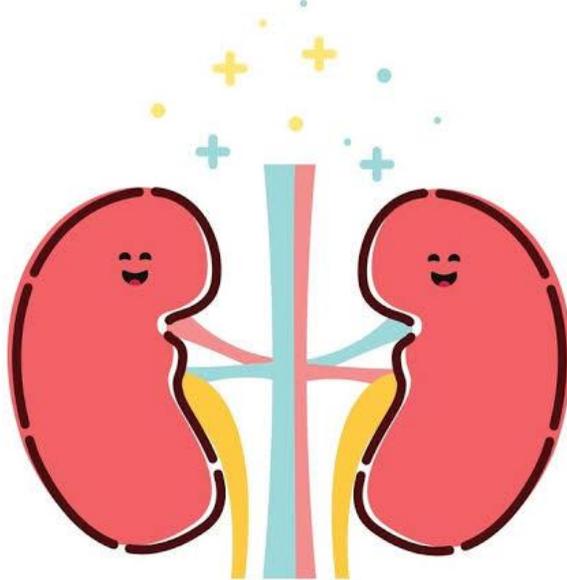
- Contrae las arteriolas eferentes en mayor grado que las aferentes, tiende a aumentar la presión hidrostática glomerular mientras disminuye el flujo sanguíneo renal. El aumento de ésta se debe al descenso de la presión arterial y depleción del volumen, ambas tienden a reducir la FG. La angiotensina II previene el descenso de la FG al contraer las arteriolas eferentes

El óxido nítrico derivado del endotelio

- Reduce la resistencia vascular renal y aumenta la FG y el flujo sanguíneo renal. Es un autocoides liberado por el endotelio vascular de todo el cuerpo y es importante para evitar una vasoconstricción excesiva de los riñones.

Las prostaglandinas (PGE₂ y PGI₂)

- Pueden amortiguar los efectos vasoconstrictores de los nervios simpáticos o de la angiotensina II, en especial los efectos en las arteriolas aferentes.



Por lo tanto, el bloqueo de las prostaglandinas puede causar un descenso significativo de la FG y del flujo sanguíneo renal.

La retroalimentación tuboglomerular es un componente fundamental de la autorregulación renal:

- ★ La retroalimentación tuboglomerular consta de dos partes;

un mecanismo de retroalimentación arteriolar

un mecanismo de retroalimentación arteriolar

Ambas dependientes de disposiciones anatómicas especiales del complejo yuxtaglomerular.

- ★ El complejo yuxtaglomerular consta de:

las células de la macula densa en la porción inicial del tubulo distal

las células yuxtaglomerulares en las paredes de las arteriolas aferentes y eferentes

- ★ Cuando la presión arterial disminuye se reduce el cloruro de sodio en las células de la macula densa que perciben estos cambios. Este descenso causa a su vez dos cosas:

1) Reduce la resistencia al flujo sanguíneo en las arteriolas aferentes lo que eleva la presión hidrostática glomerular y estabiliza la FG

2) Aumenta la liberación de renina en las células yuxtaglomerulares lo que acaba aumentando la formación de angiotensina II. Finalmente, la angiotensina II contrae las arteriolas aumentando la presión hidrostática glomerular y normaliza la FG.

FACTORES QUE ALTERAN EL FLUJO SANGUÍNEO RENAL Y LA FG

