

► Anatomía e histología fisiológica del riñon

Observatory Teaching Learning of
Physiology

Observatory Teaching learning of Physiology

Autores	Carlos Alberto Villa Ramírez
Afiliación	Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, UNAM
Información del Trabajo	
Recibido	[Compañía del remitente]
Revisado	02 de diciembre de 2019
Aceptado:	05 de diciembre de 2019
Palabras clave	Anatomía, histología renal, nefrona, filtración.

Resumen

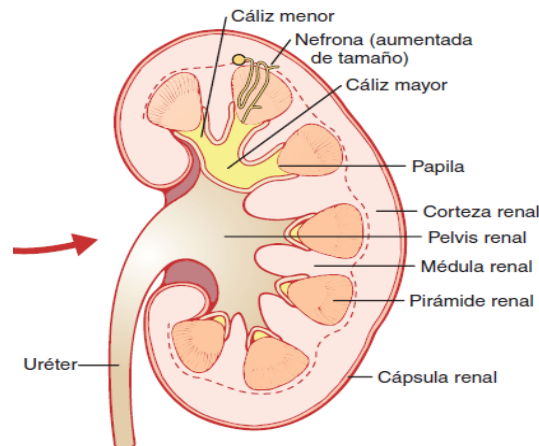
En este resumen se describen las características anatómicas macroscópica y microscópicas del riñon, describiendo cada parte de la nefrona, además de las estructuras que participan en los diversos procesos de la función renal.

ANATOMÍA E HISTOLOGÍA FISIOLÓGICA DE LOS RIÑONES

ORGANIZACIÓN GENERAL DE LOS RIÑONES Y DE LA VÍA URINARIA

Los riñones son órganos retroperitoneales. Cada riñón de un humano adulto normal pesa unos 150 g. La cara medial de cada riñón contiene una región llamada hilio, que contiene la arteria renal, vena renal, y uréter.

Si se cortan los riñones longitudinalmente, se pueden observar dos regiones principalmente, la corteza (externa) y la médula (interna). La médula se divide de 8-10 pirámides renales. La base de cada pirámide se origina en el borde entre la corteza y la médula, y termina en la papila que a su vez termina en la pelvis renal. La pelvis se divide en bolsas abiertas, llamadas cálices mayores, que a la vez se dividen en cálices menores, que recogen la orina de los túbulos de cada papila. De los cálices la orina pasa a la pelvis y de ahí al uréter que llevará la orina hacia la vejiga, donde se almacena hasta que se vacía en la micción.



IRRIGACIÓN RENAL

El riego sanguíneo de los dos riñones es normalmente alrededor del 22% del gasto cardíaco ($GC = VS \times FC$), o 1,100 ml/min. La arteria renal entra en el riñón a través del hilio, después se ramifica progresivamente hasta formar arterias interlobulares → arterias arciformes → arterias interlobulillares (arterias radiales) → arteriolas aferentes → capilares glomerulares (primera red capilar), donde se filtran solutos, pero no proteínas plasmáticas (p. ej. albúmina, complemento) → arteriolas eferentes → capilares peritubulares (segunda red capilar).

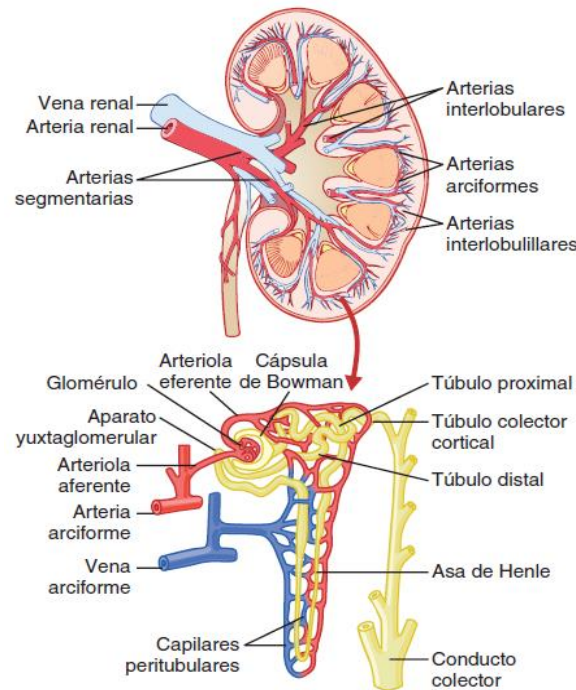


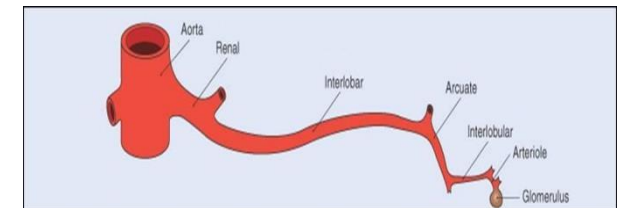
Figura 26-3 Sección de riñón humano que muestra los principales vasos que aportan el riego sanguíneo al riñón y esquema de la microcirculación de cada nefrona.

La presión hidrostática es alta en los capilares glomerulares (60 mmHg), lo que da una

filtración rápida, mientras que existe una presión menor en los capilares peritubulares (13 mmHg), que permite una reabsorción rápida.

Al ajustar la resistencia (diámetro) en las arteriolas aferentes y eferentes se puede regular la presión hidrostática en ambas redes capilares.

Los capilares peritubulares → vena interlobulillar → vena arciforme → vena interlobular → vena renal.



UNIDAD ANATOMOFUNCIONAL DEL RIÑÓN: NEFRONA

Cada riñón contiene alrededor de 800,000 a 1,000,000 de nefronas. No se regeneran. Por tanto, en una lesión o en el envejecimiento se reducen de forma gradual y permanente. Después de los 40 años, suele reducirse el 10% de nefronas funcionantes cada 10 años. Cada nefrona contiene: 1) Glomérulo (capilares glomerulares → filtración); 2) Túbulo (filtrado glomerular → orina). Es decir, Nefrona = Glomérulo + Túbulo.

El glomérulo contiene una red de capilares glomerulares que tienen una presión hidrostática alta (60 mmHg). Los capilares glomerulares están revestidos de células epiteliales y todo el glomérulo está cubierto por la cápsula de Bowman.

El líquido filtrado circula hacia el espacio entre los capilares glomerulares y la cápsula de

Bowman, el espacio urinario. Después el filtrado glomerular pasa desde el espacio urinario hacia el túbulo contorneado proximal → asa de Henle (rama descendente + rama ascendente; contiene la mácula densa) → túbulo contorneado distal → túbulo conector → túbulo colector cortical → conducto colector cortical → conductor colector medular → papilas renales.

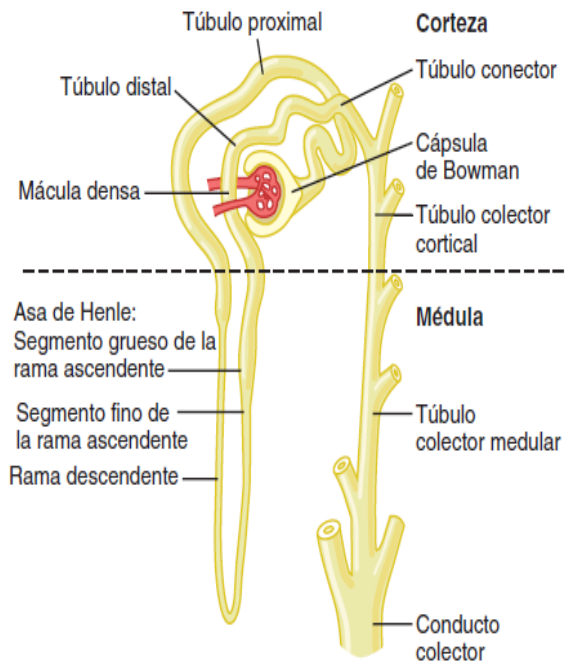


Figura 26-4 Segmentos tubulares básicos de la nefrona. Las longitudes relativas de los diferentes segmentos tubulares no se dibujan a escala.

ANATOMÍA MICROSCÓPICA DE LA NEFRONA

La nefrona es la unidad funcional del riñón y tiene la función de filtrar, reabsorber y secretar sustancias, teniendo como producto final la orina. Existen dos tipos de nefronas: las corticales y las yuxtamedulares. Las nefronas corticales son más abundantes y tienen

túbulos que apenas penetran en la médula, mientras que las nefronas yuxtamedulares sí tienen túbulos que penetran hasta la profundidad de la médula.

Las nefronas yuxtamedulares poseen largas asas de Henle, mientras que en las nefronas corticales sus asas de Henle son cortas.

Nefrona = Corpúsculo Renal (Glomérulo) + Túbulo Contorneado Proximal + Asa de Henle + Túbulo Contorneado Distal.

Para entender la fisiología e histología renal es requerido entender los siguientes conceptos:

- **Filtración:** Paso de sustancias de la sangre hacia el espacio urinario a través de la barrera de filtración glomerular.
- **Reabsorción:** Paso de sustancias de los túbulos renales hacia los vasos capilares que los rodean.
- **Secreción:** Paso de sustancias de los vasos capilares (capilares peritubulares) que rodean los túbulos hacia los túbulos renales.
- **Excreción:** Es el producto final de eliminación resultado de los procesos de filtración, reabsorción y secreción.

CORPÚSCULOS RENALES

Es la primera porción de la nefrona. El corpúsculo renal tiene dos secciones: la primera es el polo vascular, que es lugar por donde entran y salen las arteriolas, y la segunda es el polo urinario, donde comienza el túbulo contorneado proximal.

Los componentes del corpúsculo renal son:

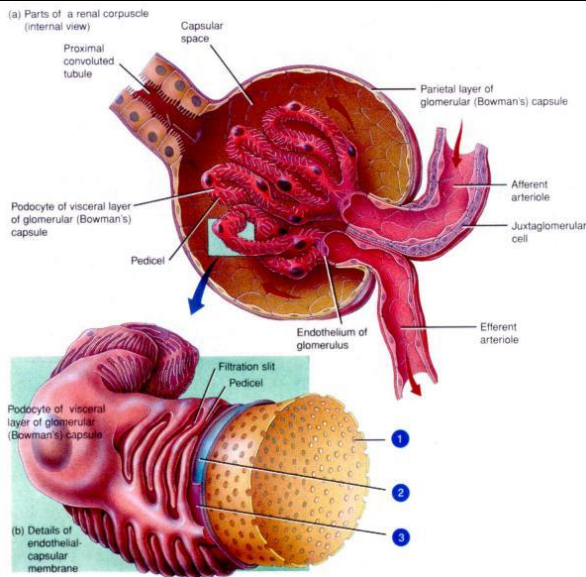
- ✚ **Glomérulo:** es una red de capilares fenestrados que carecen de

diafragma. Este sistema capilar es originado por una arteriola aferente, y la sangre drena en otra arteriola llamada arteriola eferente.

- ✚ **Cápsula de Bowman:** es la porción inicial de la nefrona donde la sangre se filtra para producir el ultrafiltrado glomerular. En ella, histológicamente pueden identificarse dos capas: una capa parietal y una capa visceral. La capa parietal no se encuentra en contacto directo con el glomérulo renal y está constituida por un epitelio plano simple. La capa visceral se encuentra relacionada con el glomérulo renal y está formada por un conjunto de células especializadas que se caracterizan por su gran cantidad de prolongaciones, denominadas podocitos. Entre ambas capas se encuentra un espacio virtual, en donde se drena el producto del ultrafiltrado glomerular, denominado espacio urinario o espacio de Bowman.

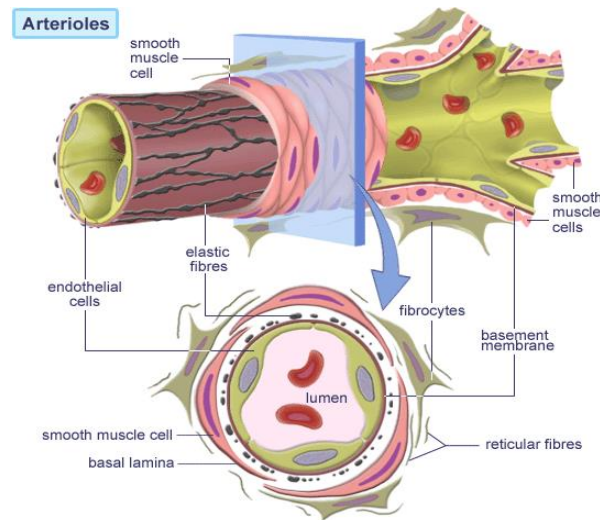
La filtración o ultrafiltrado de la sangre se lleva a cabo en la barrera de filtración glomerular, la cual está formada por diferentes componentes situados en el corpúsculo renal:

- **Endotelio capilar glomerular:** son capilares que presentan fenestraciones de un diámetro mayor de 70-90 nm, más abundantes y de contornos más irregulares que las fenestraciones de otros capilares. El diafragma en estos capilares está ausente.



colágena IV que forman una red que actúa como un filtro físico.

El verdadero filtro está en las láminas raras debido a su alto contenido en glucosaminoglicanos polianiónicos, que restringen el movimiento de partículas y moléculas con carga negativa) a través de la membrana basal glomerular. Por esta razón, de manera normal, el riñón no permite el paso de proteínas en la orina, por lo que su presencia en esta se traduce en una alteración de la composición de la membrana basal glomerular.



se denominan ranuras o hendiduras de filtración, con aproximadamente 25 nm de ancho, y permiten el ultrafiltrado de la sangre.

TÚBULO CONTORNEADO PROXIMAL.

El túbulo contorneado proximal es la continuación del corpúsculo renal. Su principal función es la de reabsorber la mayoría de las moléculas provenientes de la filtración de la sangre (filtrado glomerular), cerca del 70%.

Está constituido por un epitelio cúbico simple que contiene células con gran cantidad de mitocondrias, microvellosidades y un glucocálix abundante, lo que le proporciona una gran capacidad de reabsorción. Estas células, además, se encuentran unidas por complejos de unión que ayudan a formar un espacio basolateral, el cual contribuye a la función reabsortiva que tienen.

ASA DE HENLE

Se divide en dos porciones: la rama descendente y la rama ascendente del asa de Henle.

La rama descendente del asa de Henle está revestida por un epitelio plano simple, y funcionalmente presenta una gran permeabilidad al agua.

La rama ascendente del asa de Henle presenta a su vez dos porciones: una porción delgada, que está revestida por un epitelio plano simple, y una porción gruesa, revestida por un epitelio cúbico simple. Esta región de la nefrona se caracteriza por ser impermeable al agua, pero tiene una gran permeabilidad a los solutos (principalmente Na⁺, Cl⁻ y K⁺).

→ **Membrana basal glomerular:** llamada lámina basal gruesa, es una membrana basal que se forma a partir de la fusión de la membrana basal de los podocitos y la membrana basal de las células endoteliales glomerulares. Presenta un alto contenido de colágena tipo IV. Presenta las siguientes porciones:

- **Lámina rara externa:** contigua a los pedicelos de los podocitos, impide el paso de moléculas con carga negativa (proteínas principalmente).
- **Lámina rara interna:** contigua al endotelio capilar, junto con la lámina rara externa impide el paso de moléculas con carga negativa.
- **Lámina densa:** se sitúa entre las dos láminas raras y contiene fibras de

→ **Capa visceral de la cápsula de Bowman:** contiene las células epiteliales viscerales o podocitos. Estas células emiten prolongaciones alrededor de los capilares glomerulares; las primeras prolongaciones se llaman prolongaciones primarias y de ellas salen prolongaciones secundarias, también conocidas como pedicelos. Los espacios entre las prolongaciones

TÚBULO COLECTOR

Las células de la porción gruesa de la rama ascendente del asa de Henle producen la proteína de Tamm-Horsfall o uromodulina, que in vitro se ha correlacionado con funciones inmunosupresoras, la formación de cilindros urinarios y la litiasis renal.

TÚBULO CONTORNEADO DISTAL.

Está revestido por un epitelio cúbico simple que, en comparación con el túbulo contorneado proximal, presenta menos mitocondrias y menos microvellosidades, lo que va relacionado con su baja capacidad de reabsorción.

Debido a que su longitud es menor, en un corte de corteza renal es más fácil encontrar túbulos contorneados proximales que túbulos contorneados distales (con una relación estimada de 7:1).

En su inicio, en la transición entre la porción gruesa de la rama ascendente del asa de Henle y el principio del túbulo contorneado distal, este se relaciona con el polo vascular del corpúsculo renal y se encuentra una región formada por un epitelio cilíndrico simple, denominada mácula densa, cuya función es determinar la cantidad de Na^+ que se encuentra dentro de túbulo contorneado distal, para modular la secreción de renal de Na^+ . Esta porción también es impermeable al agua.

En este sitio de la nefrona actúan la hormona paratiroidea y la aldosterona. La hormona paratiroidea favorece la reabsorción de Ca^{2+} y la formación de vitamina D activa, mientras que la aldosterona favorece la reabsorción de Na^+ y la secreción de K^+ en el túbulo contorneado distal.

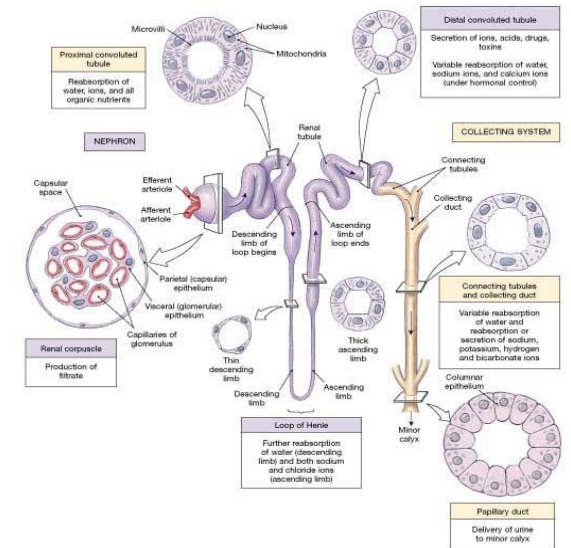
Es un sistema tubular que no forma parte de la nefrona; las nefronas drenan su contenido hacia los túbulos colectores. Por su ubicación, los túbulos colectores pueden ser corticales, medulares o papilares (de Bellini).

Los túbulos colectores están revestidos por epitelio cúbico simple y carecen de microvellosidades. Existen dos tipos de células en el túbulo colector:

→ **Células Principales** (o células claras del riñón), que se tiñen pálidamente, contienen escasas microvellosidades y un cinocilio. En su membrana presentan receptores para la hormona antidiurética (vasopresina o ADH) y tienen la función de regular el volumen final de orina que se va a producir.

→ **Células Intercalares** (o células oscuras del riñón), que son células de tinción oscura que contienen abundantes mitocondrias y vesículas apicales. Tienen la función de regular el estado ácido-base del organismo, favoreciendo la secreción de H^+ en estados de acidosis (células intercaladas tipo A) y la reabsorción de H^+ en estados de alcalosis (células intercaladas tipo B).

Conforme se van adentrando en la médula, los túbulos colectores se unen para formar túbulos cada vez más grandes, hasta conformar los conductos de Bellini. El extremo distal de estos conductos se sitúa en una región que embona con un cáliz menor del riñón denominada papila renal.



• **FIGURE 26-4 A Representative Nephron.** Diagrammatic view indicating the histological structure and major functions of each segment of the nephron and collecting system.

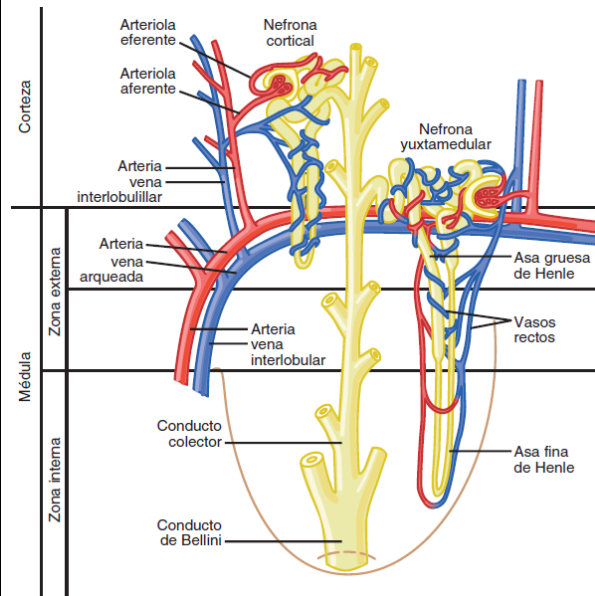
DIFERENCIAS REGIONALES EN LA ESTRUCTURA DE LA NEFRONA: NEFRONAS CORTICALES Y YJXTAMEDULARES

Aunque cada nefrona tiene los mismos componentes, existen algunas diferencias. Aquellas nefronas que tienen glomérulos localizados en la corteza externa se denominan *nefronas corticales*; tienen asas de Henle cortas que penetran sólo una distancia corta en la médula.

Alrededor del 20-30% de las nefronas tienen glomérulos que se disponen en la corteza cerca de la médula que se denominan nefronas yuxtamedulares; tienen asas de Henle grandes que discurren hasta la médula, en algunos casos con un recorrido completamente intramedular.

Las estructuras vasculares que irrigan las nefronas yuxtamedulares difieren de las que irrigan las nefronas corticales.

En las nefronas corticales todo el sistema tubular está rodeado de una red extensa de capilares peritubulares.



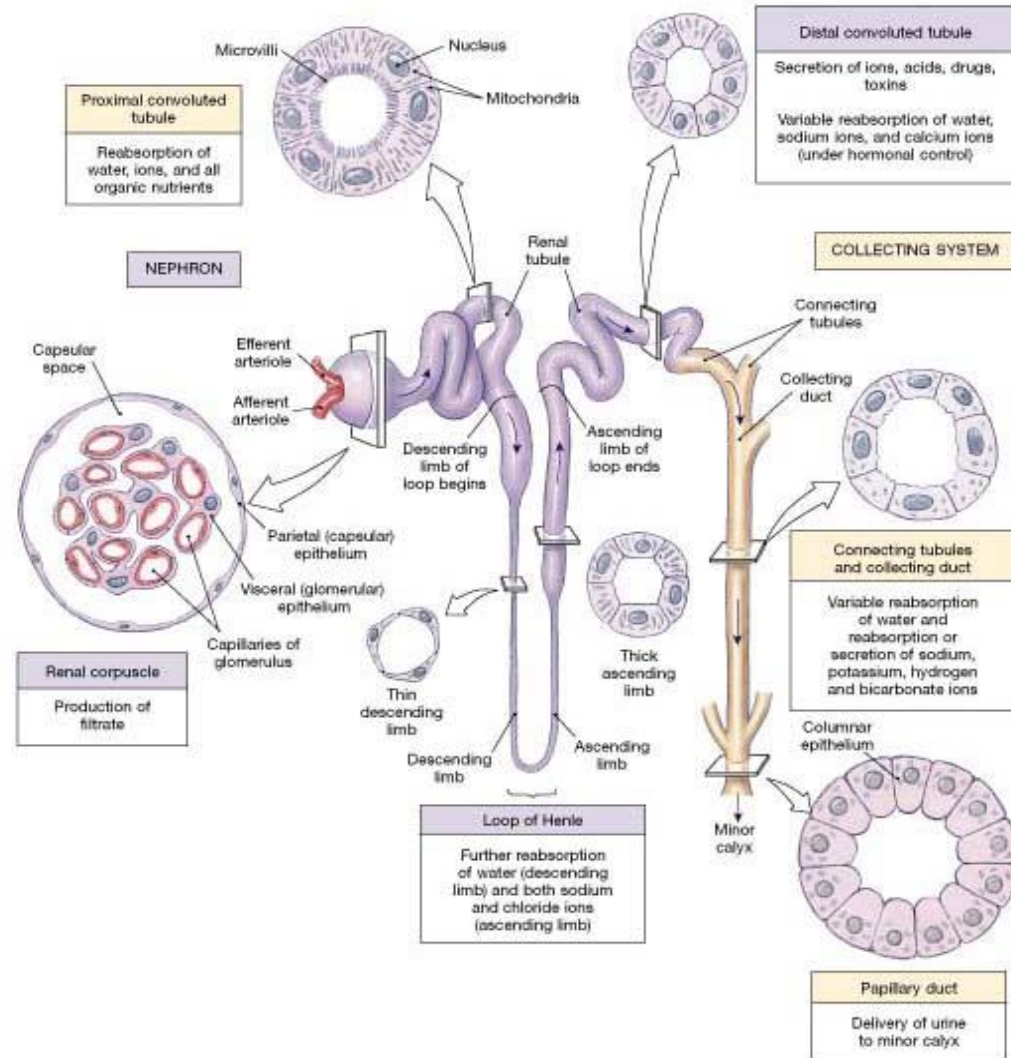
En las nefronas yuxtamedulares, las arteriolas eferentes largas se extienden desde los glomérulos hasta la médula externa y después se dividen en capilares peritubulares especializados, llamados vasos rectos, que se extienden hasta la médula al lado de las asas de Henle. Esta red especializada de capilares en la médula desempeña una función esencial en la formación de una orina concentrada (sistema multiplicador de contracorriente).

Bibliografía

Constanzo. L. S. (2014). Fisiología. España: Elsevier.

Hall, J. E. (2015). Guyton y Hall tratado de fisiología médica. España: Elsevier.

Koeppen, B. M., Stanton, B. A. (2009). Berne y Levy fisiología. España: Elsevier.



• **FIGURE 26-4 A Representative Nephron.** Diagrammatic view indicating the histological structure and major functions of each segment of the nephron and collecting system.