

5.6 Animal Form and Function
Excretion and Osmoregulation
වහිස්සුවය

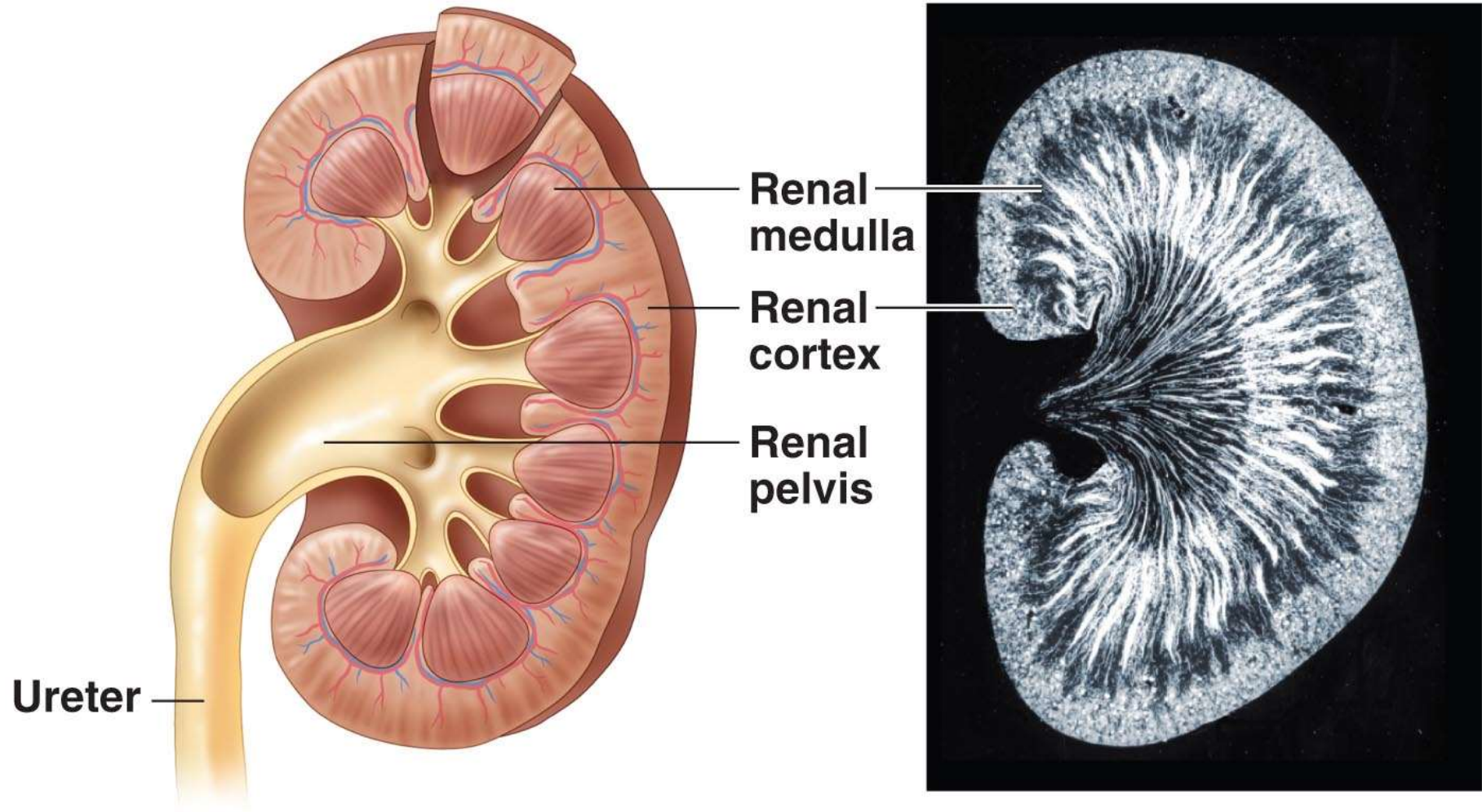
Dr Hiran Amarasekera

2

වෘක්කයේ දළ ව්‍යුහය

බෝංචි බීජ හැඩැති අවයවයක් වන මෙය මේද ස්කන්ධයෙක් මගින් නියමිත ස්ථානයේ රඳවා ඇත. තන්තුමය සම්බන්ධක පටකයෙන් වෘක්ක යුගල ආවරණය වී ඇත. වෘක්කයක දික්කඩක පවතින ප්‍රදේශ 3ක් පියවි ඇසින් හඳුනාගත හැකි ය. ඒවා නම් බාහිර තන්තුමය ප්‍රාවරය, වෘක්ක බාහිකය හා අභ්‍යන්තර වෘක්ක මජ්ජාව යි. බාහිකය හා මජ්ජාව ප්‍රදේශවල රුධිරවාහිනී ඇති අතර බහිස්ප්‍රාවි නාලිකා තදින් ඇසිරී පවතියි.

වෘක්කයේ බාහිකය ගුච්ඡිකා පිහිටන නිසා කණිකාමය ස්ව රූපයක් ගෙන ඇත. මජ්ජාව වෘක්ක පිරිමිඩවලින් සමන්විත බැවින් විලිඛිත ස්වභාවයකින් යුක්තය. පිරිමිඩවල අග්‍රස්ථ වෘක්ක පිටිකා තුළින් වෘක්ක ශ්‍රෝණිය වෙතට යොමු වී ඇත. වෘක්ක ශ්‍රෝණිය ප්‍රදේශයෙන් මුත්‍රා වාහිනිය ආරම්භ වෙයි. වෘක්කීය ධමනිය හා වෘක්කීය ශිරාව ශ්‍රෝණිය තුළින් ගමන් කරයි.



Ureter

Renal medulla

Renal cortex

Renal pelvis

(b) Kidney structure

Section of kidney from a rat | 4 mm

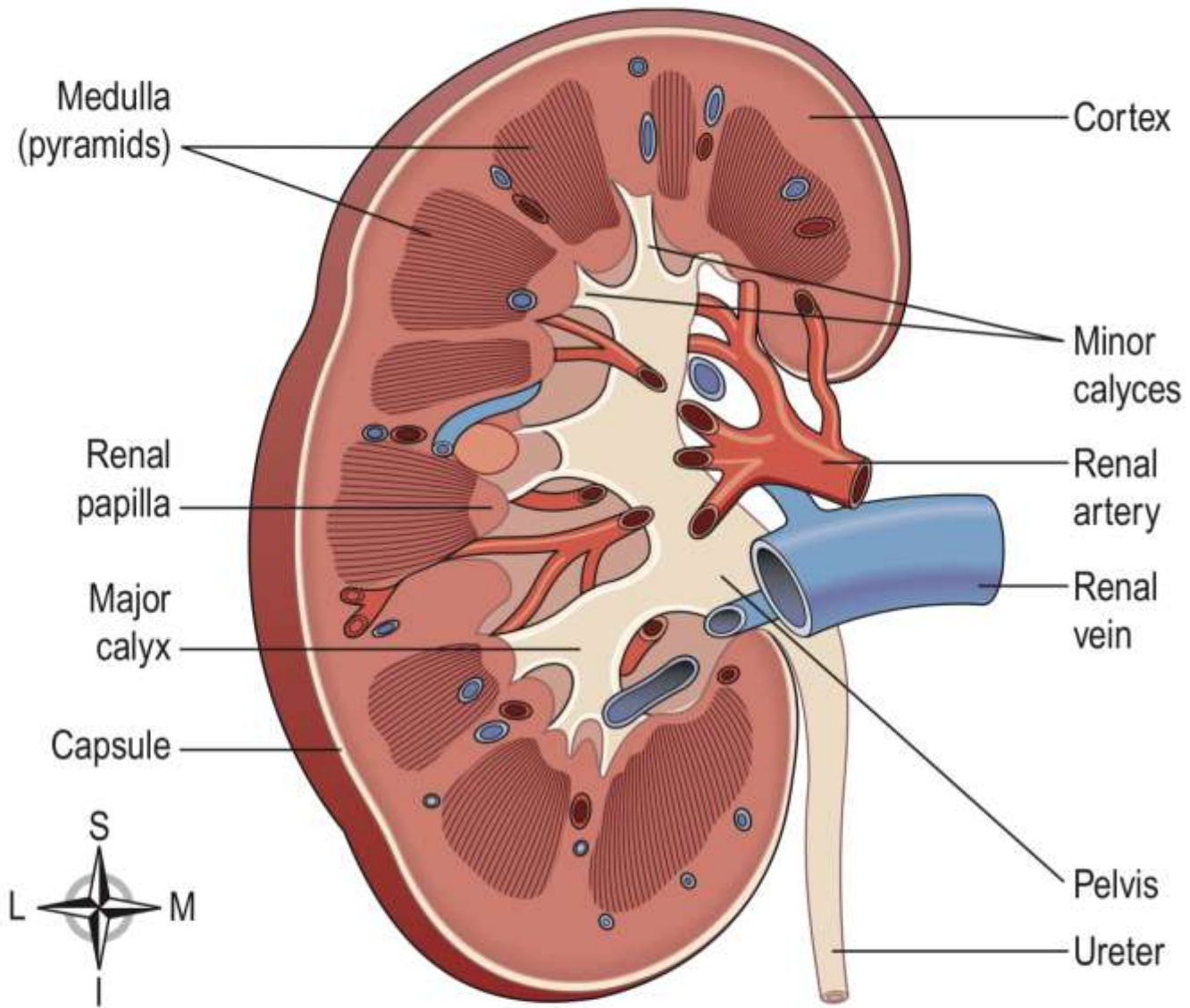
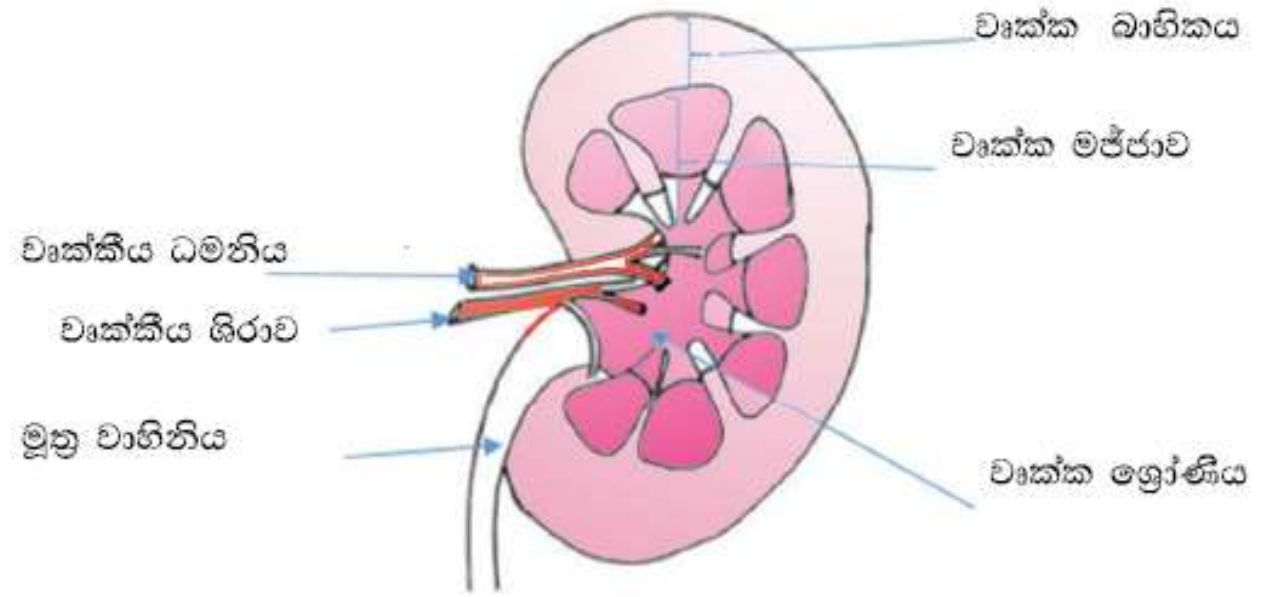
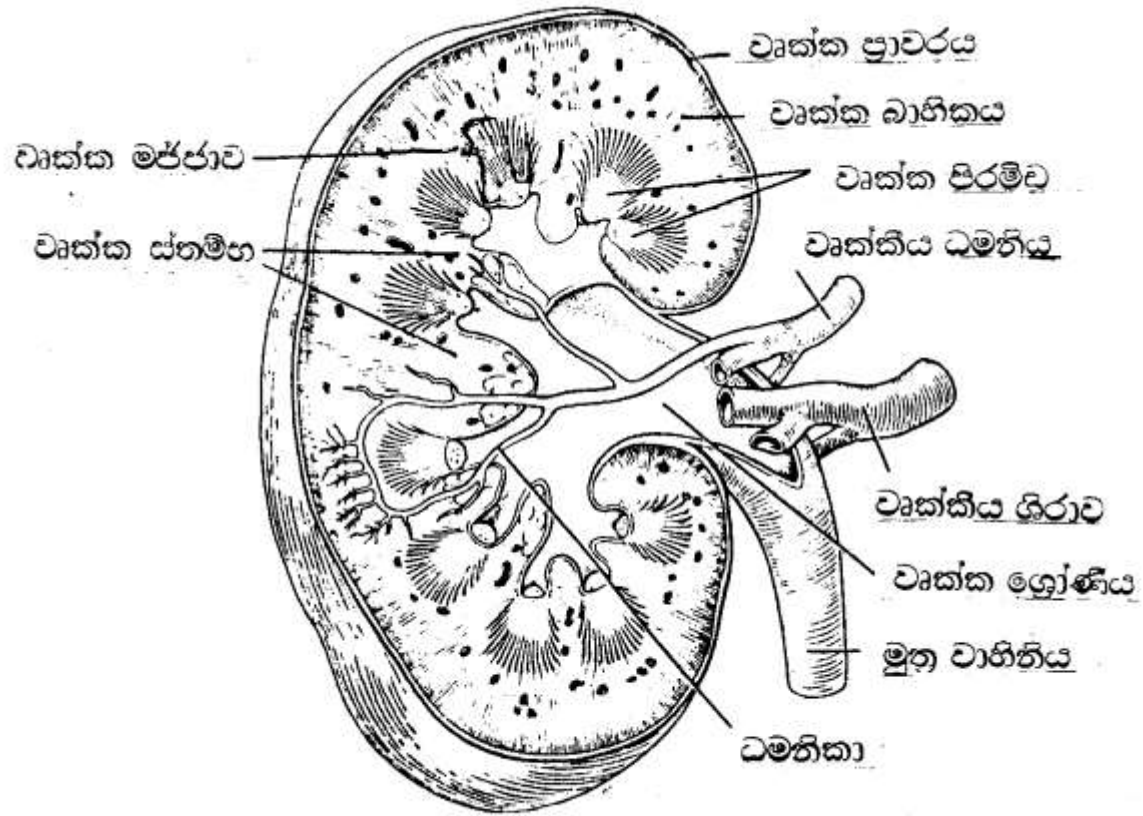


Figure 13.3 A longitudinal section of the right kidney.

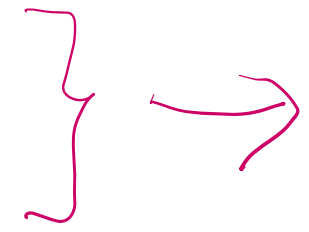


4.7 රූපය : මානවයාගේ වෘක්කයක දික්කඩ

වෘක්කාණුවක ව්‍යුහය :

වෘක්කයක ව්‍යුහමය හා කෘත්‍යමය ඒකකය වෘක්කාණුවයි. එක් එක් වෘක්කයක වෘක්කාණු මිලියනයකට අධික සංඛ්‍යාවක් ඇත. වෘක්කාණු ආකාර දෙකකි. එනම්

- බාහික වෘක්කාණු - මජ්ජාමය කෙටි දුරකට ගමන් කරයි.
- ජක්ස්ටා මජ්ජාමය වෘක්කාණු - මජ්ජාමය ගැඹුරට ම විහිදෙයි.



වෘක්කයක වැඩිපුර පිහිටා ඇත්තේ බාහික වෘක්කාණුය.

එක් වෘක්කාණුවක් තනි දිගු නාලිකාවකින් හා රුධිර කේශනාලිකා ගුලියකින් සමන්විත ය. එම රුධිර කේශනාලිකා බෝලය ගුවිජ්කාව ලෙස හැඳින්වේ. දිගු නාලිකාවේ ඇති කෝප්ප හැඩැති සංවෘත කෙළවර බෝමන් ප්‍රාවරය ලෙස හඳුන්වනු ලබන අතර, එමගින් ගුවිජ්කාව වට කරනු ලැබේ. මේ නාලයේ අනෙක් කෙළවර සංග්‍රාහක ප්‍රනාලයට සම්බන්ධ වෙයි. එනිසා දිගු නාලිකාව සමන්විත වනුයේ, බෝමන් ප්‍රාවරය, අවිදුර සංවලිත නාලිකාව, හේන්ලේ පුඬුව හා විදුර සංවලිත නාලිකාව යි.

වෘක්කාණු වර්ග දෙකකි.

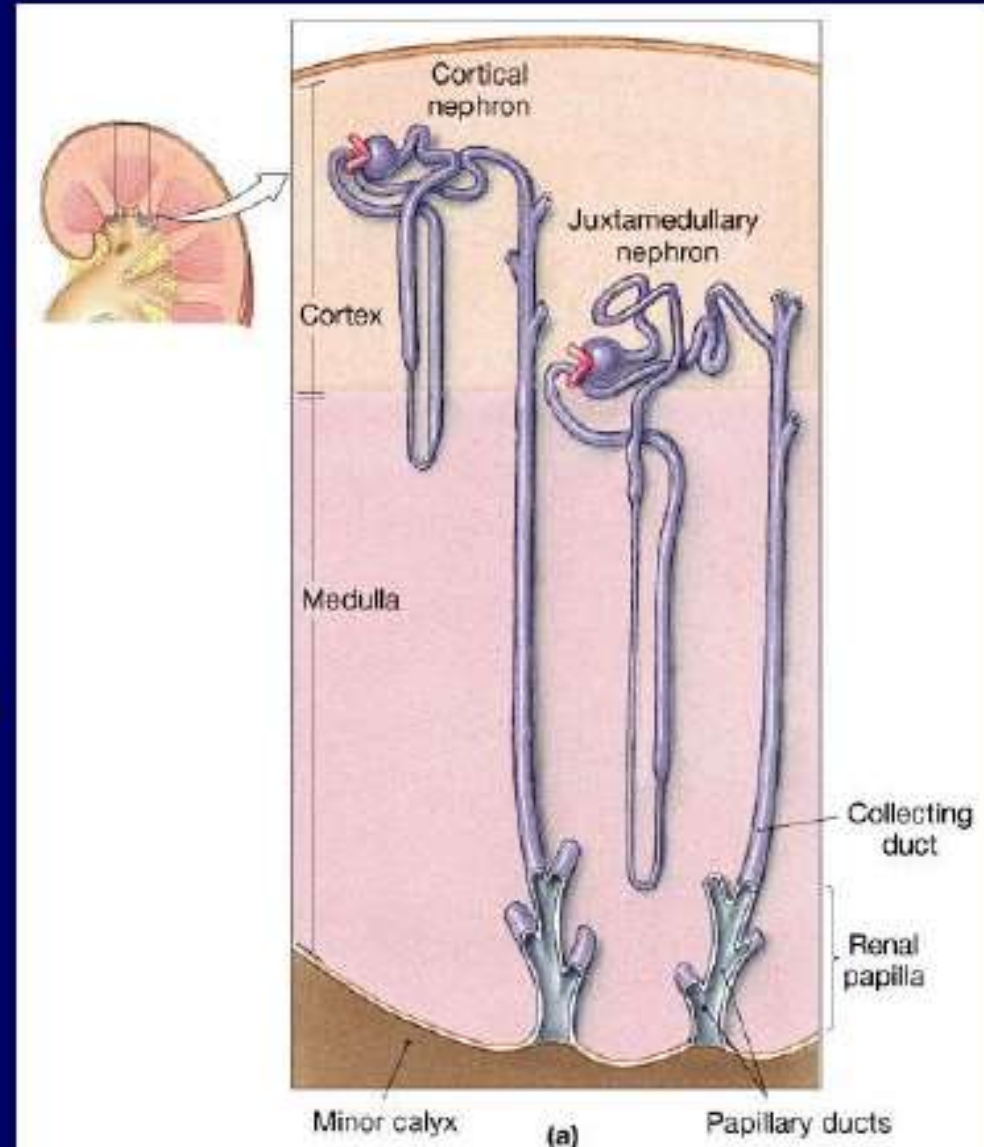
- බාහික වෘක්කාණු
- ජක්ෂ්ඨ මජ්ජා වෘක්කාණු

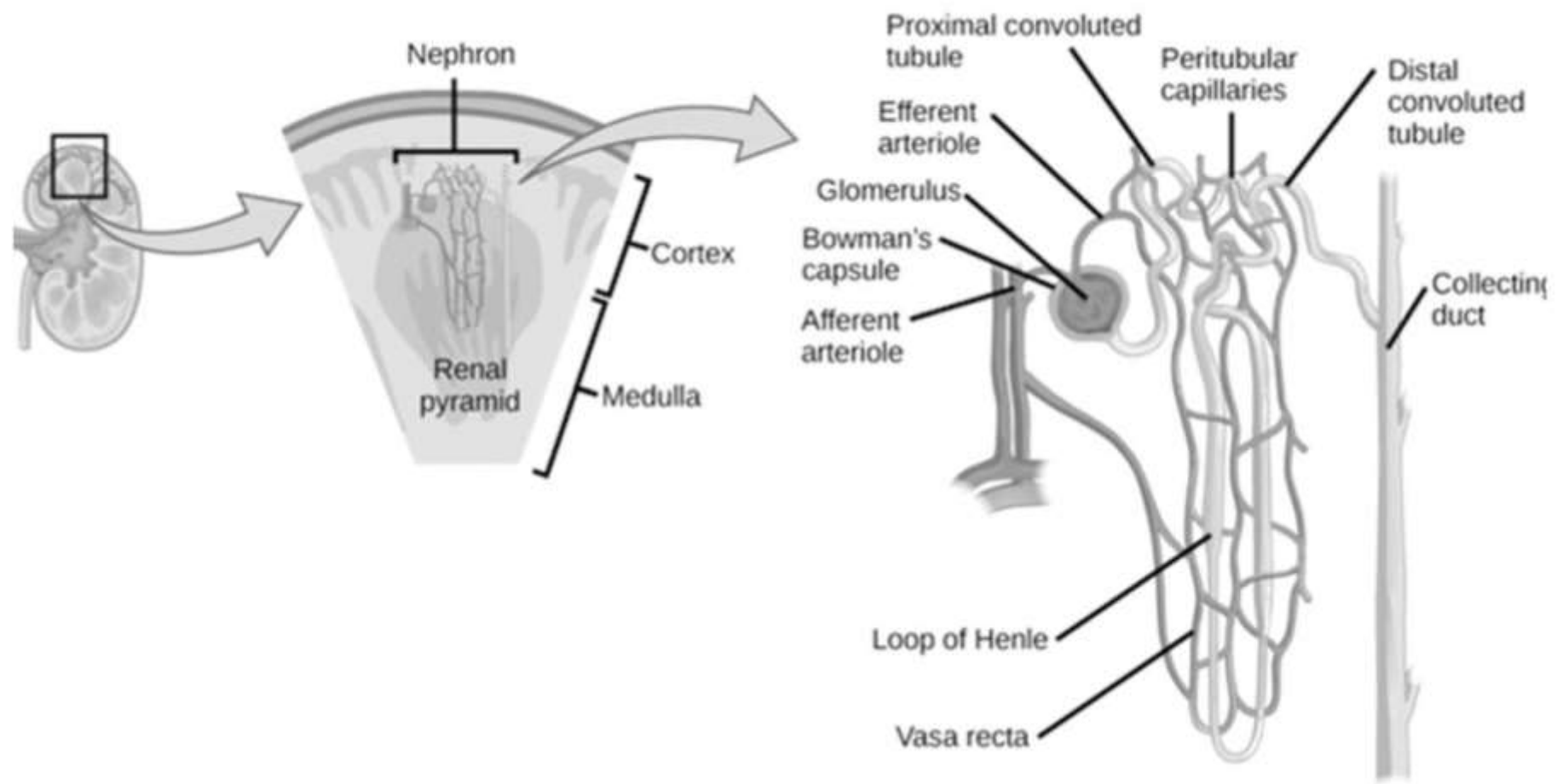


- වෘක්කය තුළ මේවා පිහිටන ස්ථාන වෙනස් වේ. බාහික වෘක්කාණු පිහිටන්නේ වෘක්ක බාහිකයේ පර්යන්ත ප්‍රදේශයේ පමණි. ඒවායේ හෙත්ලේ පුඩු කෙටිය.
- ජක්ෂ්ඨ මජ්ජා වෘක්කාණු ඇත්තේ වෘක්ක මජ්ජාව (බාහිකය හා මජ්ජාව වෙන් වන ස්ථානය) ආසන්නයේ ය. ඒවායේ හෙත්ලේ පුඩු ඉතා දිගු වන අතර මජ්ජාවේ ගැඹුරට විහිදී ඇත.

Two Types of Nephron

- **Cortical nephrons**
 - ~85% of all nephrons
 - Located in the cortex
- **Juxtamedullary nephrons**
 - Closer to renal medulla
 - Loops of Henle extend deep into renal pyramids





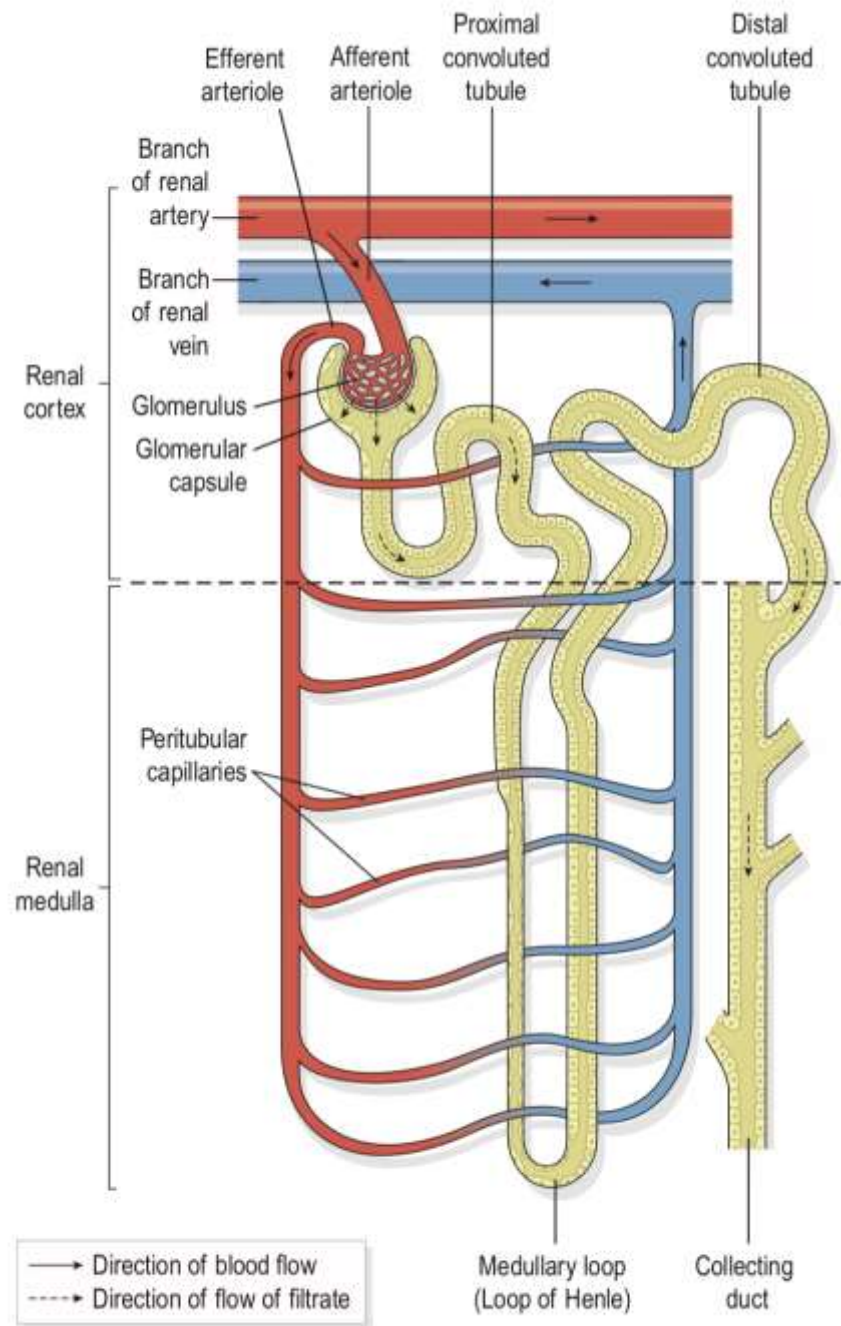
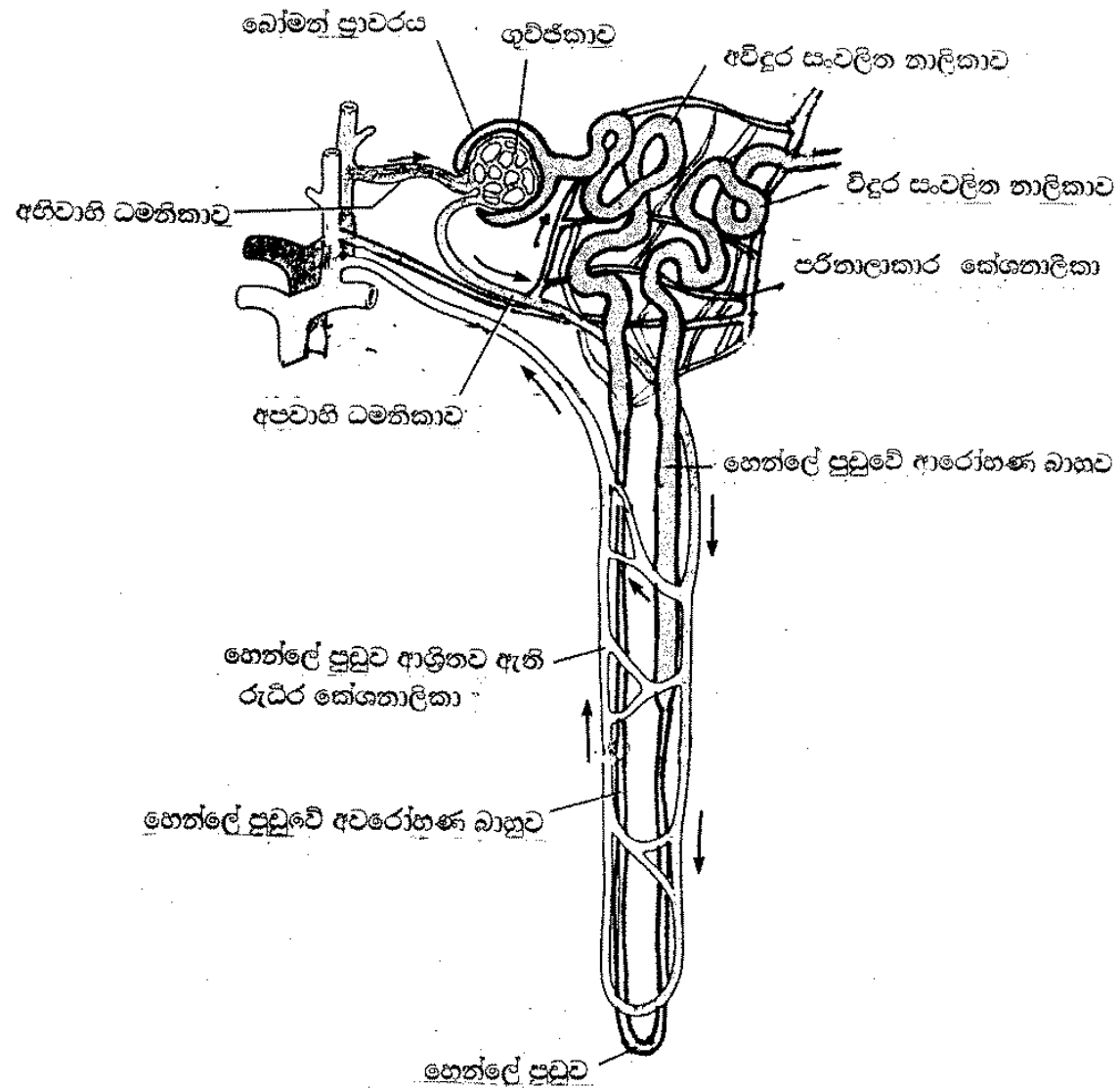


Figure 13.4 A nephron and associated blood vessels.



4.8 රූපය : මිනිස් වෘක්කාණුව සහ එය ආශ්‍රිත රුධිර වාහිනි

බෝමන් ප්‍රචාරය/ ගුවන් ප්‍රචාරය

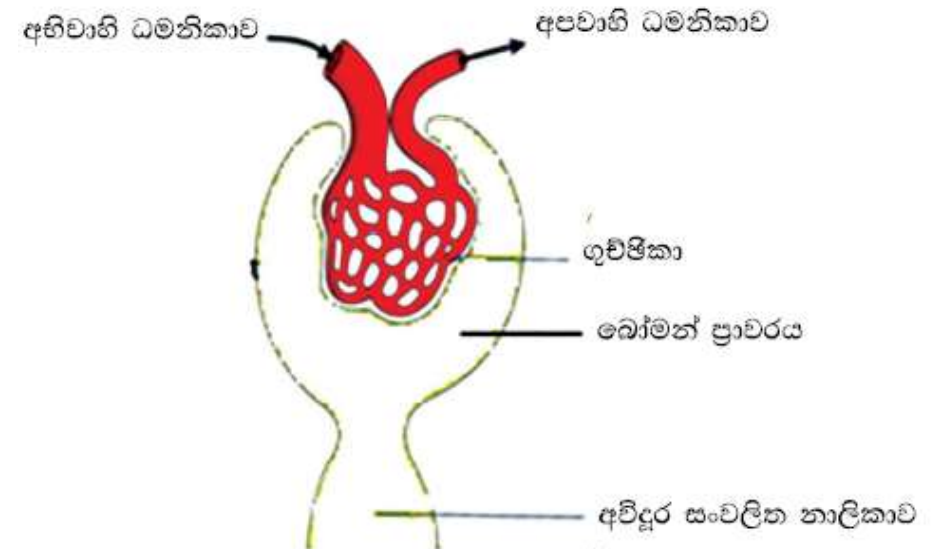
ගුවන් ප්‍රචාරය

විශ්වකාන්තයේ නාලාකාර ව්‍යුහයේ පිහිටන ප්‍රසාරිත, සංවෘත කොටසයි. කෝප්ප හැඩැති අතර, බිත්ති දෙකකින් සමන්විත ව්‍යුහයකි. මෙහි ඇතුළු බිත්තිය පෙරීම සඳහා විශේෂණය වූ පැතලි අපිච්ඡද සෙසල තනි ස්තරයකින් සමන්විත ය. බෝමන් ප්‍රචාරයේ පිටත ස්තරය සරල ශල්කමය අපිච්ඡදයෙන් සෑදී ඇත. එම ඇතුළු හා පිටත ස්තර දෙක අතර, ඇති අවකාශය ගුවන් ප්‍රචාරය, ලබා ගැනීමට ඉඩ සලසයි. එය ප්‍රචාර අවකාශයයි. ඉන් පසු ගුවන් ප්‍රචාරය, නාලිකාවේ ප්‍රධාන නාලාකාර ප්‍රදේශ තුන වන අවිදුර සංවලිත නාලිකාව, හෙන්ලේ පුඬුව හා විදුර සංවලිත නාලිකාව පසු කරමින් ගමන් කරයි.

ගුවීෂ්කාව

බෝමන් ප්‍රාචරණය මගින් වට කරනු ලබන, රුධිර කේශනාලිකා බෝලය ගුවීෂ්කාවයි. වෘක්කාණුවට රුධිරය සපයන රුධිර නාලිකාව අභිවාහි ධමනිකාව ලෙසත්, ඉන් පිටතට ගමන් කරන රුධිර වාහිනිය අපවාහි ධමනිකාව ලෙසත් හැඳින්වේ. අපවාහි ධමනිකාවේ විෂ්කම්භය, අභිවාහි ධමනිකාවේ විෂ්කම්භයට වඩා අඩු ය. මේ විකරණය මගින් ගුවීෂ්කාවේ අති පරිප්‍රාචණයට අවශ්‍ය පරිදි රුධිර පීඩනය ඉහළ නැංවීමට වැදගත් වෙයි. ගුවීෂ්කාවෙන් පිටතට යන අපවාහි ධමනිකාව කේශනාලිකා ජාල දෙකක් ගොඩනංවයි.

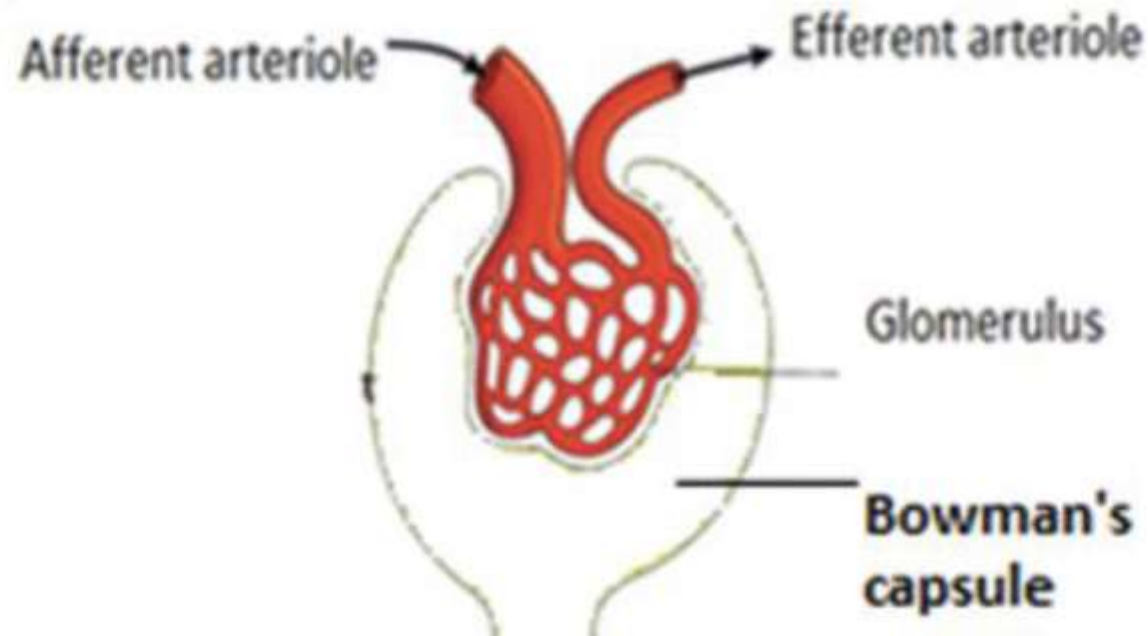
- පරිනාලාකාර කේශනාලිකා ජාලය - අවිදුර හා විදුර සංවලිත නාලිකා වට කරයි.
- වාසා රෙක්ටා - මජ්ජාව දෙසට යොමු වෙමින් හෙන්ලේ පුඬුව වට කර යි.



Glomerulus

The glomerulus is a ball of capillaries which is surrounded by Bowman's capsule. The nephron is supplied with blood from the afferent arteriole. The blood vessel leaving away from the glomerulus is the efferent arteriole. The efferent arteriole has a smaller diameter than the afferent arteriole. This modification is important for increasing blood pressure in the glomerulus for ultrafiltration.

The efferent arteriole forms two capillary networks, one forms the peritubular capillaries which surrounds the proximal and distal convoluted tubules and the other network forms the vasa recta which extend towards the medulla surrounding the loop of Henle.

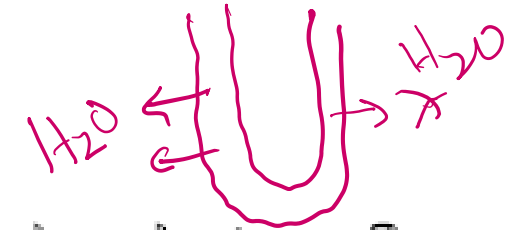


අවිදුර සංවලිත නාලිකාව (Proximal convoluted tubule)

විදුර සංවලිත නාලිකාවට සාපේක්ෂව දිගින් හා පළලින් වැඩිය. ගුවිජ්කා පෙරනයේ අඩංගු ද්‍රව්‍ය වරණය ප්‍රතිශෝෂණයට විශේෂණය වී ඇති සරල අපිච්ඡදයෙන් ආස්තරණය වී ඇත (පෝෂක අයන හා ජලය).

හෙන්ලේ පුඬුව (Loop of Henle)

වෘක්කානුවේ "U" හැඩැති කොටස වන මෙය ද සරල අපිච්ඡදයකින් ආස්තරණය වී ඇත. එය අවරෝහන බාහුව හා ආරෝහන බාහුවකින් සමන්විතය. අවරෝහණ බාහුවේ ආස්තරනය ජලයේ නිදහස් චලනයන්ට අවකාශය සලසමින් ජල ප්‍රතිශෝෂණයට විශේෂණය වී ඇත. නමුත් ආරෝහණ බාහුවේ ආස්තරනය ජලයට අපාරගමයයි.



විදුර සංවලිත නාලිකාව (Distal convoluted tubule).

මෙය විශේෂිත අයන වර්ග හා ජලයේ වරණය ප්‍රතිශෝෂණය සිදුකල හැකිවන පරිදි විශේෂණය වූ සරල අපිච්ඡදයකින් ආස්තරණය වී ඇත. මෙය සංග්‍රාහක ප්‍රනාලයකට සම්බන්ධ වෙයි.

Proximal convoluted tubule

It is comparatively longer and wider than the distal convoluted tubule. This is lined by simple epithelium which has been specialized for selective reabsorption of substances (nutrients, ions and water) from the glomerular filtrate

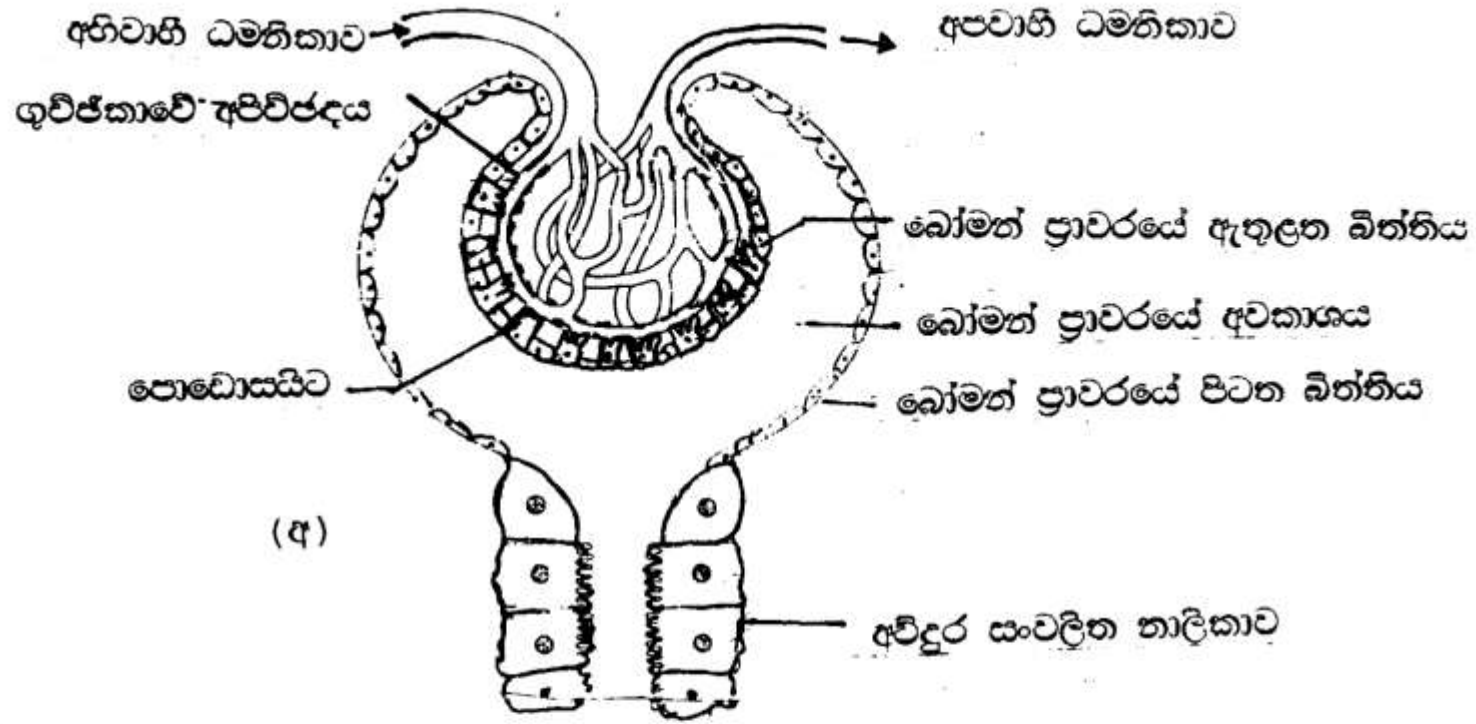
Loop of Henle

It is a 'U' shaped part of the nephron with descending limb and ascending limb which are lined by simple epithelium.

Lining of the descending limb of loop of Henle is specialized for water reabsorption as it allows free movement of water. But lining of the ascending limb of loop of Henle is impermeable to water.

Distal convoluted tubule

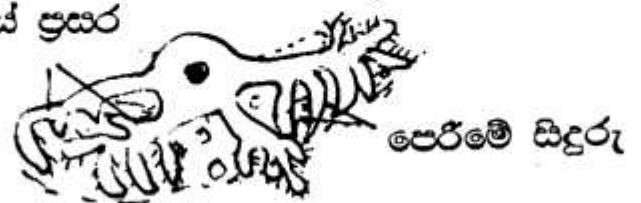
It is lined by simple epitheliam which has been specialized for selective reabsorption of specific ions and water. It leads into collecting duct.



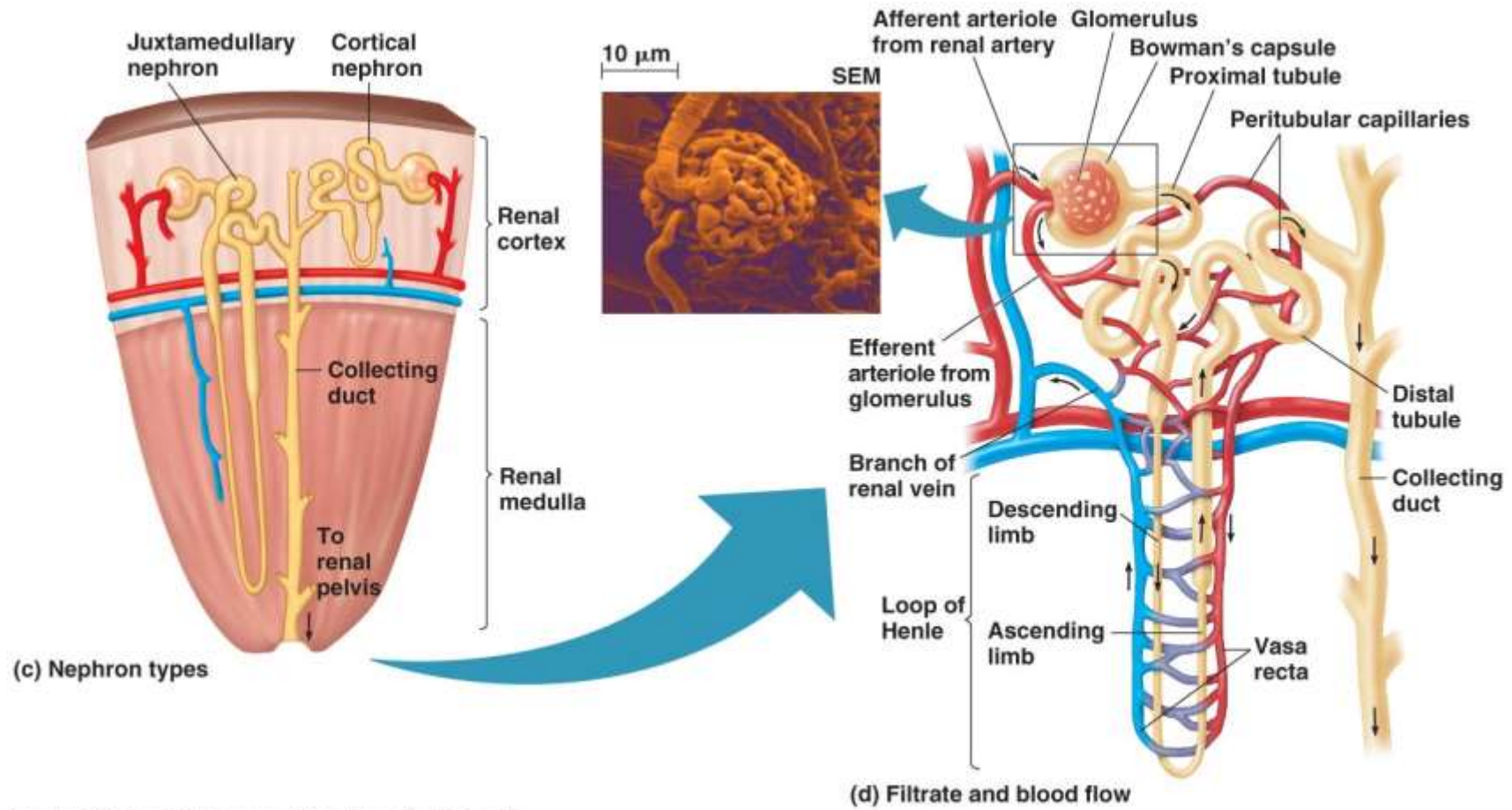
(අ)

පොඩොසයිටයේ ප්‍රසාර

(ආ)



- 4.9 රූපය: (අ). බෝමන් ප්‍රාචරයේ හා ගුවිජකාවේ දික් කඩක්
 (ආ). පොඩොසයිටයක බාහිර පෙනුම



මූත්‍ර සෑදීමේ ක්‍රියාවලියට අයත් ප්‍රධාන පියවර

මූත්‍ර සෑදීමේ ක්‍රියාවලියට අයත් වන ප්‍රධාන පියවර 3කි.

- අතිපරිසූචණය (Ultrafiltration)
- වරණීය ප්‍රතිශෝෂණය (Selective reabsorption)
- සූචනය (secretion)

අතිපරිප්‍රාචණය

- රුධිරය අධික පීඩනයක් යටතේ බෝමන් ප්‍රාචරයේ කුහරය තුළට පෙරී යෑම අතිපරිප්‍රාචණයයි. ගුවිෂ්කා කේශනාලිකා බිත්ති තුළින් හා බෝමන් ප්‍රාචරයේ ඇතුළු බිත්තිය හරහා මේ පෙරීමේ ක්‍රියාවලිය සිදු වෙයි.
- ගුවිෂ්කා රුධිර කේශනාලිකා සිදුරු සහිත වන අතර, බෝමන් ප්‍රාචරයේ ඇතුළු ආස්තරණයේ සෛල බිත්තිය කුඩා ප්‍රමාණයේ අණු හා අයන වර්ග පෙරීම සඳහා විශේෂණය වී ඇත. මේ විශේෂණය වීම් මඟින් ජලය හා කුඩා ද්‍රාව්‍ය අණු වර්ගවලට රුධිර කේශනාලිකා බිත්ති හරහා බෝමන් ප්‍රාචරය තුළට ගමන් කිරීමට ඉඩ සලසයි. නමුත් රුධිර සෛල, පට්ටිකා හා ප්ලාස්ම ප්‍රෝටීන වැනි විශාල අණුවලට මේ හරහා බෝමන් ප්‍රාචරය තුළට ගමන් කළ නොහැකි ය.
- බෝමන් ප්‍රාචරය තුළ ඇති ගුවිෂ්කා පෙරනයේ ලවණ, ඇමයිනෝ අම්ල, ග්ලූකෝස්, විටමින්, නයිට්‍රජන් අපද්‍රව්‍ය හා වෙනත් කුඩා අණු වර්ග අත්තර්ගත ය. ගුවිෂ්කා පෙරනයේ සංයුතිය රුධිර ප්ලාස්මාවේ සංයුතියට සමාන නමුත්, එහි ප්ලාස්ම ප්‍රෝටීන, රුධිර සෛල වර්ග හා පට්ටිකා අඩංගු නැත.

වරණීය ප්‍රතිශෝෂණය :

- ප්‍රයෝජනවත් අණු වර්ග, අයන වර්ග හා ජලය ගුවිජ්කා පෙරනයේ සිට යළිත් අන්තරාල තරලයටත්, එහි සිට නාලිකාවල රුධිර කේශනාලිකා ජාලය තුළටත් නැවත ඇතුළු කර ගැනීම වරණීය ප්‍රතිශෝෂණයයි.
- ගුවිජ්ක පෙරනයෙන් වැඩි කොටසක් ම ප්‍රතිශෝෂණයට ලක් වනුයේ සංවලිත නාලිකා හරහාය. අයන වර්ග, ජලය හා වැදගත් පෝෂක සක්‍රිය හෝ අක්‍රිය පරිවහනය මගින් ආරම්භක පෙරනයේ සිට ප්‍රතිශෝෂණය කර ගනියි.

සුවය :-

- ආගන්තුක ද්‍රව්‍ය හා දේහයට අවශ්‍ය නොවන අපද්‍රව්‍ය වැනි දෑ අන්තරාල තරලයේ හා පරිනාලාකාර කේශනාලිකා ජාලයේ සිට පෙරනයට ඇතුළු කිරීමේ ක්‍රියාවලිය සුවය ලෙස හඳුන්වයි.
- ගුච්ඡිකාව තුළ රැඳී සිටින්නේ කෙටි කාලසීමාවක් බැවින් ඇතැම් ද්‍රව්‍ය මුළුමනින් ම පෙරීමට ලක් නොවෙයි. මේ නිසා සුවය අවශ්‍යය ම ක්‍රියාවලියකි.
- මෙසේ පෙරනයට සුවය කරනු ලබන ද්‍රව්‍යයන් වන්නේ H^+ , NH_3 , ක්‍රියාවීන්, ඖෂධ වර්ග (පෙනිසිලින් ඇස්ප්‍රින් වැනි) හා අතිරික්ත K^+ අයන යනාදිය යි. H^+ හා NH_3 වල නාලිකා සුවය රුධිරයේ සාමාන්‍ය pH අගය පවත්වා ගැනීමට වැදගත් ය. මෙය සිදු වන්නේ මුත්‍රවල NH_4^+ සෑදීමෙනි. මෙහි දී NH_3 , H^+ සමඟ සම්බන්ධ වී NH_4^+ සාදයි.
- අවිදුර හා විදුර සංවලිත නාලිකා තුළදී සුවය සිදුවෙයි. ද්‍රව්‍ය සහ/හෝ ස්ථානය මත සුවය සක්‍රිය ද අක්‍රිය ද යන්න රඳා පවතියි.

මූල සෑදීමේ ක්‍රියාවලිය-

• අධ්‍යයනය කරන්න.

බෝමන් ප්‍රචාරය තුළ ඇති ගුච්ඡිකා පෙරනයේ රුධිර සෛල, පට්ටිකා හා ප්ලාස්ම ප්‍රෝටීන වැනි විශාල අණු රහිත, රුධිරයේ ඇති අනෙකුත් සියලුම සංඝටක අඩංගු ය. මේ පෙරනය බෝමන් ප්‍රචාරයේ සිට අවිදුර සංවලිත නාලිකාවට ගමන් කරයි. මෙහි දී වරණීය ප්‍රතිශෝෂණය මගින් අයන, ජලය හා ප්‍රයෝජනවත් පෝෂක ආරම්භක පෙරනයේ සිට නැවත රුධිරයට ඇතුළු කර ගැනීම සිදුවෙයි. පෝෂක විශේෂයෙන්ම ග්ලූකෝස්, ඇමයිනෝ සක්‍රියව අන්තරාල තරලයට පරිවහනය වේ. අවිදුර සංවලිත නාලිකා ආස්තරණයේ ඇති සෛල මගින් සක්‍රියව

2. Na^+ අන්තරාල තරලය තුළට ඇතුළු කරයි. ධන ආරෝපණ නාලිකාවෙන් පිට වීම සමඟ Cl^- අයන අක්‍රිය පරිවහනය මගින් ලබා ගනී. එමෙන් ම අවිදුර සංවලිත නාලිකාවේ දී K^+ හා HCO_3^- බොහොමයක් අක්‍රිය පරිවහනය මගින් ප්‍රතිශෝෂණය කරයි. පෙරනයෙන් HCO_3^- ප්‍රතිශෝෂණය වීම මගින් දේහතරලවල pH තුල්‍යතාව පවත්වා ගැනීමට දායක වේ. පෙරනයේ සිට අන්තරාල තරලයට ද්‍රාව්‍ය ගමන් කිරීම නිසා ආසුනිය මගින් අක්‍රියව ජලය ප්‍රතිශෝෂණය සිදුවෙයි. ජලයෙන් වැඩිම ප්‍රමාණයක් ප්‍රතිශෝෂණය වන්නේ අවිදුර සංවලිත නාලිකාවේදීය.

එමෙන්ම පෙරනය මෙතුළින් ගමන් කිරීමේදී විශේෂිත ද්‍රව්‍යයන් පෙරනය තුළට ප්‍රාවය ද සිදුවෙයි. නාලිකාව ආස්තරණයේ සෛල මඟින් නාලය තුළට සක්‍රීය පරිවහනයෙන් H^+ හා අක්‍රීය පරිවහනයෙන් NH_3 ද නාලිකාවේ කුහරයට ප්‍රාවය කරයි. එම NH_3 ස්චාරකෂකයක් ලෙස ක්‍රියා කරමින් H^+ සම්බන්ධ කරගෙන NH_4^+ ගොඩ නංවයි. මීට අමතරව ඖෂධ වර්ග සහ විෂද්‍රව්‍ය වැනි අක්මාවේ දී පරිවෘත්තීයට ලක්වූ සමහර ද්‍රව්‍යයන් අවිදුර සංවලිතව නාලිකාවේ කුහරය තුළට සක්‍රීයව ප්‍රාවය කරයි. ජල ප්‍රතිශෝෂණය හා විවිධ ද්‍රව්‍ය ප්‍රාවය නිසා අවිදුර සංවලිත නාලිකාවෙන් බැහැරවන තරලය වඩාත් සාන්ද්‍ර බවට පත්වේ.

• අවරෝහණ බාහුවට පැමිණීම



පෙරනය හෙන්ලේ පුඬුවේ අවරෝහණ බාහුවට පැමිණීම පසු, ආසුනිය මඟින් අක්‍රීයව ජලය ප්‍රතිශෝෂණය සිදුවීමෙන් පෙරනය වඩාත් සාන්ද්‍ර වීම සිදුවෙයි. ඉන් පසු පෙරනය හෙන්ලේ පුඬුවේ අග්‍රය පසු කරමින් ආරෝහණ බාහුවට පැමිණෙයි. මේ ආරෝහණ බාහුව ජලයට අපාරගම්‍ය නිසා ජලය ප්‍රතිශෝෂණය සිදු නොවෙයි. නමුත් NaCl සැලකිය යුතු ප්‍රමාණයක් ප්‍රතිශෝෂණය වේ. Na^+ වැඩි ප්‍රමාණයක් සක්‍රීය පරිවහනය මඟින් පෙරනයේ සිට අන්තරාල තරලයට ගමන් කරයි. NaCl බැහැර වීමත්, ජලය බැහැර නොවීමත් නිසා පෙරනය විදුර සංවලිත නාලිකාව දෙසට ගමන් කරන විට වඩාත් තනුක වේ.

විදුර සංවලිත නාලිකාව දී දේහ තරලවල K^+ හා $NaCl$ සාන්ද්‍රණ යාමනයට අදාළ වැදගත් කාර්යභාරයක් සිදු කරයි. මේ ස්ථානයේ දී පෙරනය තුළට (සක්‍රිය පරිවහනයෙන්) ස්‍රාවය වන K^+ ප්‍රමාණය සහ පෙරනයෙන් ප්‍රතිශෝෂණය වන $NaCl$ (සක්‍රිය පරිවහනය මගින්) ප්‍රමාණය දේහයේ අවශ්‍යතාවලට අනුව වෙනස් විය හැකි ය. අවශ්‍යතාවන්ට ගැලපෙන පරිදි K^+ වල සක්‍රිය පරිවහනය මගින් ස්‍රාවය සිදු වීමත් Na^+ වල සක්‍රිය ප්‍රතිශෝෂණයක් සිදු වෙයි. එමෙන්ම

පාලනය කරන ලද H^+ ස්‍රාවය හා HCO_3^- ප්‍රතිශෝෂණය සිදුකිරීම මගින් pH යාමනයට ද විදුර සංවලිත නාලිකාව දායකවෙයි. ADH හෝමෝනයේ බලපෑම යටතේ අක්‍රියව ජල ප්‍රතිශෝෂණය සිදුවීමෙන් සාන්ද්‍ර මුත්‍රා නිපදවීමට ද විදුර සංවලිත නාලිකාව දායක වෙයි. අධිවෘක්ක ග්‍රන්ථිවලින් ස්‍රාවය කරන ඇල්ඩෝස්ටෙරෝන් හෝමෝනය මගින් Na^+ හා ජලය ප්‍රතිශෝෂණය වැඩි කිරීමත්, K^+ බහිස්‍රාවය වැඩි කිරීමත් සිදු කරයි. විදුර සංවලිත නාලිකා තුළ ඇති තරලය අවසානයේ දී සංග්‍රාහක ප්‍රනාලයට එක් වෙයි.

සංග්‍රාහක ප්‍රනාලය තුළින් තරලය ගමන් කරන විට එය සාන්ද්‍ර බවට පත් වෙමින් මූත්‍ර සාදයි. ADH වල බලපෑම යටතේ ජලය ප්‍රතිශෝෂණය වැඩි වීම සංග්‍රාහක ප්‍රනාලවලදී සිදුවෙයි. මූත්‍ර වඩාත් සාන්ද්‍ර වෙයි. ඇල්ඩෝස්ටෙරෝන් මගින් සංග්‍රාහක ප්‍රනාලවල දී Na^+ සක්‍රීය ප්‍රතිශෝෂණය හා ජලයේ අක්‍රීය ප්‍රතිශෝෂණය උත්තේජනය කරවයි. තරලයේ අඩංගු අධික යූරියා සාන්ද්‍රණය නිසා එහි සිට අන්තරාල තරලයට යූරියා යම් ප්‍රමාණයක් විසරණයට ලක්විය හැකි ය. සංග්‍රාහක ප්‍රනාල පෙරනය අවසන් සැකසීමෙන් පසු මූත්‍රා සෑදේ.

තනුක මූත්‍ර නිපදවෙන විට ආප්‍රතිය මගින් ජල ප්‍රතිශෝෂණයට ඉඩ නොතබමින් වෘක්ක මගින් සක්‍රීයව ලවණ ප්‍රතිශෝෂණය සිදු කරනු ලබයි.

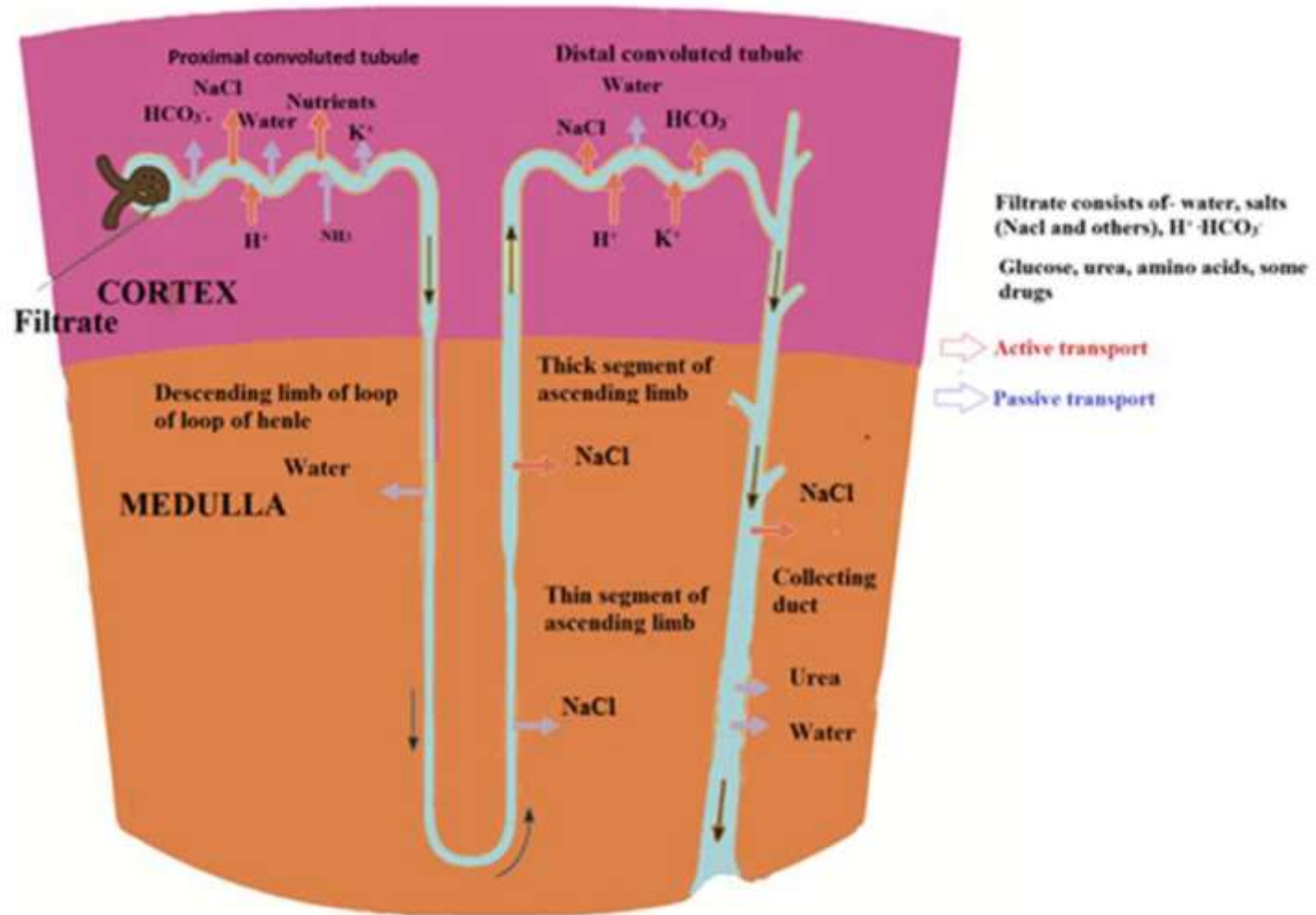
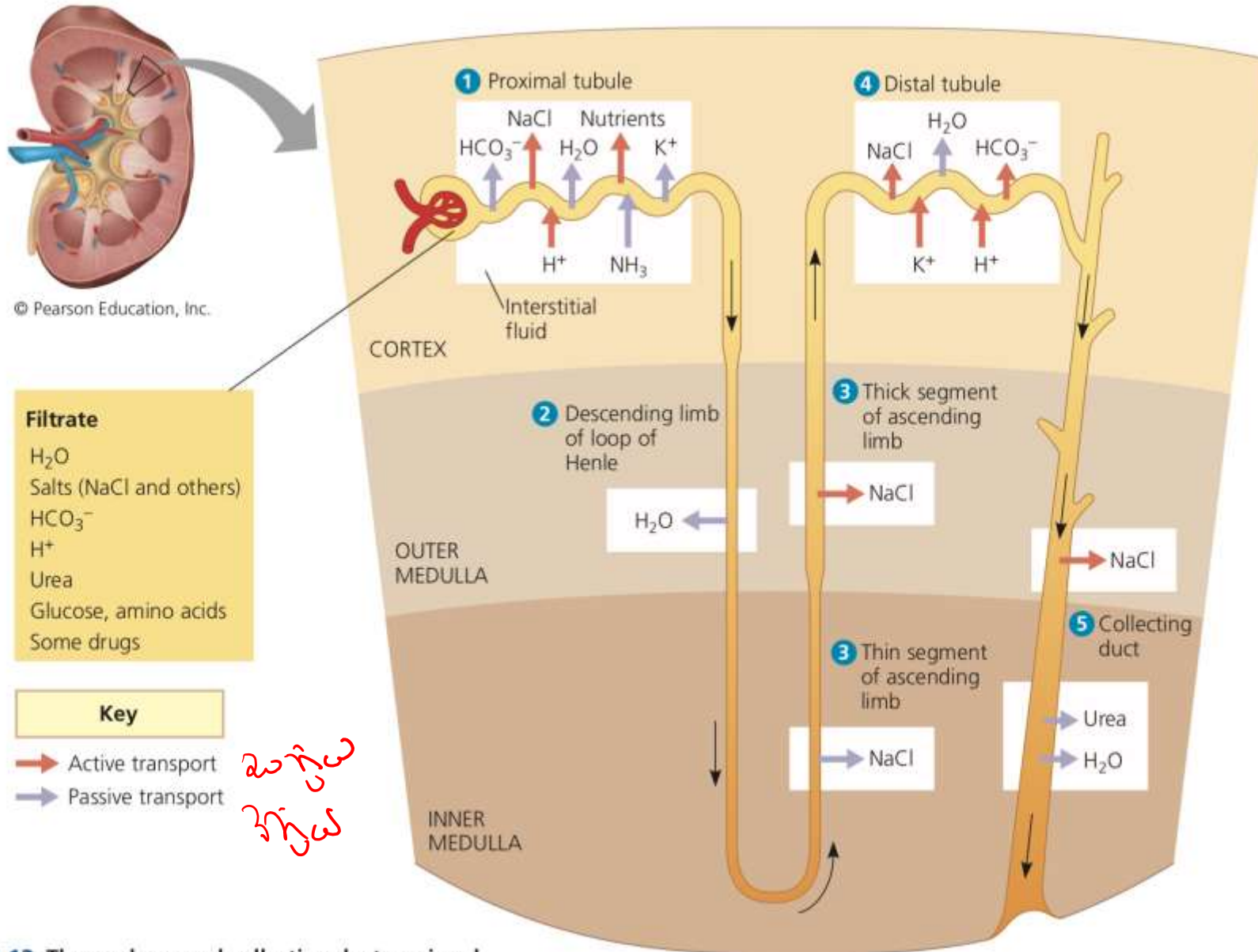


Fig 5.40 Reabsorption and secretion of different molecules and ions in the nephron and formation of urine in the collecting duct



© Pearson Education, Inc.

▲ **Figure 44.13** The nephron and collecting duct: regional functions of the transport epithelium. The numbered regions in this diagram are keyed to the circled numbers in the text discussion of kidney function.

