

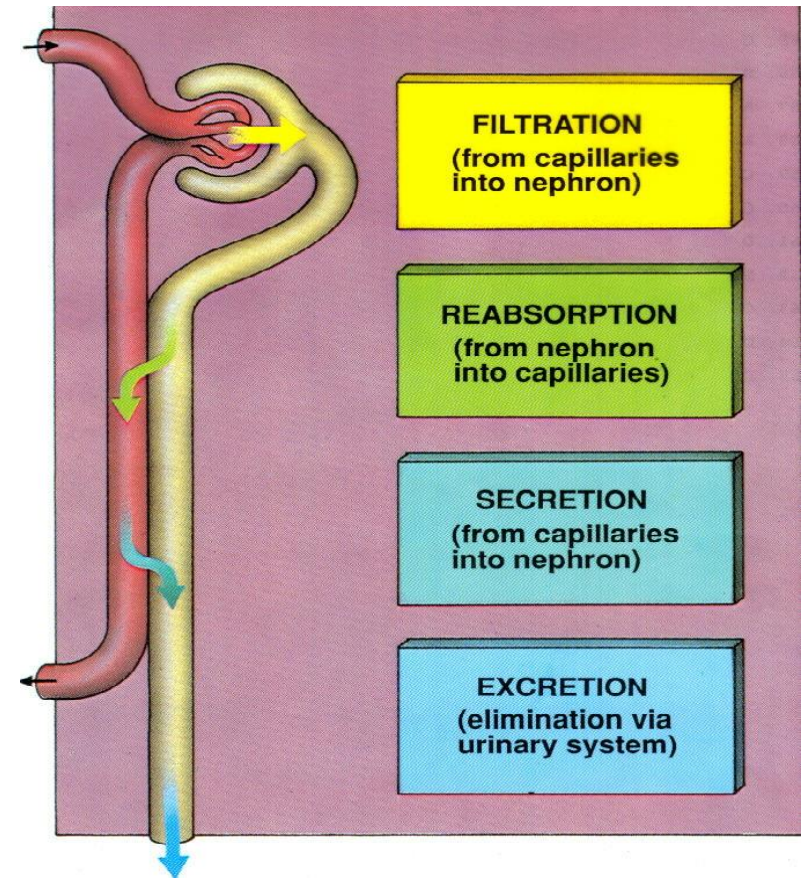
Močový systém

Aleš Hampl

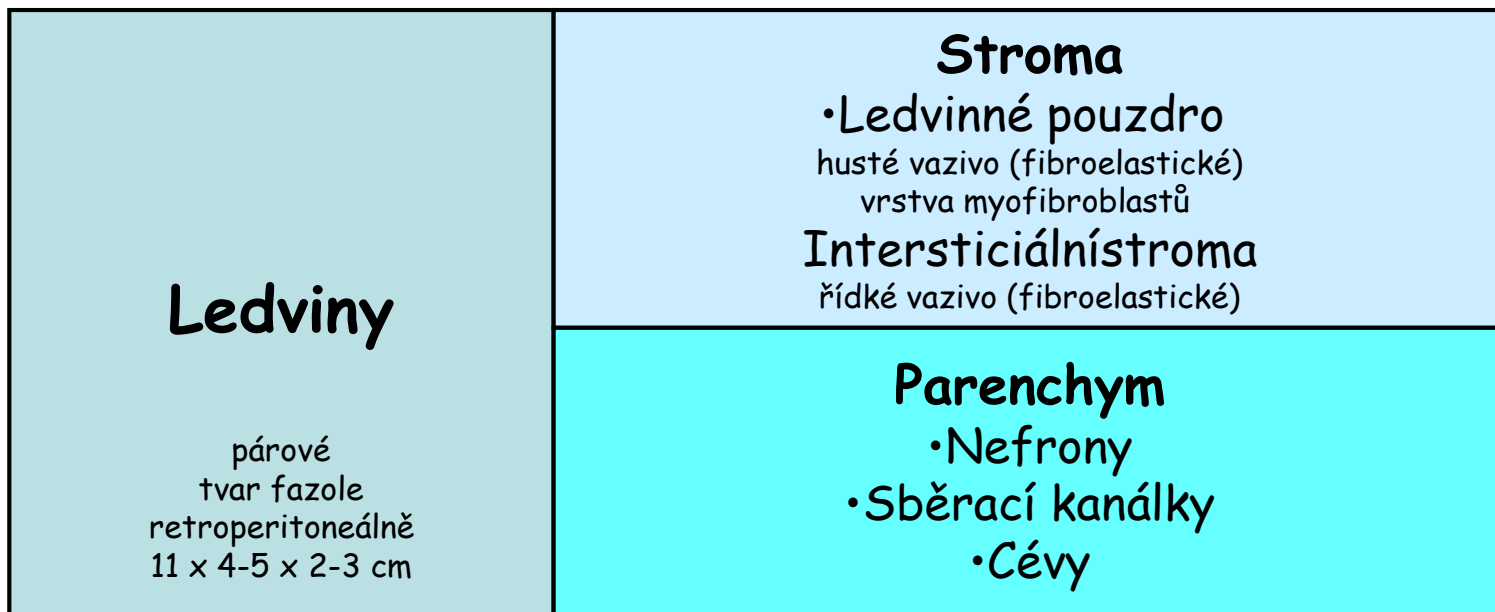
Listopad 2020

Funkce močového systému

- 1. Regulace objemu a tlaku krve
- 2. Regulace koncentrace sodíkových, draslíkových, chloridových a dalších iontů v krevní plazmě
- 3. Stabilizace pH krve
- 4. Zadržení živin
- 5. Detoxifikace (spolu s játry)



Součásti močového systému



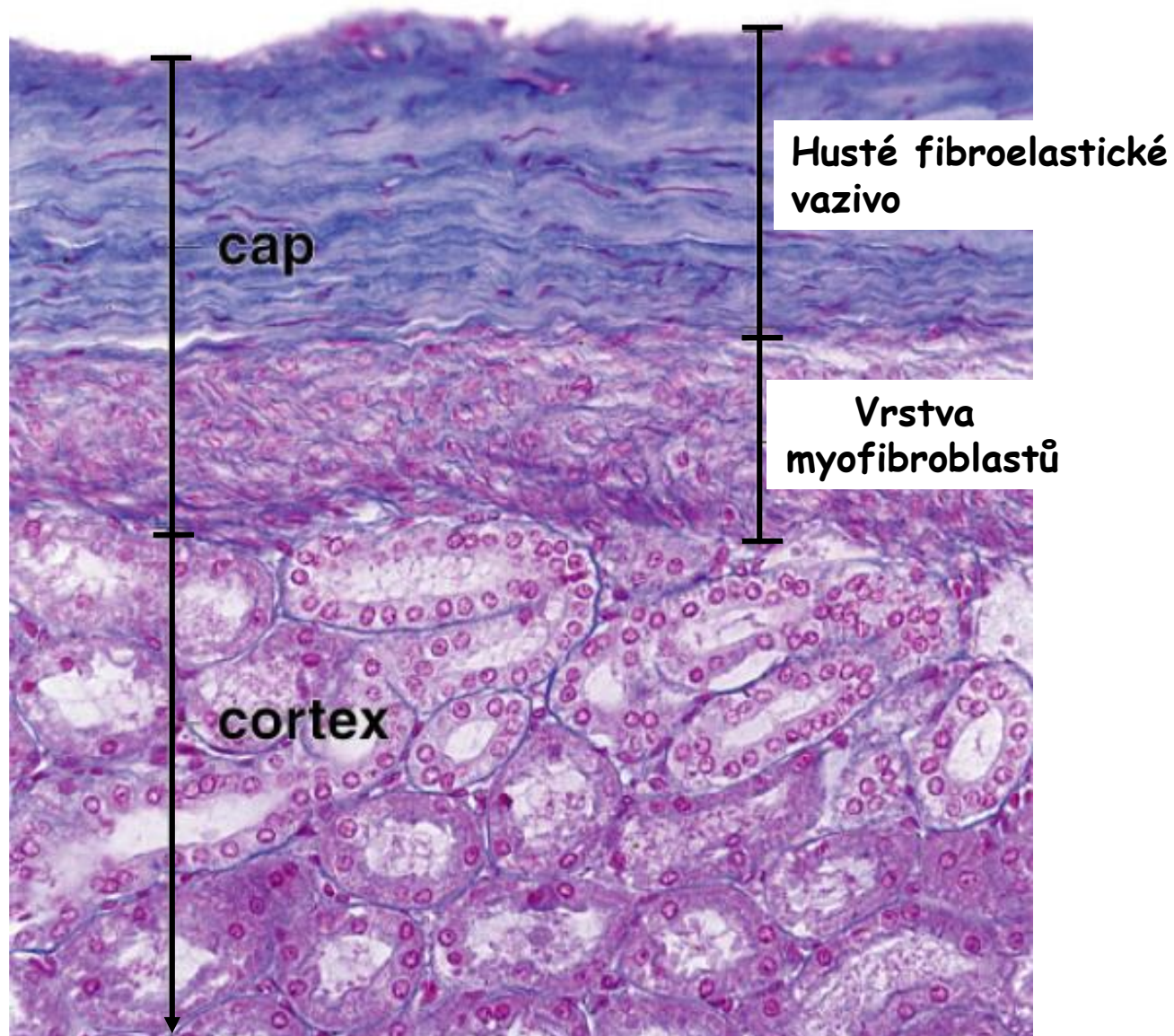
Močovody

Močový měchýř

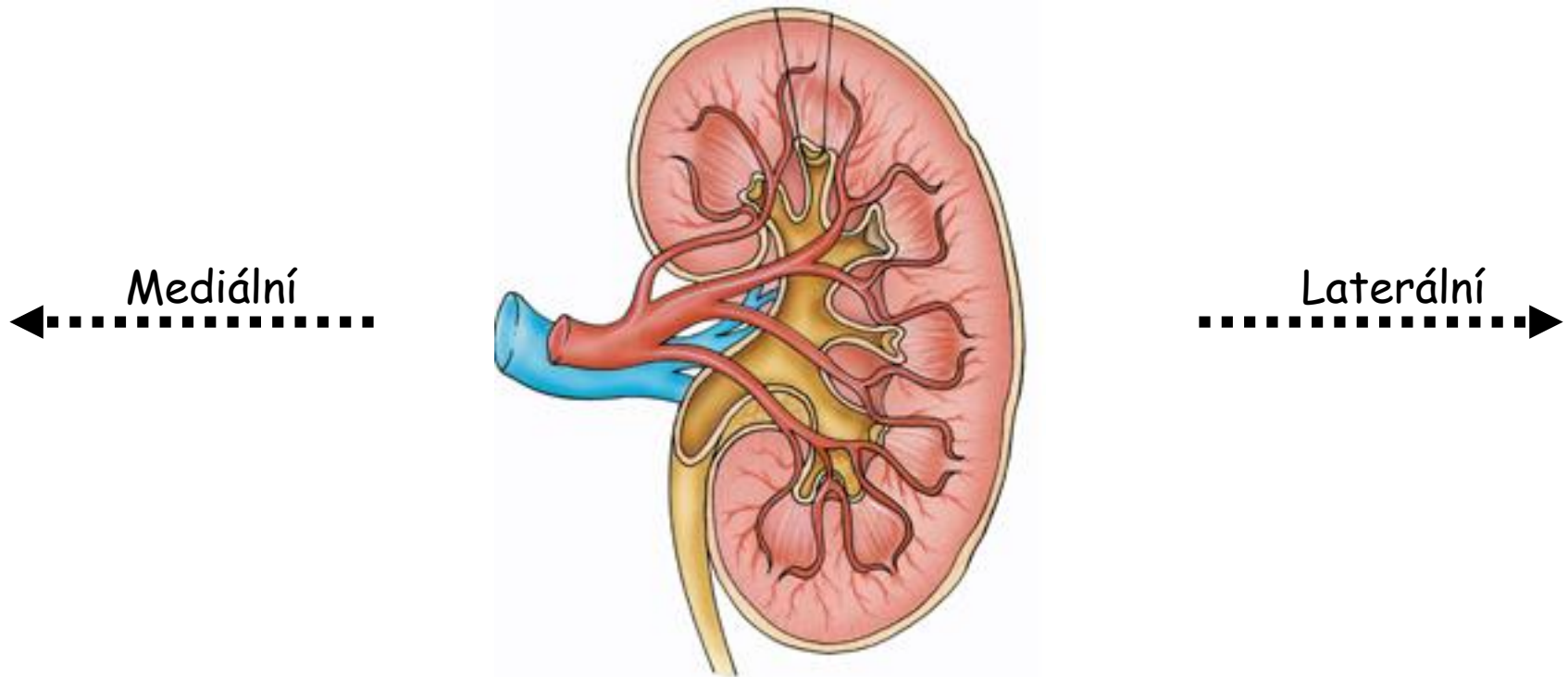
Močová trubice

Vývodné cesty

Ledvinné pouzdro



Celková organizace ledviny



Hilus - portál pro cévy, nervy a močovod

Ledvinný sinus - hlouběji od hilu

Ledvinná pánvička - expanze močovodu, navazují kalichy a kalíšky

Parenchym ledviny - dřeň + kůra

- **Kůra** (subst. cort.)
- **Dřeň** (subst. med.)

Lalok

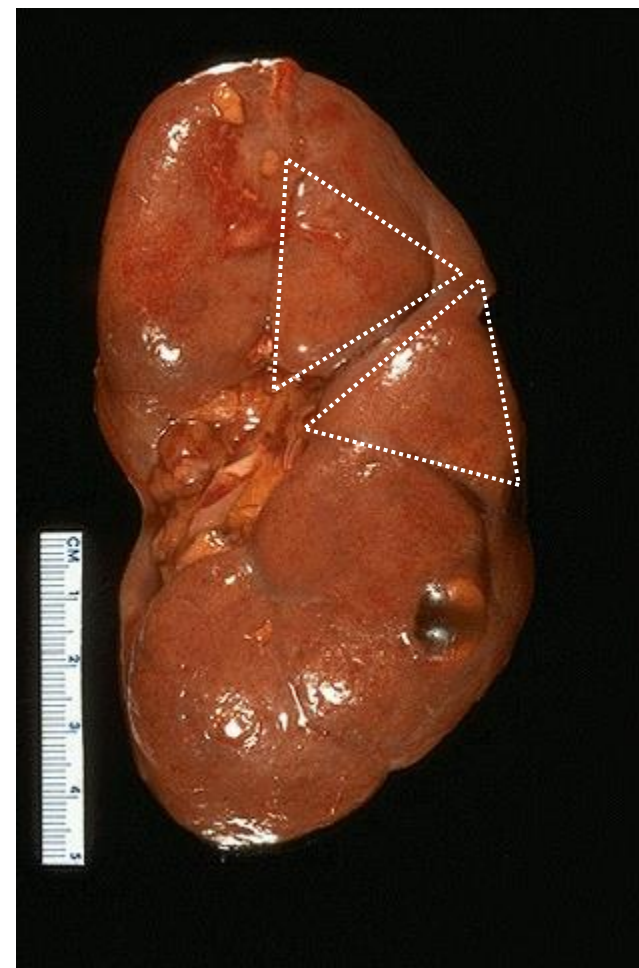
Lobulární struktura ledviny

Renální sloupec (Bertini)

Extenze kůry do dřene

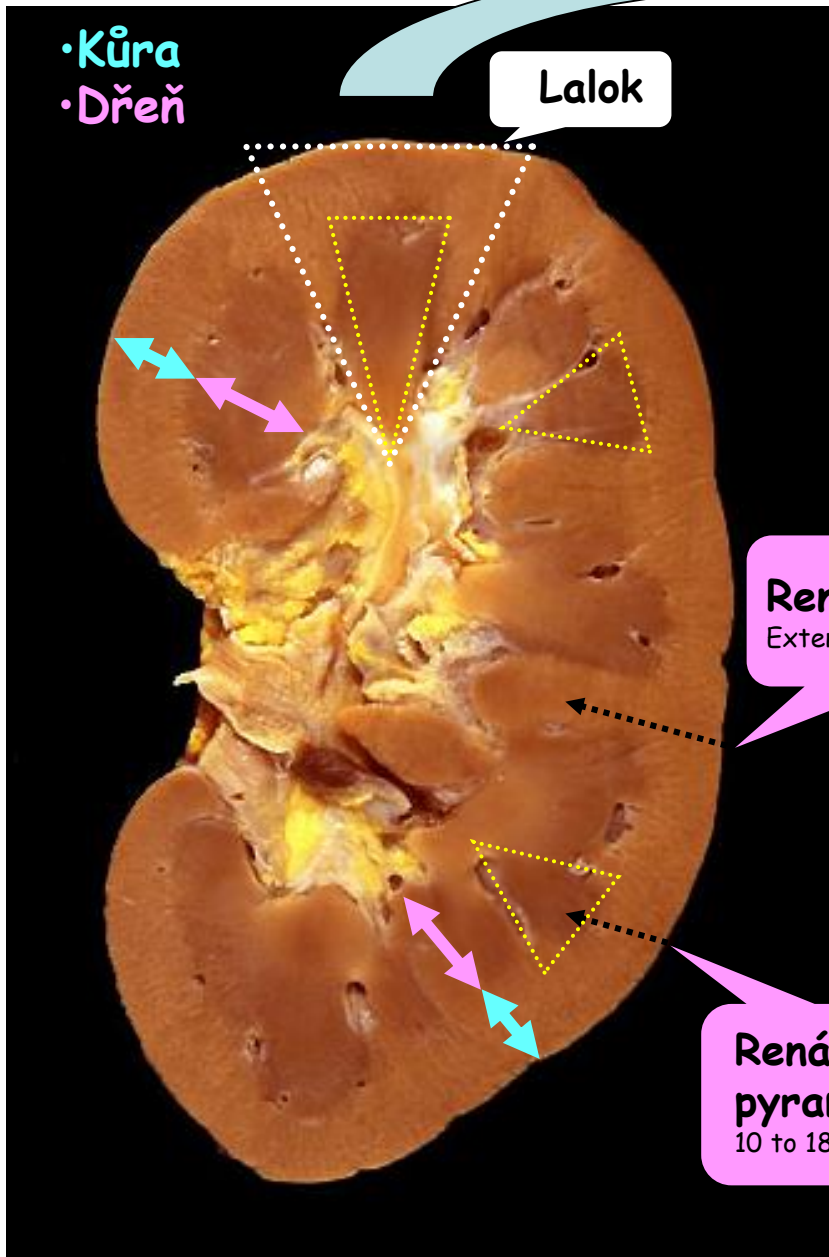
Renální pyramida

10 to 18 v ledvině



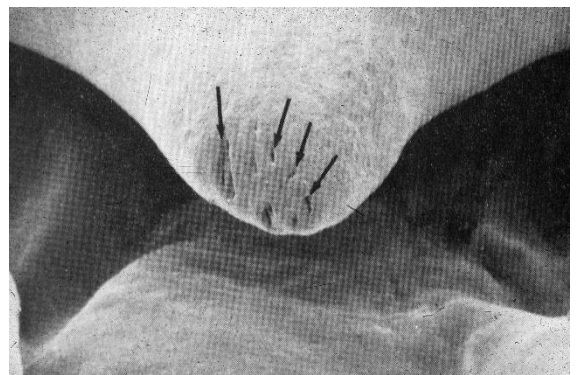
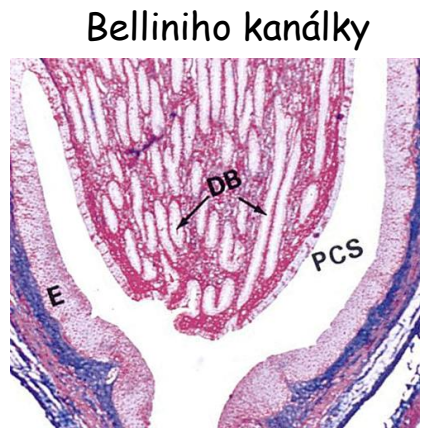
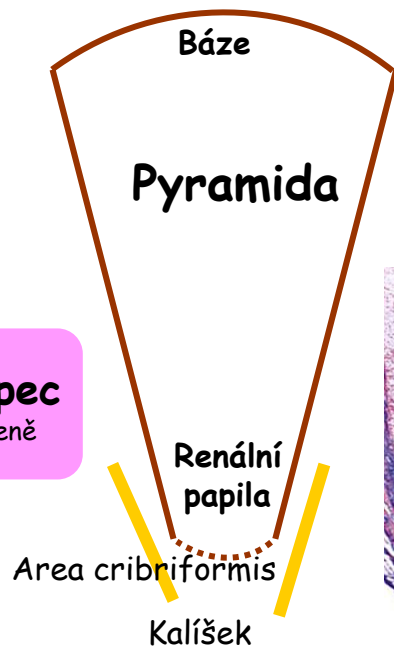
• Kůra
• Dřeň

Lalok

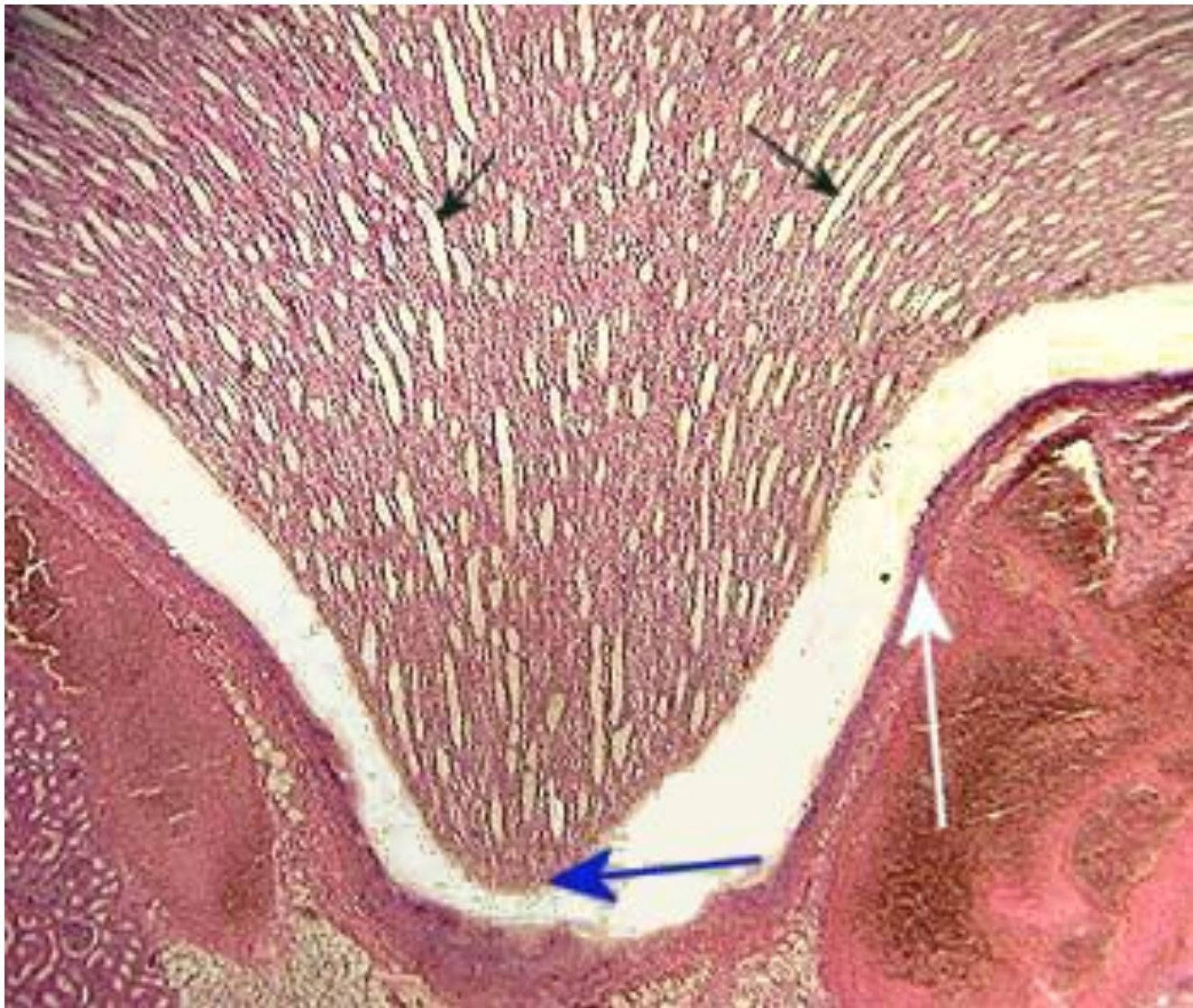


Renální sloupec
Extenze kůry do dřene

Renální pyramida
10 to 18 v ledvině



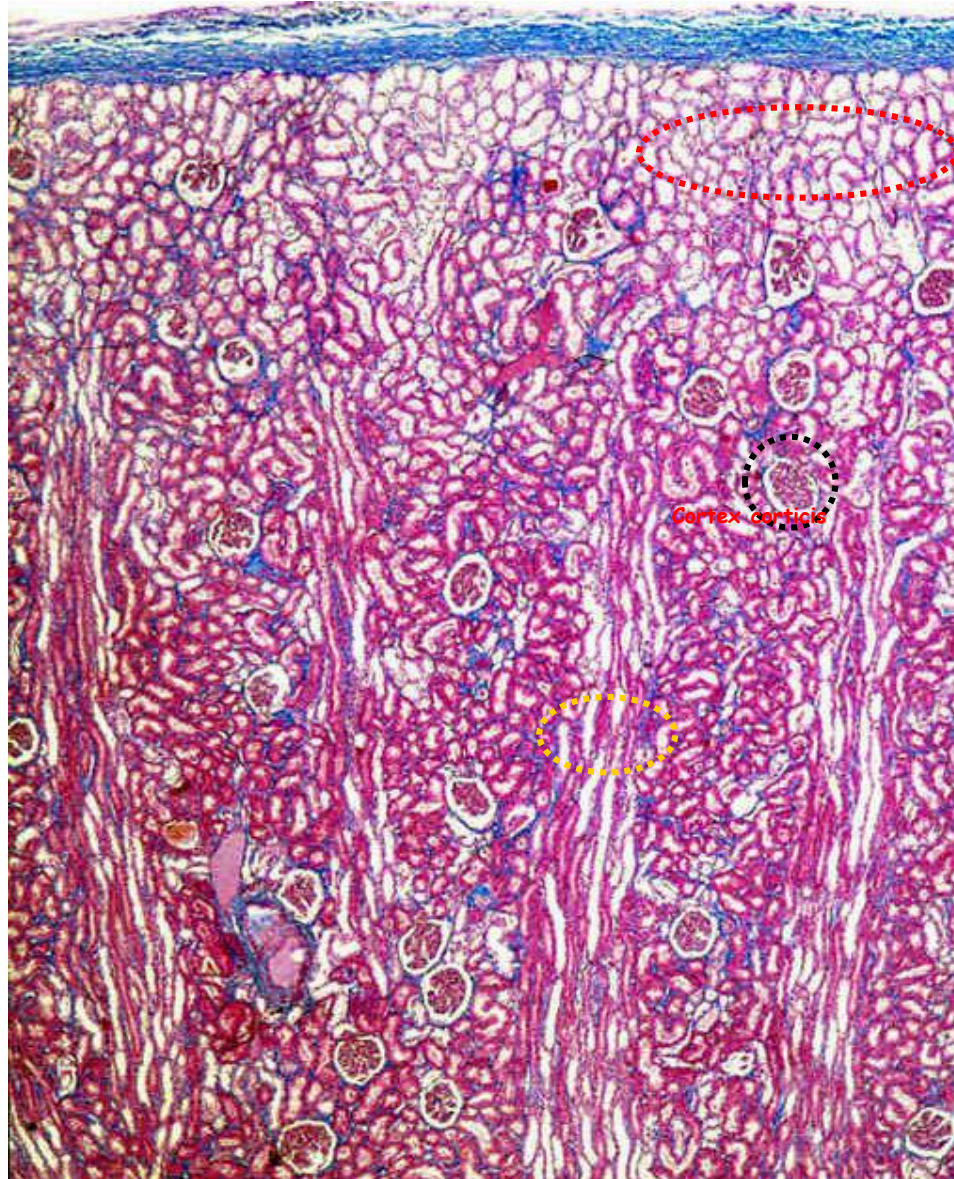
Dřeň ledviny



Kůra ledviny

Cortex
corticis

Pars radiata
corticis

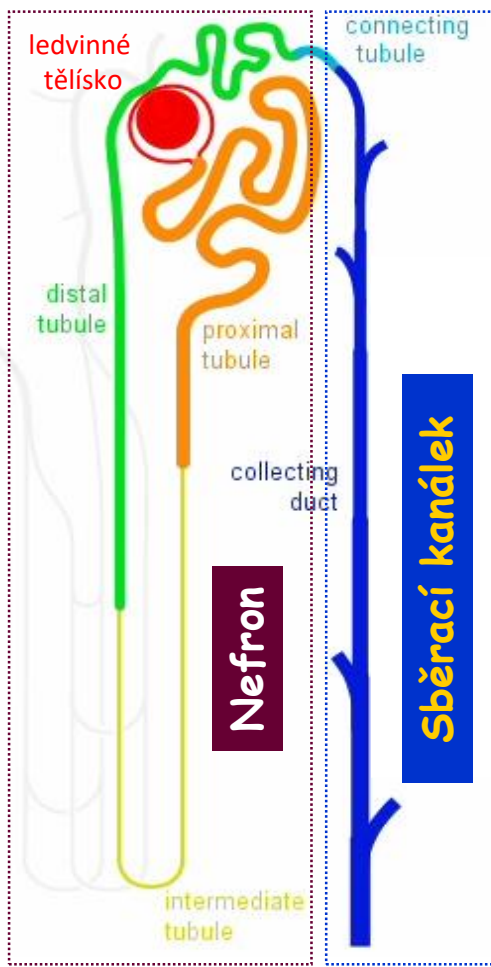


Korový labyrint
(stočené části kanálků)

Ledvinná tělíska
Corpusculi renis

Dřeňové paprsky
Striae medullares corticis
(pokračování sběracích
kanálků ze dřeně)

Močotvorná složka = Funkční jednotka



Kůra

Dřeň

Ductus papillares Bellini

Area cribriformis
Kalíšek

1 to 1,4 milionů
nefronů
v jedné ledvině

Nefrony X Sběrací kanálky
Odlišný vývojový základ

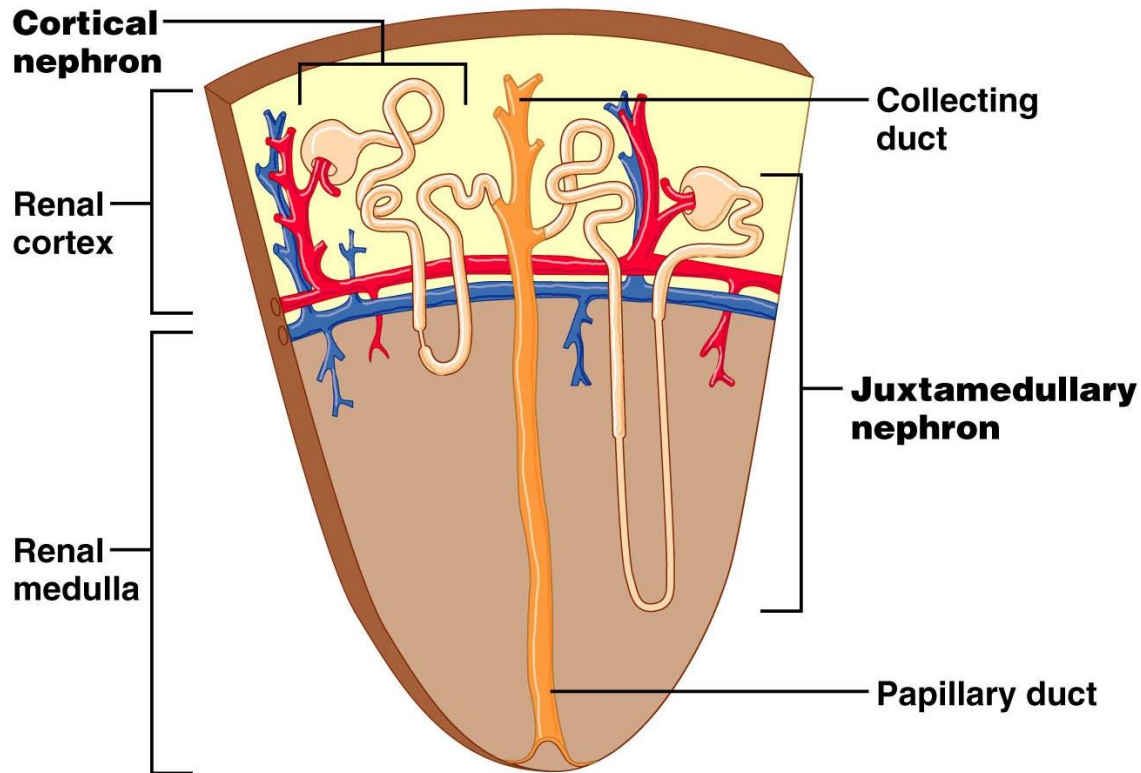
Nefron

Korové nefrony

85% of nefronů

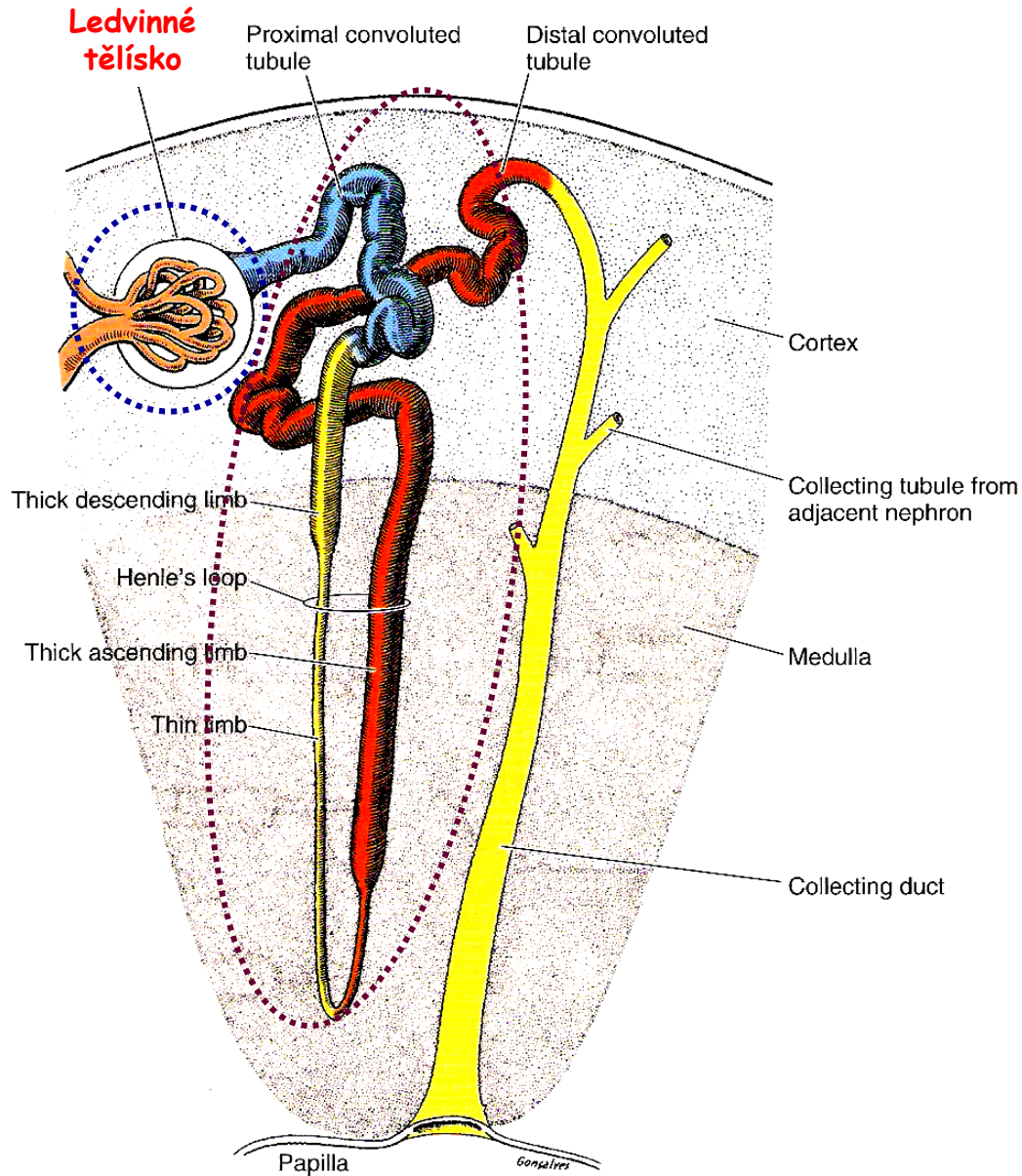
Juxtamedulární nefrony

15% of nefronů



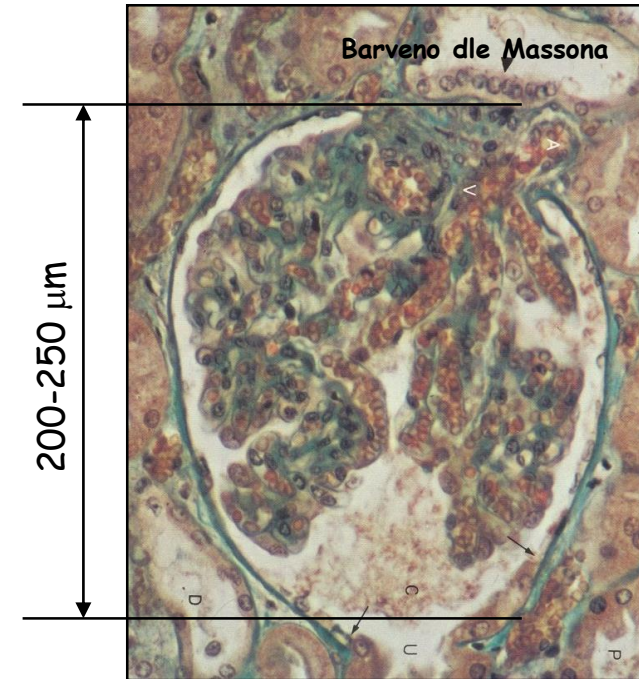
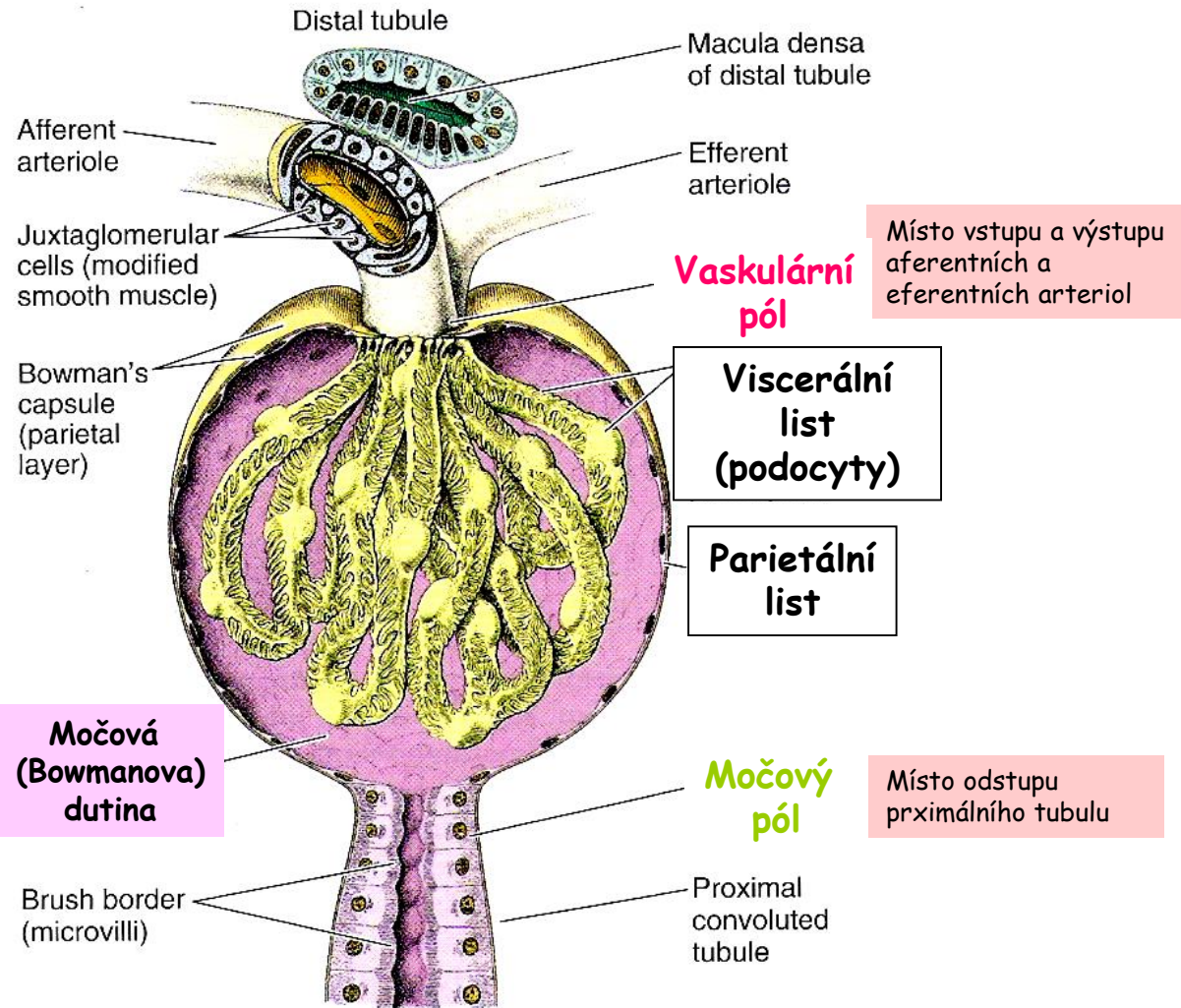
Asi 40 mm dlouhé

Nefron - Ledvinné tělísko (corpusculum renis)

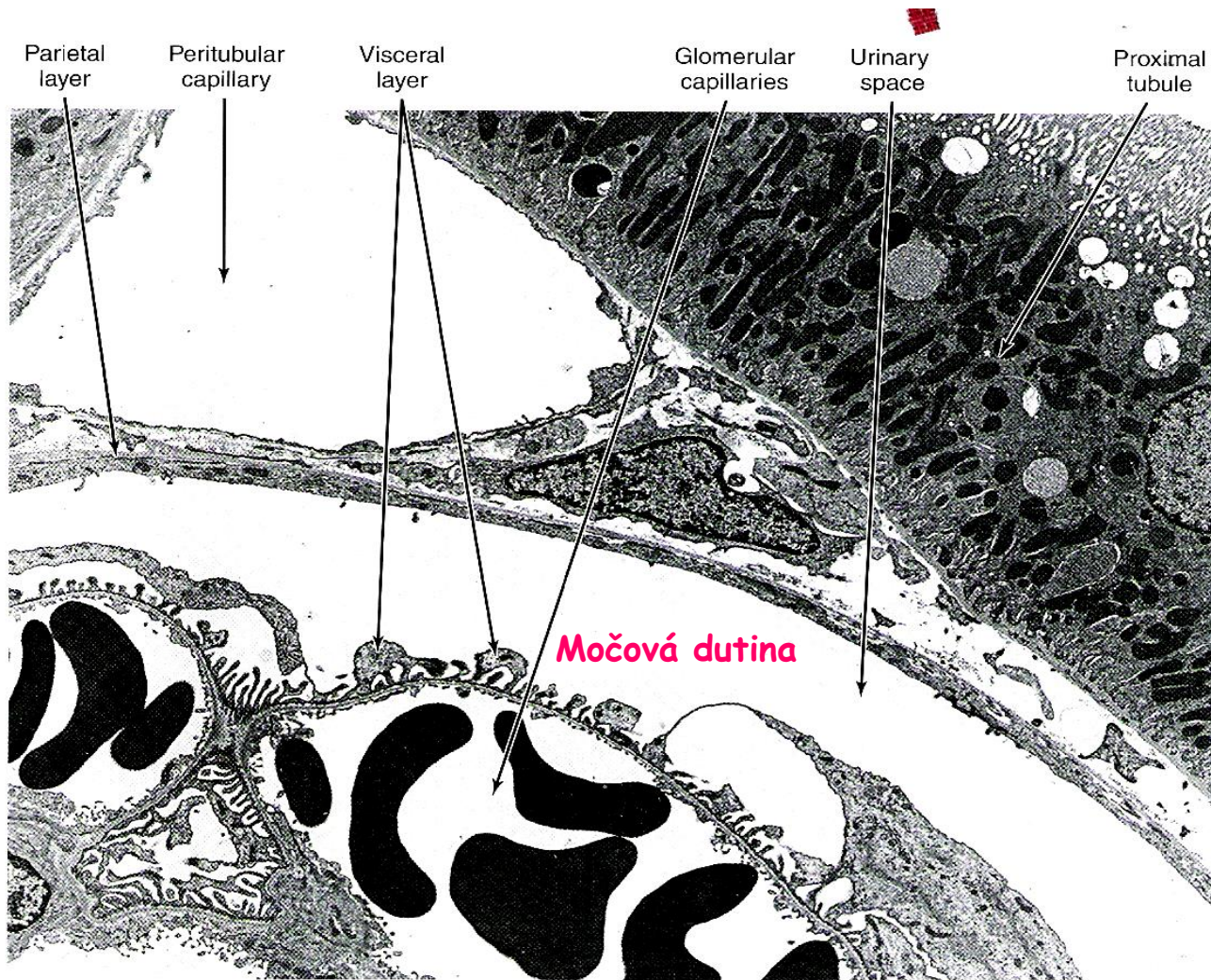


Nefron - Ledvinné tělíčko 1

Glomerulus - klubíčko anastomózujících kapilár
Bowmanovo pouzdro (capsula glomeruli)

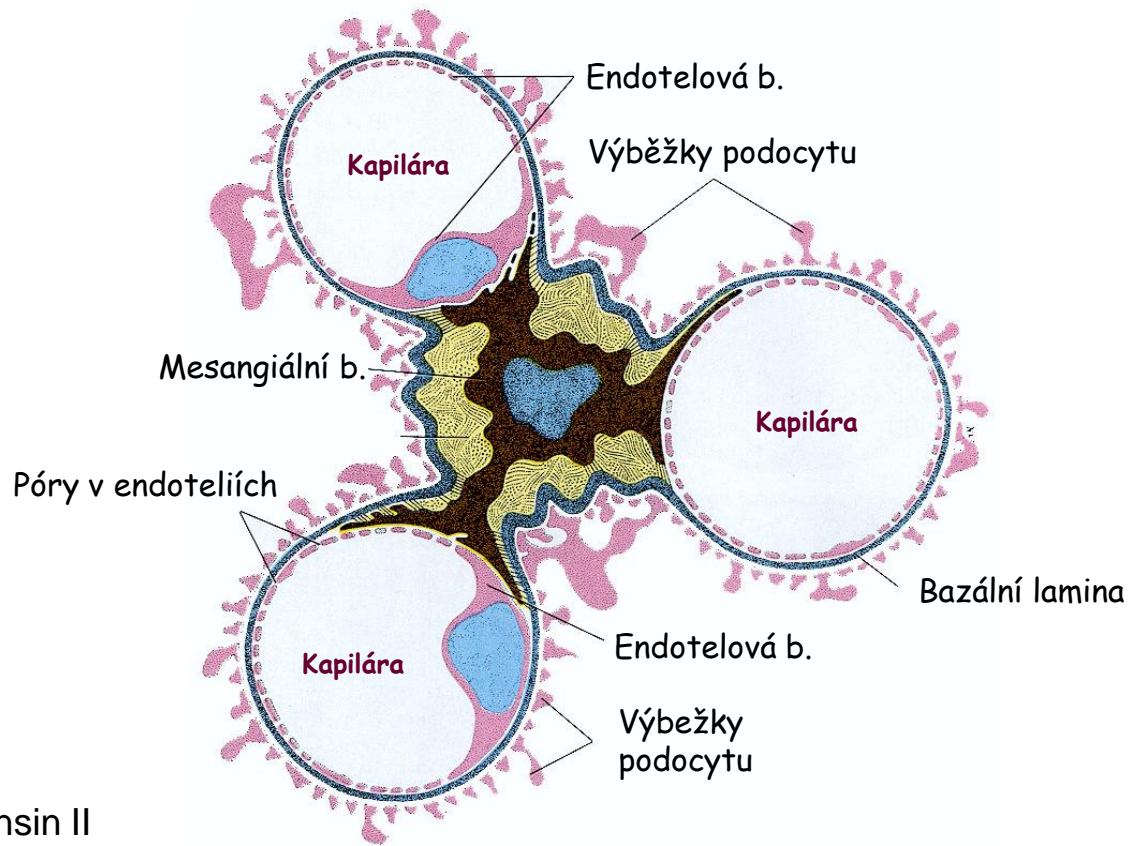
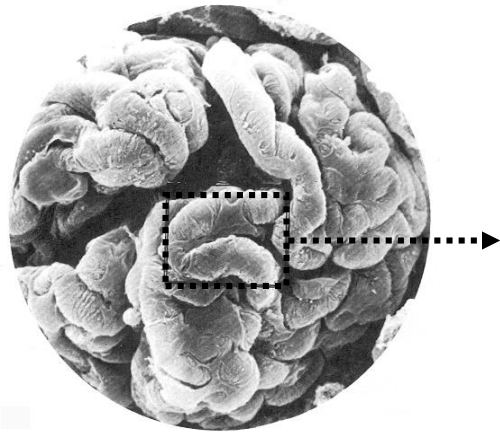
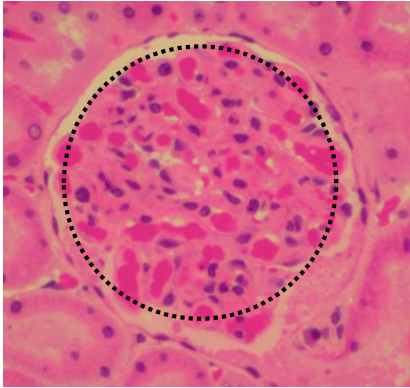


Nefron - Ledvinné tělíčko 2



Nefron - Glomerulus 1

Endotelie + Bazální membrána + Podocyty + Mesangiální buňky

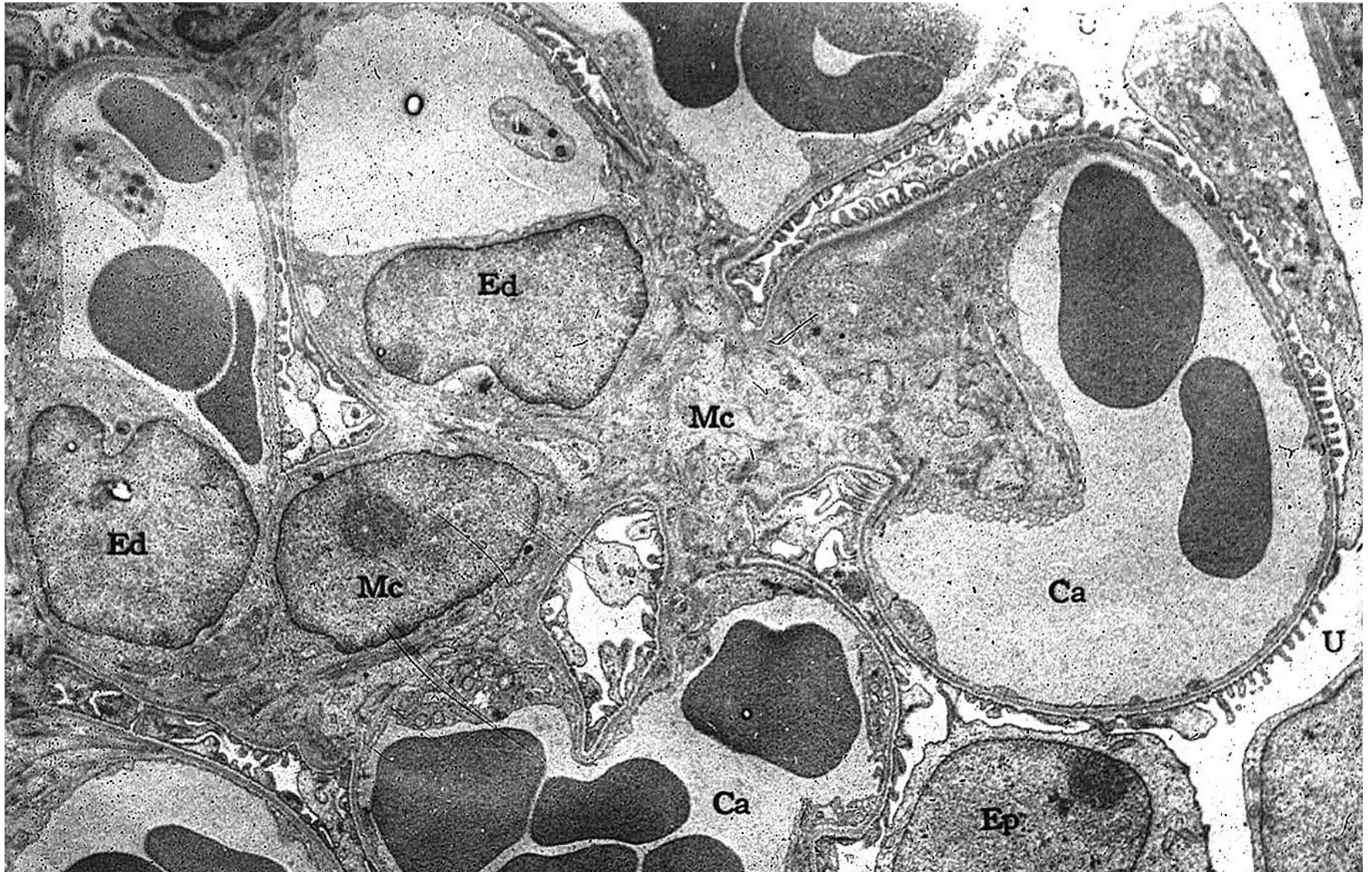


Mesangiální buňky

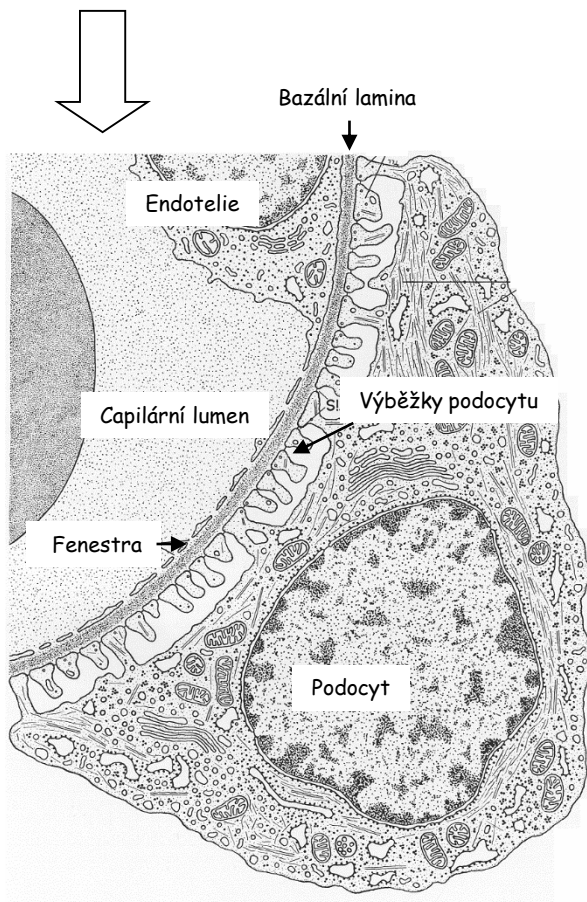
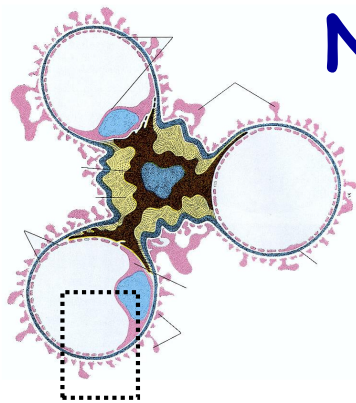
- Kontraktilní – receptory pro angiotensin II
- Mechanická podpora
- Fagocytóza
- Produkce chemických mediátorů (cytokiny, prostaglandiny, ...)

Lamina Rara - contain fibronectin (bind them to cells) - **physical barrier**
Lamina Densa - meshwork of Type IV collagen and laminin in a matrix contg (-) charged heparan sulfate that restricts passage of cationic molecules - **charge barrier**

Nefron - Glomerulus 2

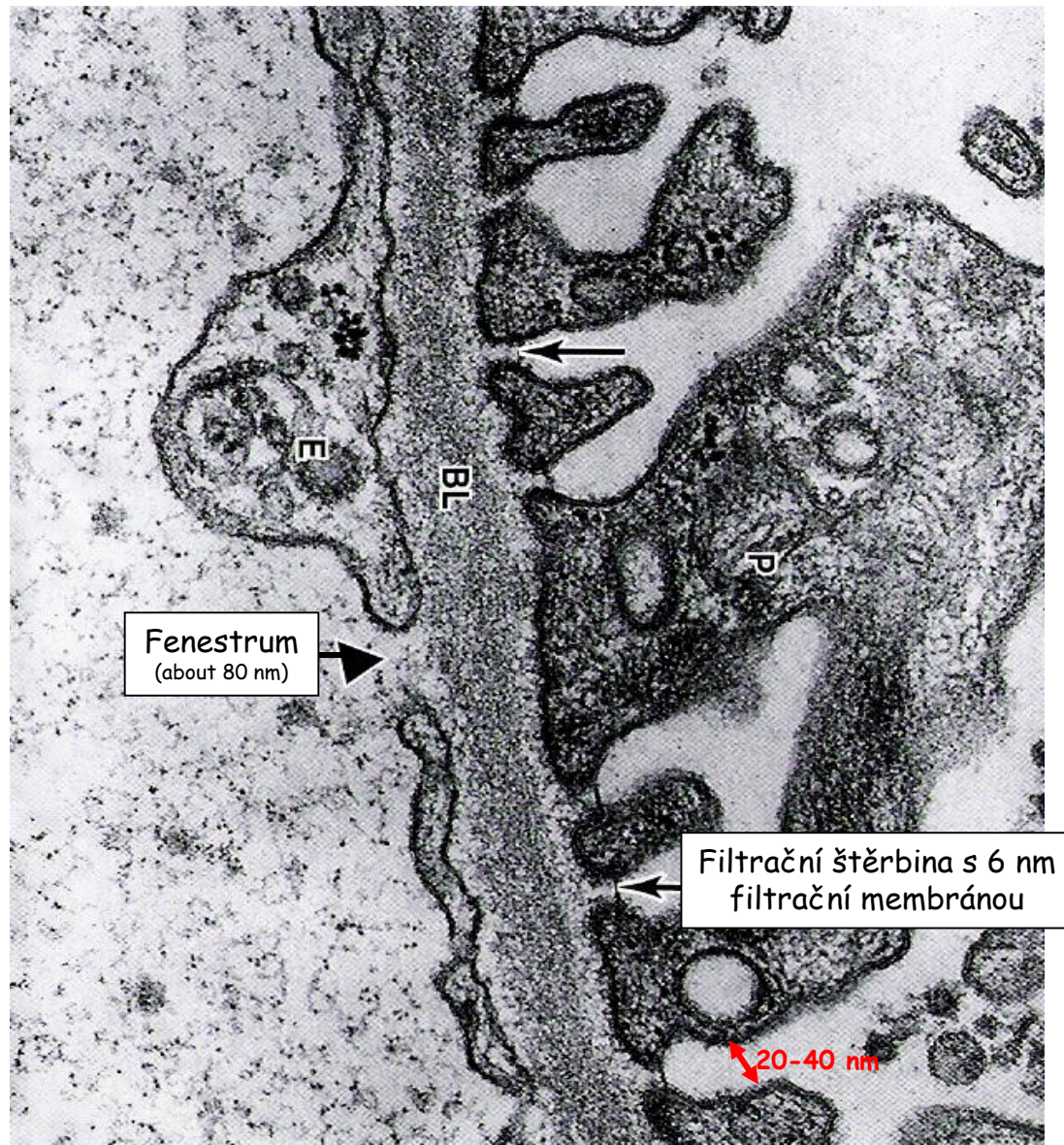


Nefron - Glomerulus 3

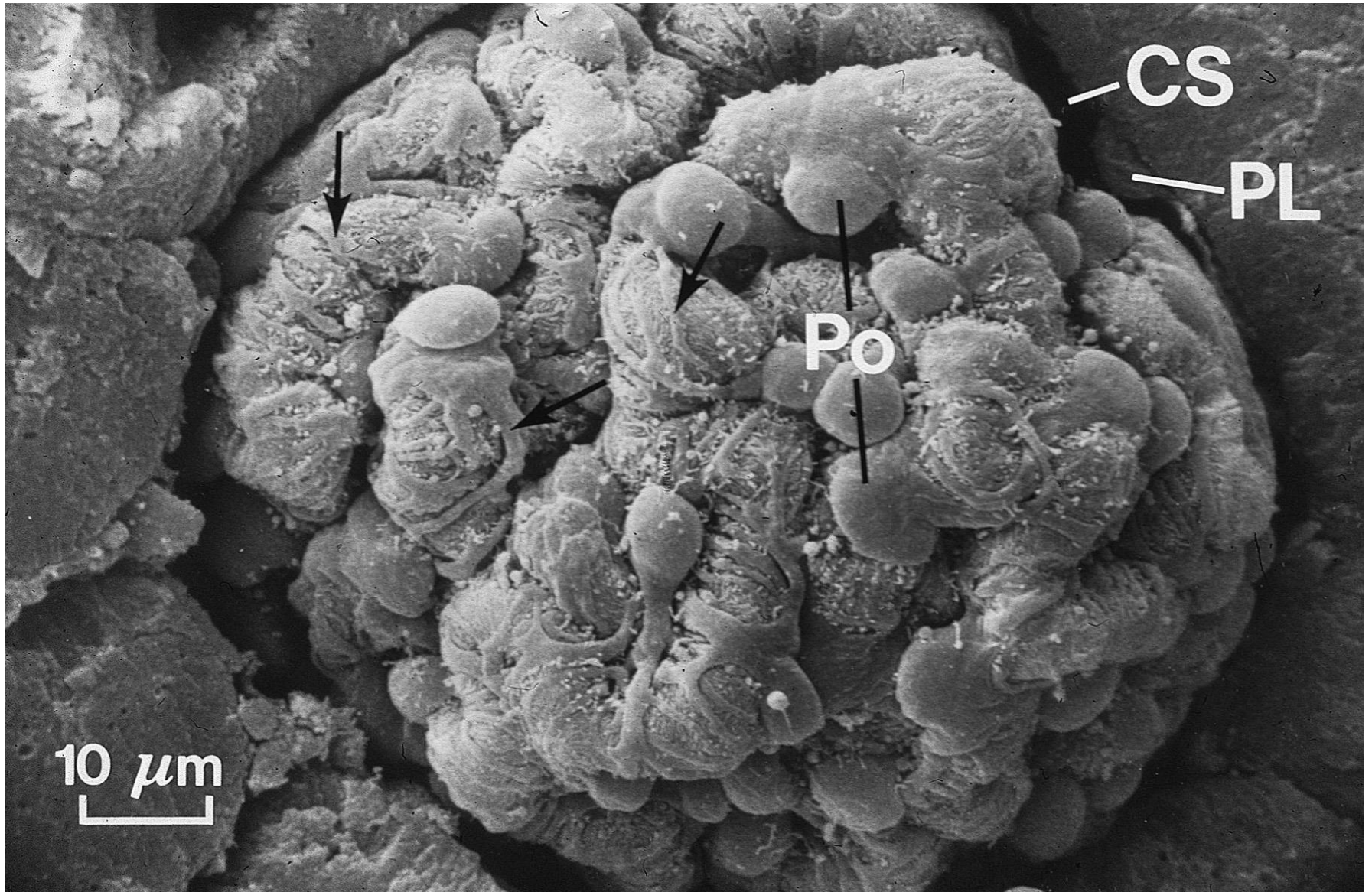


Fenestra: 70 - 90 nm

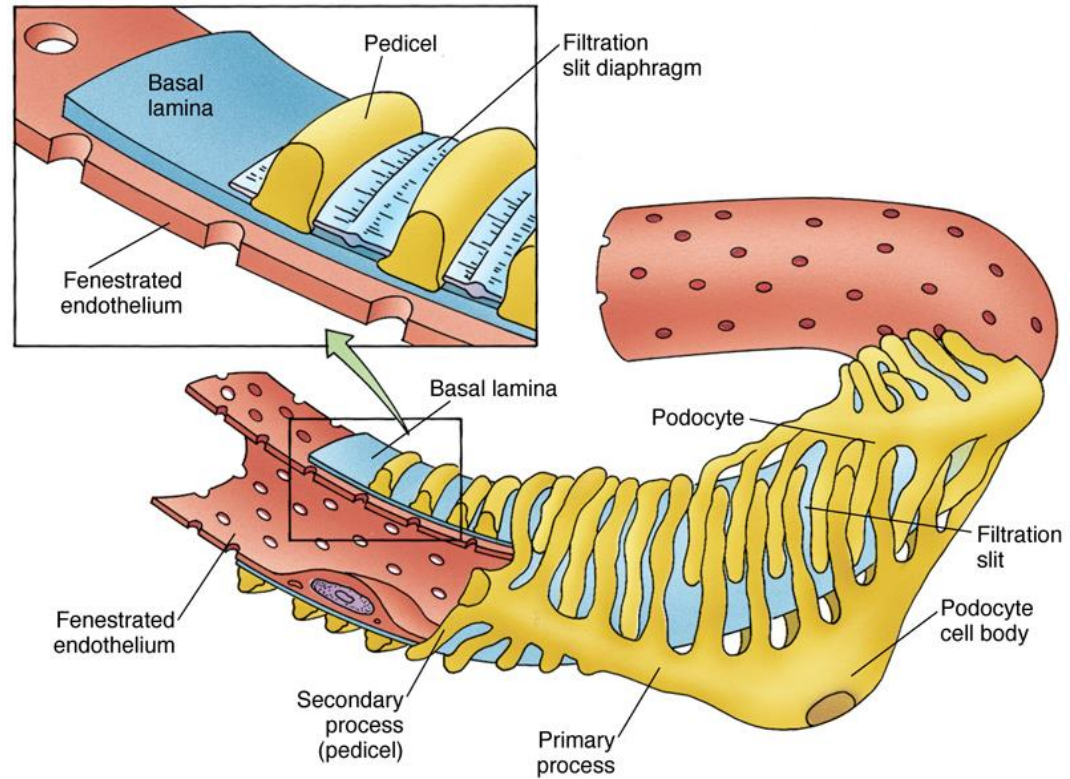
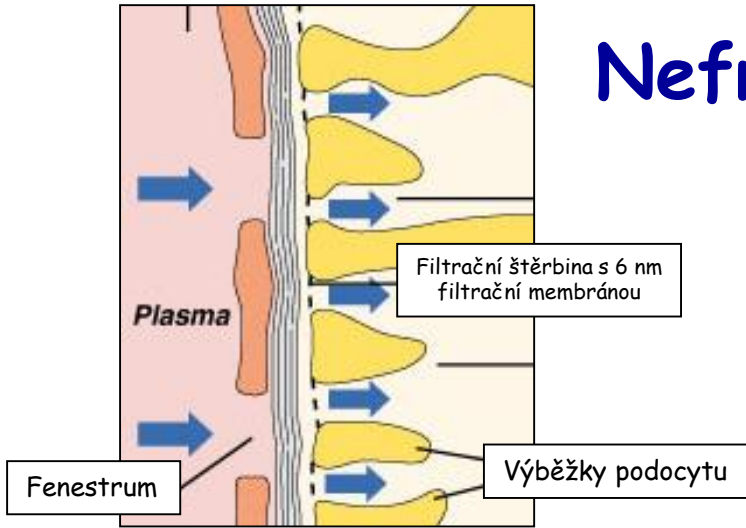
Lamina rara externa
Lamina densa
Lamina rara interna



Nefron - Glomerulus - Podocyt 1

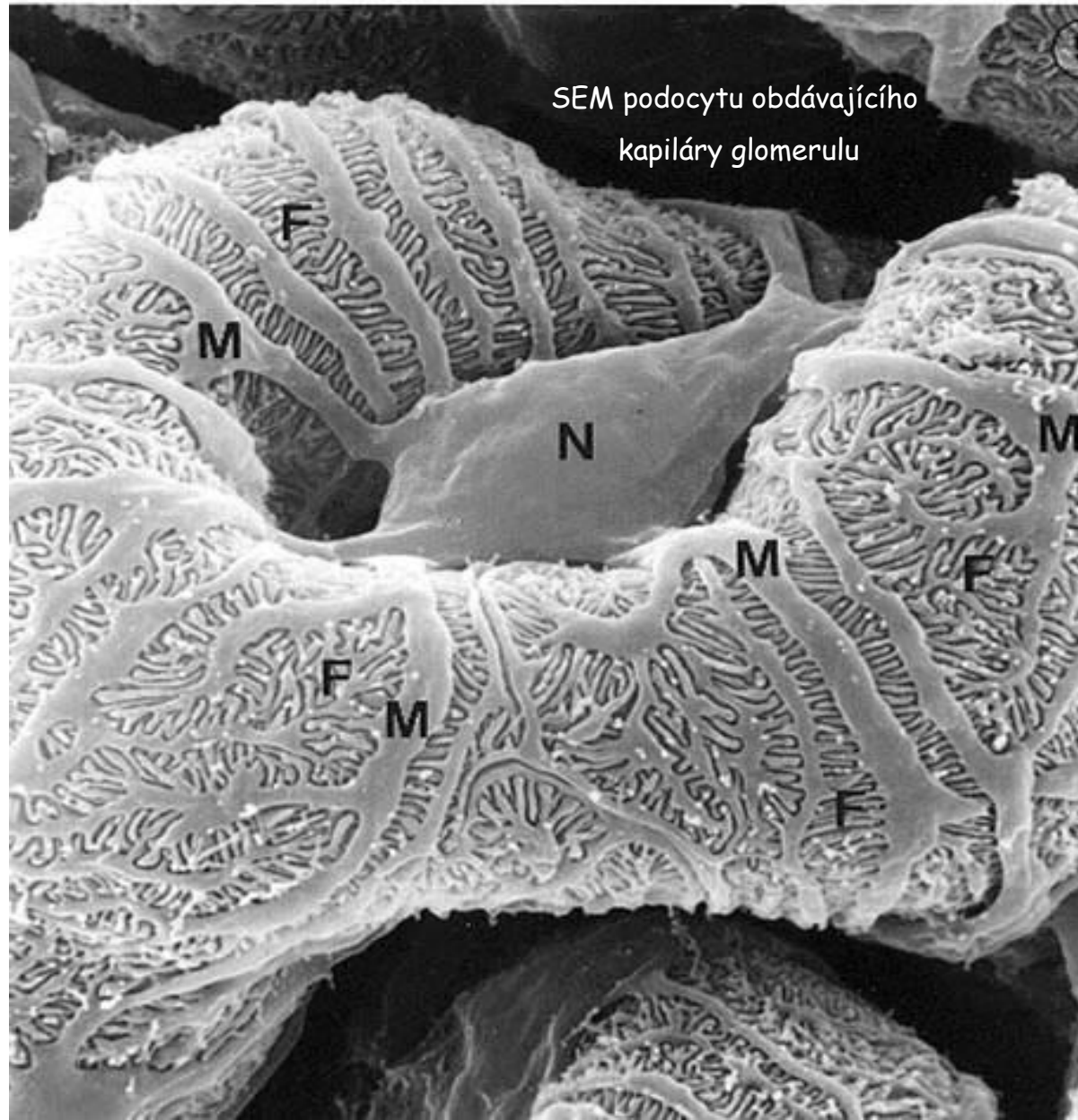


Nefron - Glomerulus - Podocyt 2



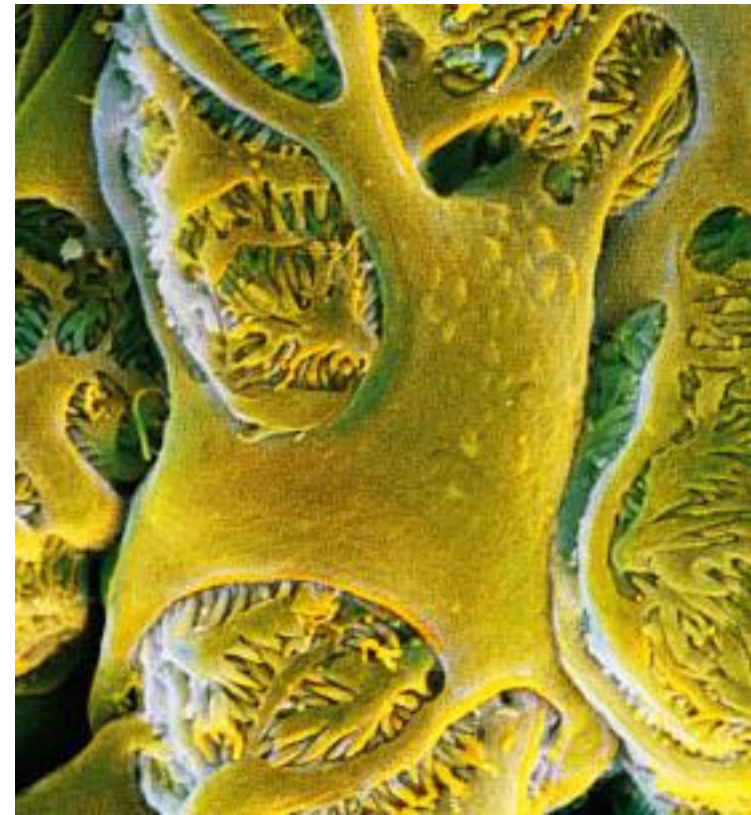
Primární výběžky
X
Sekundární výběžky

Nefron - Glomerulus - Podocyt 3

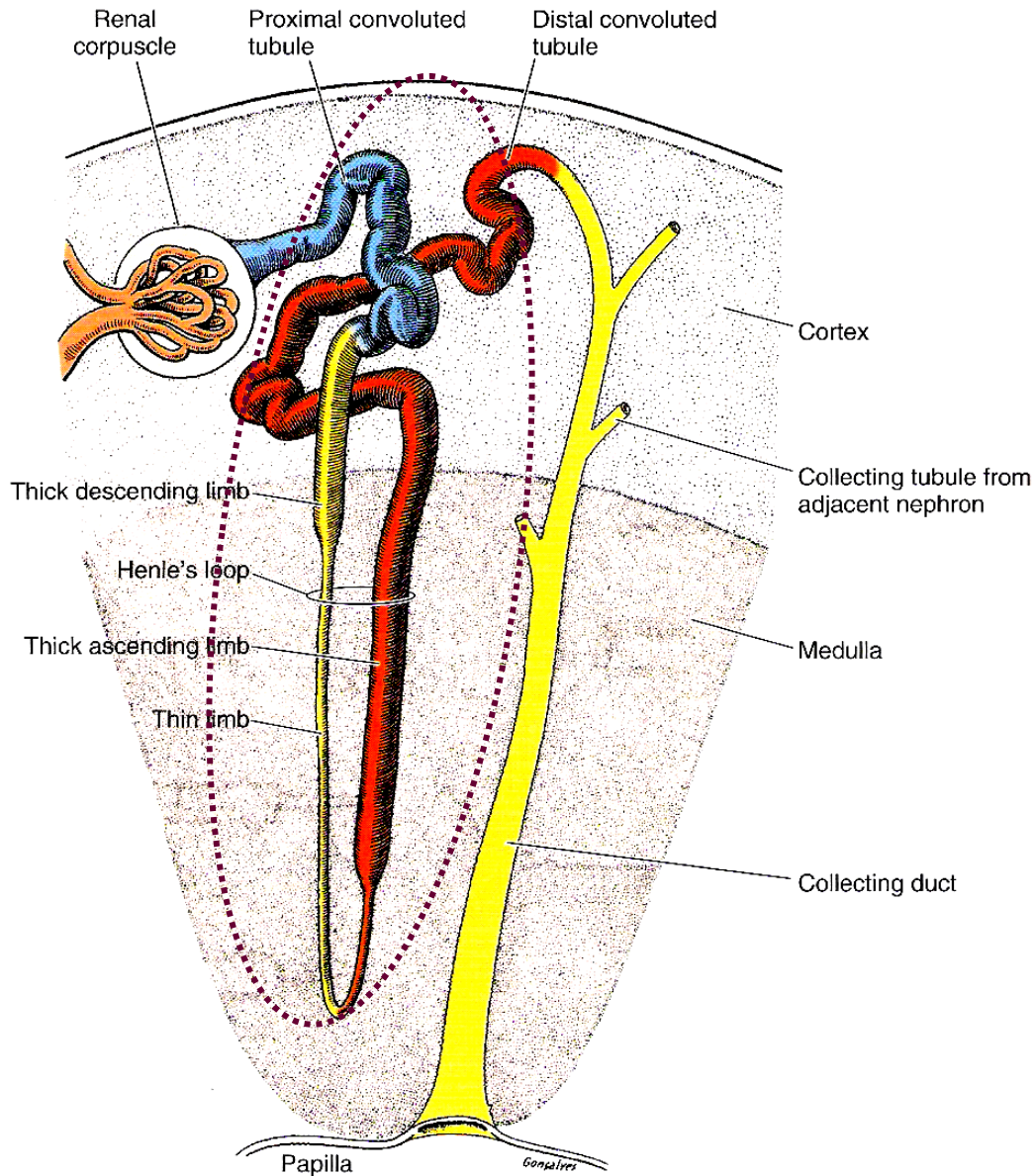


Nefron - Glomerulus - Podocyt 4

Vzhled „chobotnice“



Nefron - Tubulární část 1



Proximální tubulus

- Pars convoluta
- Pars recta

Henleova klička

(ansa nephroni)

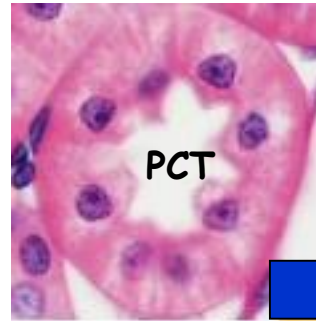
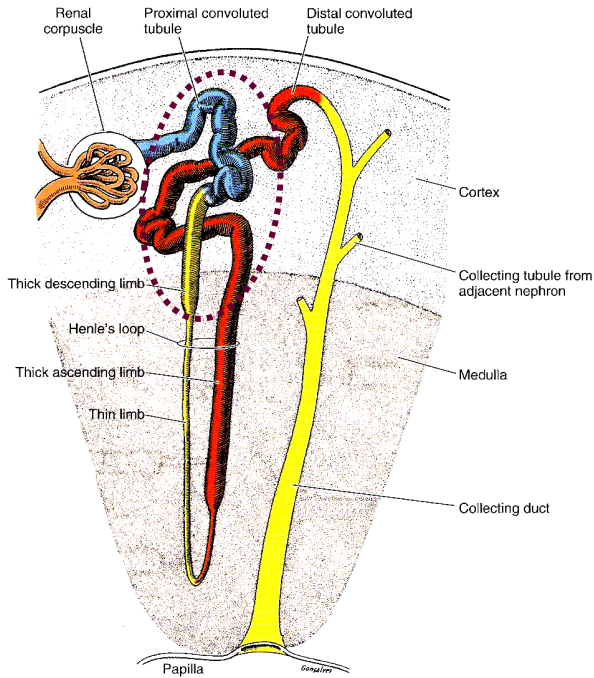
- Tenký segment
- Tlustý segment

Distální tubulus

- Pars recta
- Pars convoluta

Nefron - Tubulární část 2

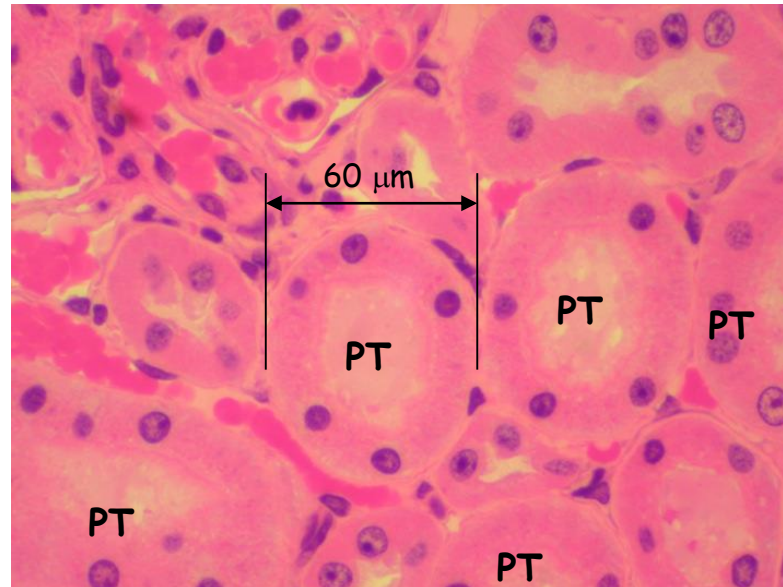
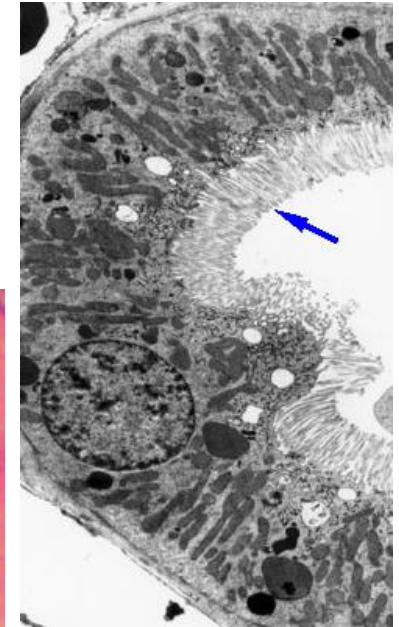
Proximální tubulus - pars convoluta + recta
= délka asi 14 mm



Bazální labyrint →



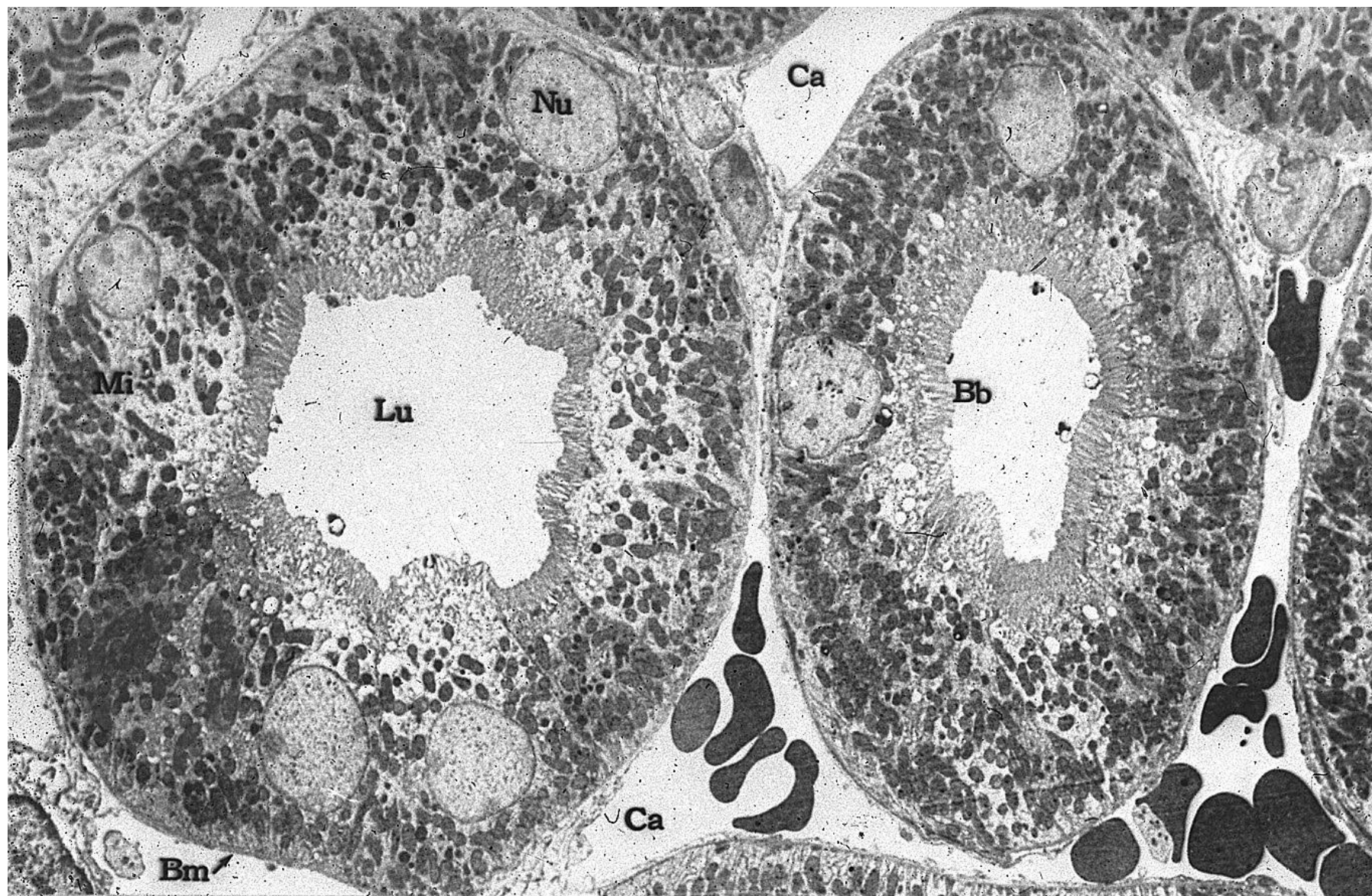
← Kartáčový lem (mikrolky)



Reabsorpce

$\frac{3}{4}$ Na, K, H₂O,
aminokyseliny, proteiny

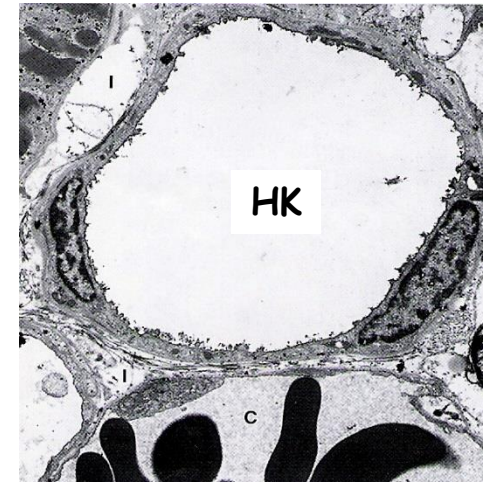
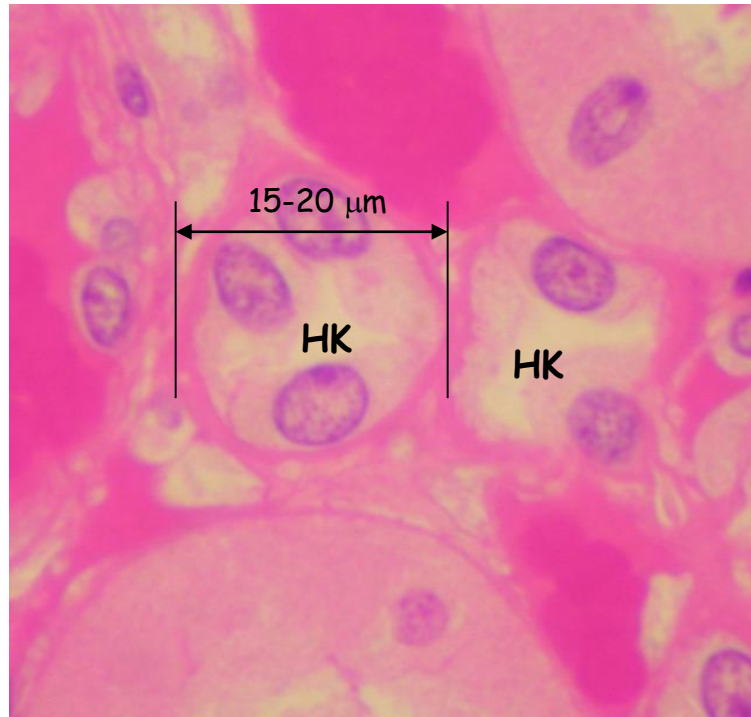
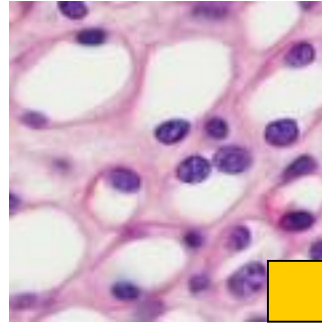
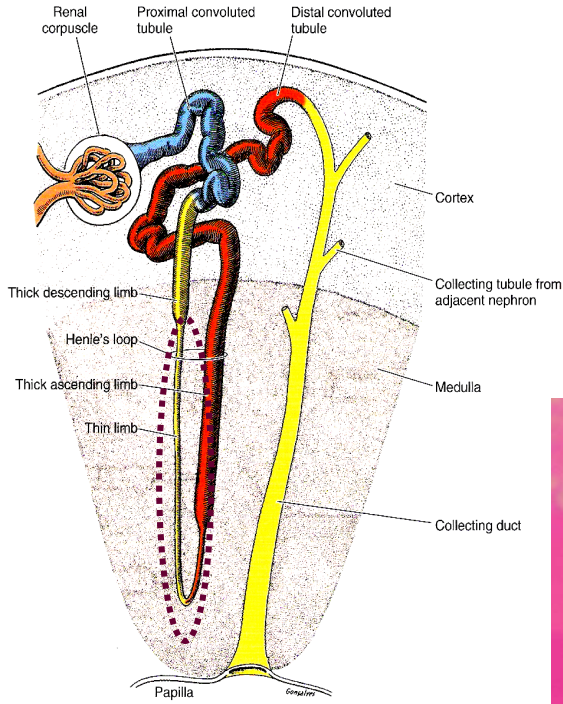
Proximální tubulus



Nefron - Tubulární část 3

Henleova klička - Tenký segment

tloušťka asi 15 μm

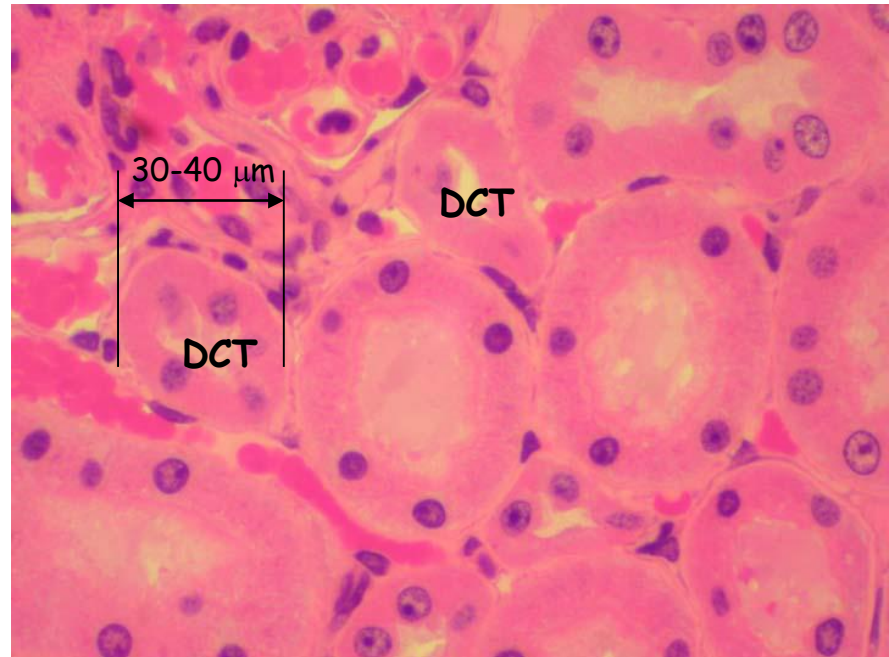
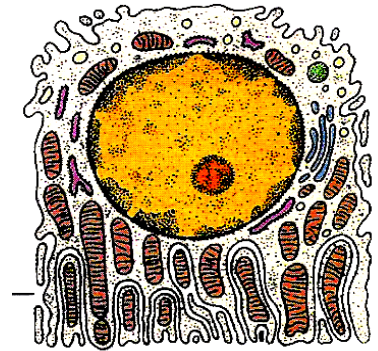
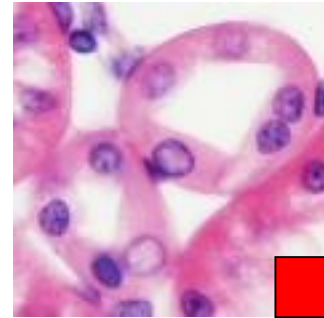
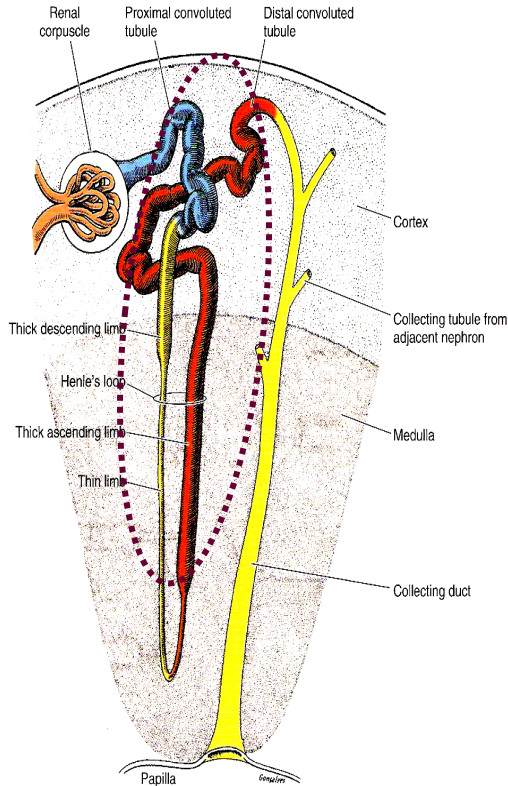


Reabsorpce
 H_2O

Nefron - Tubulární část 4

Henleova klička - Tlustý segment + Proximální tubulus - pars convoluta + recta

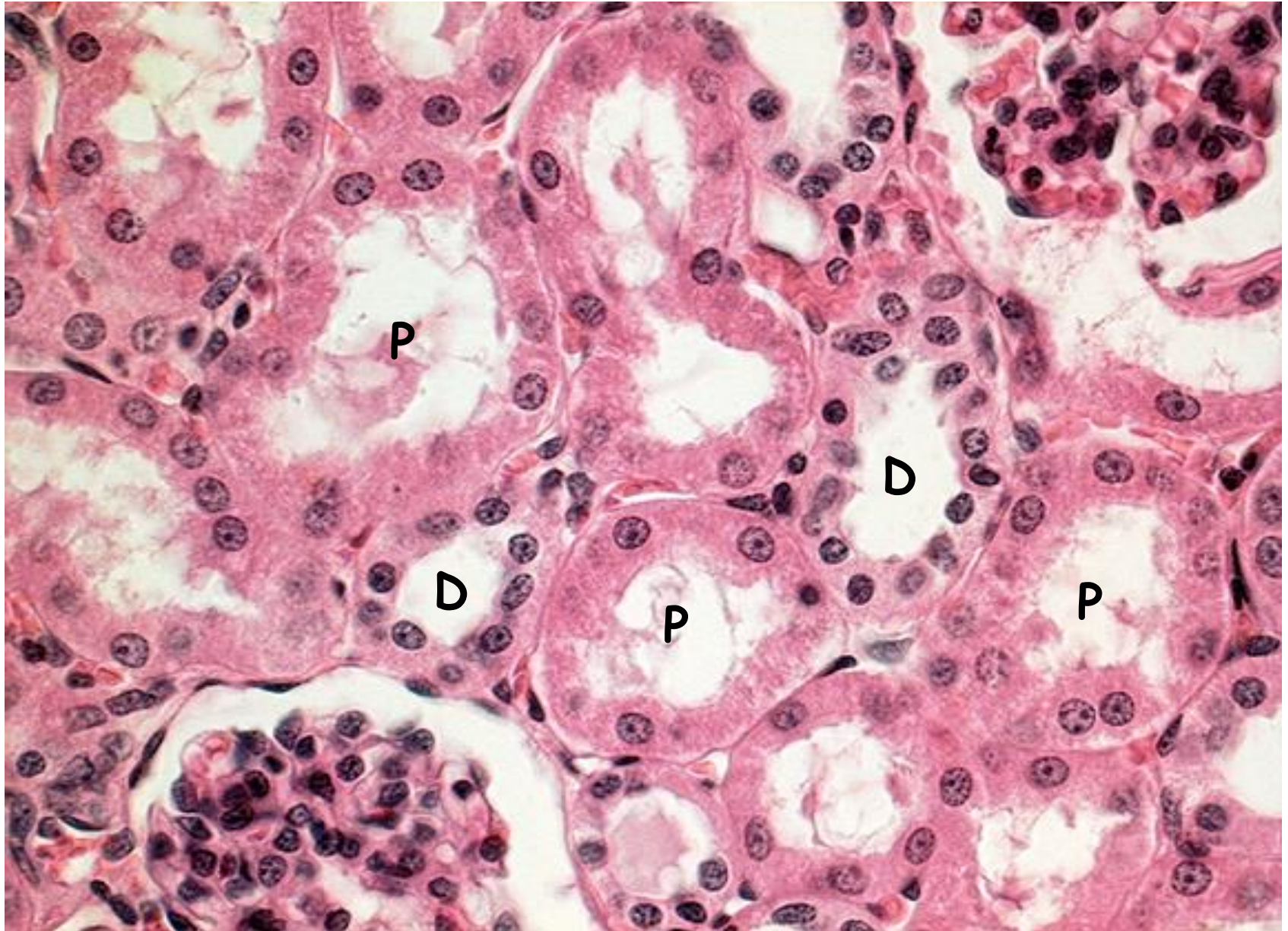
tloušťka asi 30 μm



Reabsorpce

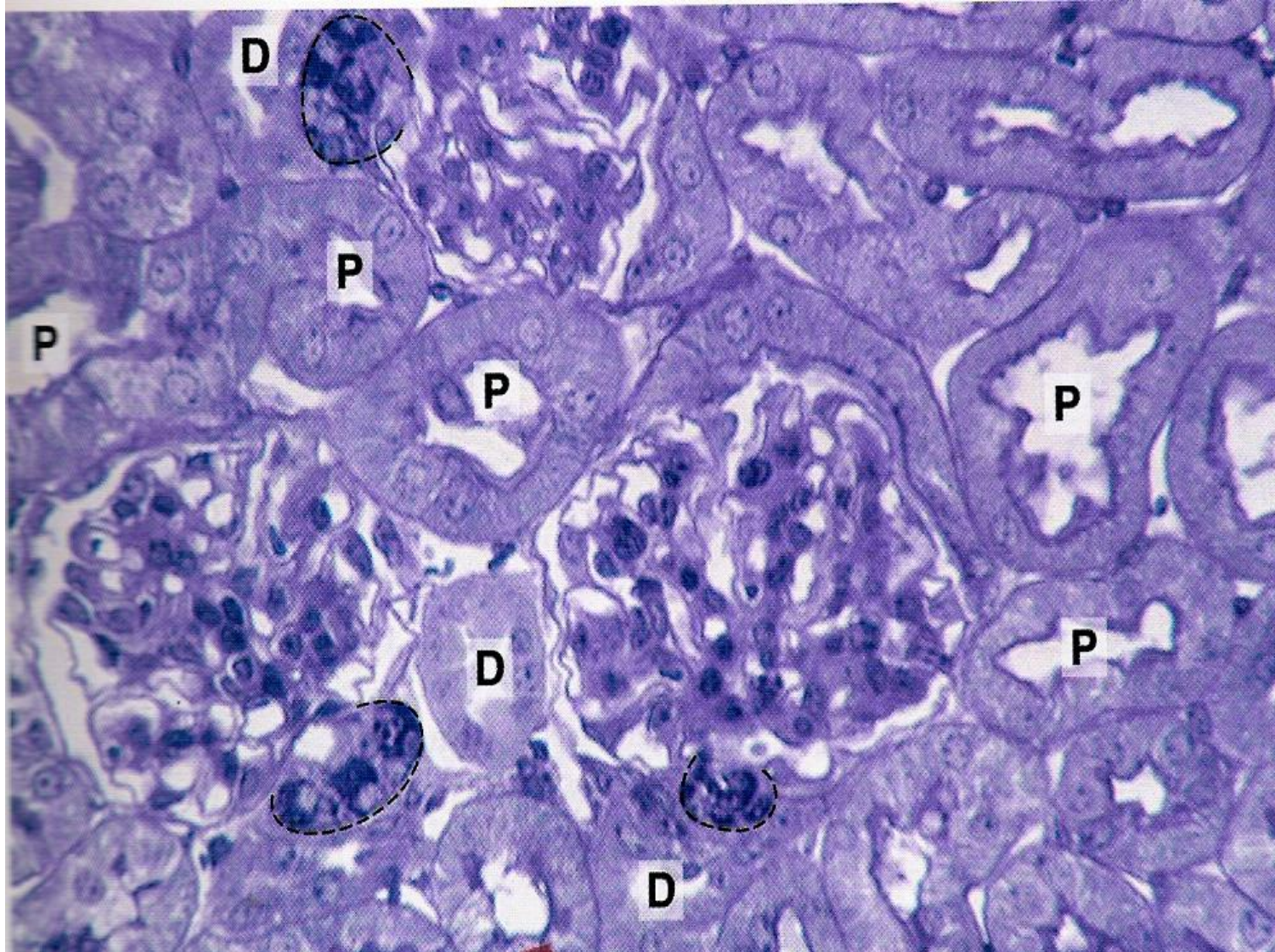
Na, K, Cl

Proximální a distální tubuly

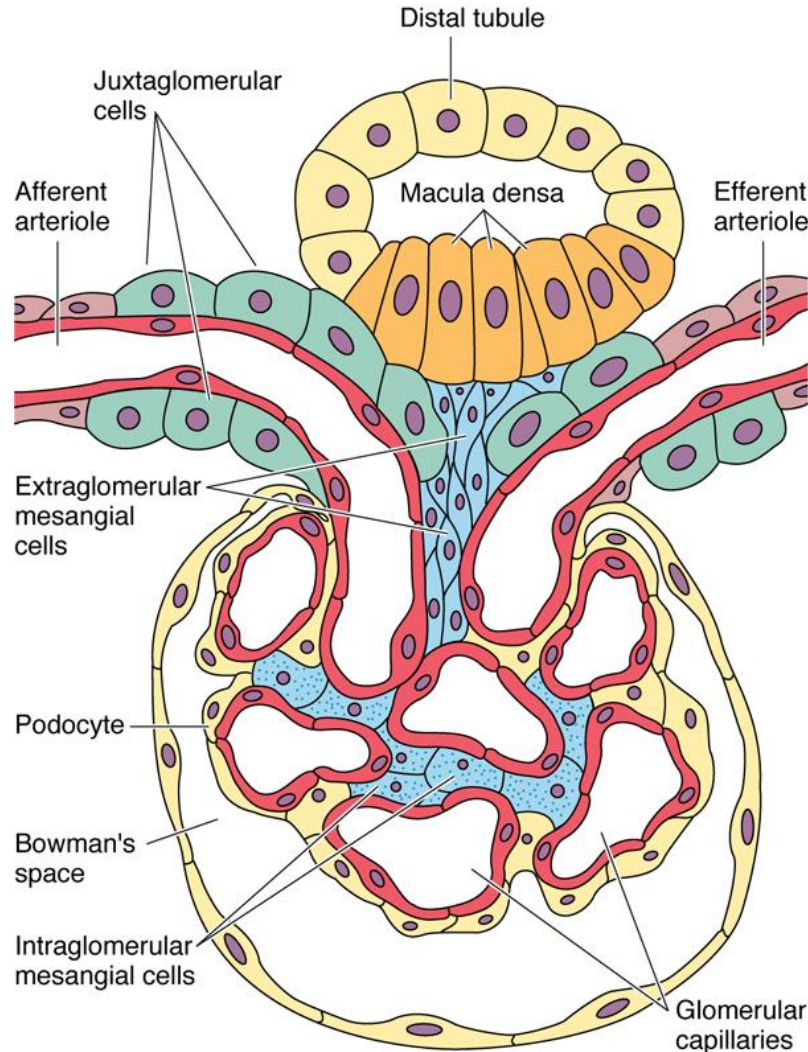


Kůra

Proximální X Distální tubuly (7:1)



Nefron - Tubulární část - Juxtaglomerulární aparát 1



Macula densa

Monitoruje osmotický tlak tekutin v nefronu a vysílá „signály“ k Juxta buňkám

Juxtaglomerulární buňky

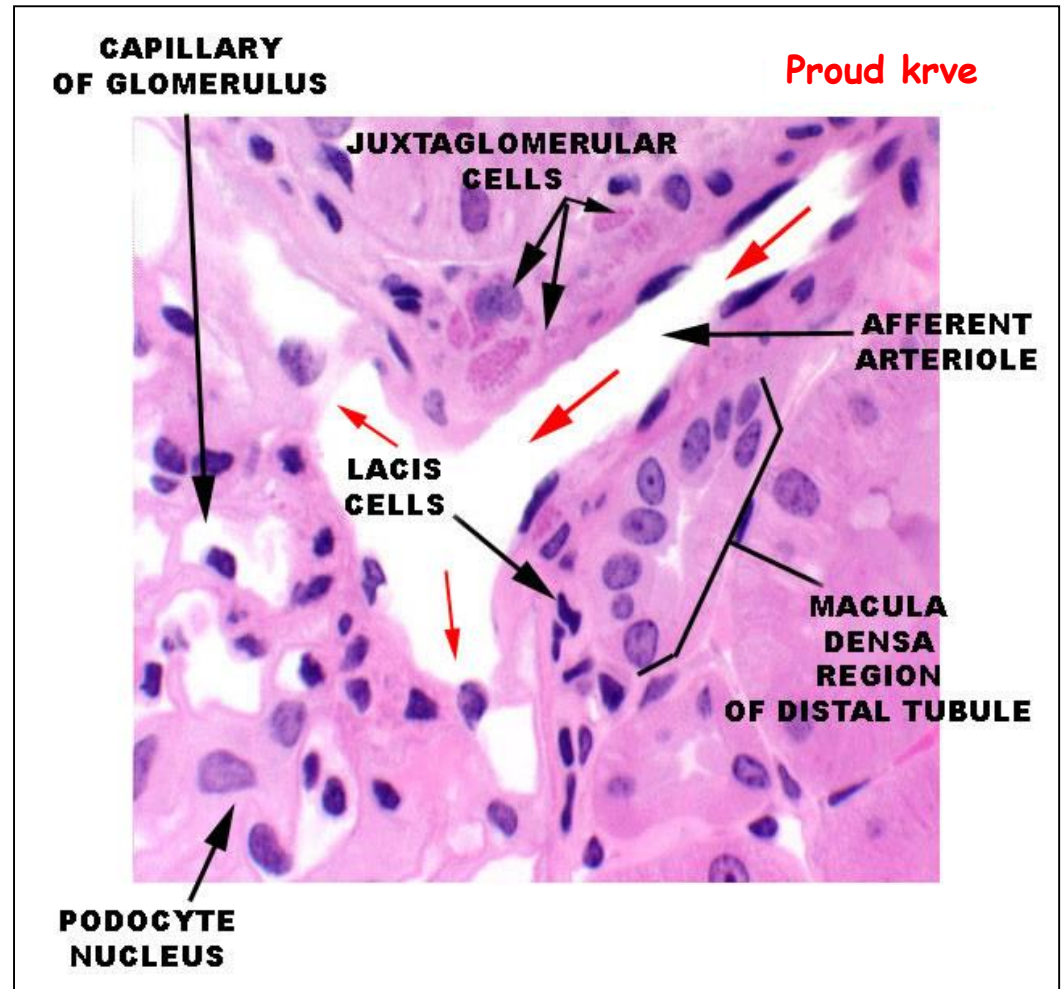
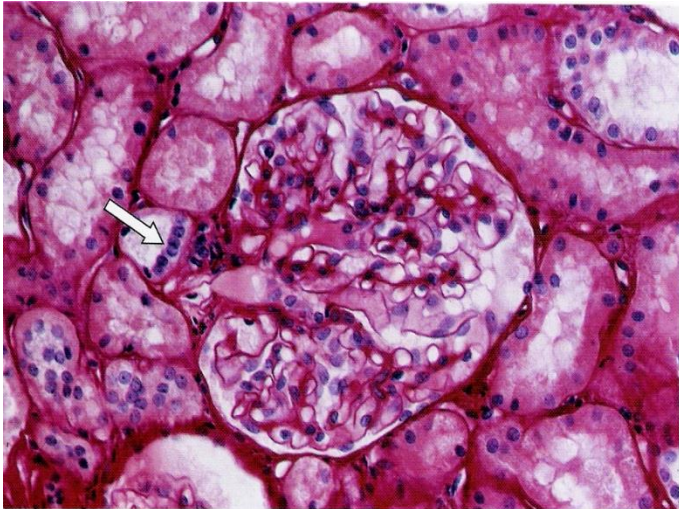
Monitorují krevní tlak v afferentní arteriole a sekretují **renin**. Renin konvertuje angiotensin na ang I, který je dále v plicích měněn na ang II. **Angiotensin II** vyvolává vazokonstrikci a tím zvýšení krevního tlaku.

Extraglomerulární mesangiální b. (Lacis buňky)

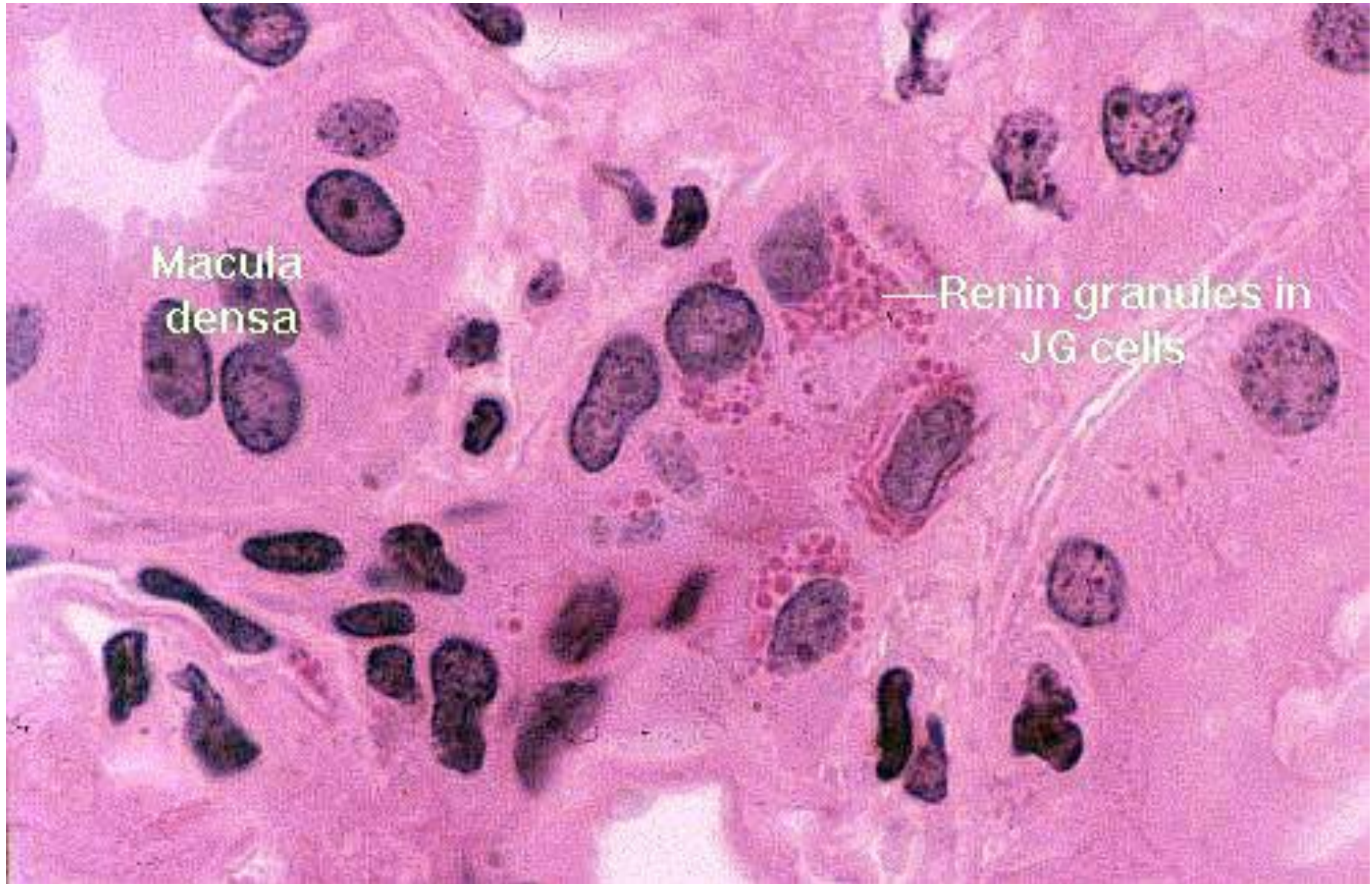
Nefron - Tubulární část - Juxtaglomerulární aparát 2

Macula densa

Modifikovaný DT v blízkosti vaskulární pólu



Juxtaglomerulární buňky

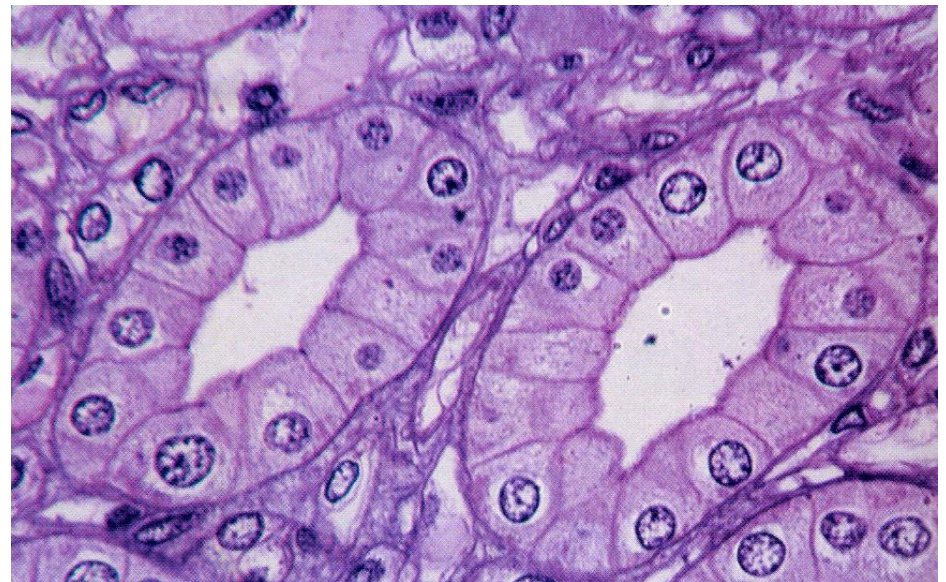
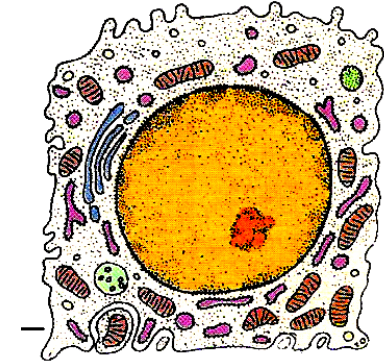
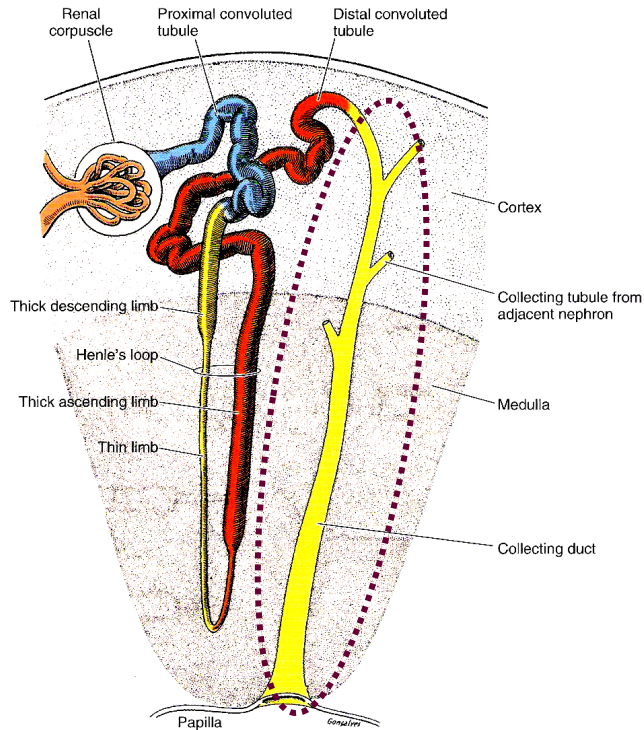


Sběrací kanálky a vývody

Cortical + Medullary + Papillary = délka celkem asi 20 mm

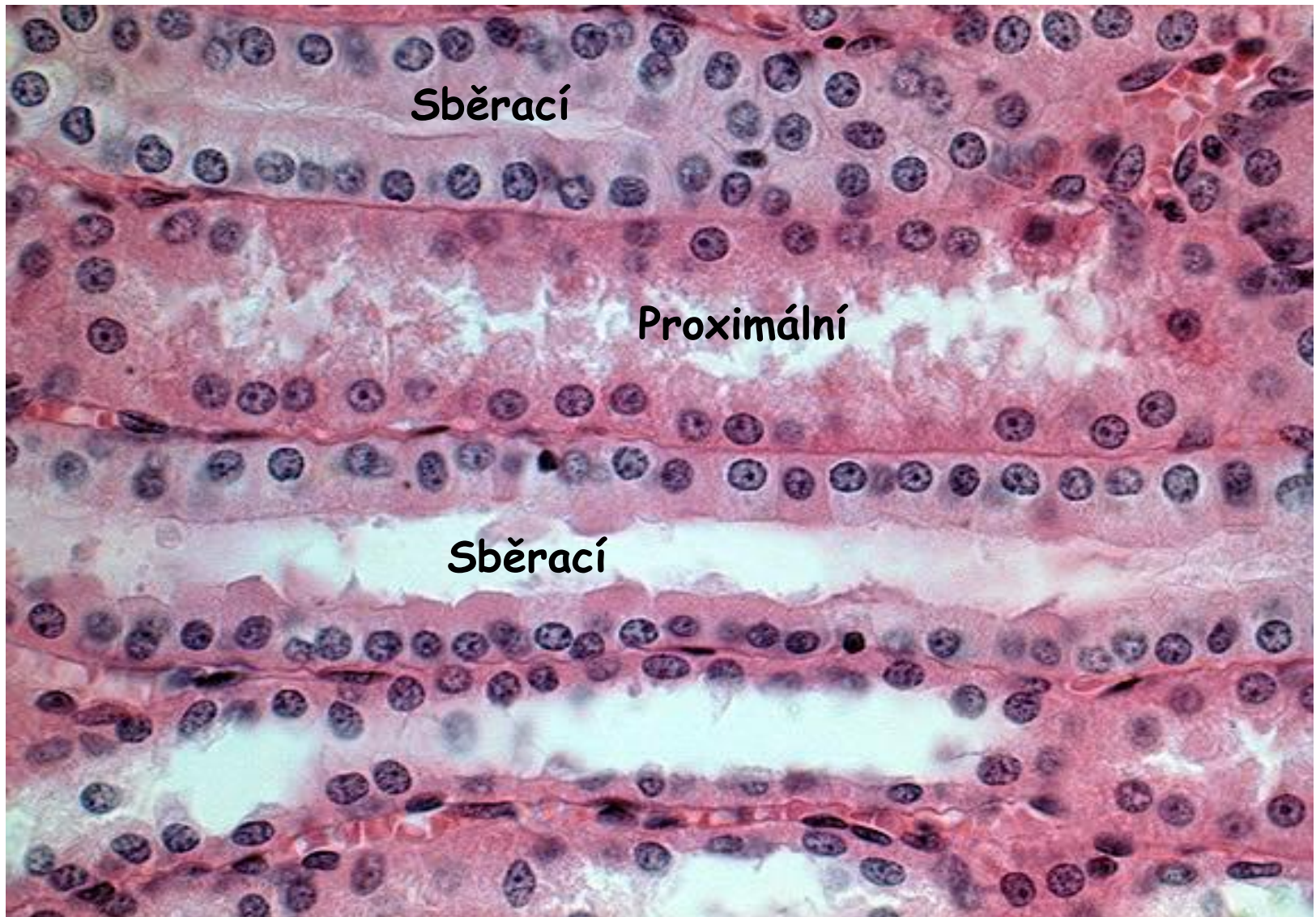
40 μm

200 - 300 μm

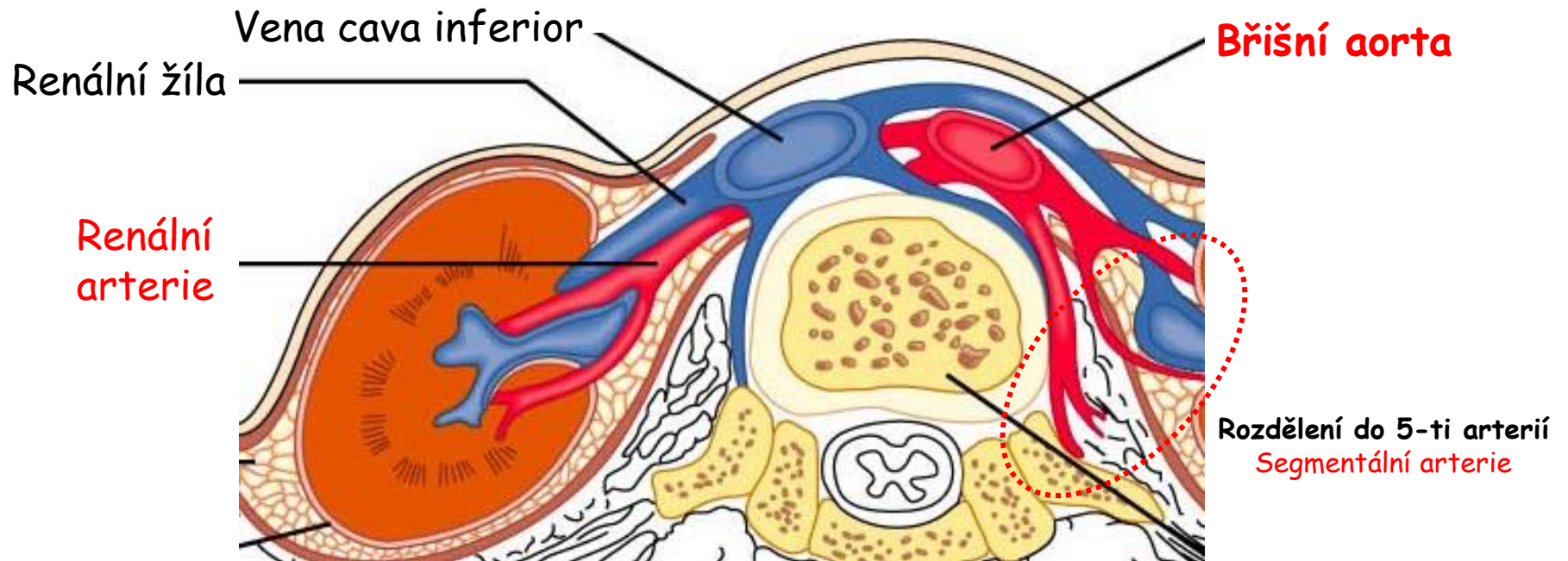


- Brání ztrátám vody
- Reagují na **ADH** (antidiuretický hormon) hypofýzy
- ADH zvyšuje permeabilitu pro vodu a tím její reabsorpci
- Celkový objem moči tak klesá
- Alkohol inhibuje produkci ADH – méně vody je reabsorbováno - dehydratace

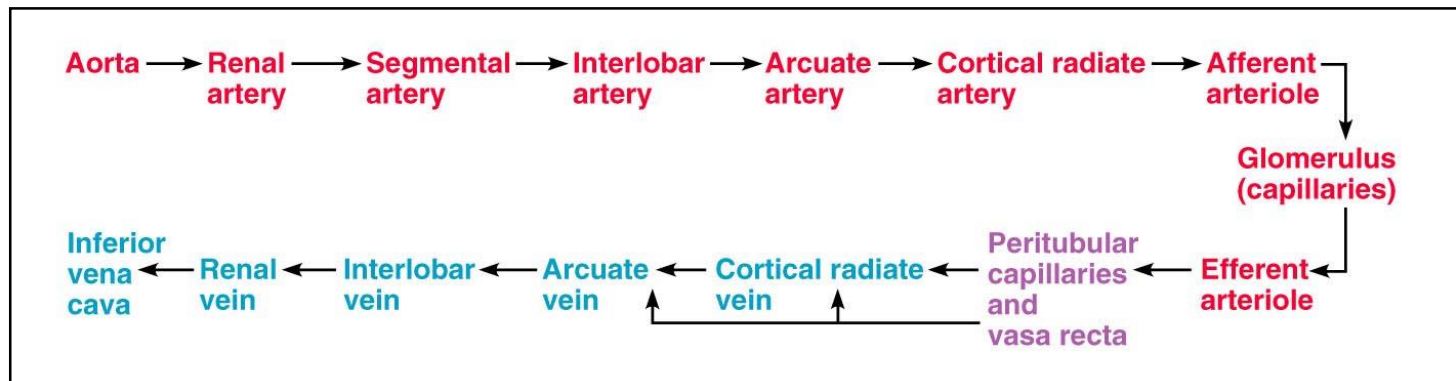
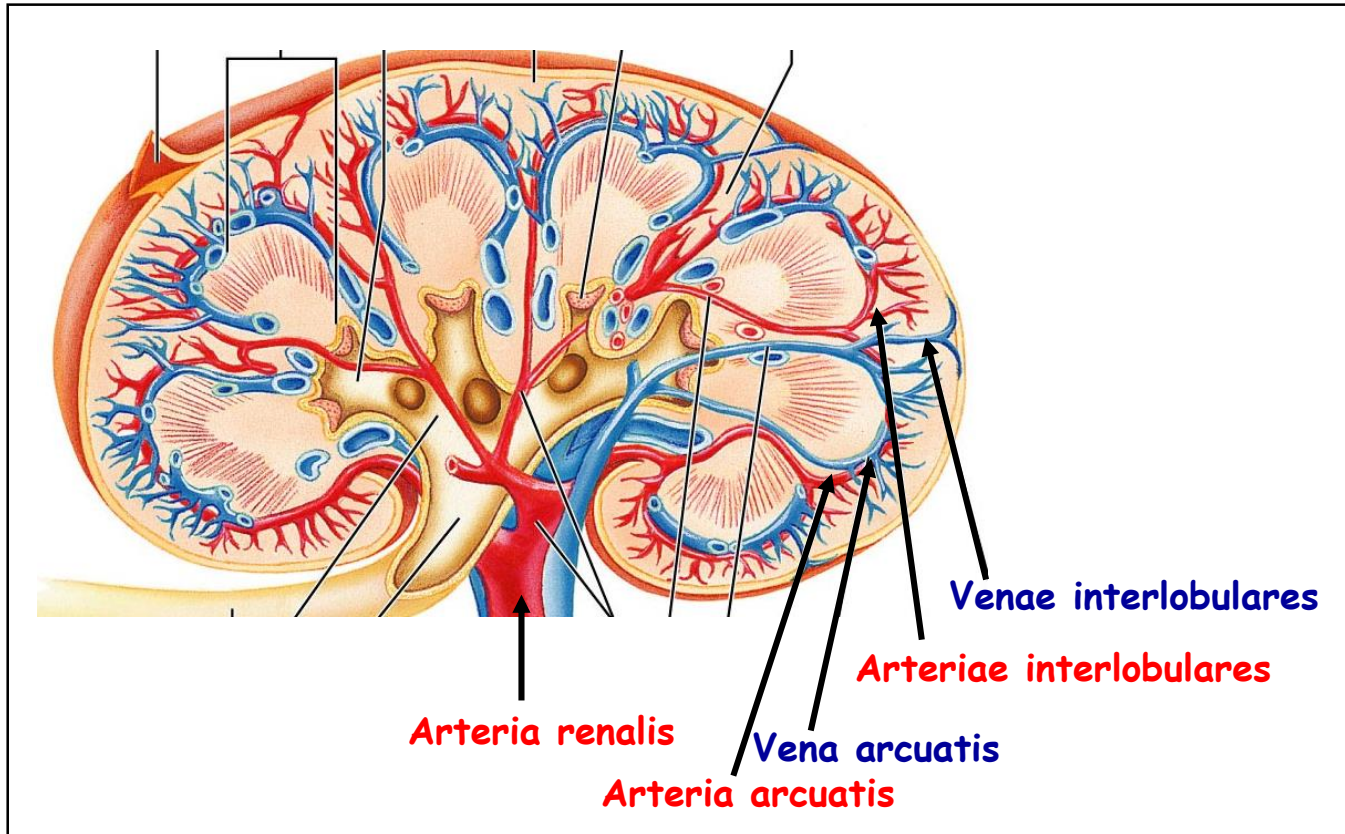
Podélný řez sběracími a proximálními kanálky



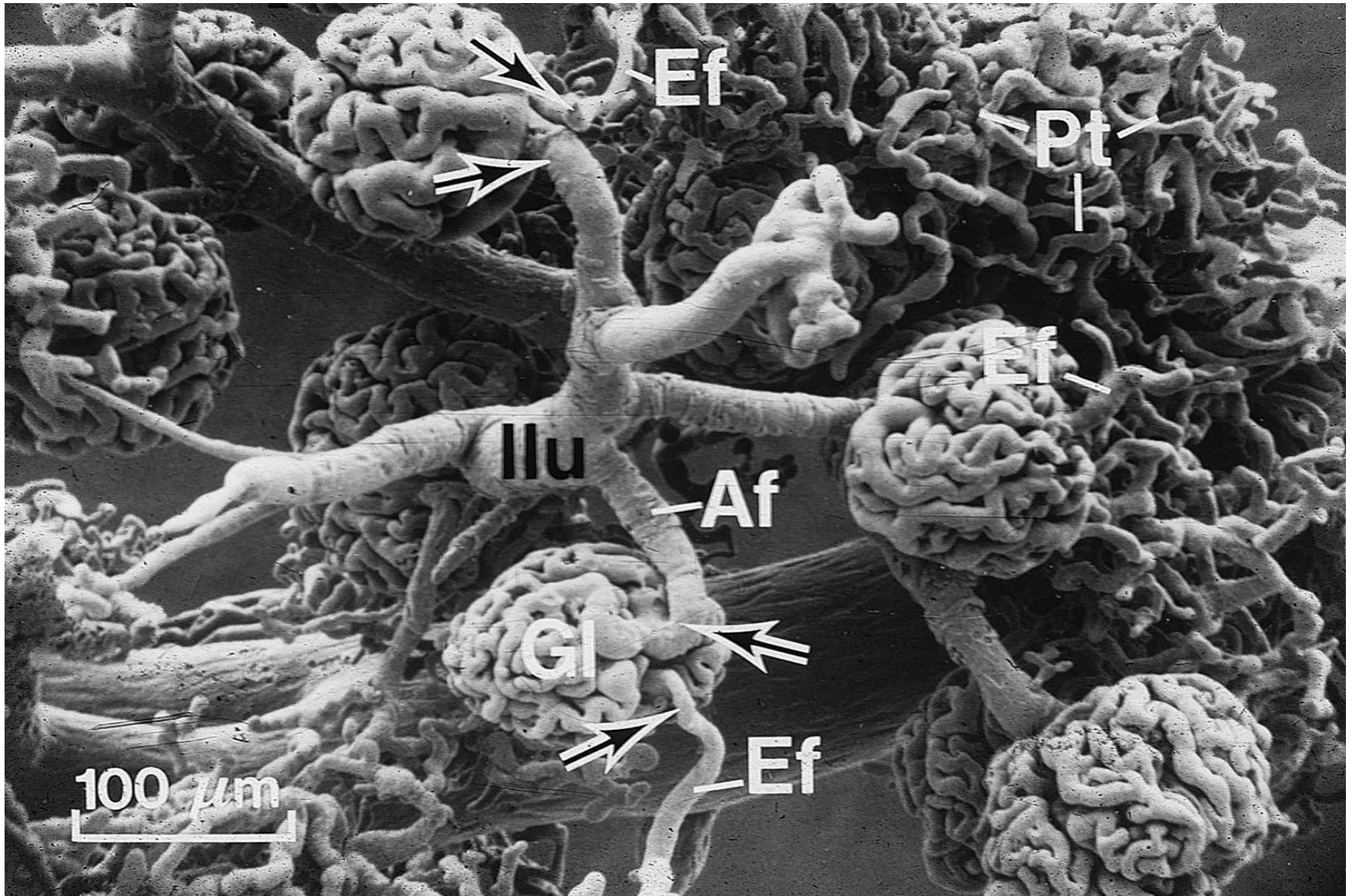
Krevní oběh ledviny



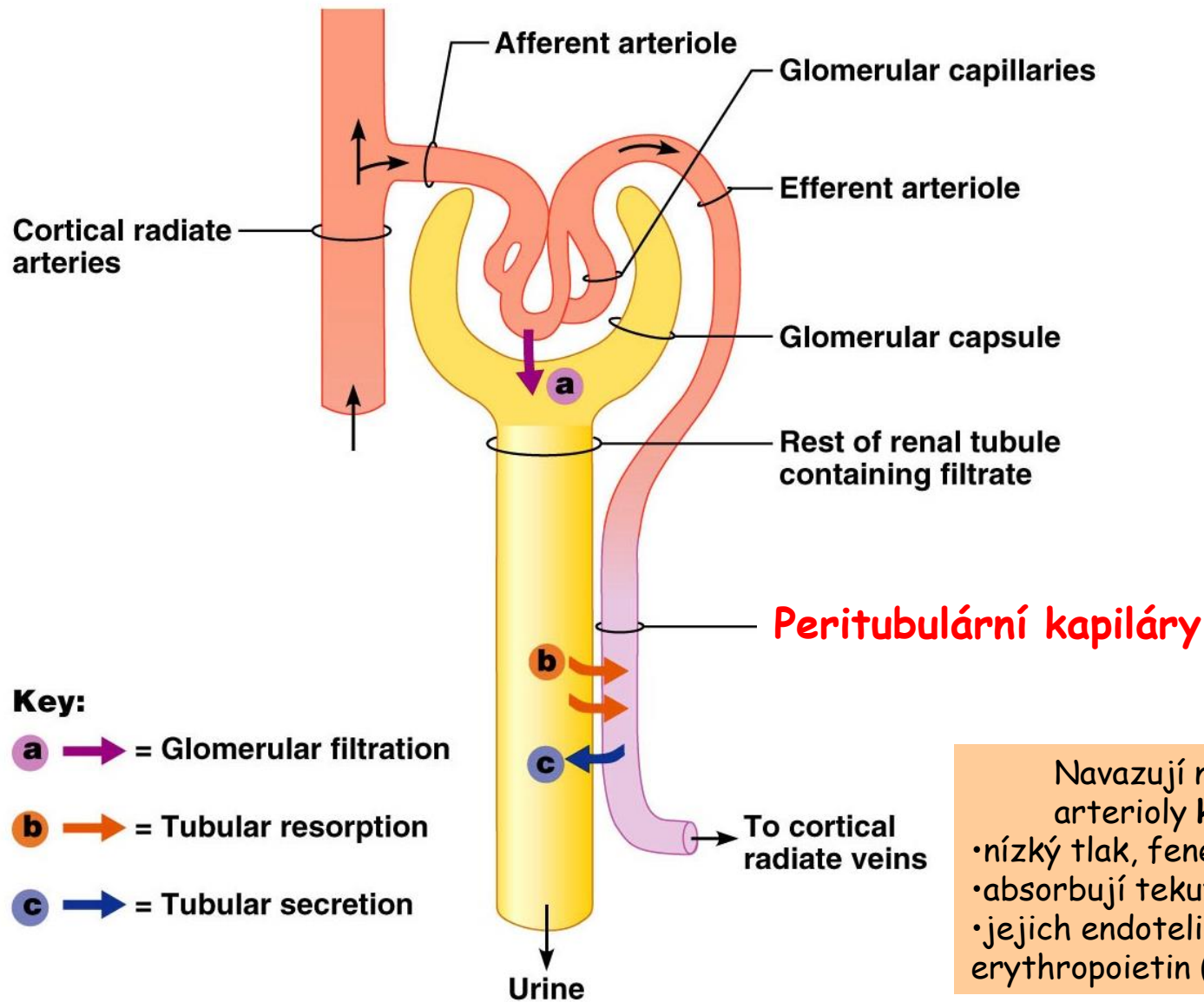
Krevní oběh ledviny



Krevní oběh - Aferentní + eferentní arterioly



Krevní oběh - Peritubulární kapiláry

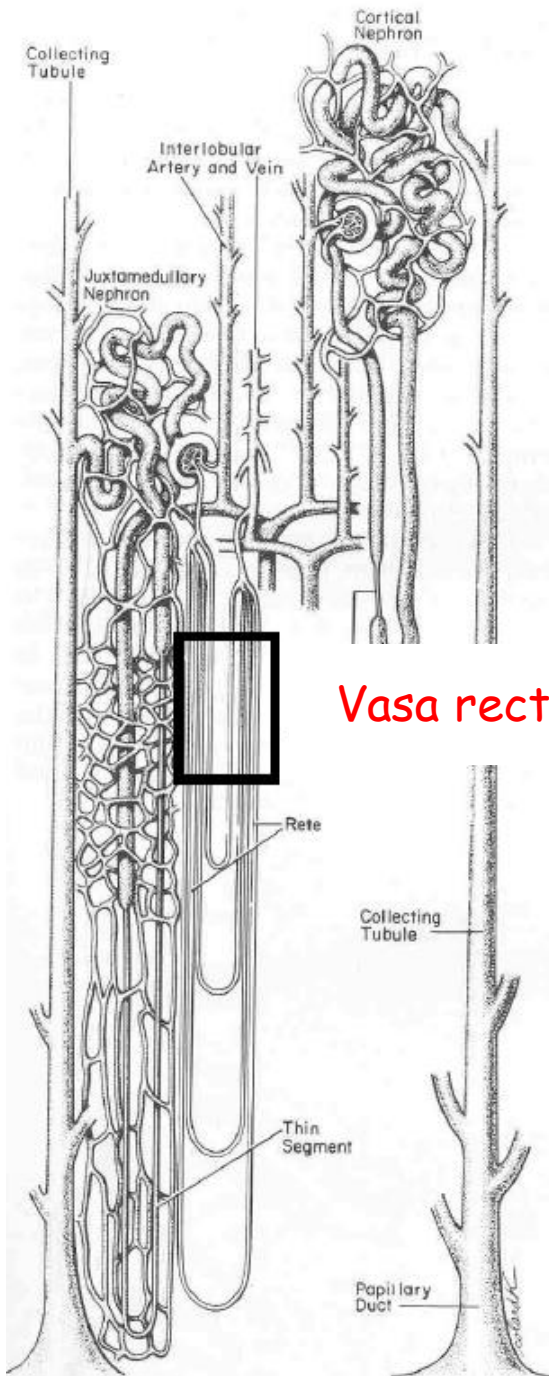


Navazují na eferentní arterioly kortikálních nefronů

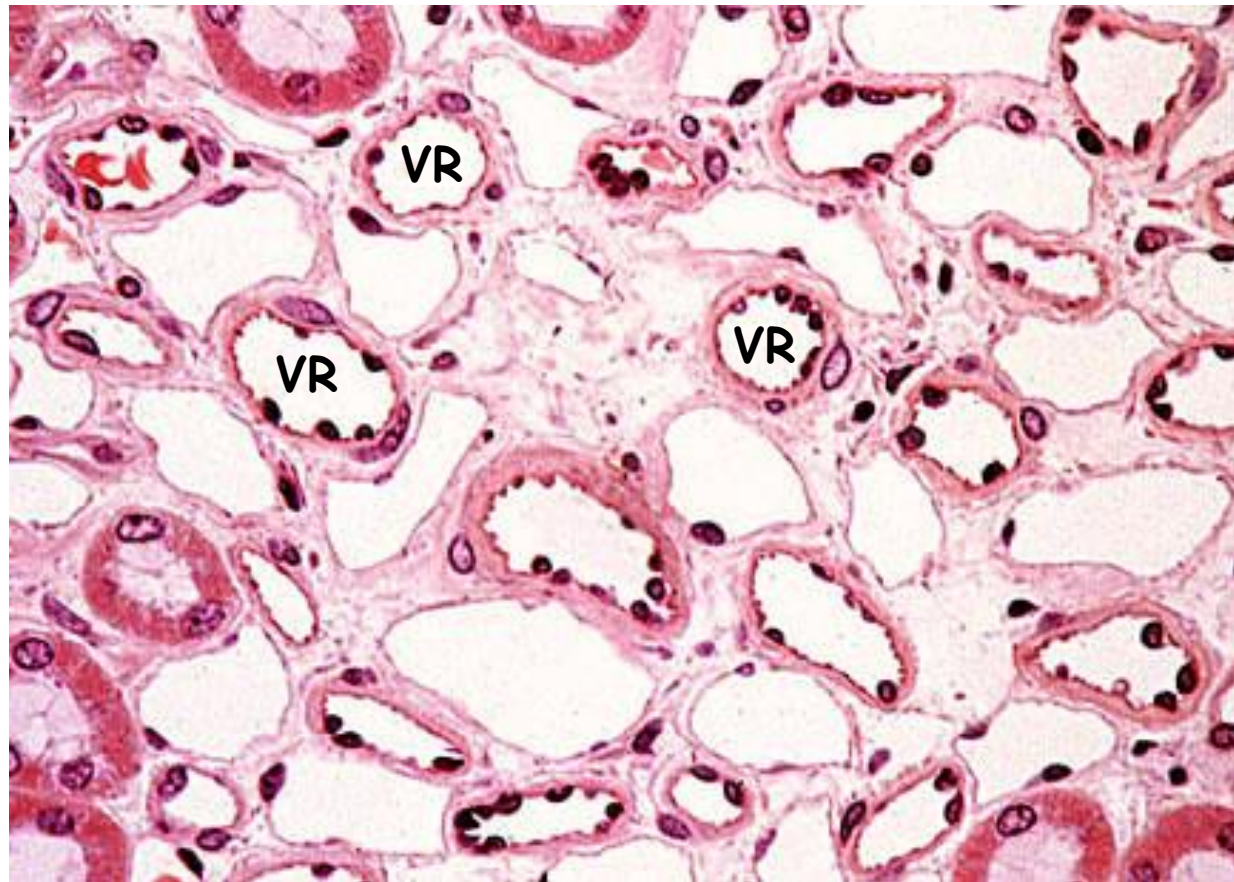
- nízký tlak, fenestrace
- absorbují tekutiny
- jejich endotelie produkuje erythropoietin (?)

Krevní oběh - *Vasa recta*

- navazují na eferentní arterioly **juxtamedullary nephron**
- tenkostěnné cévy s kličkou
- délka 10-25 mm
- části koncentračního systému ledviny



Vasa recta



Vývodné cesty

- Ledvinné kalichy (malé a velké)
- Ledvinná pánvička
- Močovody
- Močový měchýř
- Močová trubice

Společná organizace

(kalichy, pánvička, močovody, měchýř)

• Sliznice (Mucosa)

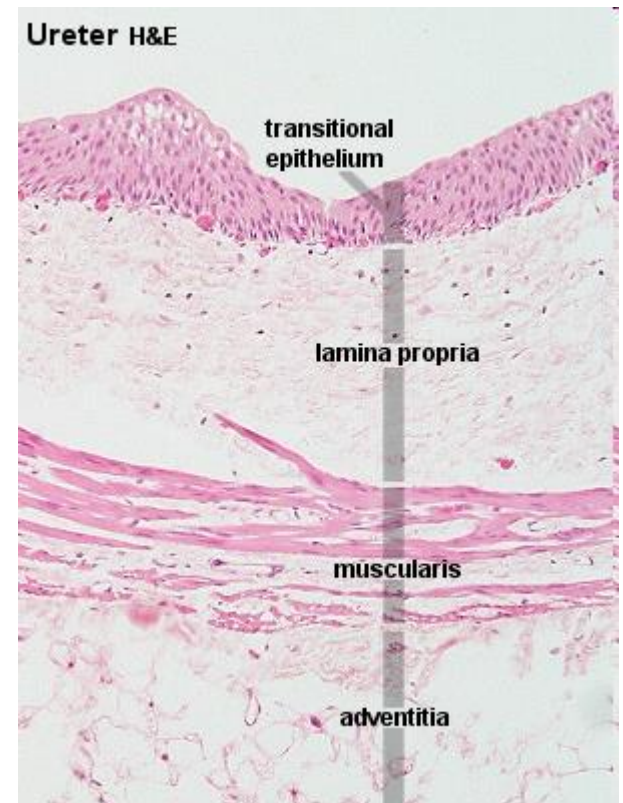
Epitel (přechodní)

Bazální membrána

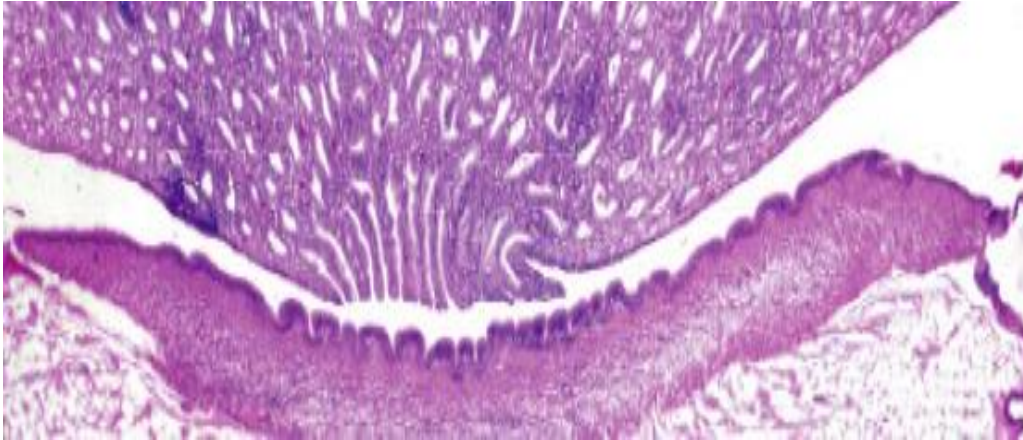
Lamina propria/submucosa

• Tunica muscularis (hladká svalovina)

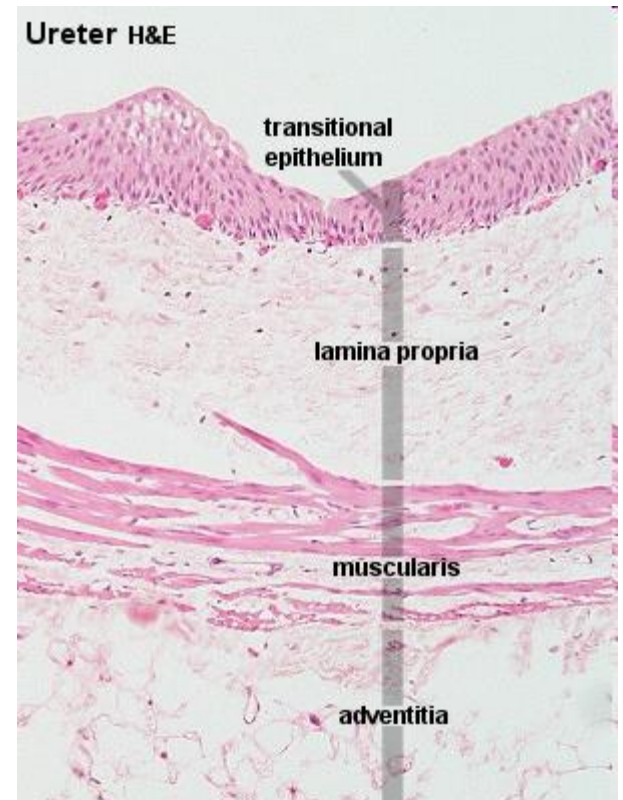
• Tunica adventitia/serosa



Ledvinné kalichy a pánvička

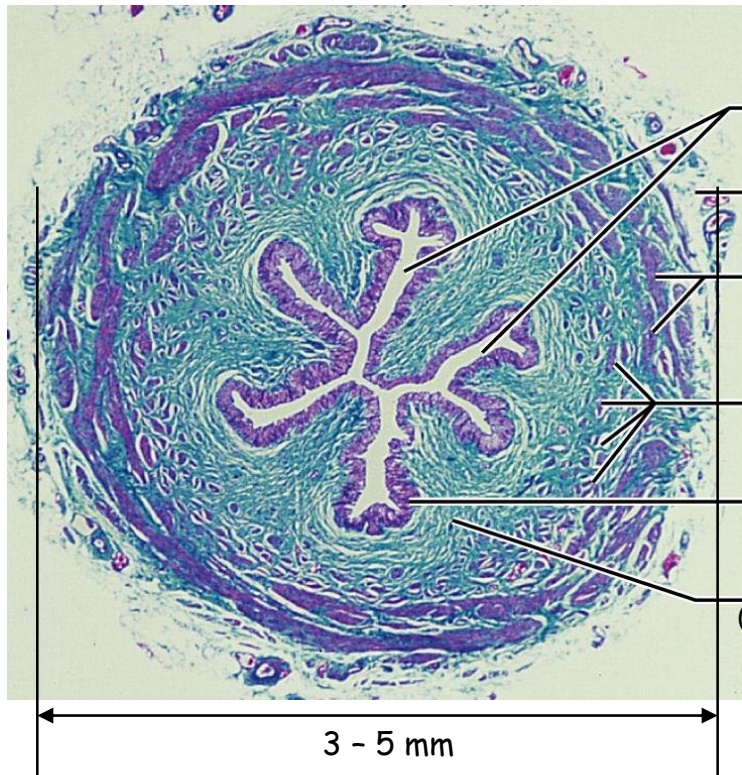


- Minimální lamina propria/submucosa
- Tenká tunica muscularis
- Tunica adventitia - mísí se s tukovou tkání renálního sinu



Močovody

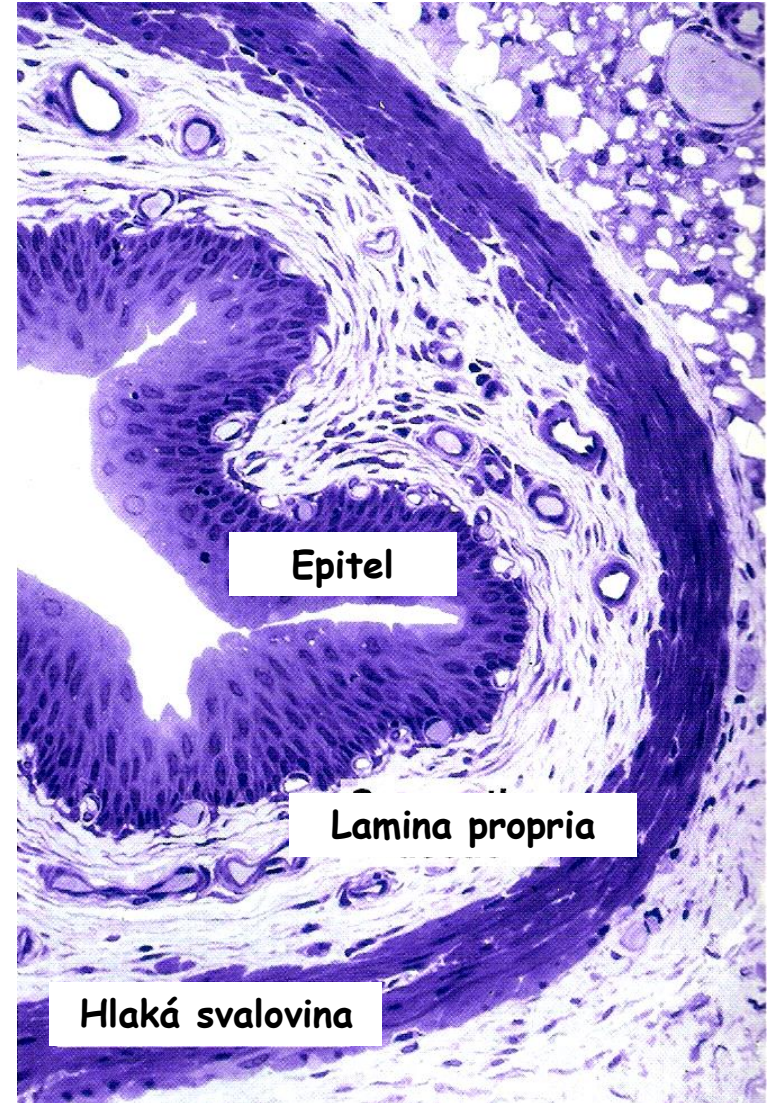
(délka asi 25-30 cm)



Lumen
Adventitia
Cirkulární m.
(vnější)
Longitudinální m.
(vnitřní)
Epitel
(3-5 vrstev)
Propria
(fibroelastické v.)

3 - 5 mm

- Moč z pánvičky do měchýře
- Stěny jako pánvička
- Stěna se ztlusťuje směrem k měchýři
- Peristaltika



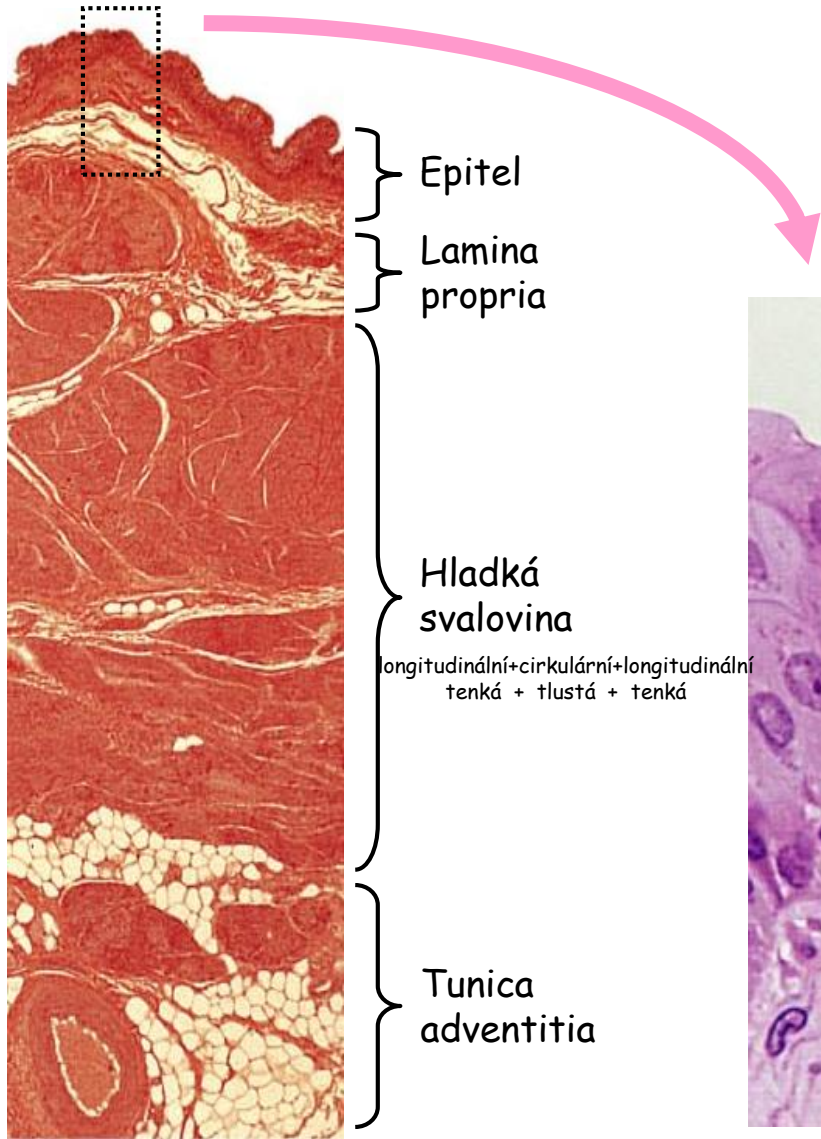
Epitel

Lamina propria

Hláká svalovina

Močový měchýř

Silná tunica muscularis - při orificium urethrae int. → **m. sphincter vesicae**.



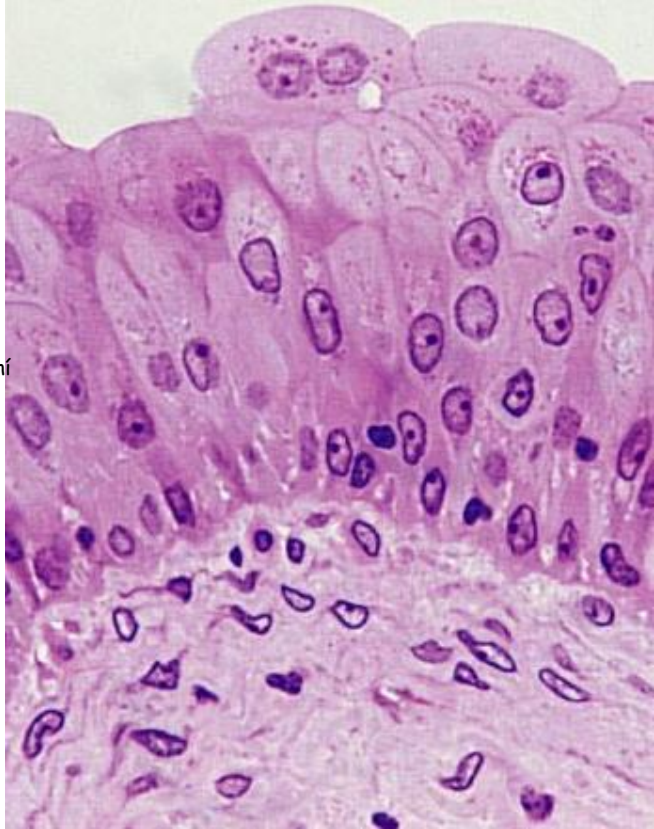
Epitel

Lamina propria

Hladká svalovina

longitudinální+cirkulární+longitudinální
tenká + tlustá + tenká

Tunica adventitia

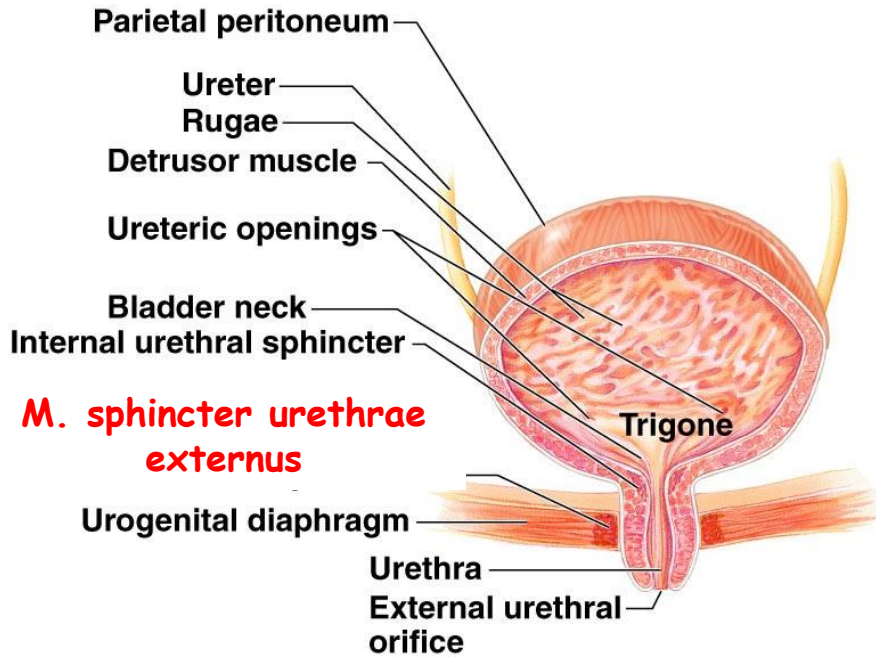


Epitel přechodní

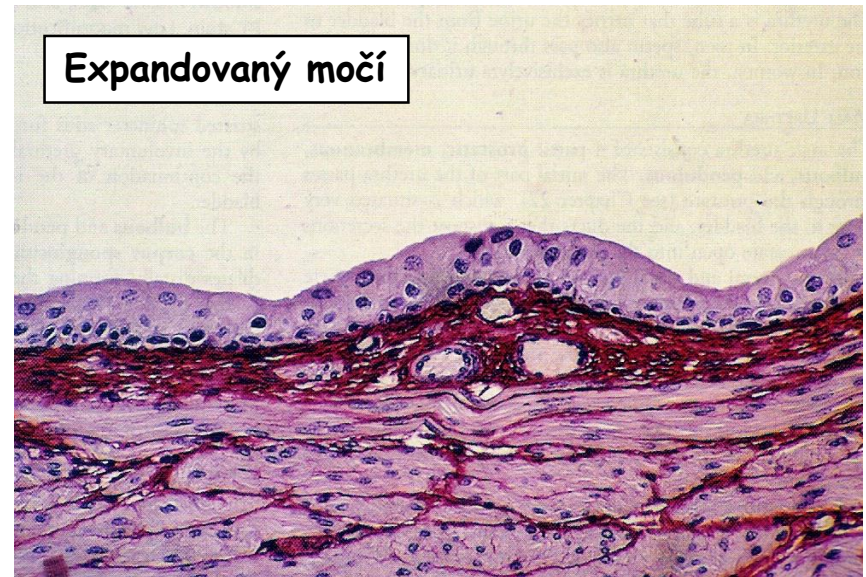
Bazální membrána

Lamina propria

Močový měchýř

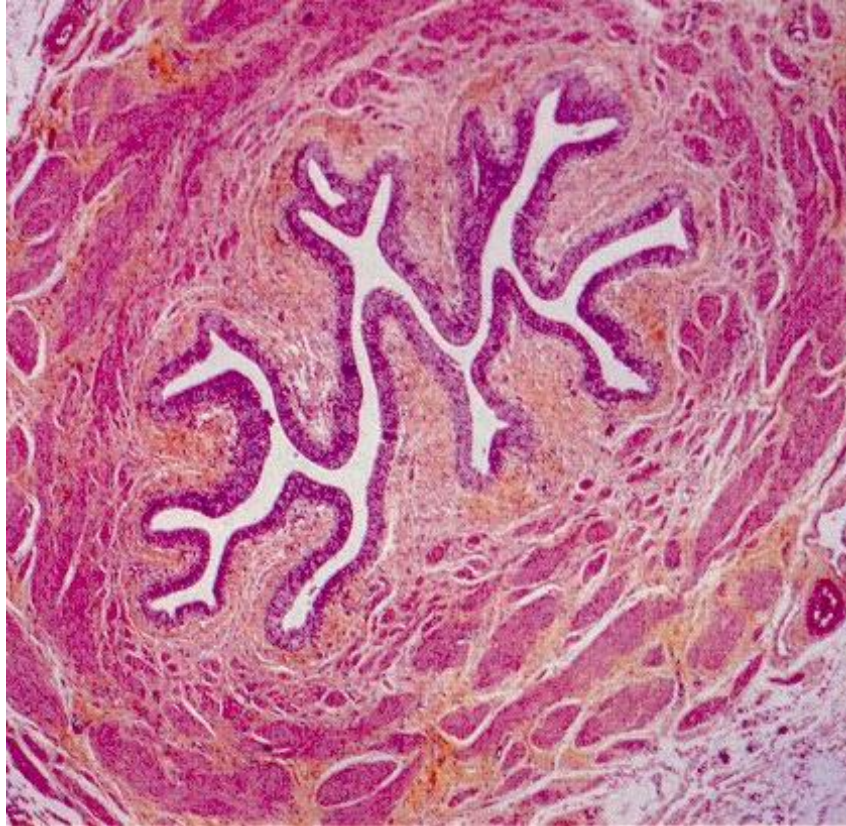


(b)



Ženská močová trubice

(délka 4-5 cm)



Přechodní epitel

- Přechodní + vrstevnatý dlaždicový ep.
- Zřasená mucosa (fibroelastická propria)
- Dvouvrstvá tun. muscularis
- Littreovy žlázy

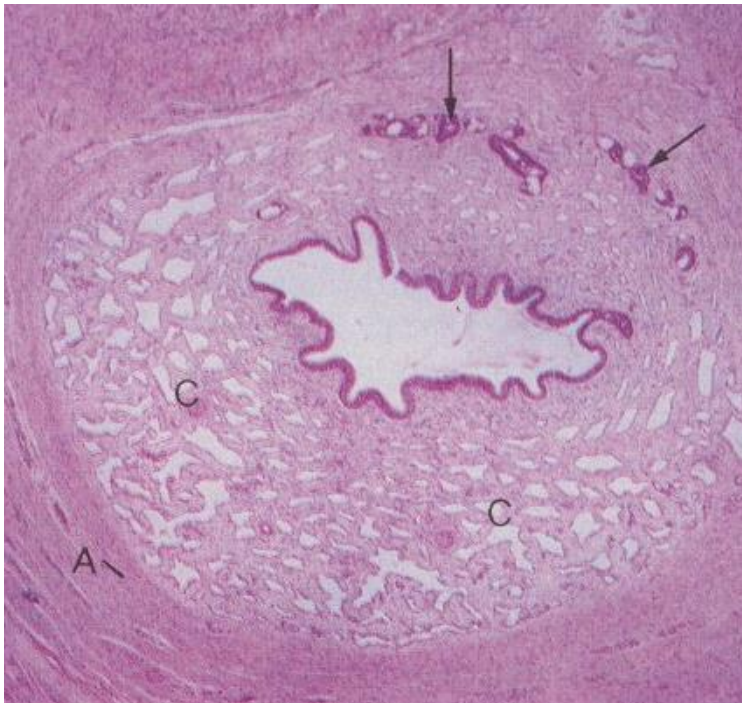
Mužská močová trubice

(délka 15-20 cm)

Pars prostatica - přechodní ep., vývody prostaty

Pars diaphragmatica - vrstevnatý cylindrický ep., M. sphincter urethrae externus

Pars cavernosa et bulbaris - víceřadý cylindrický + vrstevnantý dlaždicový ep.



Spongy - penile

A - Tunica albuginea

C - Corpus spongiosum (topořivé)

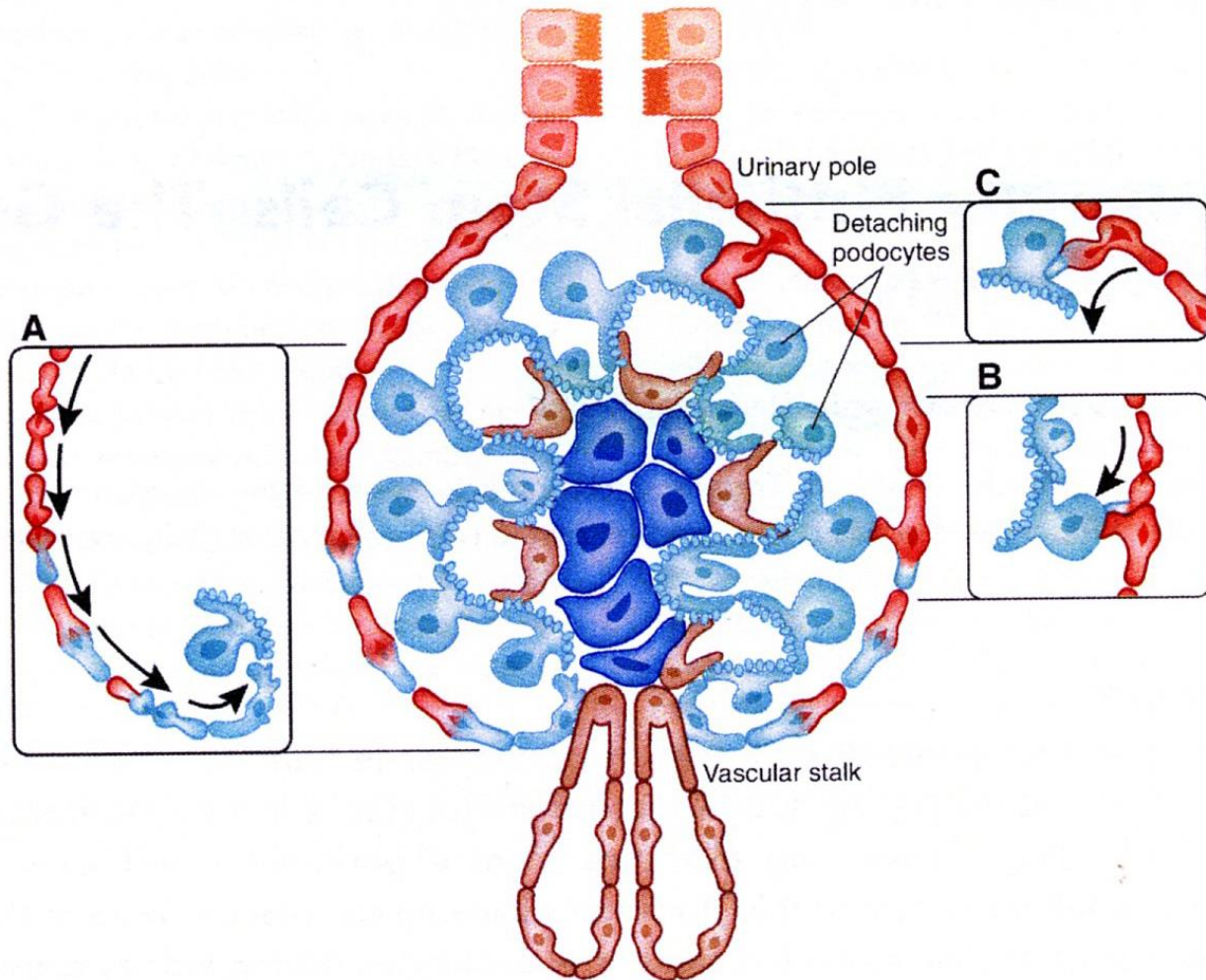
Šipky - Littreovy žlázy



Fossa navicularis

Vrstevnatý dlaždicový epitel

Dialýza x Transplantace ledviny x Regenerace ?



Děkuji za pozornost !

Dotazy a komentáře na:
ahampl@med.muni.cz