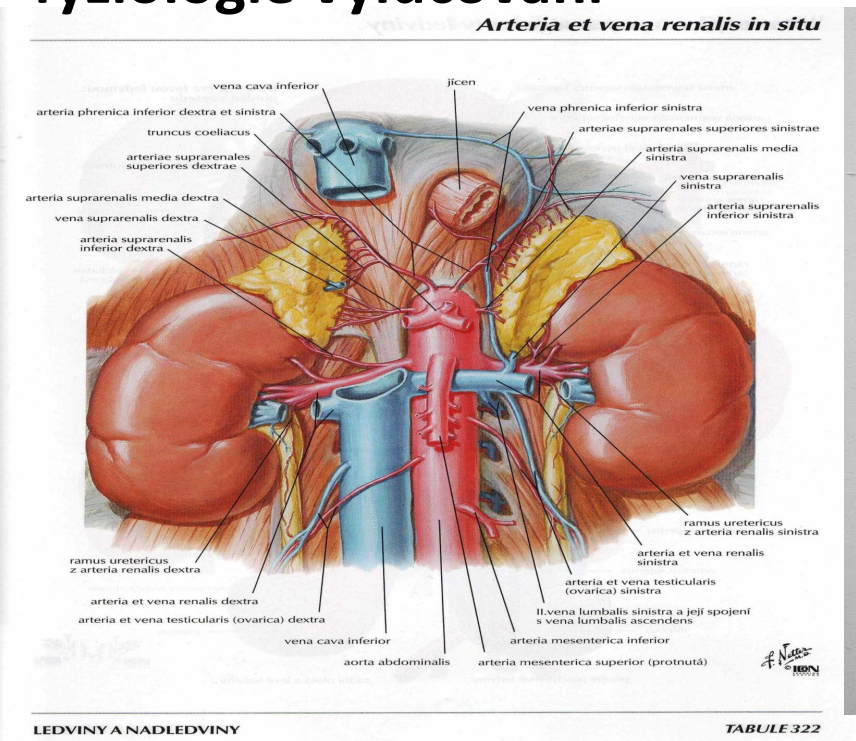
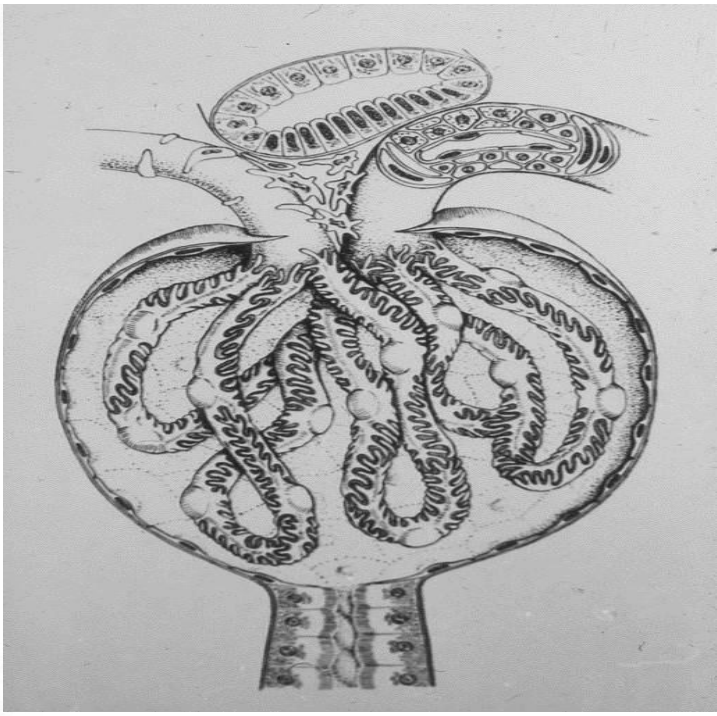
Fyziologická funkce ledvin a fyziologie vylučování

Močový systém

MUDr. Richard Becke





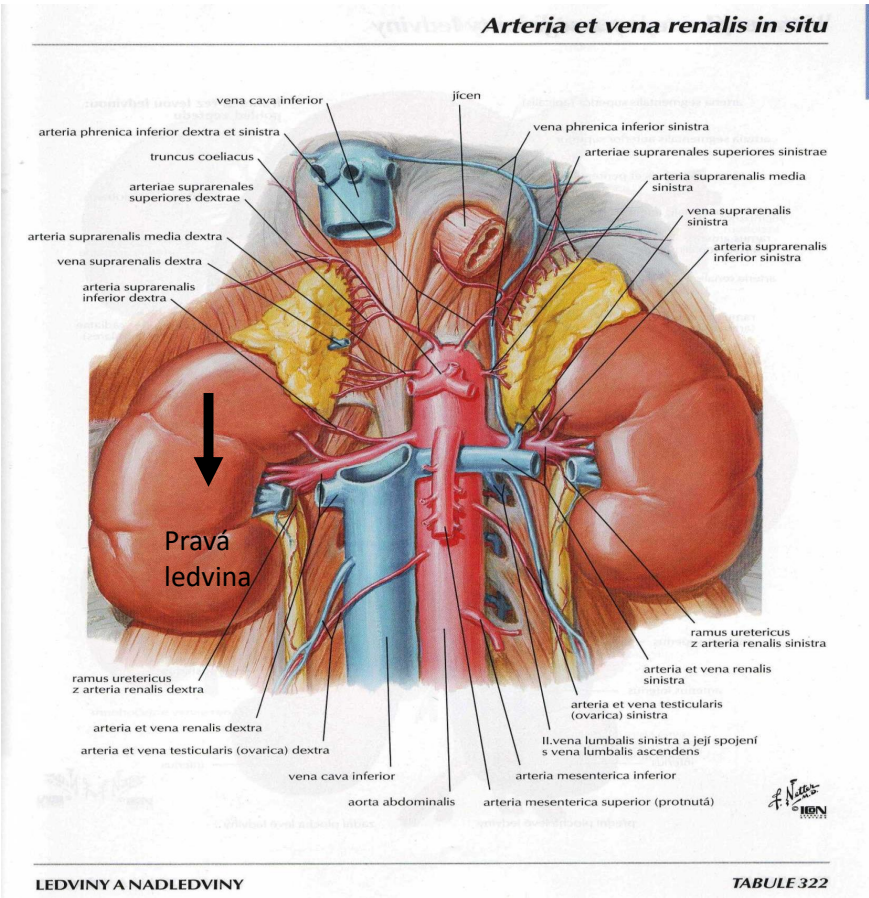
Ledvina

řec. nefros

Nejdůležitější vylučovací párový orgán

Udržování homeostázy

Endokrinní funkce



Ledviny: Uložení

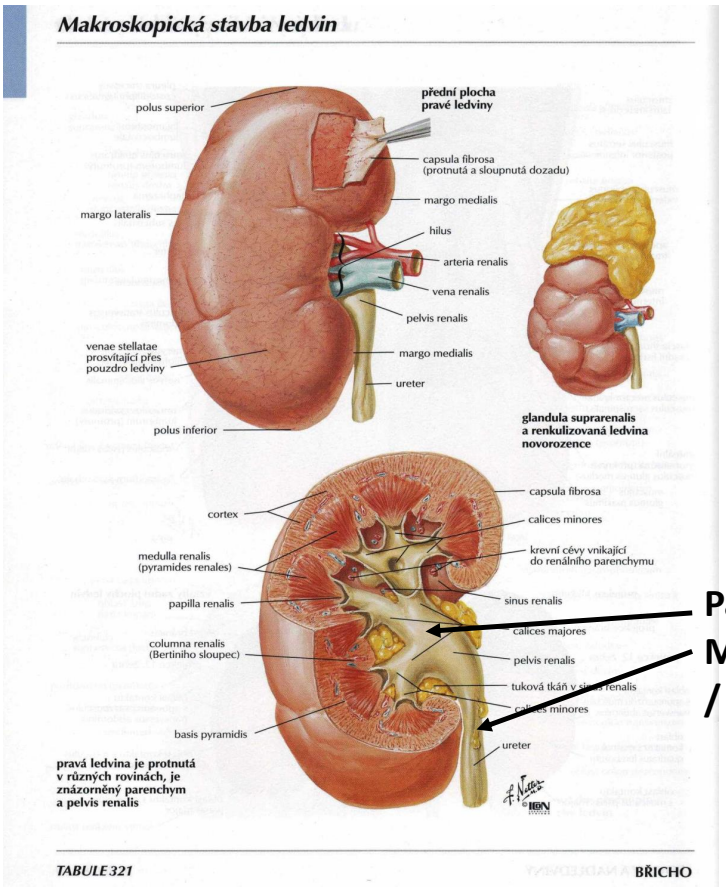
Retroperitoneálně a
Capsula adiposa renis:

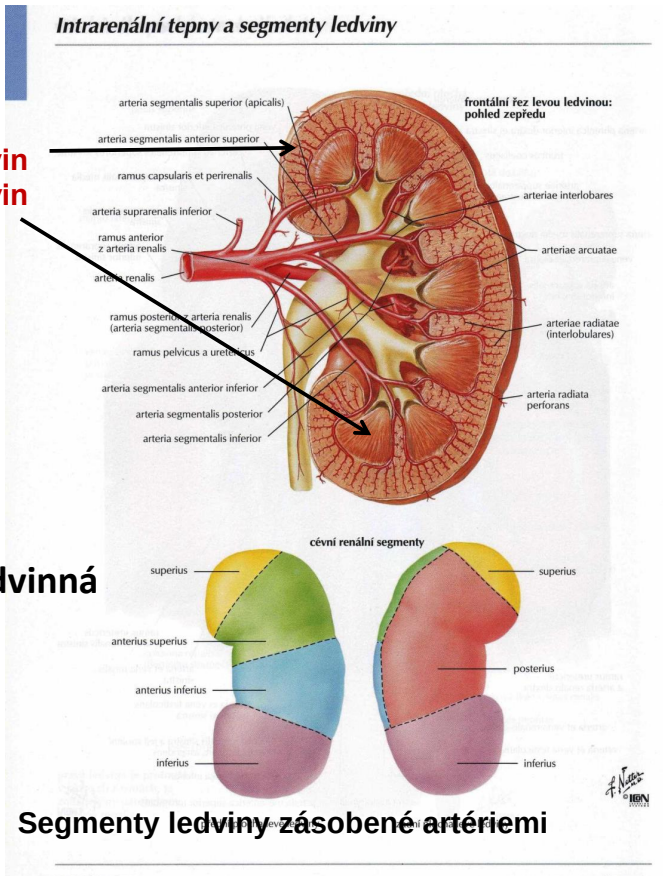
Termostabilní prostředí

Mechanická ochrana

Krátký odstup od břišní aorty – přívod krve – krátká a .renalis a
Segmentální artérie /5 /

Pevné vazivové pouzdro





Kůra ledvin
Dřeň ledvin

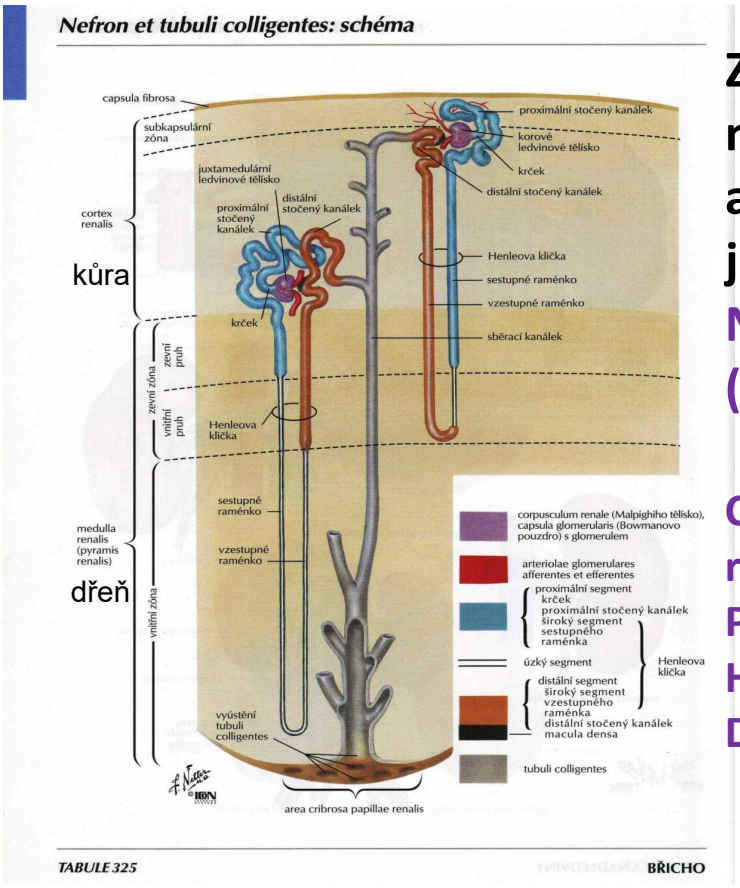
Pánvička ledvinná
Močovod
/ Ureter /

Segmenty ledviny zásobené artériemi

Průtok krve ledvinami

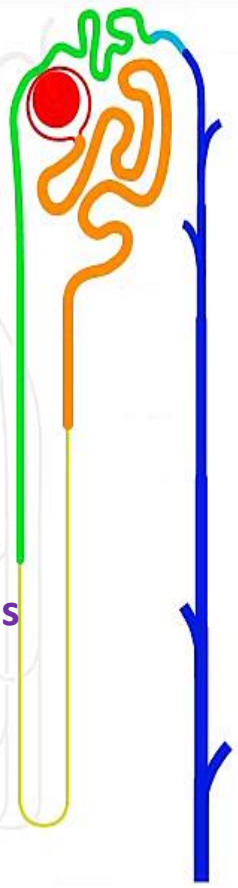
- 1,2 – 1,3 litru krve / za 1 minutu
- Tj. **150 – 180 litrů / 24 hodin**
- (to je 25 % klidového srdečního výdeje)
- 18 ml kyslíku / 1 minutu.

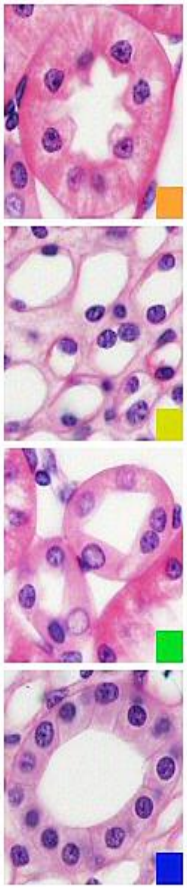
- Normální filtrace z krve je :
- **1,5 ml / 1 sekundu**
- 160 – 180 litrů se přefiltruje primární moči / 24 hod.
- Resorpce z primární moči zpět do krve a
- sekundární moči je přibližně : 2,0 – 2,5 litru / 24 hodin



Základní morfologickou a funkční jednotkou je NEFRON (má 4 části)

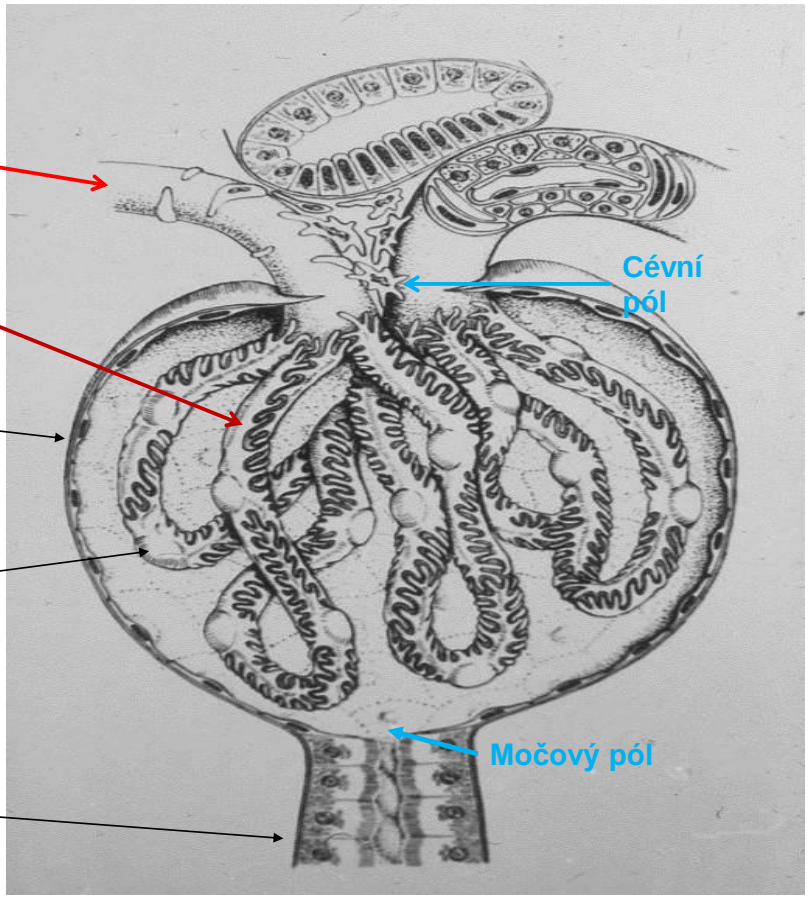
Corpusculum renis,
Proximální tubulus
Henleova klička
Distální tubulus





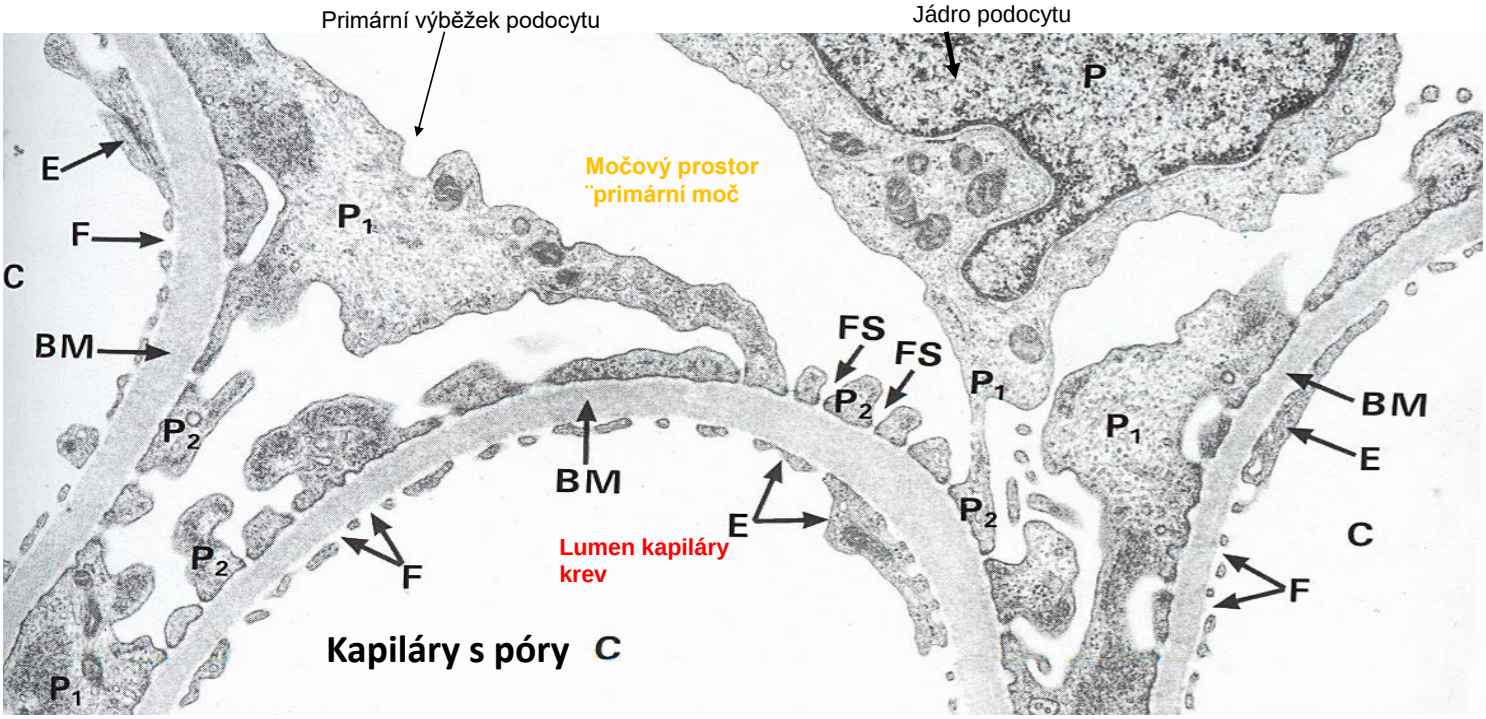
Corpusculum renis

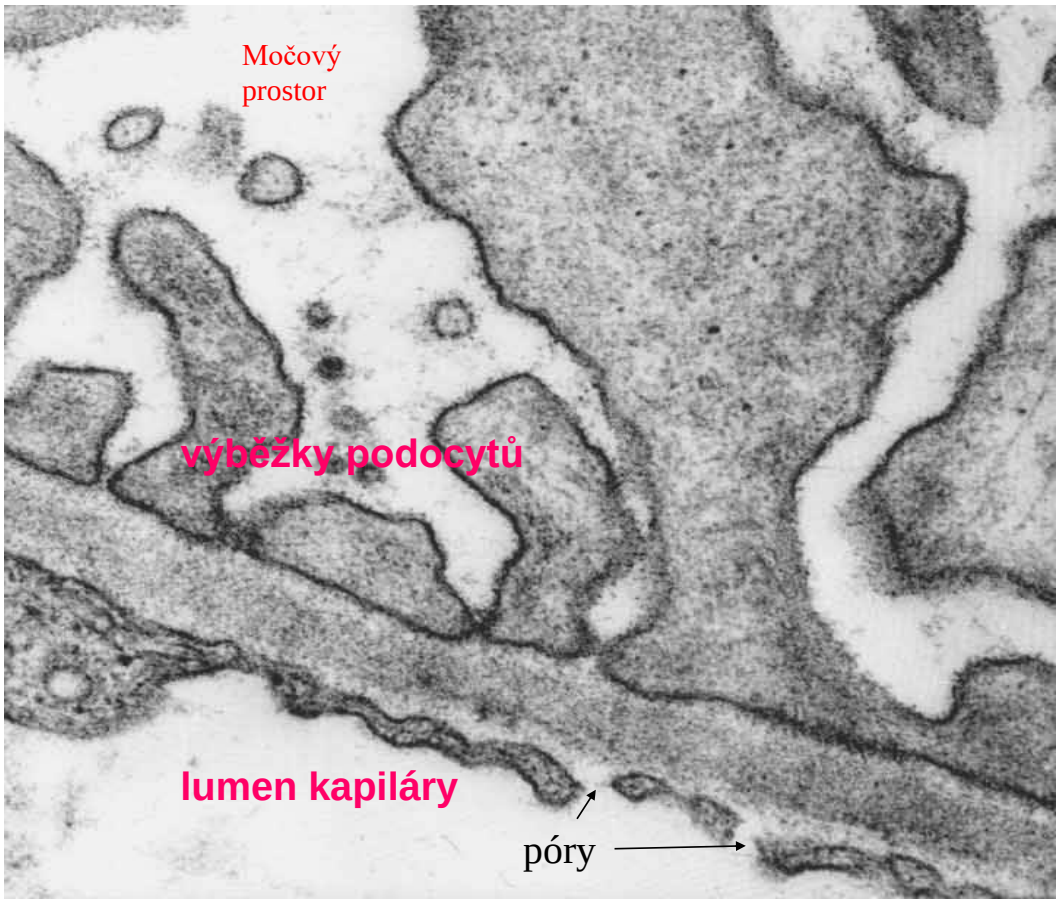
- **1/ Vas afferens , vas efferens** - obě **arterioly** – cévní pól tělíska
- **2/ glomerulum** – klubíčko kapilár
- **3/ Bowmanovo pouzdro** – má parietální list
- / jednovrstevný plochý epitel / a má viscerální list – na povrchu kapilár – reprezentují ploché buňky **– pódocyty.(primární výběžky a sekundární výběžky – pedikly ,Filtrace krve.**
- Močový pól – primární moč / filtrát / odtéká do proximálního tubulu.



Hemo – urinární bariéra / kapiláry s póry, splynuté laminy basalis ,pedikly pódocytů/, póry u kapilár – zde chybí diafragma

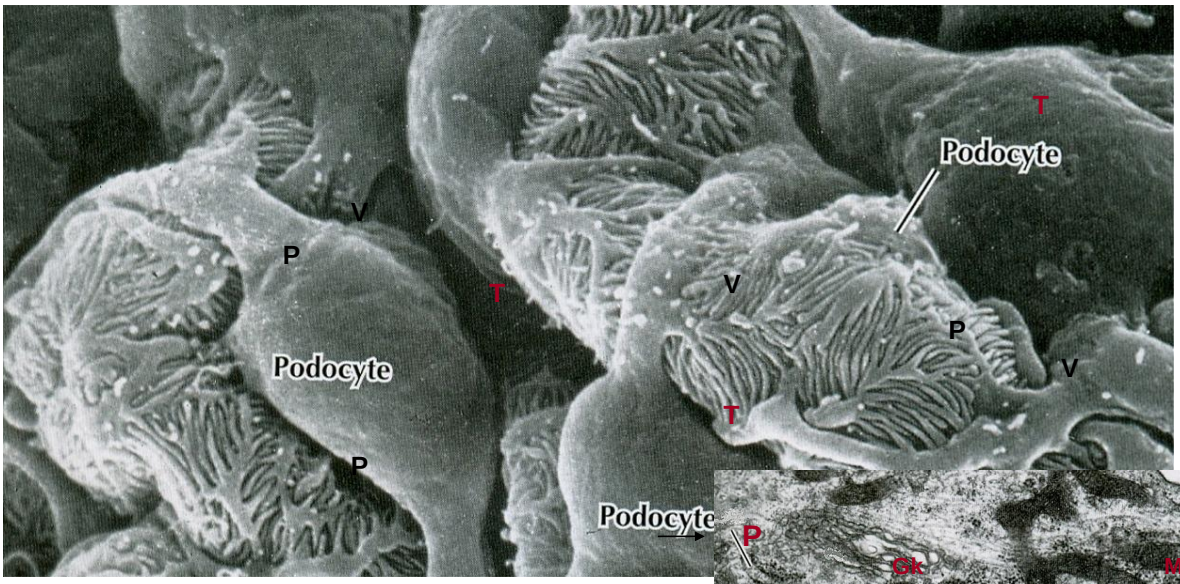
Fenestrované kapiláry , póry : 70 – 90 nm – chybí diafragma / E / , /F/ - fenestrace , pór v endotelové b.
Basální membrána pódocytu a endotelové buňky / BM /
Mezi pedikly prostor okolo 25 nm./ tenká diafragma / pedikly P2 , FS – filtration slit – filtrační štěrbina /




Močový
prostor
výběžky podocytů
lumen kapiláry
póry

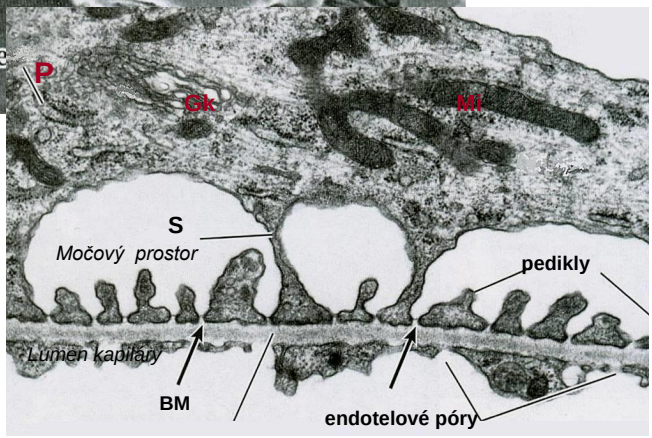
Glomerulární filtrace

- Počet nefronů : 2 až 2,5 milionu v obou ledvinách
- Glomerulus kapilár – kapiláry s póry / chybí diafragma /
- Splynuté basální membrány endotelu a podocytu – zadrží všechny makromolekuly,
- Štěrbiny mezi pedikly – zde je diafragma !!!! Projdou molekuly od 4 nm do 8nm.
- Ultrafiltrace krevní plasmy – proteiny neprojdou kromě albuminů / 7 nm /
- **Pouze 0,2 % albuminů proti množství v krevní plasmě.**
- Do primární moči / filtrátu / přejde 128 ml krevní plasmy za minutu.
- Primární moč : 160 – 180 litrů / 24 hodin.



Elektronogram
SEM
Netter´s Essential Histology, 2008

T = tělo podocytu s jádrem
V = primární výběžek
P = interdigitující sekundární výběžky

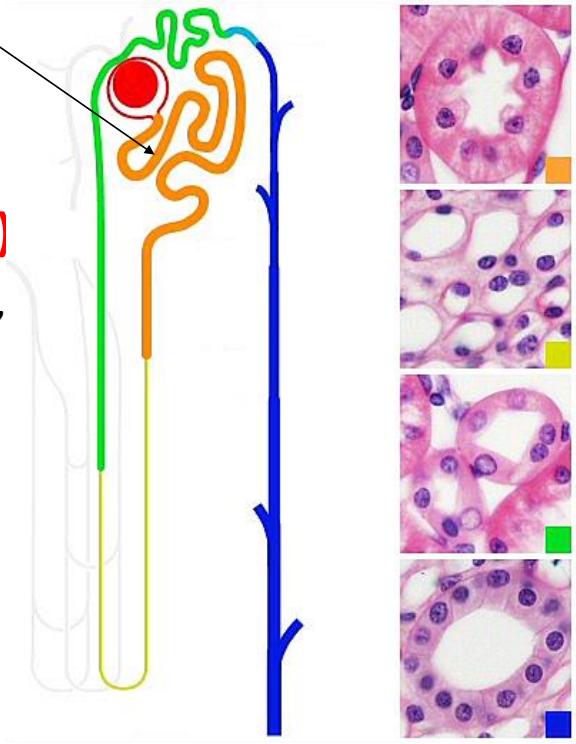


Podocyty jsou modifikované epitelové buňky, jejichž *tělo* (T) se větví v několik silnějších *primárních výběžků* (P), které vybíhají v mnohočetné *sekundární výběžky* (P). Sekundární výběžky, pedikly (S) obemykají kapiláry a jsou připevněné k jejich zevnímu povrchu rozšířenou nožkou. *Pedikly* jsou zakotveny do glomerulární bazální membrány (BM), která vznikla spojením bazálních membrán epitelu a endotelu. Tělo podocytů a primární výběžky se nedotýkají bazální membrány. Cytoplasma výběžků podocytů obsahuje četná aktinová filamenta a mikrotubuly.
Šipky = filtrační (interpedikulární) štěrbiny, které jsou přemostěné tenkou membránou (tloušťka okolo 7 nm)

Resorpce v dalších částech nefronu

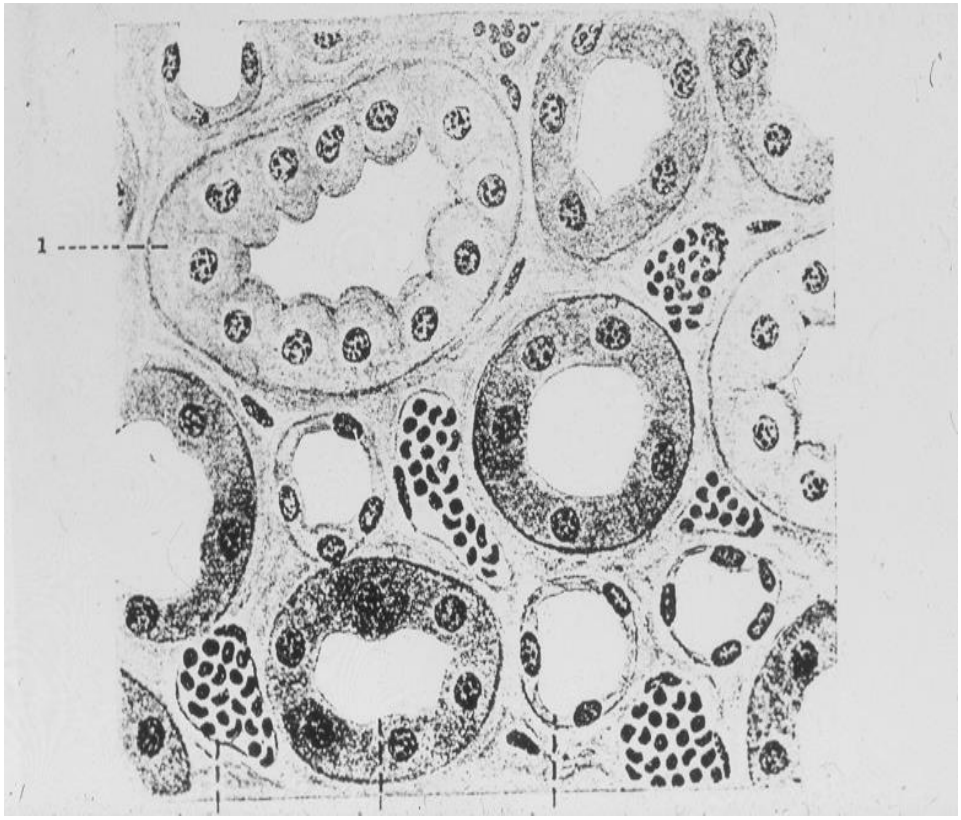
- **Proximální tubuly** – pars convoluta a následuje
- pars recta
- Jediný úkol : redukce objemu glomerulárního
- filtrátu. **zpětně se resorbuje 75 – 80 % !!!!)**
- Resorpce : Na+,Cl-, hydrogenkarbonát, močovina,
- K+,Ca2+,Mg2+,fosfáty, glukóza, aminokyseliny.

- Basální labyrint u buněk proximálních tubulů –
- „**Sodíková pumpa „** mitochondrie – ATP.
- Energie je potřeba pro :
- Aktivní přestup Na+ iontů z primární moči.



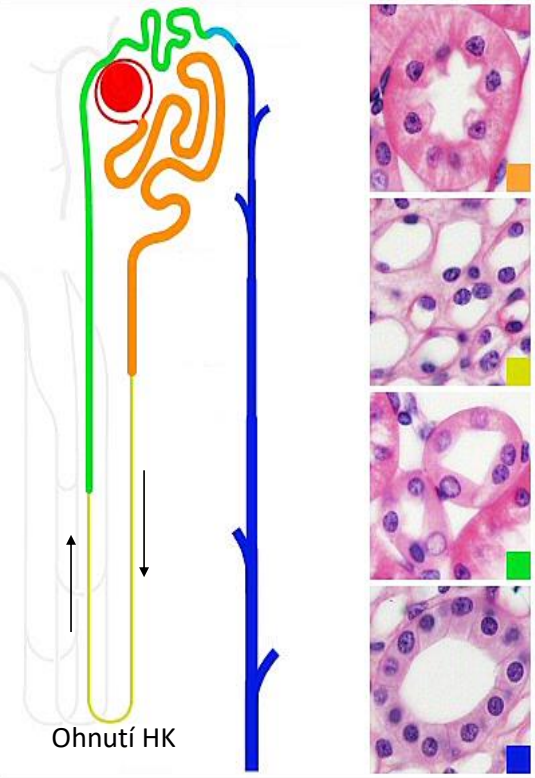
Henleova klička

- Sestupné raménko, vzestupné raménko
- Histologicky rozlišitelný :
- **Úzký segment** : průměr :
- 10 – 15 um
- **Výstelka** :
- Jednovrstevný plochý epitel
- **Široký segment** : průměr :
- 15 - 30 um
- **Výstelka:**
- Jednovrstevný kubický epitel
- Protiproudový multiplikační
- systém.



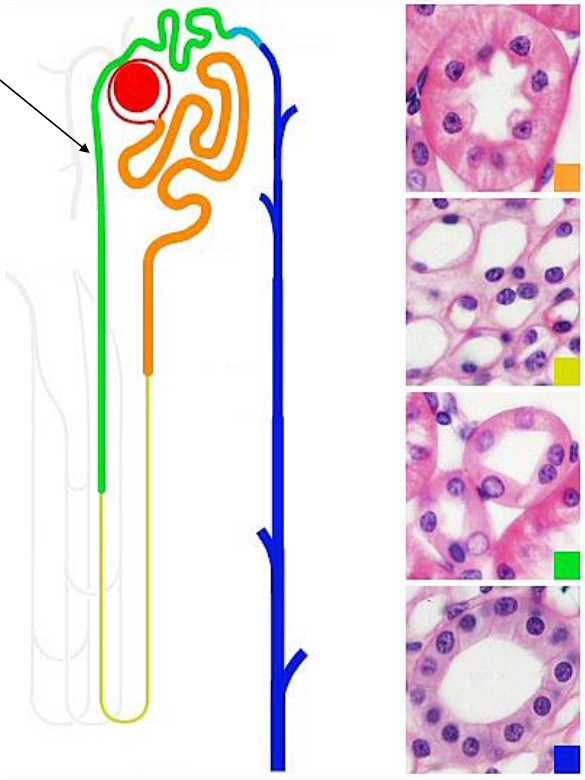
Henleova klička

- Tenký segment – sestupné raménko HK.
- Tlustý segment – vzestupné raménko HK
- Z proximálního tubulu přitéká asi 20 – 25 %
- primární moči.
- Tenký segment – volně propustný pro vodu a rozpuštěné
- látky. V ohnutí HK - moč hypertonická.
- Tlustý segment – **nepropustný pro vodu** – ale Na+K+-ATPáza
- zajistí : je silně propustný pro Na+ , Cl-, ven : Tedy :
- Interstitium se stává silně **hypertonické** – odsává vodu ze
- všech útvarů ve dřeni / sběrací kanálky / - vyrovnat
- hypertonicitu interstitia.
- Do distálního tubulu odtéká **hypotonická tekutina.**
- **Dřeňový multiplikační systém.**



Distální tubulus

- Přitéká hypotonická moč z HK.
- Do interstitia – zpětná resorpce vody ,Na+,Cl-,
- HCO3-,fosfáty,K+, močovina.
- Moč se stává ještě více hypotonickou.
- Resorpce vody a tím jsme na 5 % původního
- objemu glomerulárního filtrátu.
- Vliv hormonu : Mineralokortikoid :
- **Aldosteron** / kůra nadledviny / - zvyšuje resorpci
- Na+ a naopak exkreci K+, H+, zde v distálním
- tubulu.
- Zbytek tekutiny odtéká do sběracího kanálku.

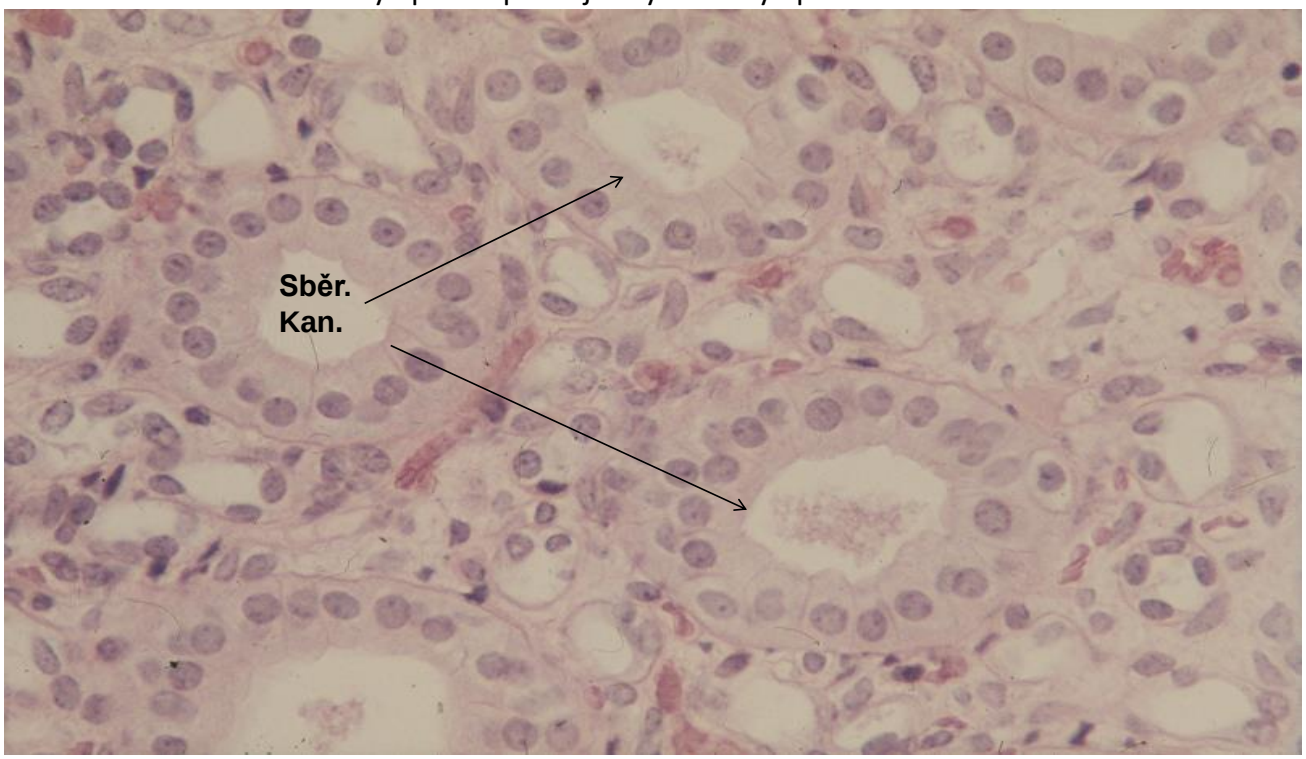


Sběrací kanálek

- Závěrečná kvantitativní a kvalitativní úprava definitivní moči.
- Zpětná resorpce vody z tubulární tekutiny co přitéká z distálního tubulu.
- / Přitéká hypotonická moč /.
- Důležitá propustnost stěny sběracích kanálků pro vodu pod vlivem hormonu
- ADH / vasopresin / Antidiuretický hormon. Hypothalamus.
- **Bez hormonu je stěna nepropustná !!!!!!** A odtékalo by z těla veliké množství
- hypotonické moči / diabetes incipidus /.
- Při aktivním hormonu – resorpce vody do interstitia a moč se definitivně
- stává **hypertonickou.**

Odtok moči / nejsou součástí nefronu !!! /

- **1/ Sběrací kanálky** – tubuli colligentes - dřeň ledviny
- Jednovrst. kubický epitel – později – cylindrický epitel.



Definitivní moč

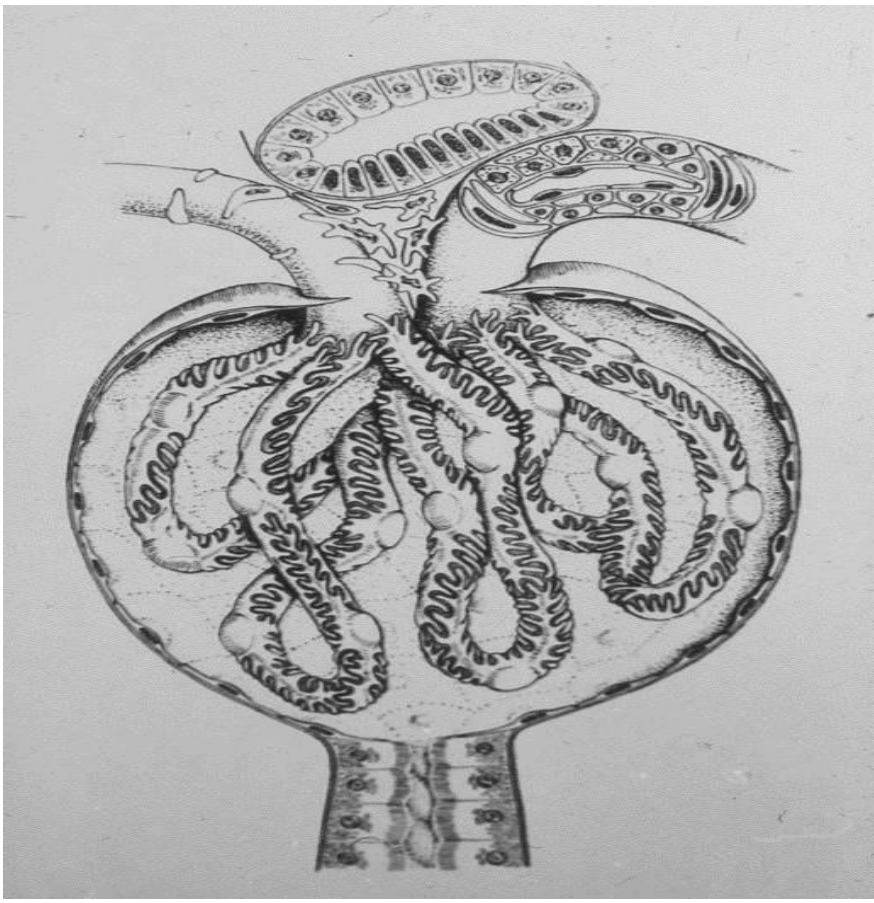
- Celkové množství definitivní moči za 24 hodin : 1,0 – 1,5 litru
- **Diuréza** / asi 1 % primární moči /
- Snížení tvorby : **Oligurie**
- Zástava tvorby moči : **Anurie**

- Zvýšená tvorba : **Polyurie** / např. nedostatek ADH /
- Např. Pojem **glykosurie** - přítomnost glukózy v moči. / normálně – není přítomna /
- Čerstvá moč – barva zlatožlutá / barvivo urochrom /
- pH - kyselé

Endokrinní funkce ledviny

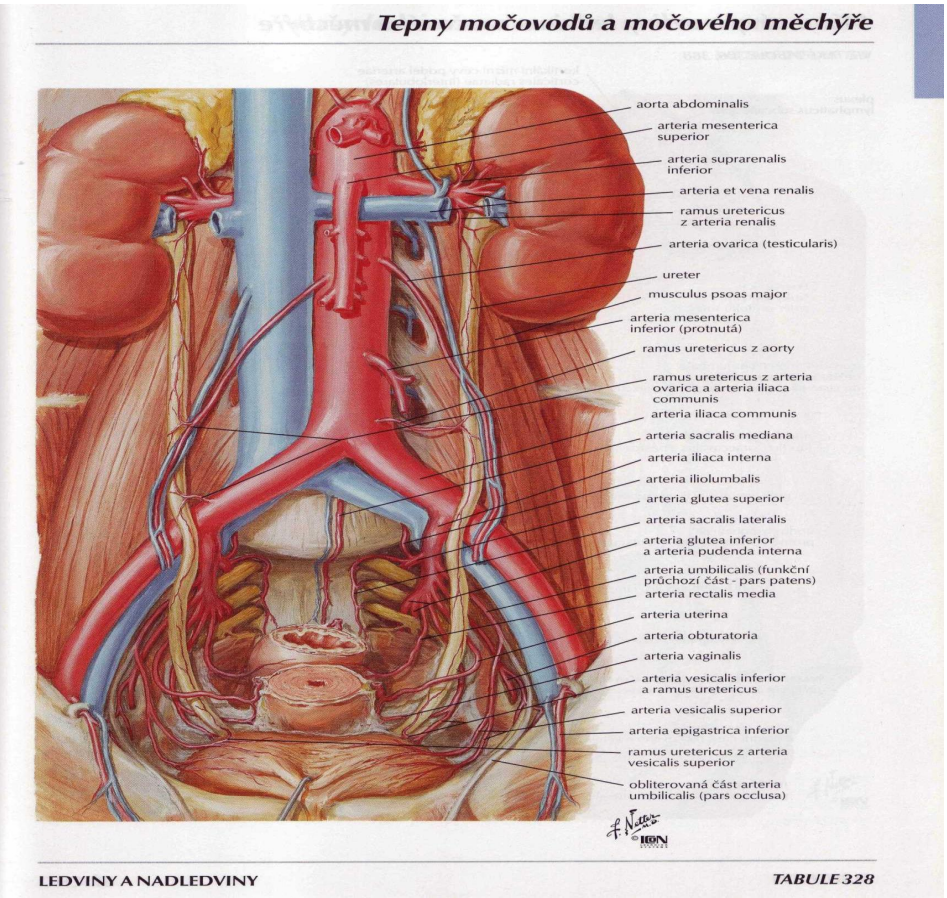
- 1/ juxtaglomerulární buňky / modifikované hladké svalové buňky ve stěně vas afferens /
- 2/ buňky macula densa / buňky distálního tubulu /
- 3/ mesangiální buňky/extraglomerulární a intraglomerulární mesang. buňky/

- **Hormony : erytropoetin / vliv na erytropoézu/**
- **Renin** : v krvi – katalyzuje hydrolýzu angiotensinogenu – angiotensinogen I do aktivního angiotensinogenu II / větší produkce
- aldosteronu a vasokonstrikce artérií / zvýšení krevního tlaku /

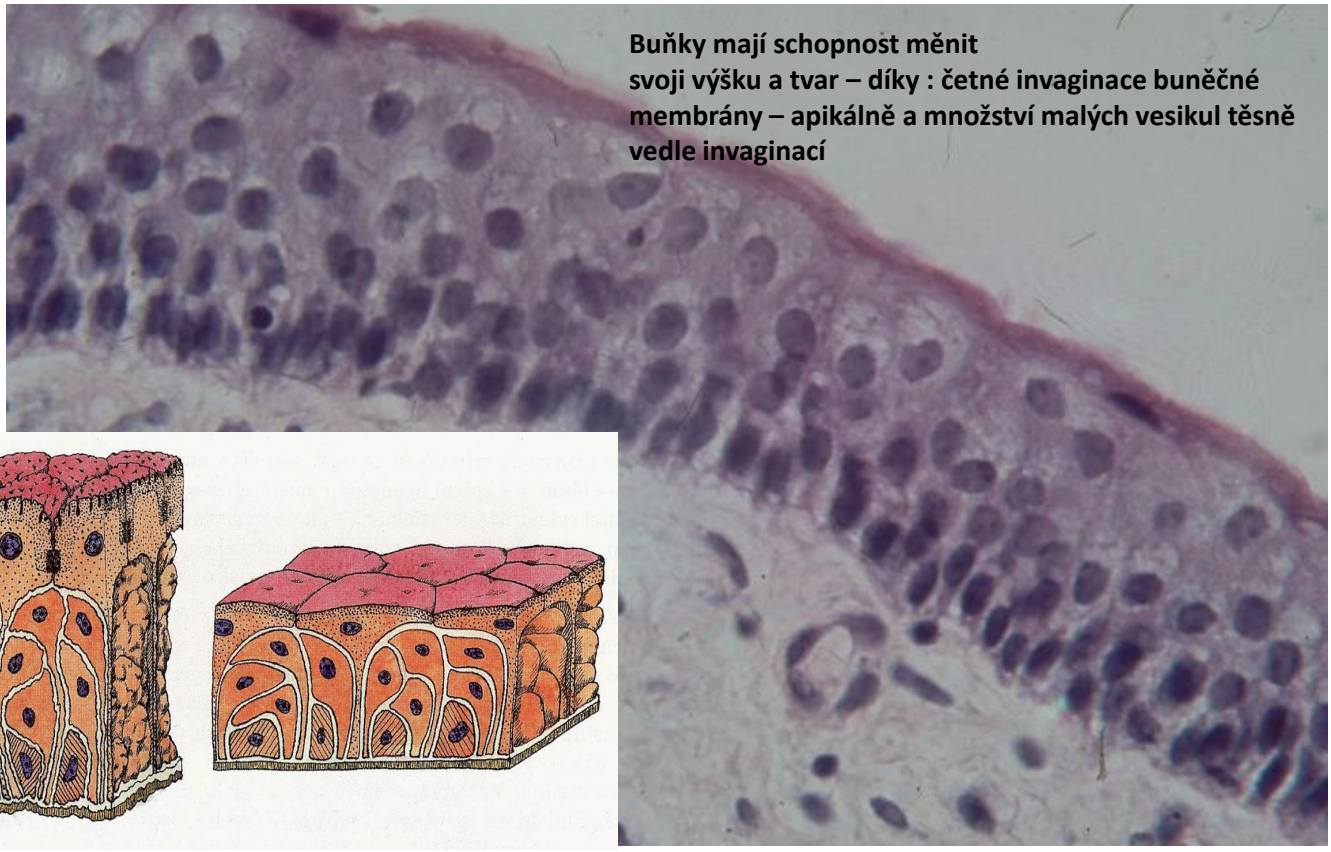


Vývodné cesty močové extrarenální

- **1/ URETER délka: 20 - 30 cm**
- **Průměr : 4 – 5 mm**
- **stěna má 3 vrstvy a 3 zúžení :**
- **A) odstup z pánvičky**
- **B) přechod přes vasa iliaca**
- **C) vstup do močového měchýře**
- **3 úseky ureteru:**
- **úsek břišní (retroperitoneální)**
- **úsek pánevní (malá pánev)**
- **úsek intramurální (stěna močového měchýře)**



Přechodní epitel (urotel) : epitel močových cest



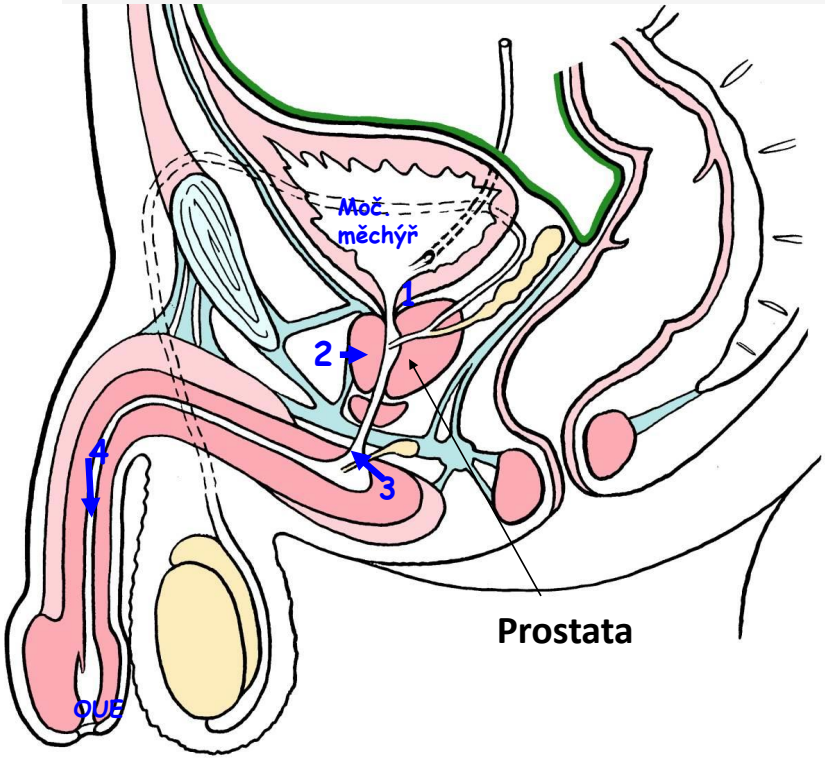
Buňky mají schopnost měnit svoji výšku a tvar – díky : četné invaginace buněčné membrány – apikálně a množství malých vesikul těsně vedle invaginací

Močový měchýř

- **Dutý orgán – rezervoár moči ,Fyziolog. kapacita : 200 – 300ml.**
- **(první nucení – 150 ml , maxim. 700 – 750 ml)**
- **Plný měchýř – fundus , corpus , apex a cervix vesicae urinariae**
- **Sliznice – nařasená , řasy se vyhladí se jen při plném močovém měchýři.**
- **Trigonum vesicae urinariae – zde nejsou řasy, vrchol trojúhelníku :**
- **odstup urethry – orificium urethrae internum**
- **a mezi ústím ureterů.**

- **Malý rezervoár moči je pánvička ledviny – asi 5 ml moči.**

Mužská močová trubice



Začátek:
ostium urethrae internum v trigonum vesicae

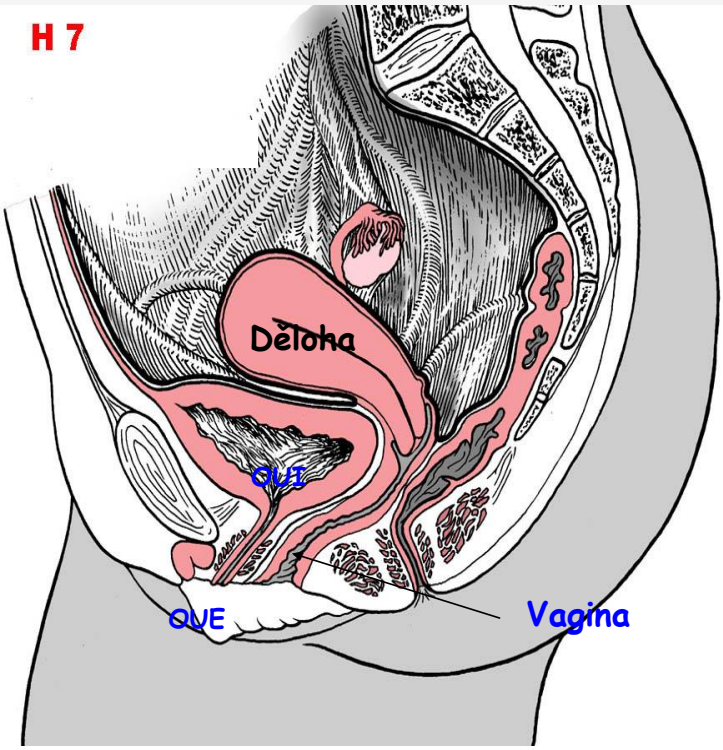
Vyústění:
Ostium urethrae externum na glans penis

Délka: 20-24 cm

Části:
1. **pars intramuralis** 0,5 - 1 cm
2. **pars prostatica** 2,5- 4 cm
3. **pars membranacea** 2 cm
4. **pars spongiosa** 15 cm

3 typy epitelů v průběhu mužské urethry

Ženská močová trubice



Začátek: Ostium urethrae internum (OUI) v trigonu moč. měchýře

Vyústění: ostium urethrae externum (OUE) – ve vestibulum vaginae, 2 ,5 cm za glans clitoridis, před vchodem poševním

Délka: 3-4 cm
Průsvit: stejnoměrný, 6-8 mm
Průběh: rovná
ve stoji probíhá šikmo dolů
vleže probíhá horizontálně
Části:

- **pars intramuralis**
- **pars pelvina**
- **pars perinealis**