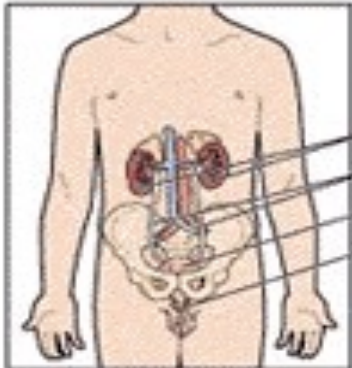
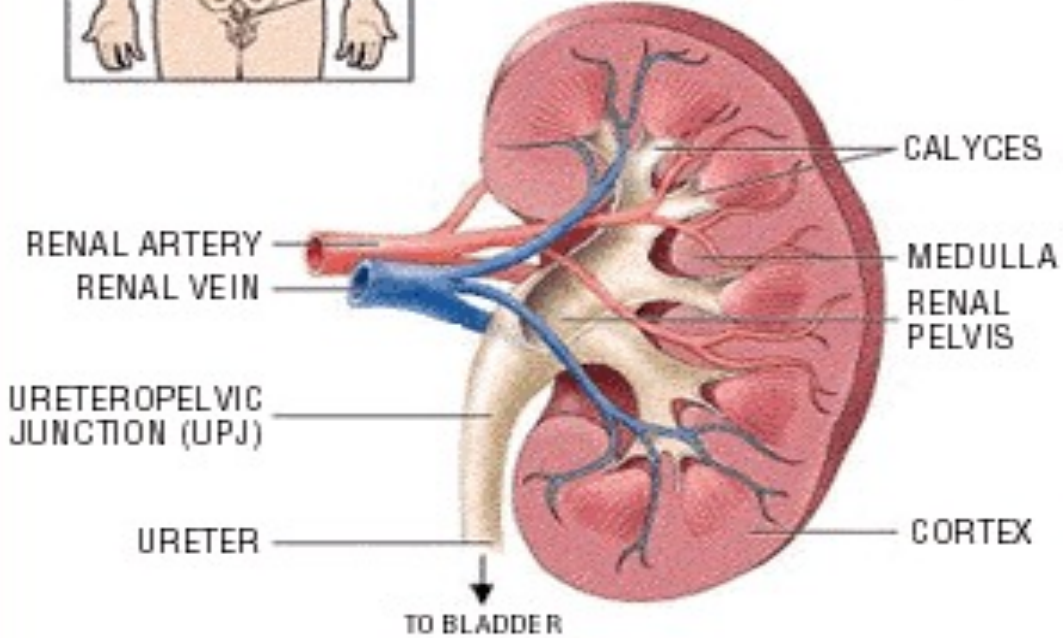


Fyziologie ledvin

THE KIDNEYS



KIDNEYS
URETERS
BLADDER
URETHRA



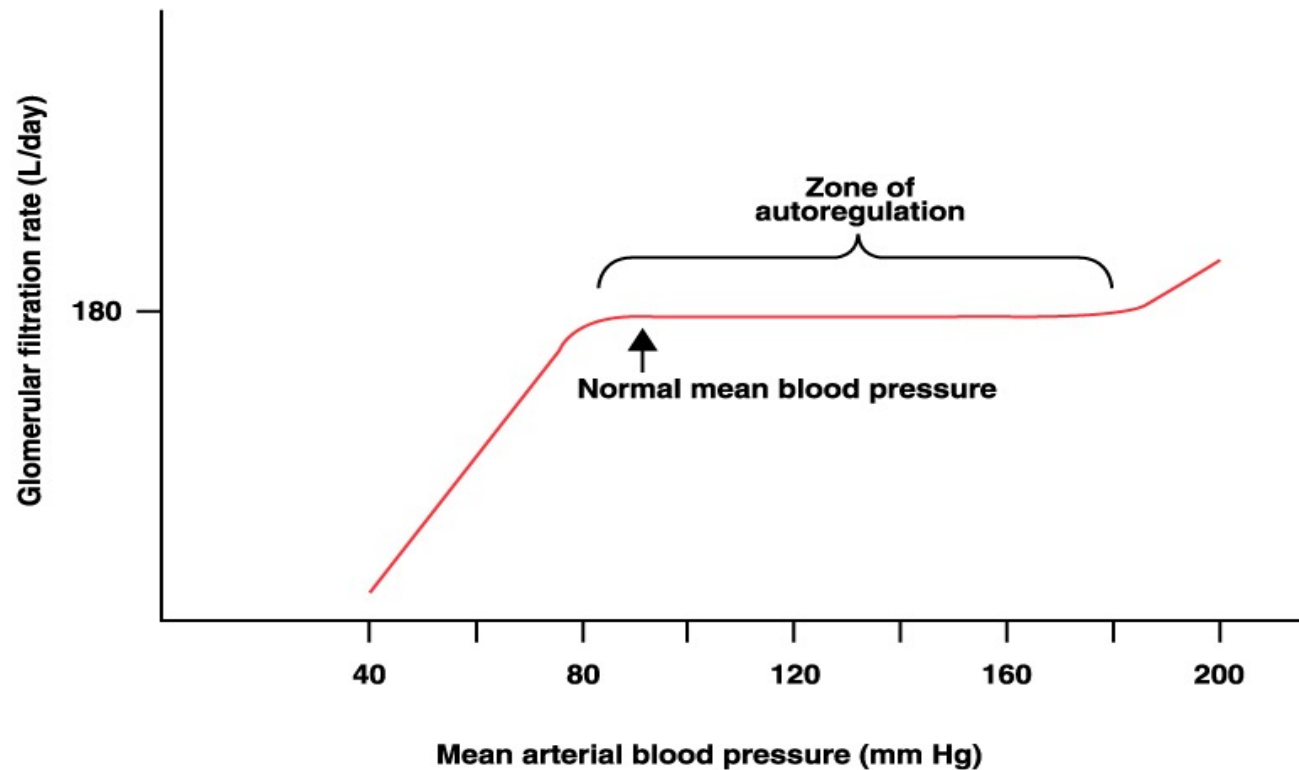
Funkce ledvin v organizmu

- ◆ udržování konstantního objemu ECT (soli)
 - ◆ -//- osmolality ECT (voda)
- } dlouhodobá regulace krevního tlaku
- ◆ regulace acidobazické rovnováhy (vyučování H^+ a HCO_3^- acidifikace moči)
 - ◆ eliminace konečných produktů látkové přeměny (močovina, kyselina močová, léky, toxiny)
 - ◆ produkce hormonů (erythropoetin, kalcitriol, prostaglandiny)
 - ◆ metabolické funkce (odbourávání bílkovin a peptidů, glukoneogeneze, tvorba argininu)

Průtok krve ledvinami

Charakteristika průtoku krve ledvinami:

- ◆ 20 - 25 % MVS (1 l/min)
- ◆ a-v difference nízká (funkční průtok)
- ◆ nerovnoměrná distribuce (průtok dření 10 % x kůrou 90 %)
- ◆ autoregulace průtoku (80 - 180 mmHg stř. art. tlaku)



$$Q = dP / (R_{af} + R_{ef})$$

⇒ změny středního arteriálního tlaku

⇒ změny odporu v. afferens, v. efferens

⇒ kombinace obou příčin

↓↑ Q

Snížení průtoku krve ledvinami

$$\downarrow Q = \downarrow dP / (R_{af} + R_{ef}) \text{ nebo } \downarrow Q = dP / \uparrow (R_{af} + R_{ef})$$

- ◆ pokles stř. art. tlaku pod 75 mmHg (systémové příčiny - krvácení, snížení objemu ECT, srdeční selhání, šokové stavy - „centralizace oběhu“)
- ◆ porucha krevního zásobení obou ledvin (břišní aorta)
- ◆ porucha krevního zásobení jednostranná (a. renalis)

- ◆ zvýšení odporu v. afferens (adrenalin, noradrenalin, inhibitory cyklooxygenázy), v. efferens (angiotenzin II)
- ◆ patologické procesy v glomerulu - R_{gl}

Důsledky snížení průtoku krve ledvinami - **ischémie**

Zvýšení průtoku krve ledvinami

$$\uparrow Q = \uparrow dP / (R_{af} + R_{ef}) \text{ nebo } \uparrow Q = dP / \downarrow (R_{af} + R_{ef})$$

- ◆ arteriální hypertenze -stř. art. tlak nad 180-200 mmHg
- ◆ vazodilatace převážně v. afferens
- ◆ vztah arteriální hypertenze \longleftrightarrow ledviny

⇒ zvýšení perfuzního tlakového gradientu

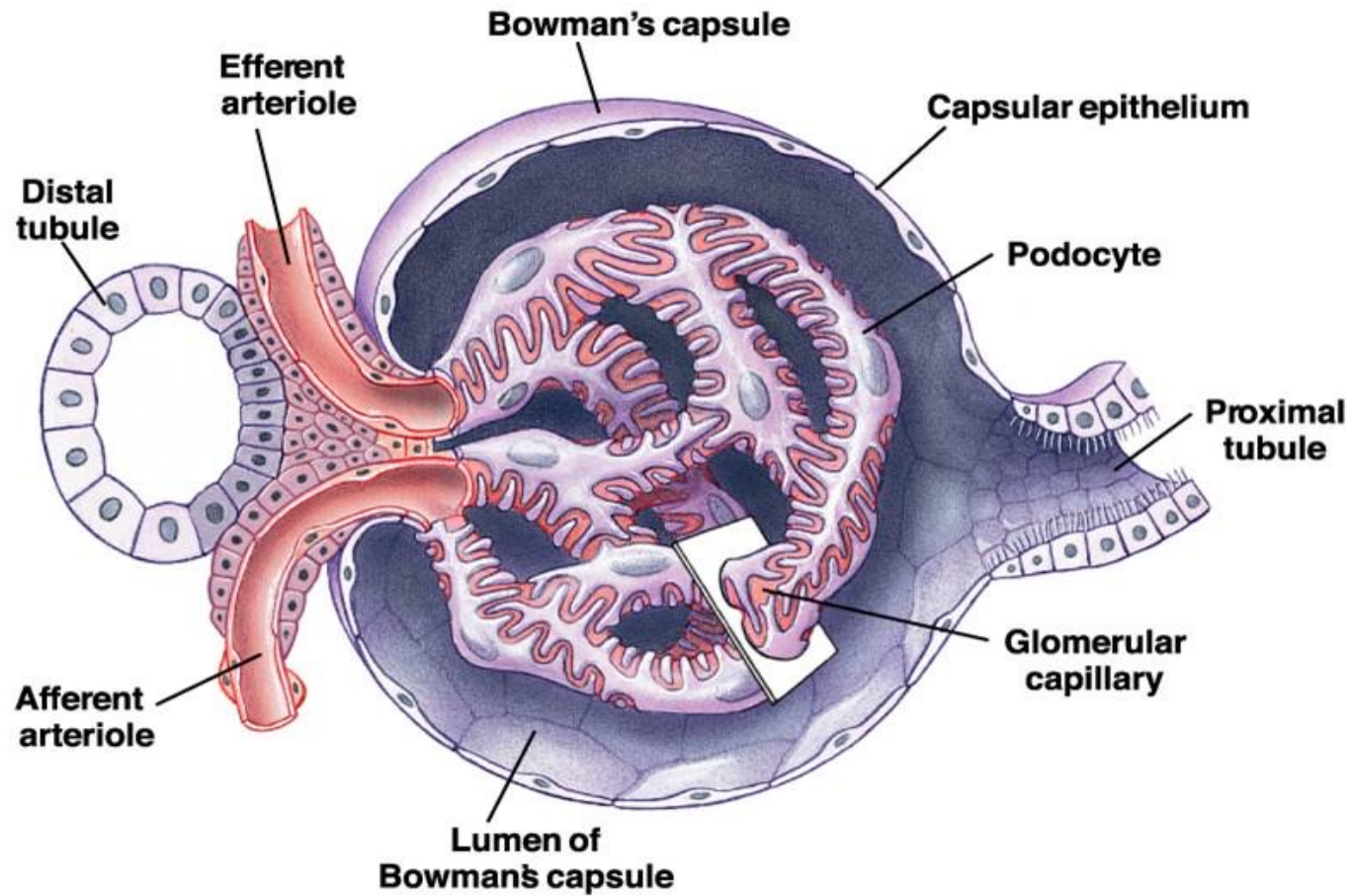
⇒ zvýšení GFR

⇒ zvýšený přestup látek přes glomerulární membránu

⇒ poškození, sklerotizace glomerulu

⇒ progrese- úbytek fungujících nefronů, snižování GFR

Glomerulární filtrace GFR



$$GFR = N \times SNGFR$$

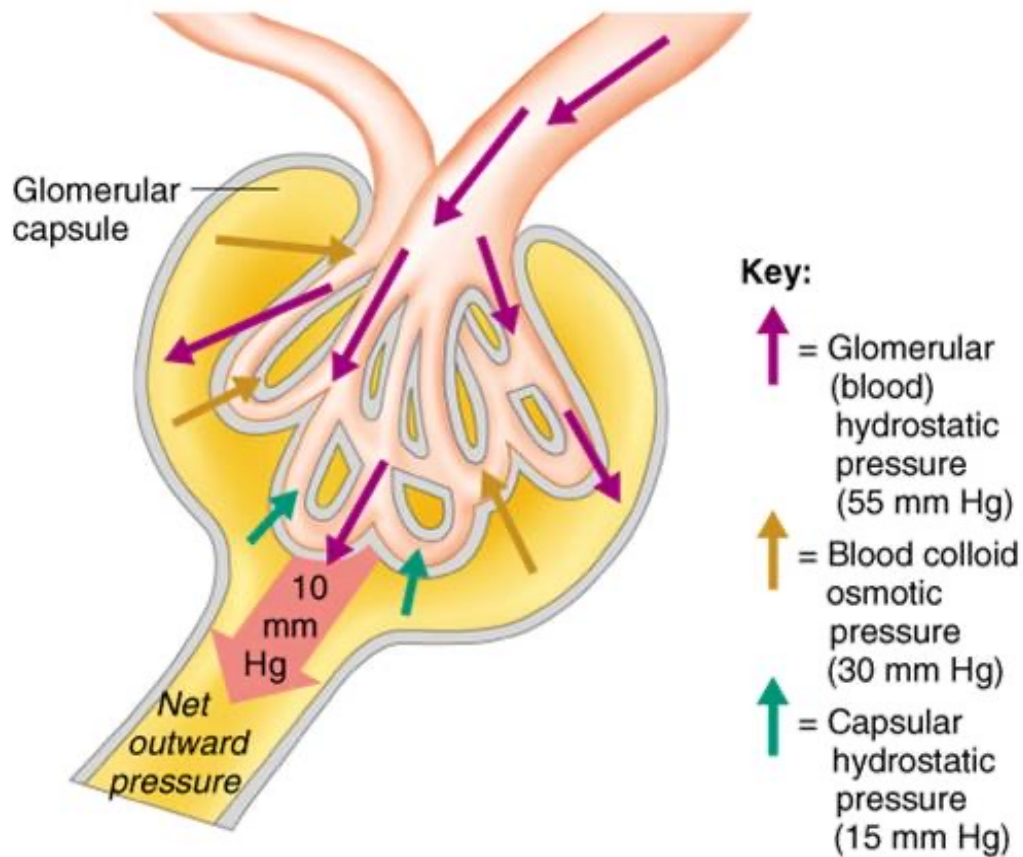
$$GFR = N \times K_f \times (dP - d\pi)$$

N....počet fungujících nefronů

K_f....filtrační koeficient (K_f = k × S)

dP...transkapilární tlak v glomerulech hydraulický

dπ... transkapilární tlak onkotický

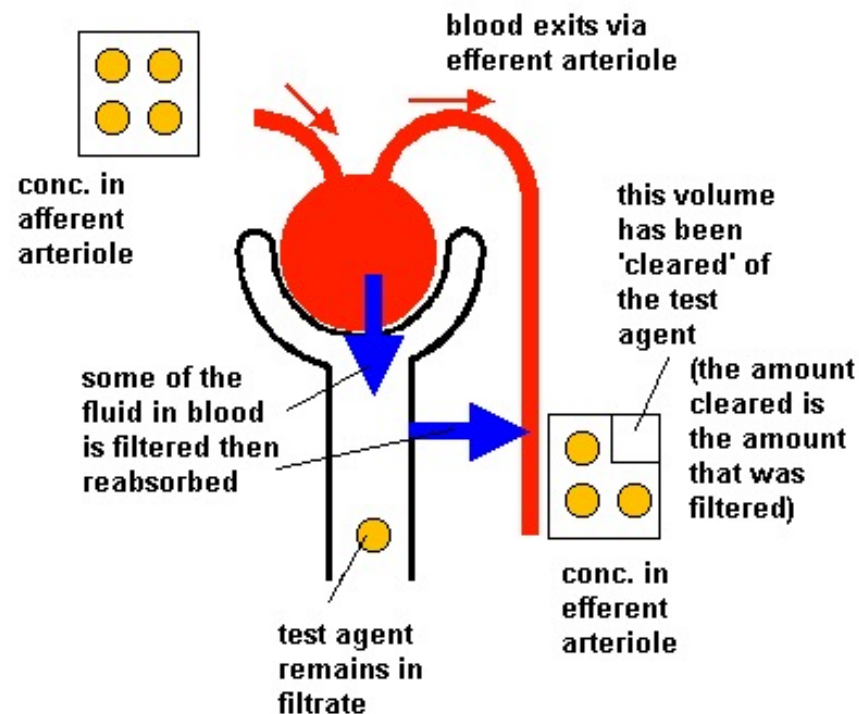


Měření glomerulární filtrace - clearance

Clearance - objem plazmy, který se za časovou jednotku očistí od dané látky

$$GFR = \frac{U_{in}}{P_{in}} \times V$$

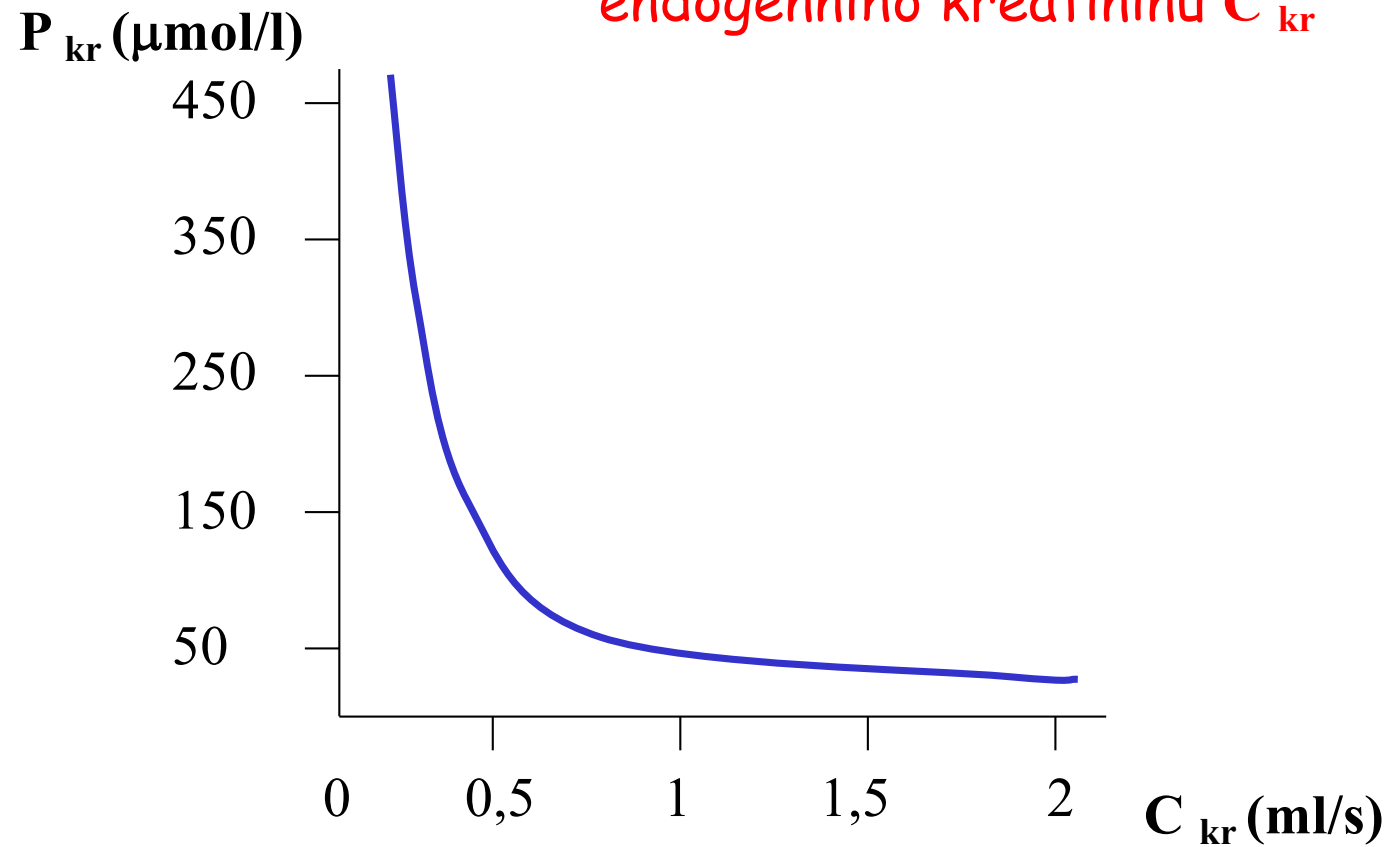
C_{in} clearance inulinu
120 ml/min



Měření glomerulární filtrace - clearance

clearance

endogenního kreatininu C_{kr}



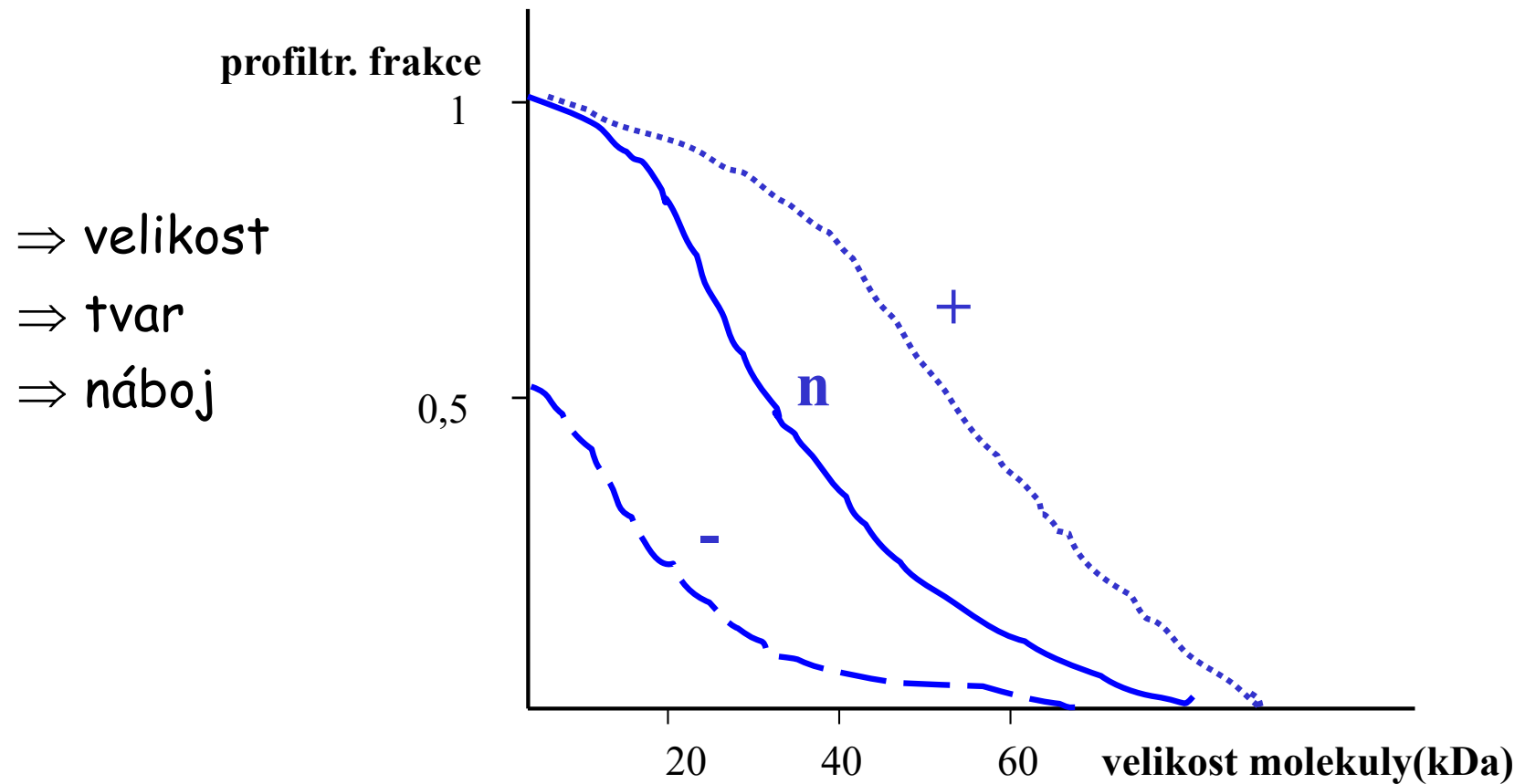
Kvalitativní poruchy GFR

Změny permeability glomerulární membrány

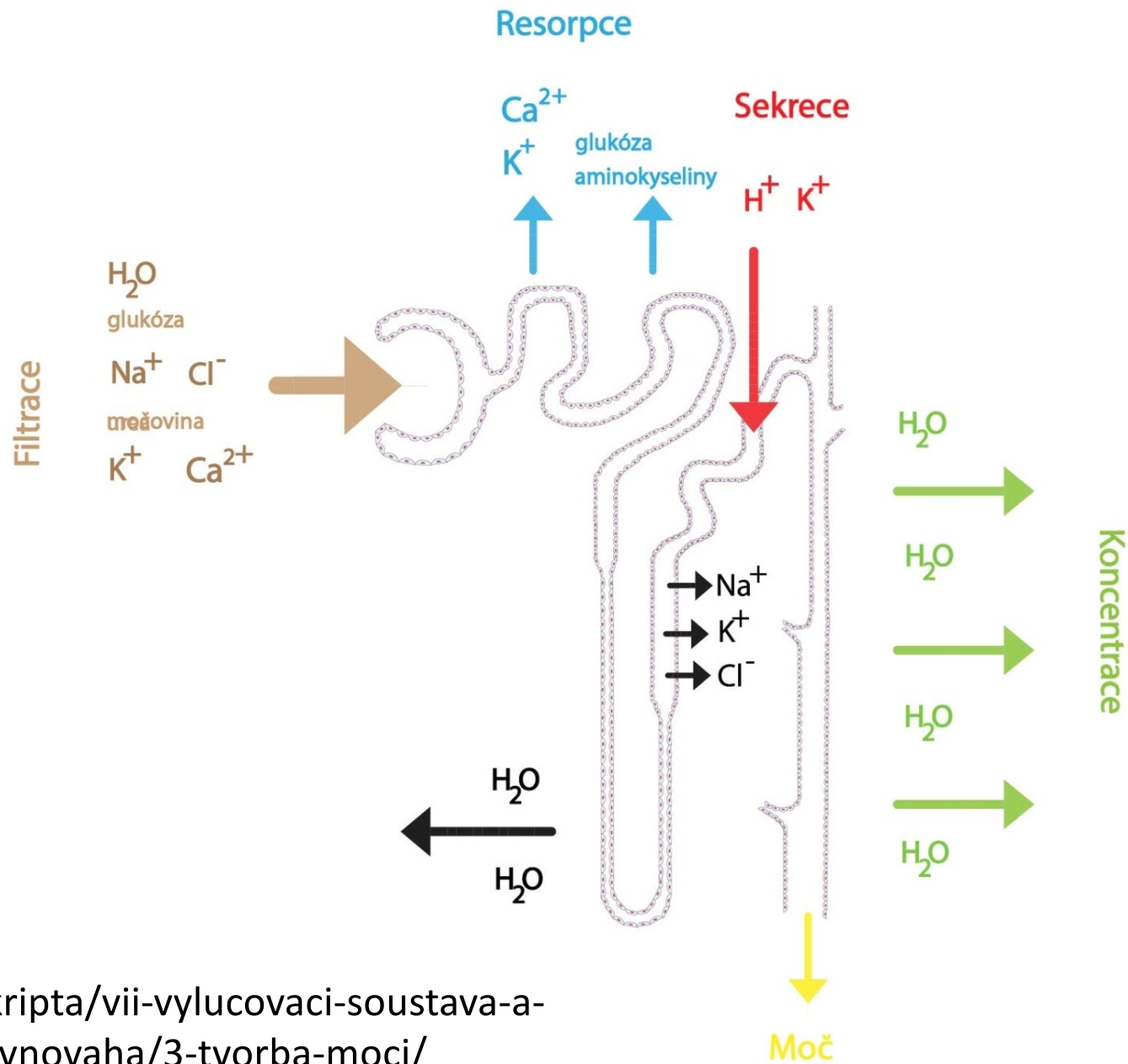
Propustnost membrány:

vysoká - voda, ionty, nízkomol. látky (glukóza)

střední - proteiny s větší mol. hmotností



NEFRON



<http://fb.lt.cz/skripta/vii-vylucovaci-soustava-a-acidobazicka-rovnovaha/3-tvorba-moci/>

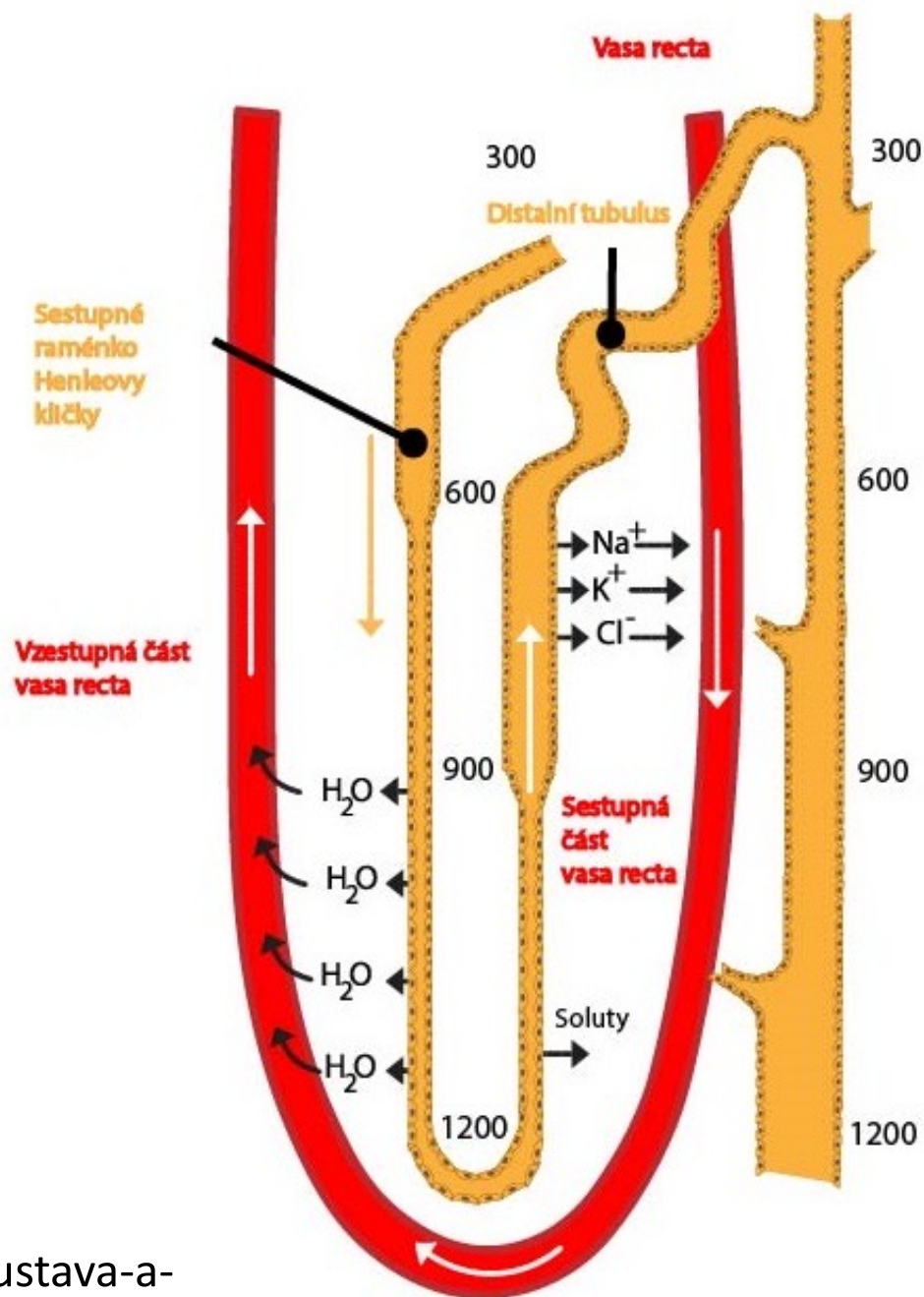
Proximální tubulus

- místo obligatorní (na hormonech nezávislé) resorpce:
 - většiny Na^+ , Cl^- , K^+ a HCO_3^-
 - asi **70% vody**
 - veškeré **glukózy** a **aminokyselin**

Na^+ je resorbován aktivně, voda, chloridy a bikarbonát jej pasivně sledují.

- **glukóza** a **AA** jsou resorbovány sekundárně aktivním transportem přes specifické transportéry
- **močovina** se do krve vrací pasivně (difúze)

FUNKCE HENLEOVY KLIČKY



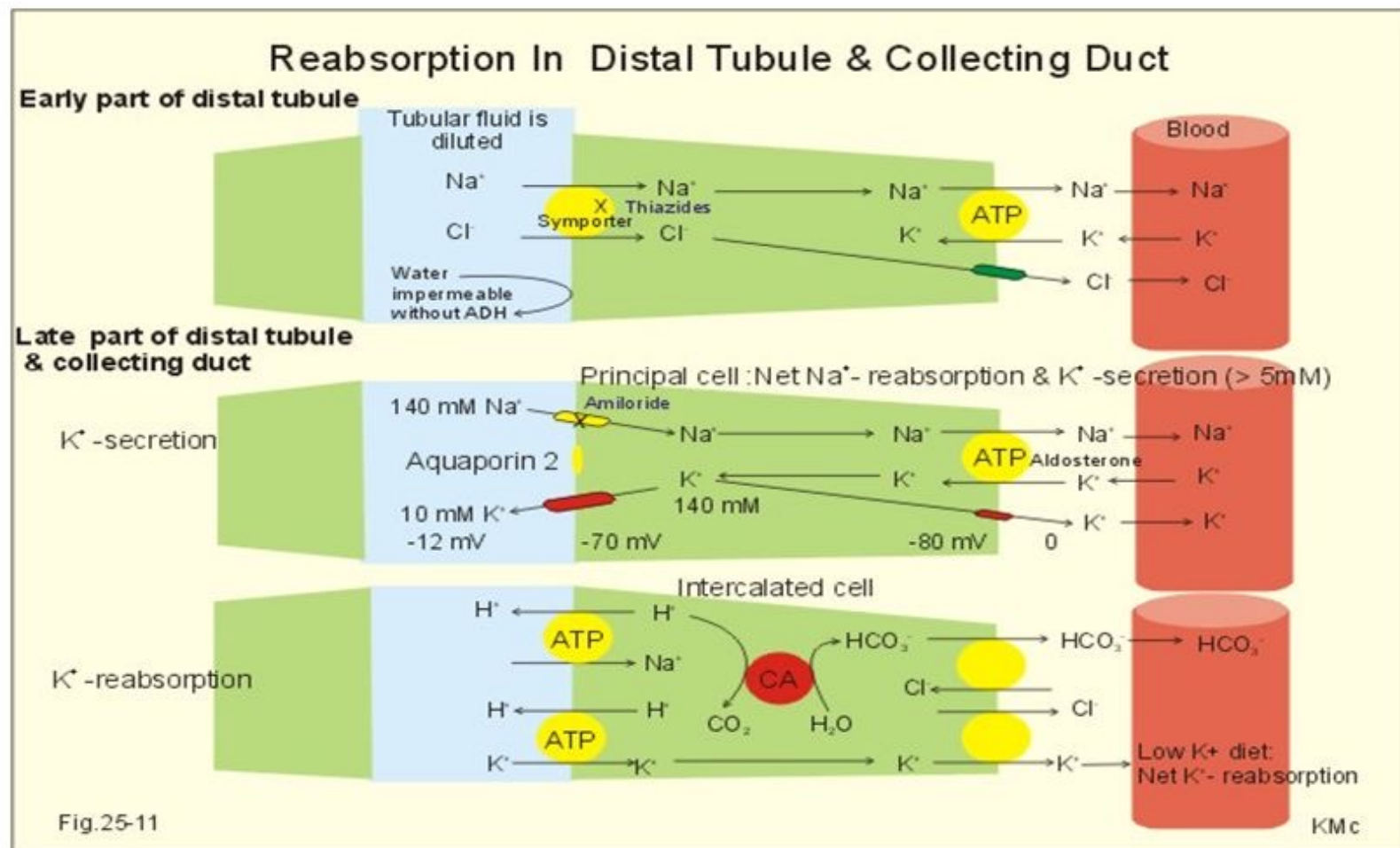
Distální tubulus

- resorpce Na^+ a exkrece K^+ , závislá na aldosteronu
- **Aldosteron:**
 - zvyšuje zadržování Na^+ a tekutin, zvyšuje vylučování K^+
 - působí v jádře indukci Na^+ / K^+ ATPázy na bazolaterální membráně

Sběrací kanálek

- finálně rozhoduje o objemu a osmolaritě definitivní moči
- **ADH** ovlivňuje propustnost sběracího kanálku (aquaporiny) pro vodu:
 - v jeho přítomnosti se moč koncentruje, jak prochází hyperosmolární dření
 - v nepřítomnosti ADH se voda neresorbuje, moč zůstává hypotonická

Transportní procesy v distálním tubulu a sběracím kanálku



Obrázek byl převzat z <http://www.mfi.ku.dk/ppaulev/chapter25/Chapter%2025.htm>

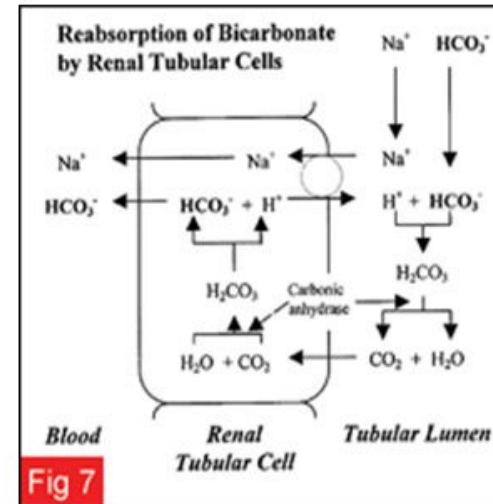
Ledviny (a plíce) jsou nejdůležitějšími orgány pro udržování ABR

Proximální tubulus

- reabsorpce HCO_3^- a sekrece H^+
- enzym karboanhydráza (CA)
- Čím větší pCO_2 , tím větší sekrece H^+ .

Distální tubulus

- H^+ -ATPáza **secernuje H^+ do lumen**
- aldosteron sekreci H^+ zvyšuje
- H^+ v moči
 - reaguje s NH_3 → **PUFRAČNÍ SYSTÉMY**
 - reaguje s HPO_4^{2-} → **PUFRAČNÍ SYSTÉMY**
- pH moči se pohybuje mezi 4,5 - 8,0



Ledviny jako endokrinní orgán

- **renin-angiotenzinový systém**, systém kalikrein-kinin a prostaglandiny ovlivňují především hemodynamiku (viz fyziologie)
- **renin** je **enzym!** štěpící angiotenzinogen → angiotenzin I → **angiotenzin II** v kůře nadledvin stimuluje biosyntézu a uvolňování aldosteronu
- **erythropoetin** - peptidový hormon secernovaný při hypoxii ($\downarrow pO_2$) → stimuluje diferenciaci erytroblastů → ery
- **kalcitriol (vitamin) D3**: v kůži ze 7-dehydrocholesterolu vzniká cholekalciferol, v játrech 25-hydroxylace, následně v ledvinách 1-hydroxylace za vzniku aktivního kalcitriolu (1,25 -dihydroxy-cholekalciferol)