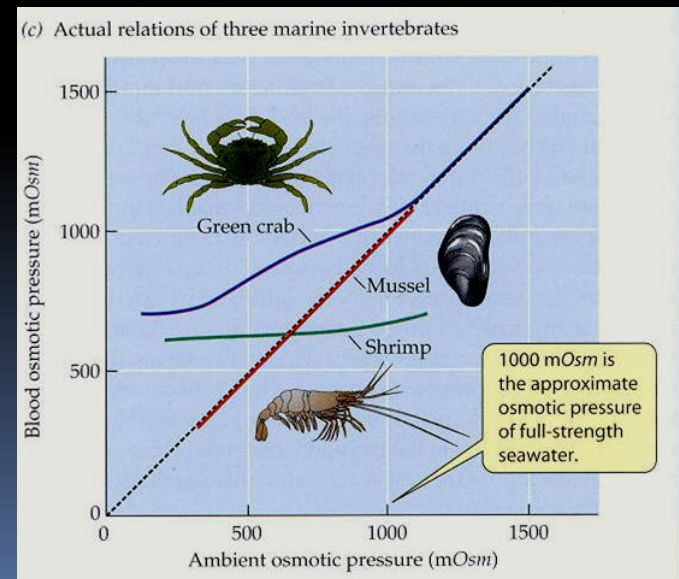
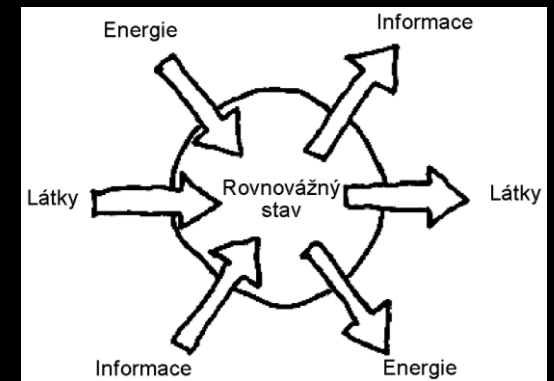


# Vylučování a vodní hospodářství

Další z úkolů udržování vnitřního prostředí:

- Koncentrace odpadních a toxických látek
- Metabolity i xenobiotika
- I užitečné látky mohou škodit
- Koncentrace rozpuštěných látek – osmolalita
- Acidobazická rovnováha - pH
- Navzdory nerovnováze s okolím



Živé organismy obsahují vodní roztoky uzavřené v buňkách (intracelulární) a roztoky extracelulární oddělené od okolí epitelu tělesného povrchu. Objem buněk, a tak i koncentrace látek musejí být udržovány v úzkých limitech.

Problémem je, že správné koncentrace uvnitř těla se mohou lišit od koncentrací vnějších.

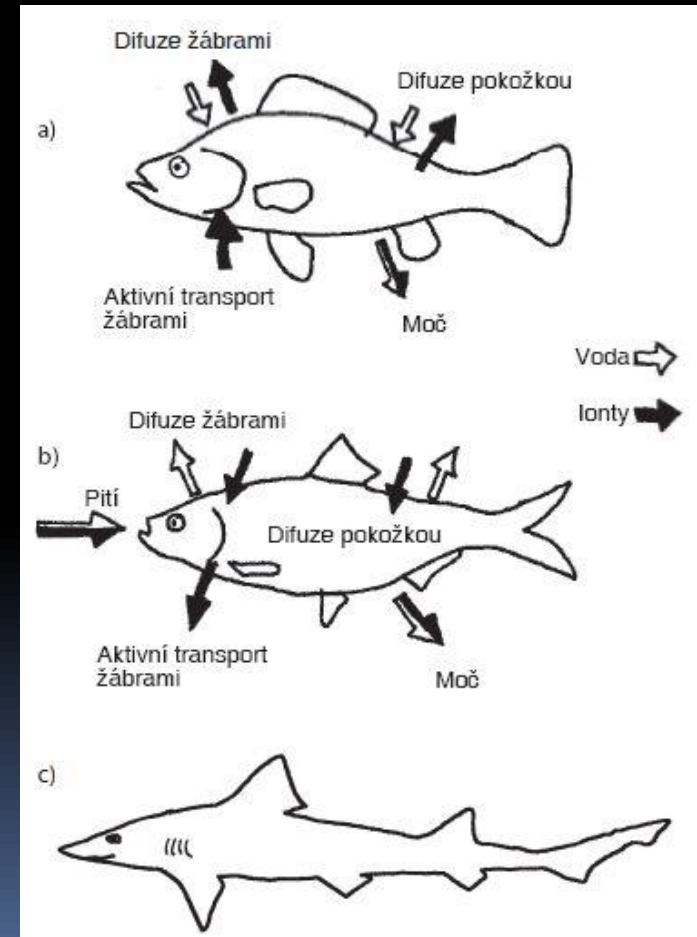
Živočichové se snaží zmenšit propustnost svých povrchů a mít toky pod kontrolou. I tak ale musí vynakládat energii na kompenzaci proniklých látek.

Problém je zcela opačný, jedná-li se o souš nebo sladkou vodu.

# Hospodaření se solemi a vodou u vodních živočichů.

**Sladkovodní, hyperosmotičtí** živočichové (a) musejí kompenzovat únik iontů do okolí a naopak pronikání vody do těla. Soli jsou aktivně importovány epitelem žaber. Voda odchází s močí.

**Mořští, hypoosmotičtí živočichové** (b) naopak získávají vodu pitím a soli vylučují žábry a močí. Některé paryby (c) jsou díky vysoké koncentraci močoviny izoosmotické.

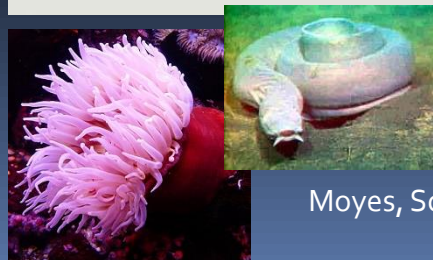
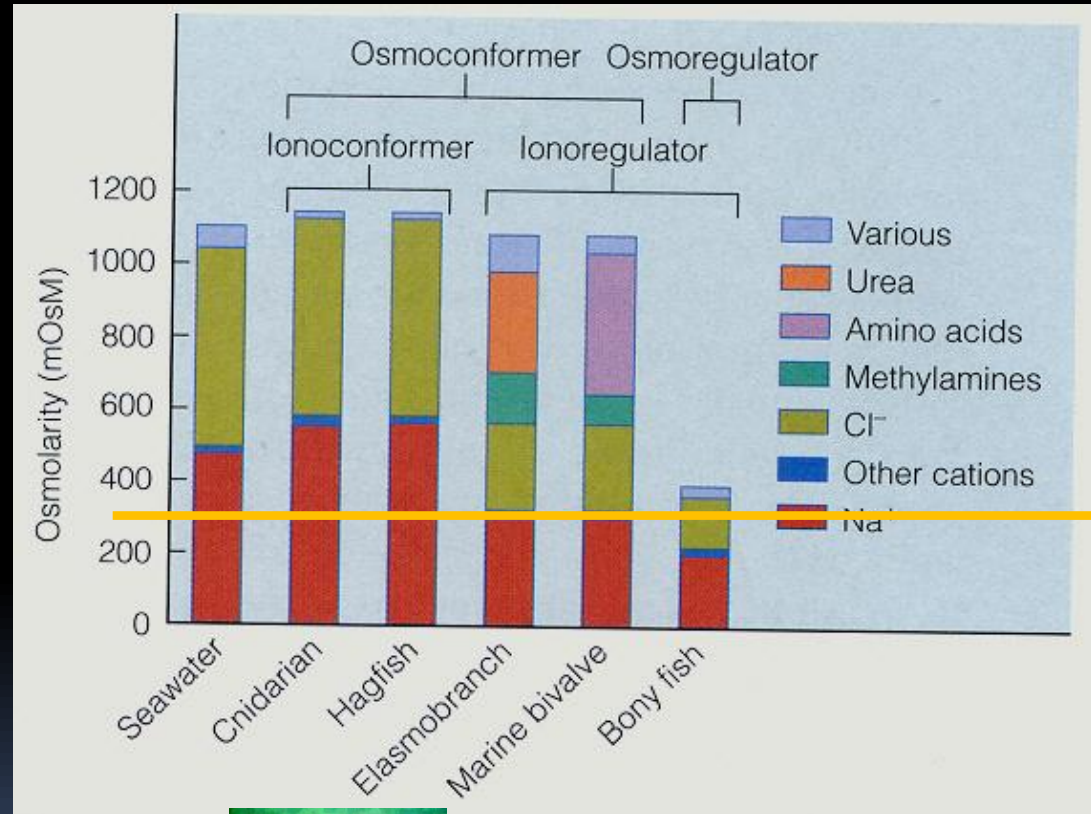


# Ionoregulace předchází osmoregulaci.

V extracelulární tekutině většiny dominuje Na a Cl. Mořští ionokonforméři mají složení těchto iontů podobné jako je v mořské vodě.

U osmokonformních ionoregulátorů – měkkýši, žraloci – je velké množství anorganických iontů nahrazeno organickými.

Mořské ryby jsou hypotonické – jako člověk.



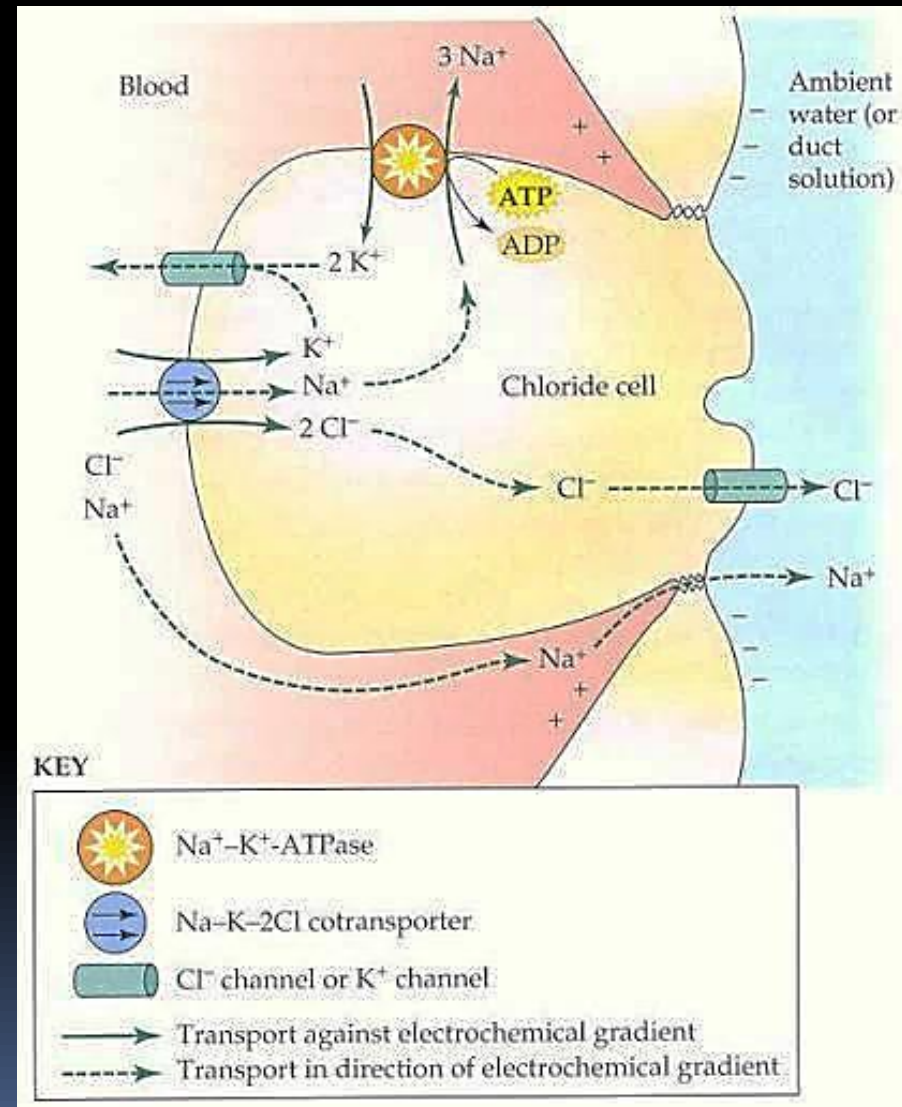
# Mořští obratlovci musí soli čerpat ven

NaCl sekrece přes žábra mořské kostnaté ryby – tzv. chloridové buňky.

Stejný model se uplatní jako přídatná sekrece NaCl u žlaz mořských ptáků a želv.

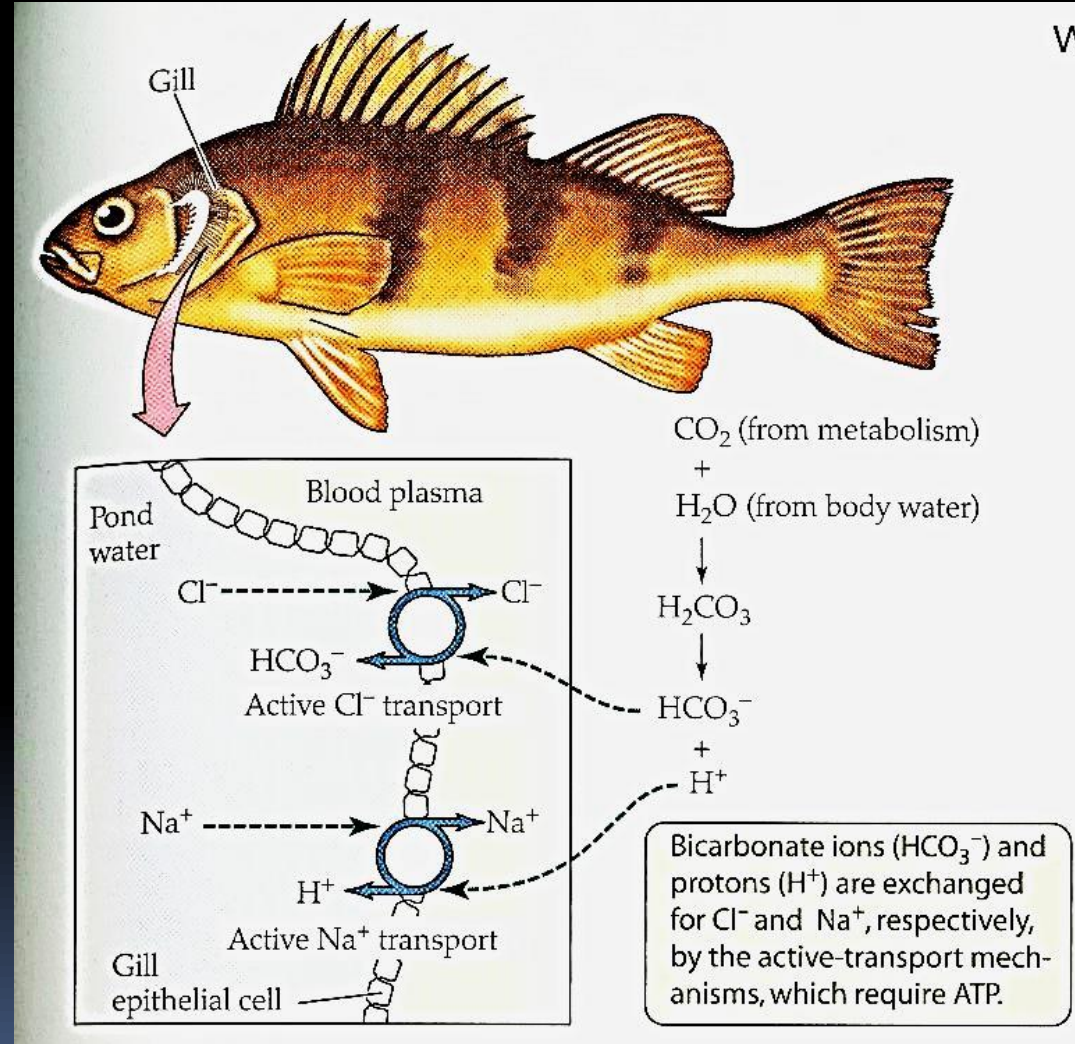


Solná žláza buňháka



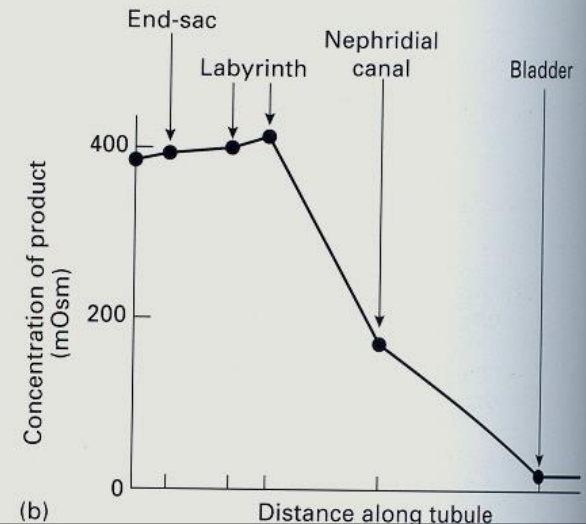
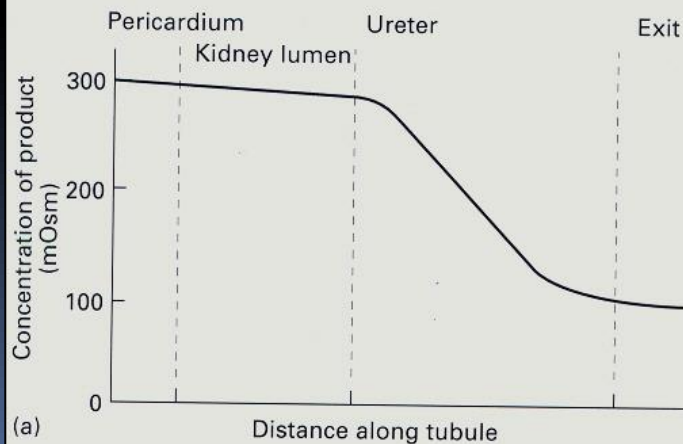
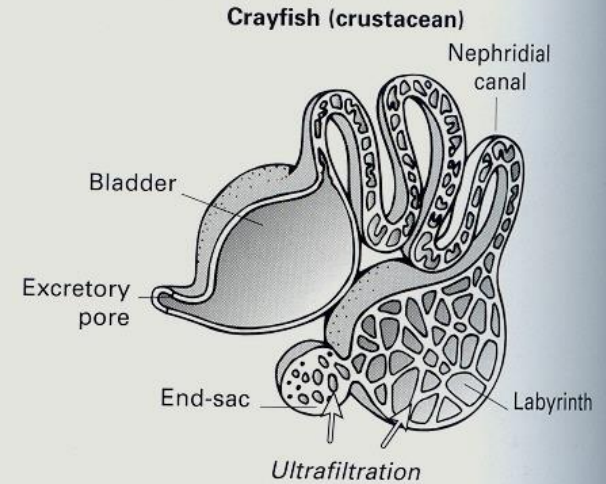
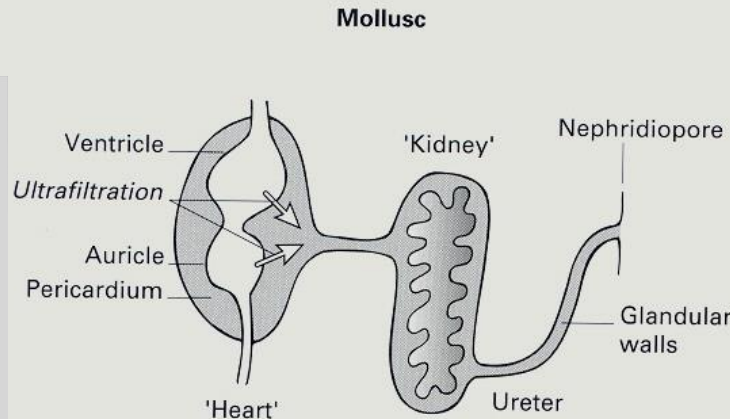
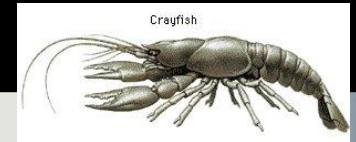
# Ve sladké vodě je naopak třeba soli čerpat dovnitř

Aktivní  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$  transport v epitelu žaber.



# Ve sladké vodě je také třeba tvořit naředěnou moč

## Jak prochází moč tubulem, její koncentrace klesá



## Suchozemská prostředí

Největší výhodou je snadný přístup ke kyslíku. Ohrožující život je ale dehydratace. Skutečně masivní úspěšná invaze na souš se podařila jen dvěma taxonům: členovcům a obratlovcům, kteří dokážou žít i na nejsušších a nejteplejších biotopech planety.

Jsou ovšem i měkkýši, kterým se na suchu daří a někteří dokonce žijí i na pouštích. Jejich adaptace je spíše behaviorální.



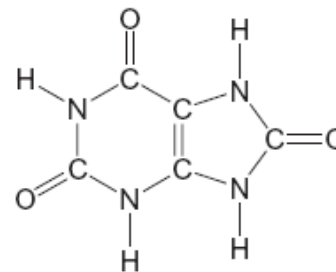
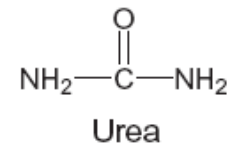


## Dusíkatý odpad

Mimo vody a solí je nutno hlídat koncentrace koncových a vedlejších produktů metabolismu.

Na rozdíl od sacharidů nebo lipidů, které jsou metabolizovány až na  $\text{CO}_2$ , bílkoviny a nukleové kyseliny produkují toxické metabolity dusíku.

$\text{NH}_3$   
Ammonia



Uric acid

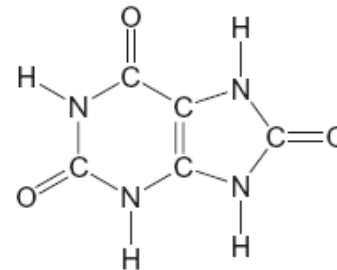
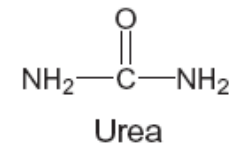
# Dusíkatý odpad

Amoniak přerušuje nervový přenos tím, že nahrazuje draslík, také mění lipidový metabolismus, narušuje regulaci volných radikálů.

Je ale velmi dobře rozpustný a dobře prochází membránami a vodní druhy zvířat jej vylučují povrchem těla nebo žábry prostou difúzí (**Amonotelní**). Na každý gram amoniaku je potřeba 400ml vody. H/N poměr je 3/1, u močoviny 2/1 a K. močové 1/1.

Molekuly tří nejběžnějších dusíkatých exkretčních produktů - amoniaku, močoviny a kyseliny močové. Nízký poměr H:N pro kyselinu močovou znamená, že na její syntézu bylo spotřebováno méně vody než u

$\text{NH}_3$   
Ammonia



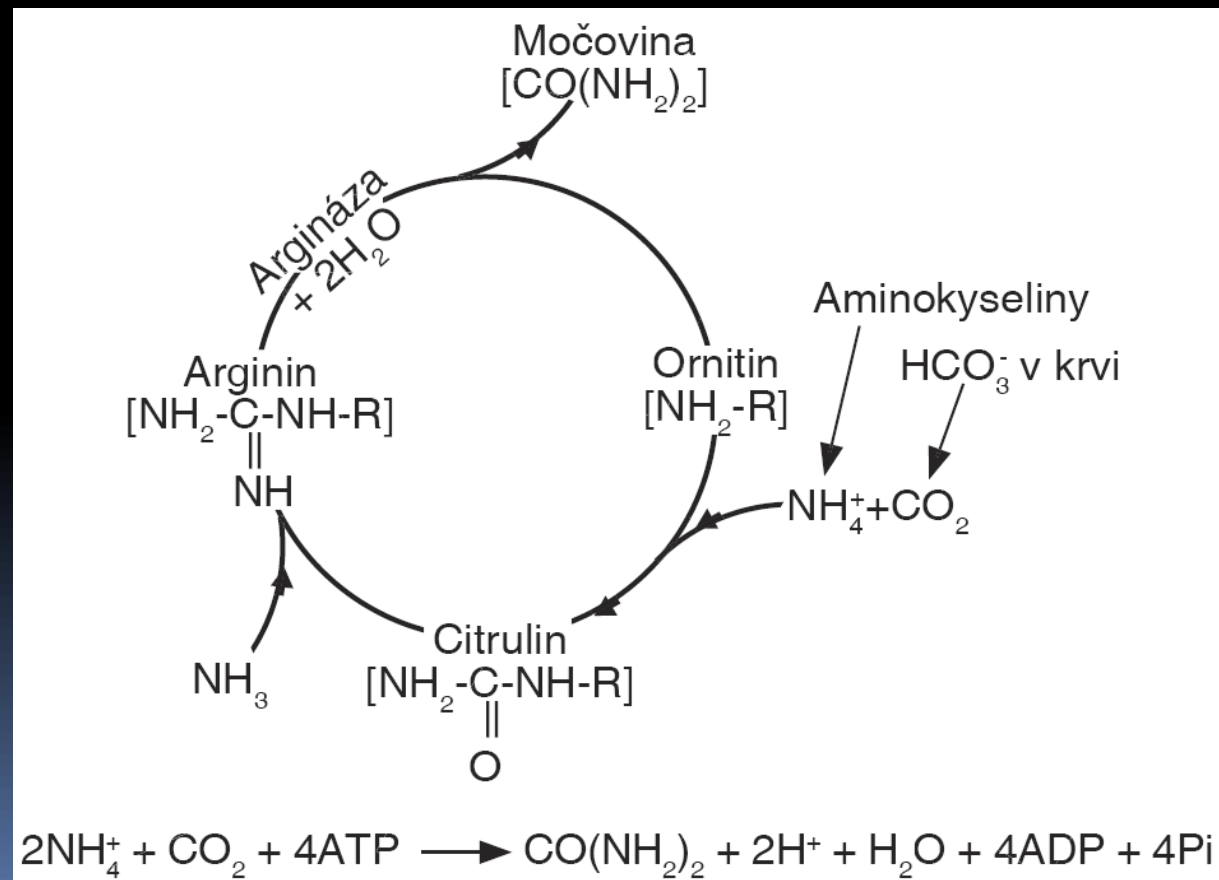
Uric acid

## Dusíkatý odpad

Terestriční živočichové mají omezený přístup k vodě. Amoniak je přeměněn na méně toxickou močovinu za spotřeby ATP. Je dobře rozpustná a odchází s močí - **ureotelní**. Objevila se ale v evoluci relativně pozdě, u savců. Převažující drahou syntézy je ornithinový cyklus.

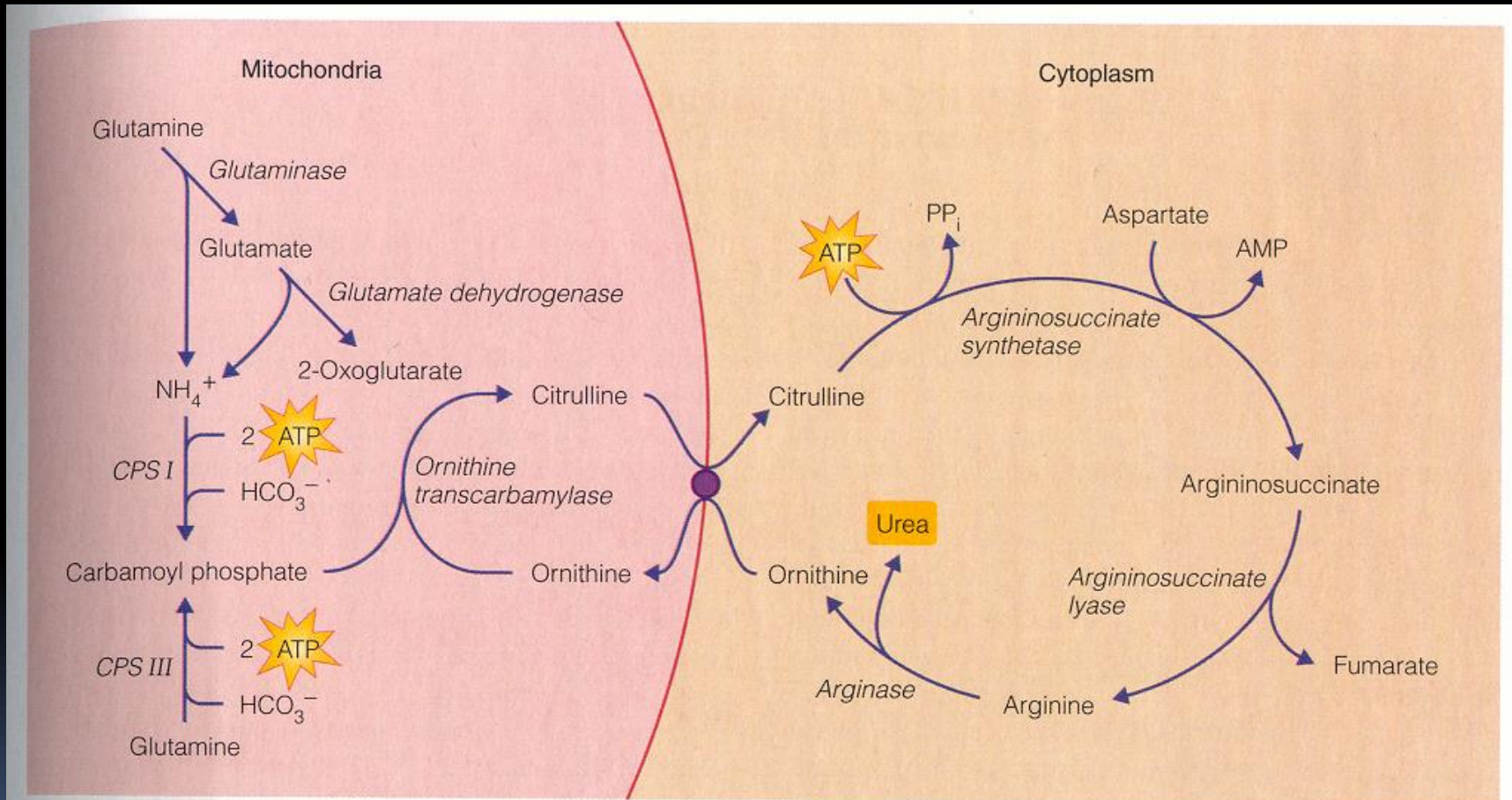
Ornithinový cyklus –  
syntéza močoviny -  
2,5 ATP/N

V játrech, močovina  
putuje krví do ledvin



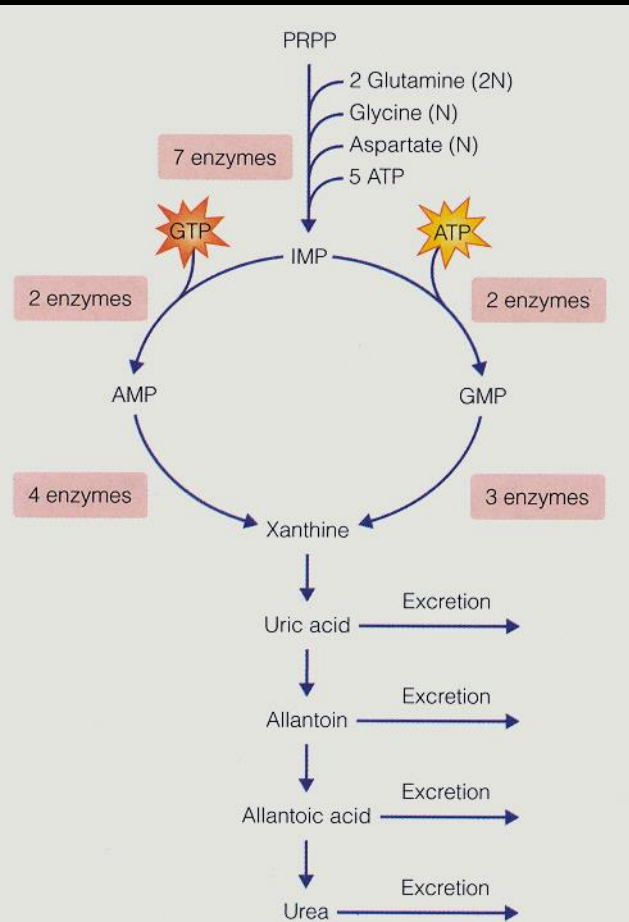
# Problém s amoniakem

Část cyklu probíhá v mitochondriích, část v cytoplasmě (další ATP).



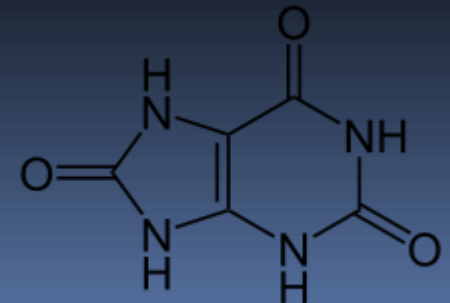
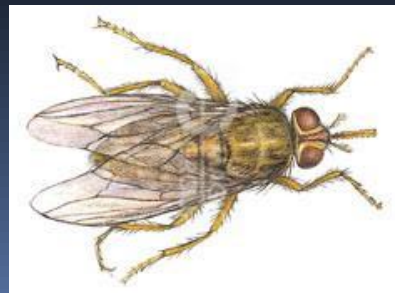
**Figure 10.18 Ornithine-urea cycle** Amino nitrogen in the form of either glutamine or  $\text{NH}_4^+$  is used to produce carbamoyl phosphate, which enters the ornithine-urea cycle.

# Problém s amoniakem

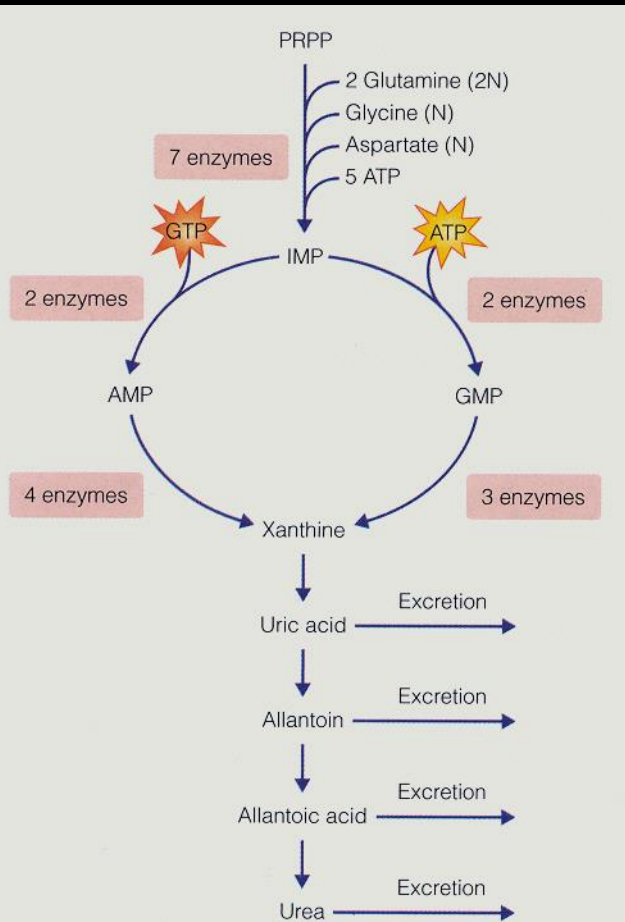


**Figure 10.17 Uric acid metabolism** A complex reaction network uses high-energy phosphate compounds to use amino acids as substrates to produce various nucleotides, and then break those nucleotides down for excretion. This pathway is also an important route of nitrogenous waste production. Amino acid nitrogen is transferred to uric acid, which, depending on the animal, may be excreted or further metabolized to produce other nitrogenous wastes. PRPP: 5-phosphoribosyl-1-pyrophosphate.

Energeticky mírně ekonomičtější je produkce kyseliny močové. – 1,75 ATP/N  
Mnoho členovců včetně hmyzu, plazů a ptáků konvertuje amoniak na kyselinu močovou nebo jiné deriváty purinu. Ty jsou velmi nerozpustné a mohou být vylučovány ve vysokých koncentracích s minimálními ztrátami vody ve formě husté pasty - **purinotelní, urikotelní**.

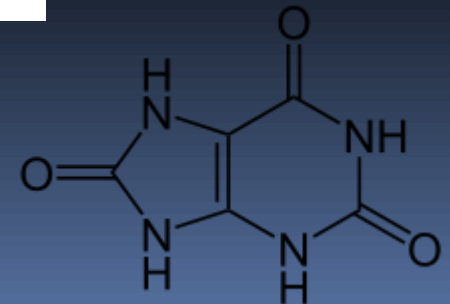


# Problém s amoniakem

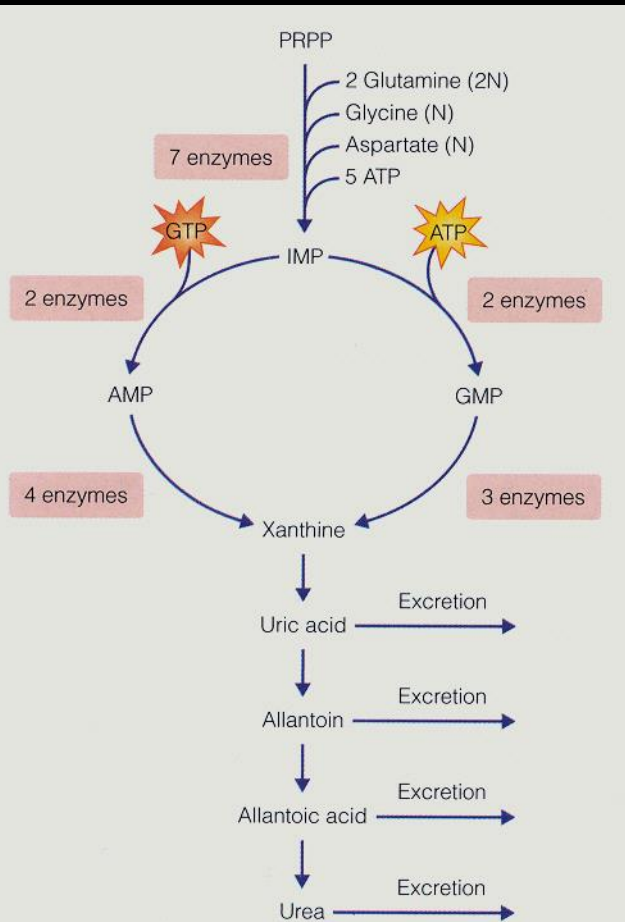


**Figure 10.17 Uric acid metabolism** A complex reaction network uses high-energy phosphate compounds to use amino acids as substrates to produce various nucleotides, and then break those nucleotides down for excretion. This pathway is also an important route of nitrogenous waste production. Amino acid nitrogen is transferred to uric acid, which, depending on the animal, may be excreted or further metabolized to produce other nitrogenous wastes. PRPP: 5-phosphoribosyl-1-pyrophosphate.

Je to starší dráha používaná konvergentní evolucí jak obratlovci tak bezobratlími. Řada zvířat může přepínat mezi amonotelií a urikotelií podle podmínek okolí (např. obojživelný apple snail (rod ampulárka).



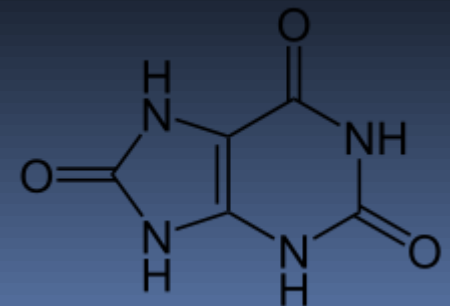
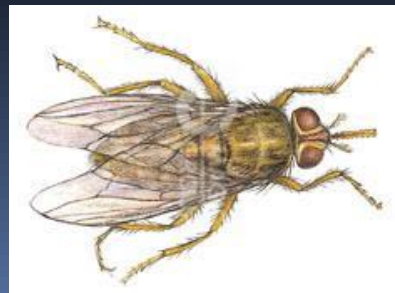
# Problém s amoniakem



**Figure 10.17 Uric acid metabolism** A complex reaction network uses high-energy phosphate compounds to use amino acids as substrates to produce various nucleotides, and then break those nucleotides down for excretion. This pathway is also an important route of nitrogenous waste production. Amino acid nitrogen is transferred to uric acid, which, depending on the animal, may be excreted or further metabolized to produce other nitrogenous wastes. PRPP: 5-phosphoribosyl-1-pyrophosphate.

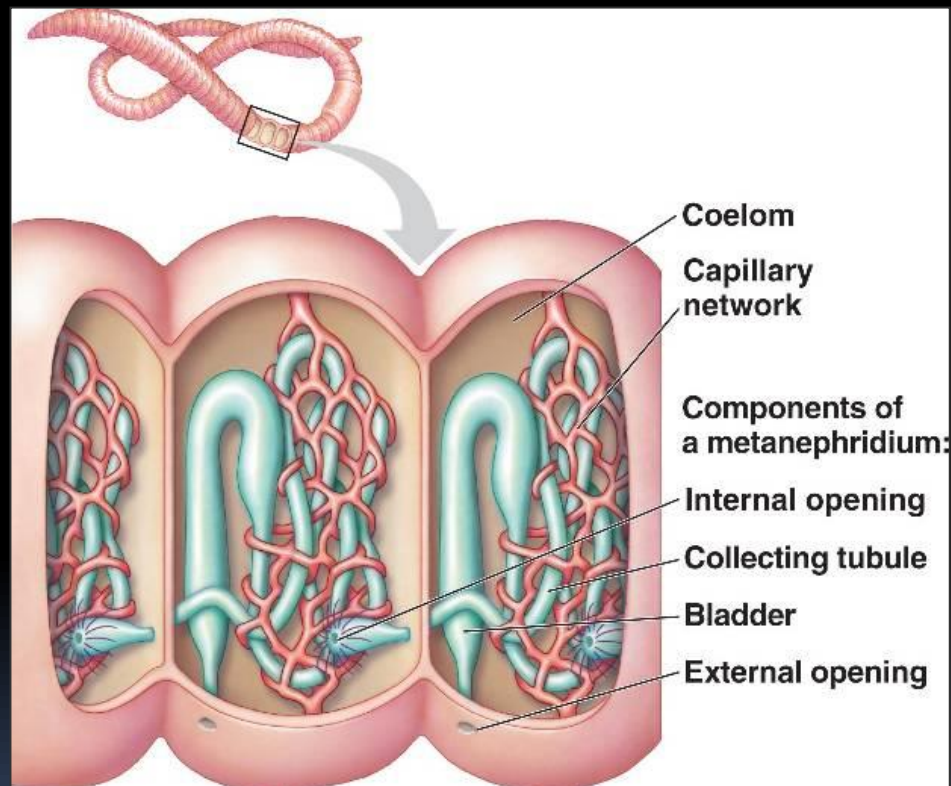
Energeticky to není zadarmo:

U mouchy tse tse, *Glossina palpalis*, která se žíví výhradně na bílkoviny bohatou krví, z každých 100mg potravy musí 47mg padnout na pokrytí energie nutné k exkreci dusíku.



## Stavba exkrečních orgánů:

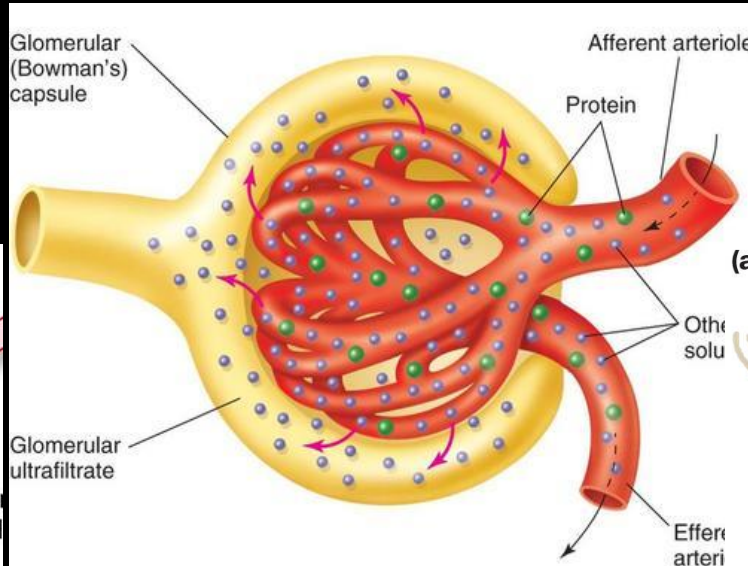
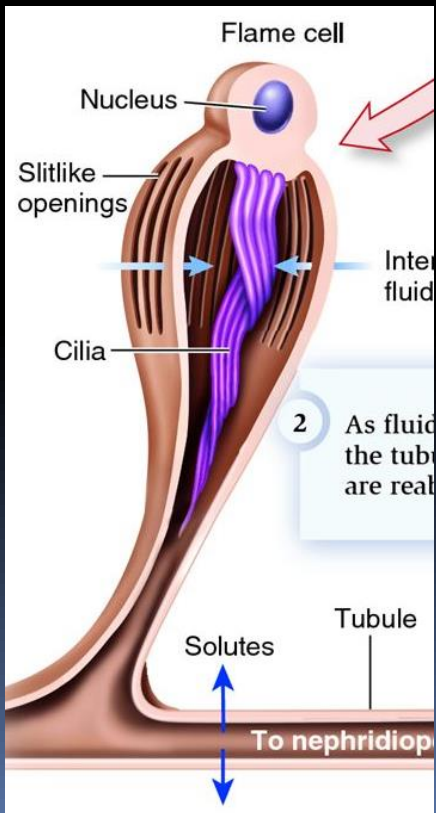
- Epiteliální povrchy těla (žábra, papily)
- Tubulární orgány



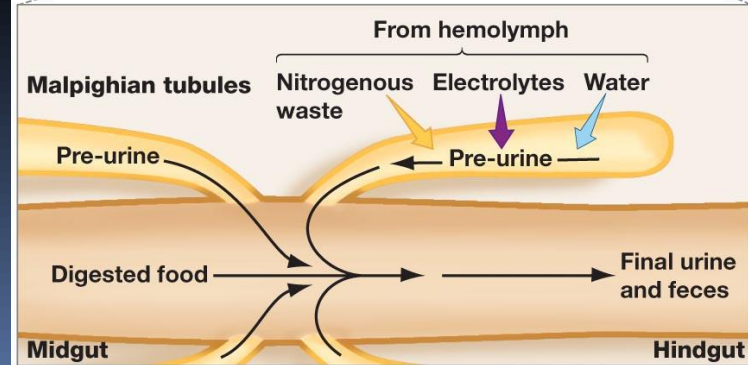
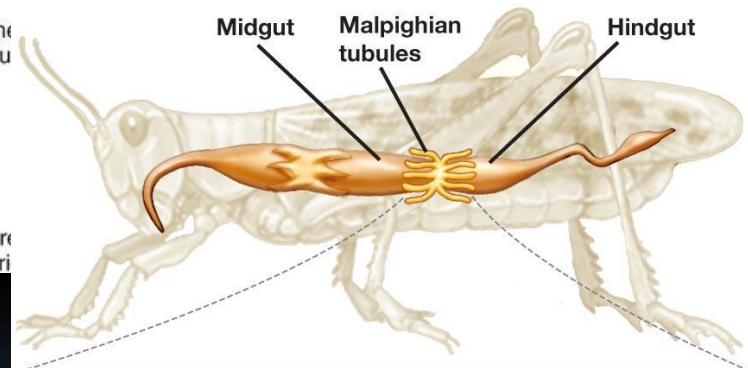


# Tubulární orgány: Tvorba a úprava primárního filtrátu.

1. Tvorba:
  - a) Víření bičků/brv
  - b) Ultrafiltrace pod tlakem nebo
  - c) Osmotický tok

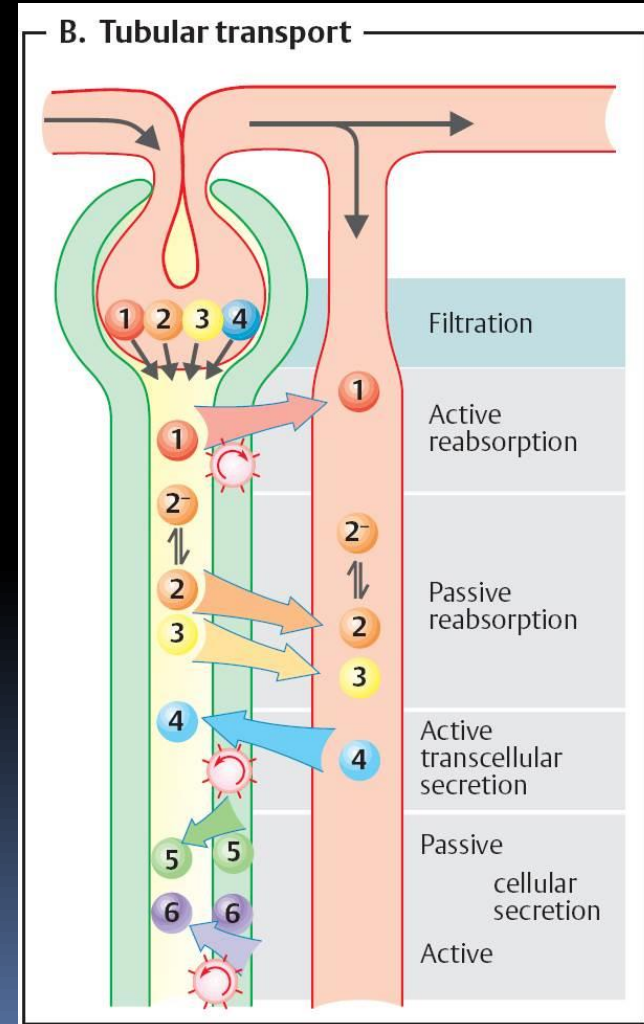
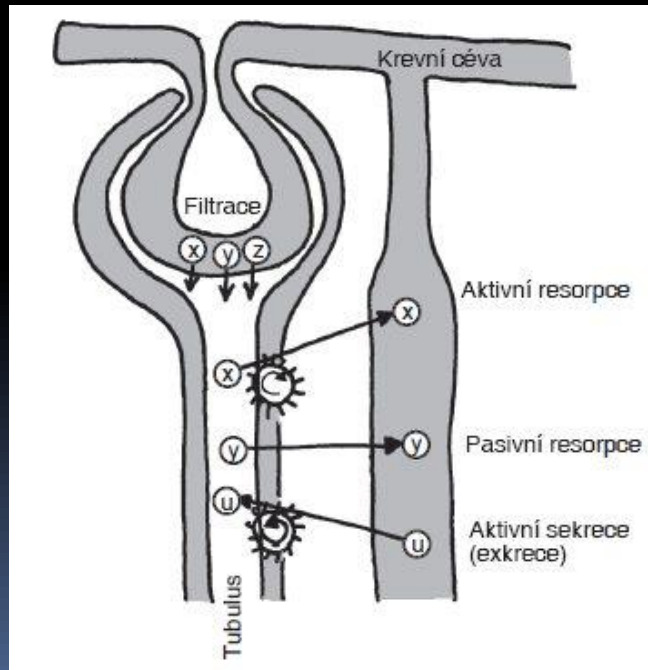


(a) Malpighian tubules produce an isotonic pre-urine.



# Tubulární orgány: Tvorba a úprava primárního filtrátu.

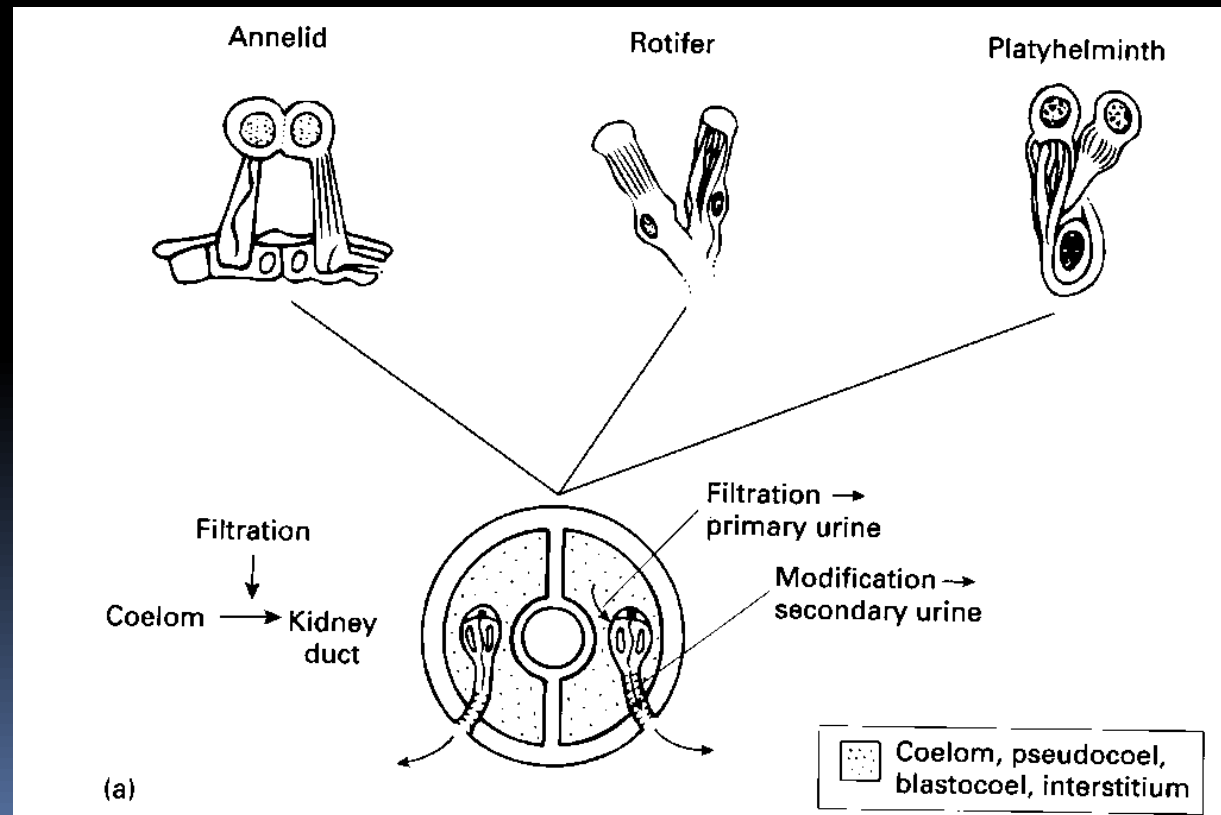
2. Úprava: a) zpětná Re(ab)sorbce,  
b) sekrece (exkrece)



## Protonefridie.

Protonefrídie jsou slepě končící buňky – solenocyty (jediný bičík) nebo plaménkové buňky (svazek cilií do nitra kanálku) nasávající do kanálku filtrát z (pseudo)coelomové dutiny. Nejlépe vyvinutá u sladkovodních druhů, které se musejí zbavovat vody.

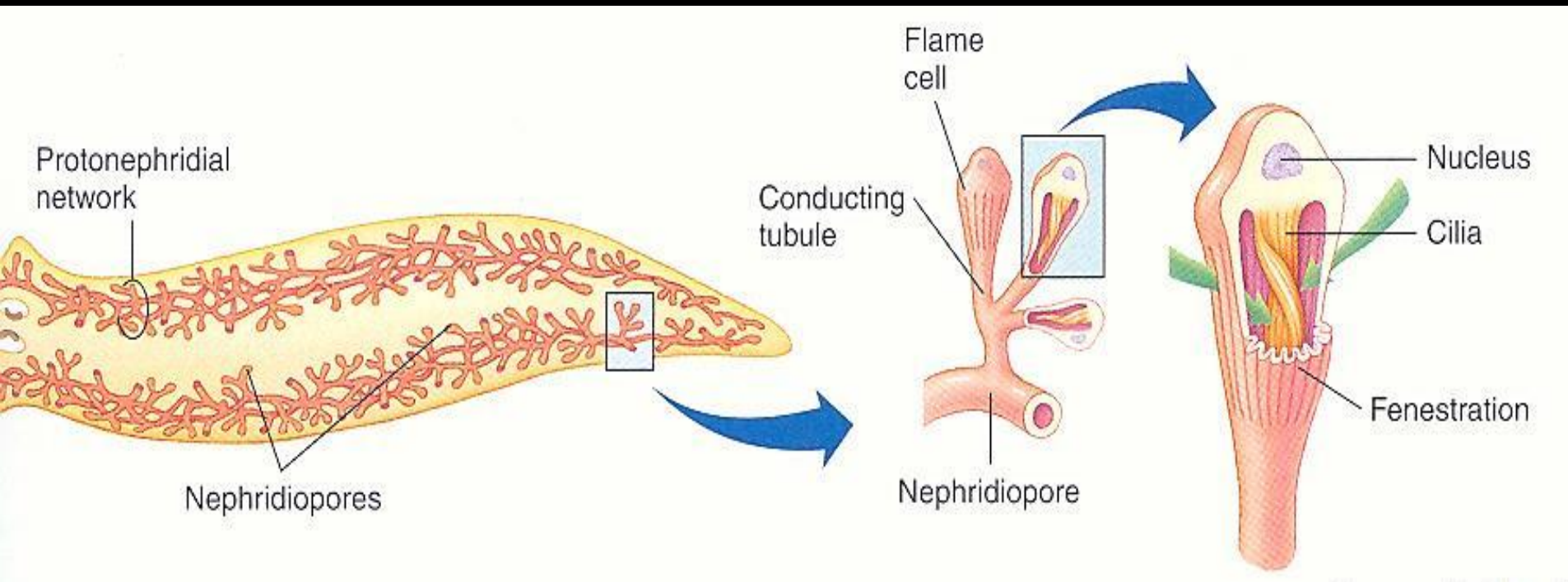
Většinou nemají žádnou úlohu v exkreci amoniaku, protože u těchto druhů jde přes tělní stěnu. Ploštěnci, hlísti, pásnice, vířníci



## Protonefridie.

Protonefrídie jsou slepě končící buňky – solenocyty (jediný bičík) nebo plaménkové buňky (svazek cilií do nitra kanálku) nasávající do kanálku filtrát z (pseudo)coelomové dutiny. Nejlépe vyvinutá u sladkovodních druhů, které se musejí zbavovat vody.

Většinou nemají žádnou úlohu v exkreci amoniaku, protože u těchto druhů jde přes tělní stěnu. Ploštěnci, hlísti, pásnice, vířníci



# Metanefridie

Jsou odvozenějším typem u živočichů s oddělenou cévní a coelomovou tekutinou a jejich lumen se otevírá do coelomového prostoru. Nejjednodušší podobou vstupu je obrvený kanálek (kroužkovci). Jsou typicky vázány na existenci cévní sítě a tlaku krve tvořící ultrafiltrací primární filtrát.

U hmyzu však není céloom zachován a exkreci zajišťují malpigické trubice.

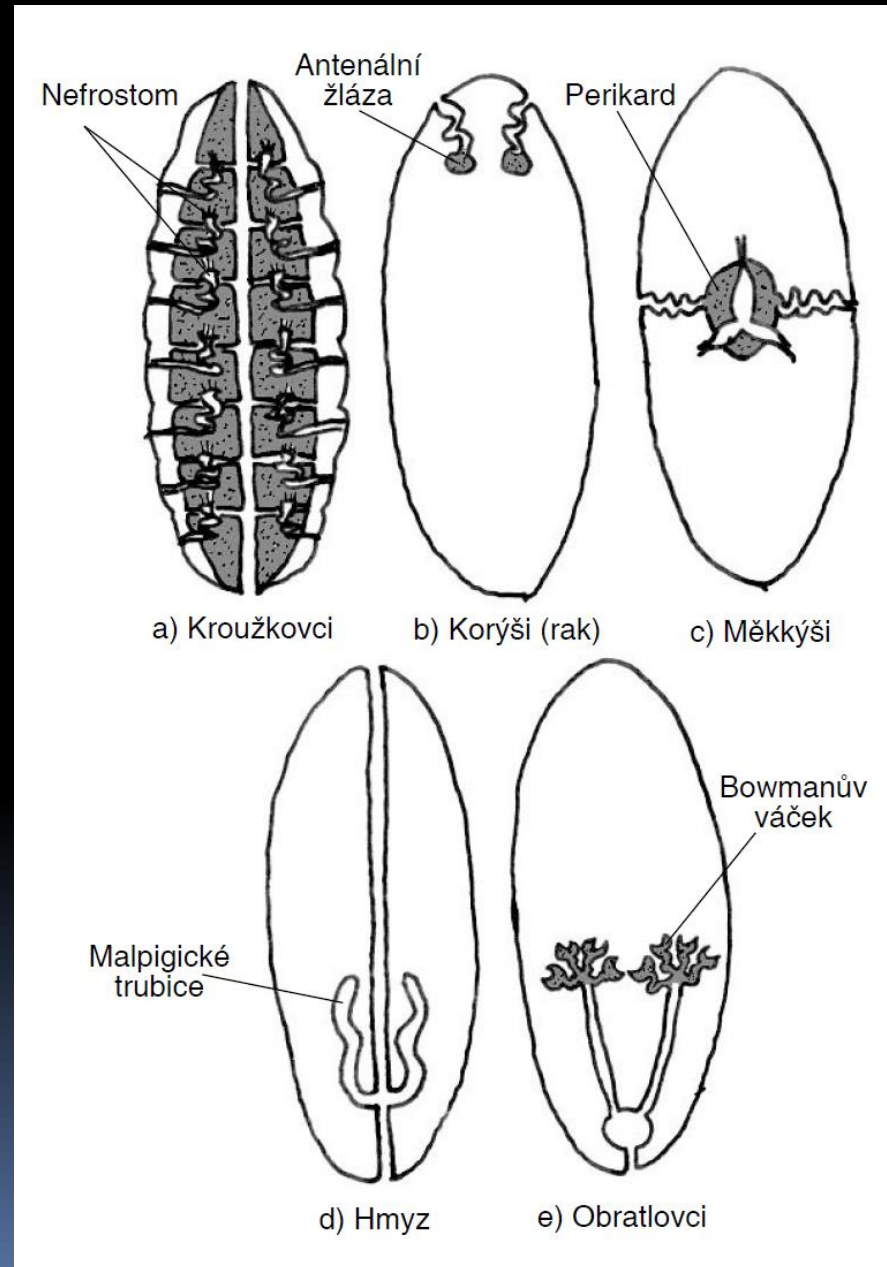
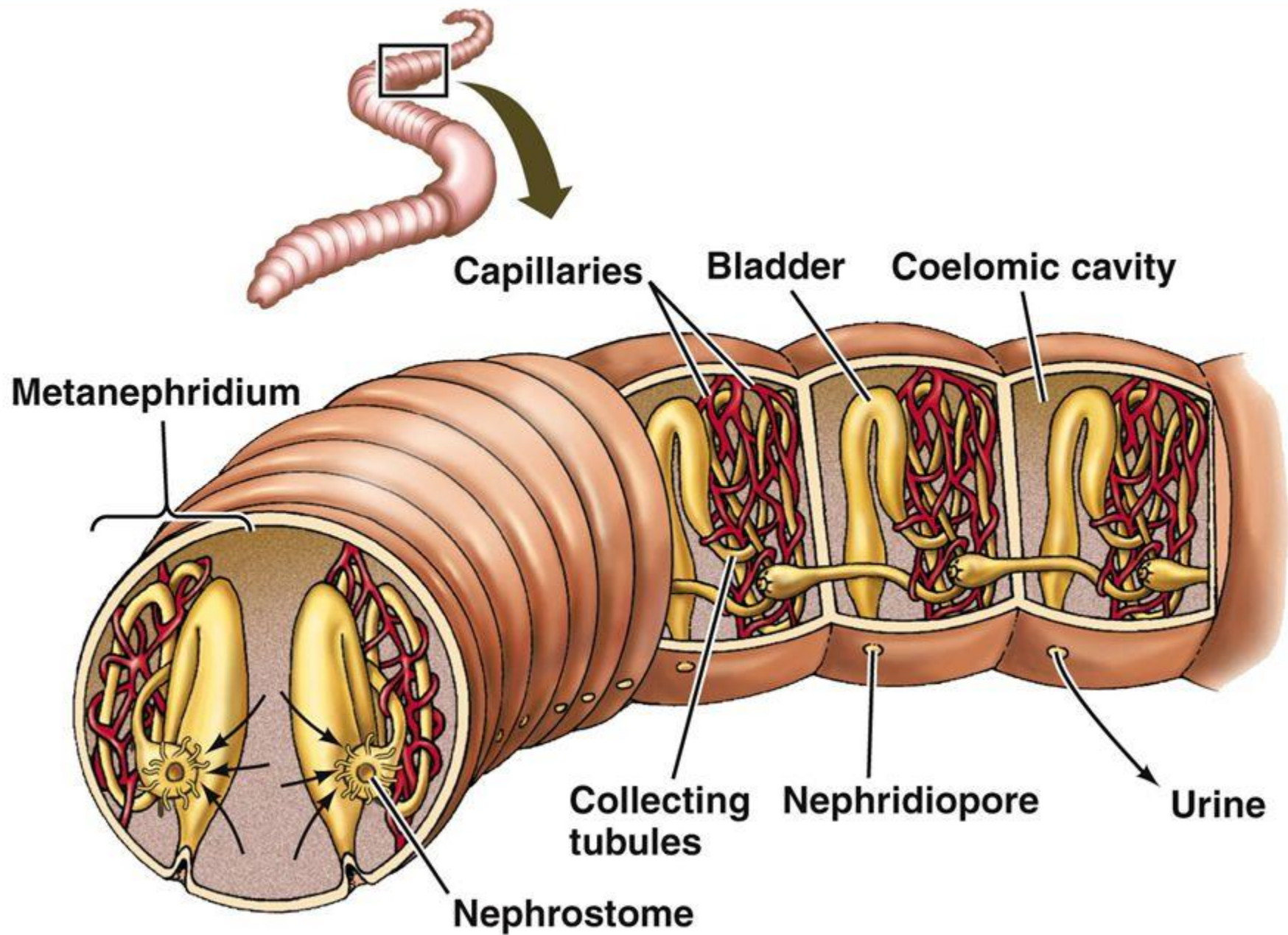
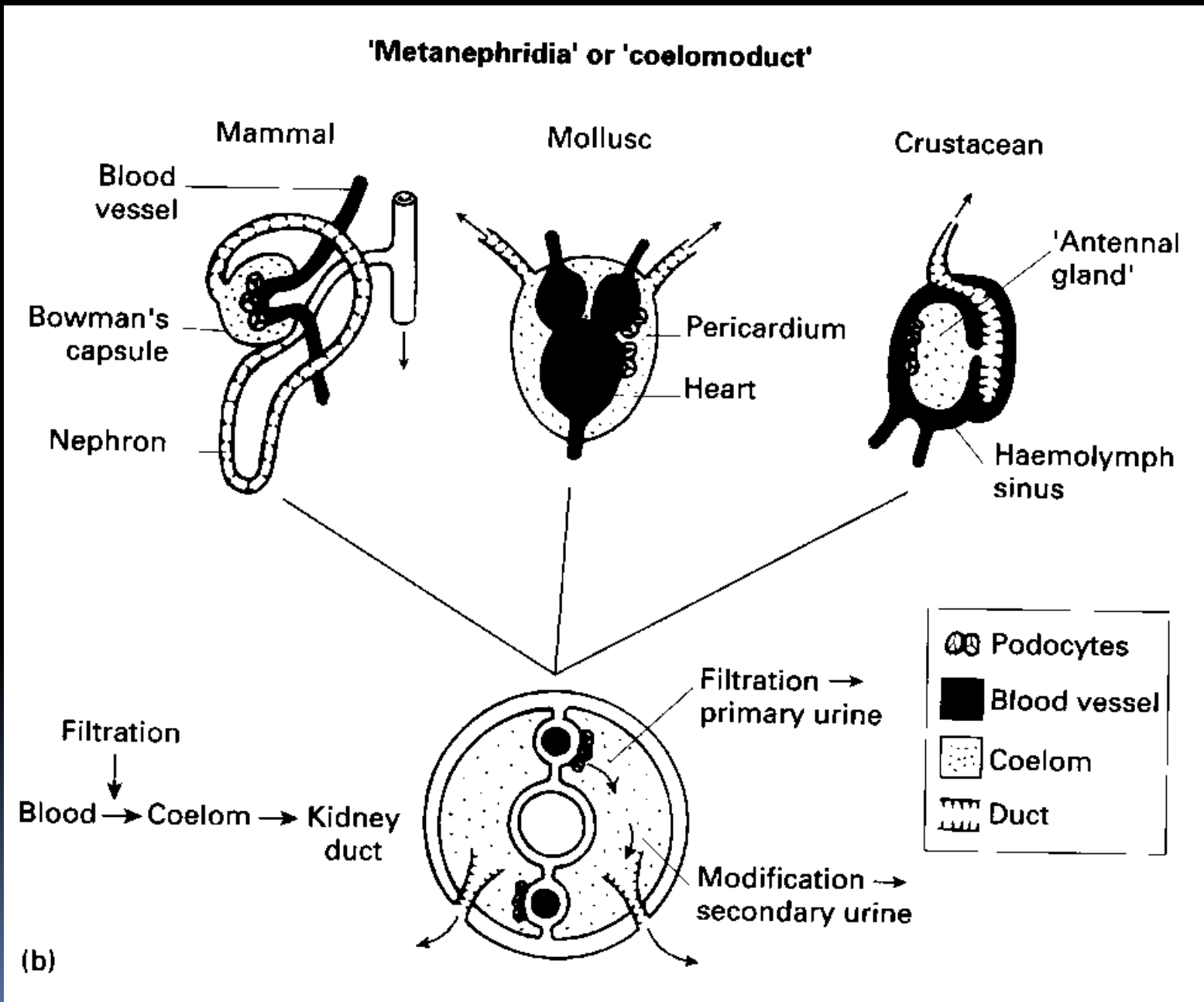


Figure 40.3 Metanephridia in Earthworms



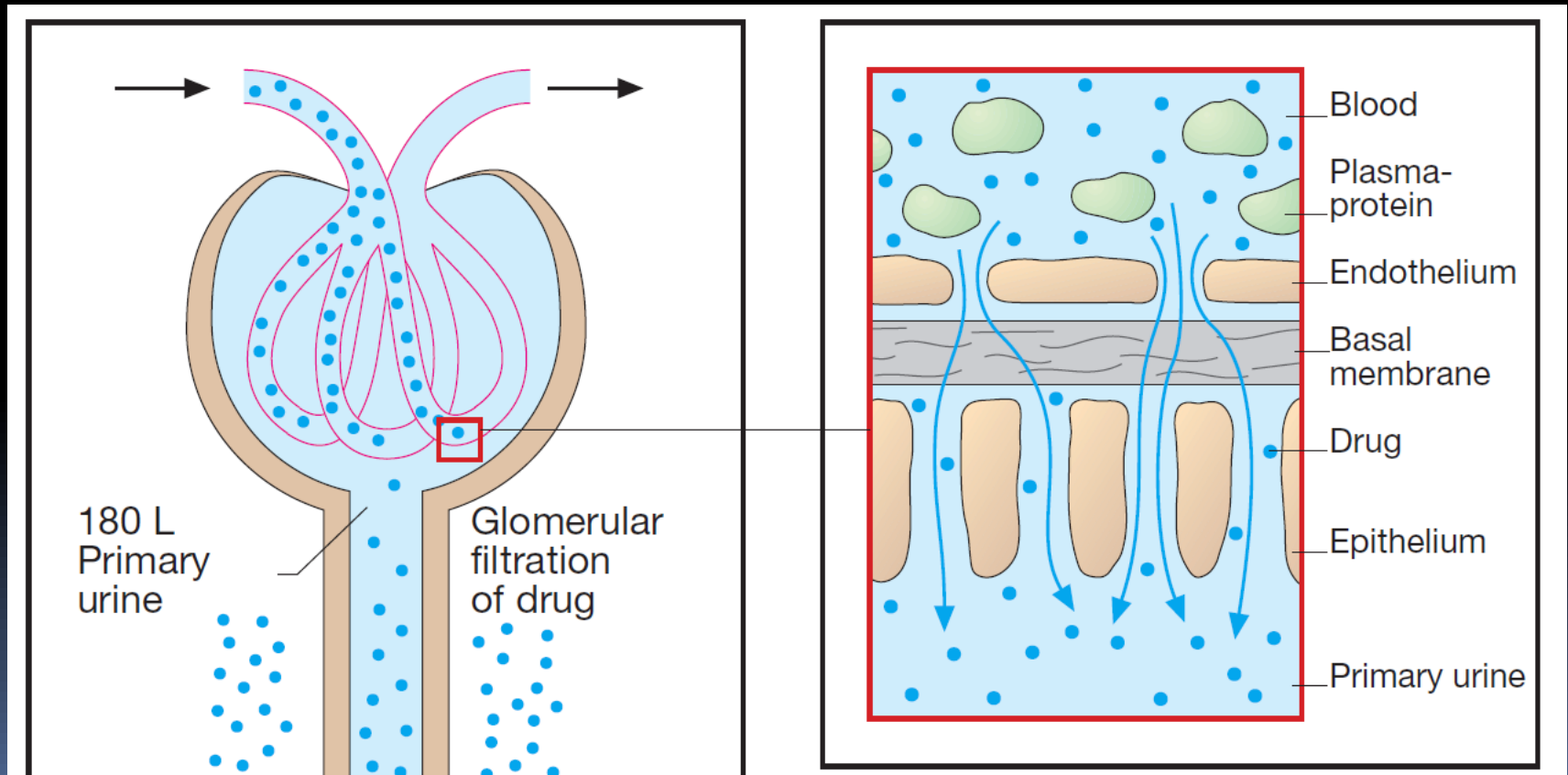
# Metanefridie

Oddělená krev a célová tekutina



# Metanefridie

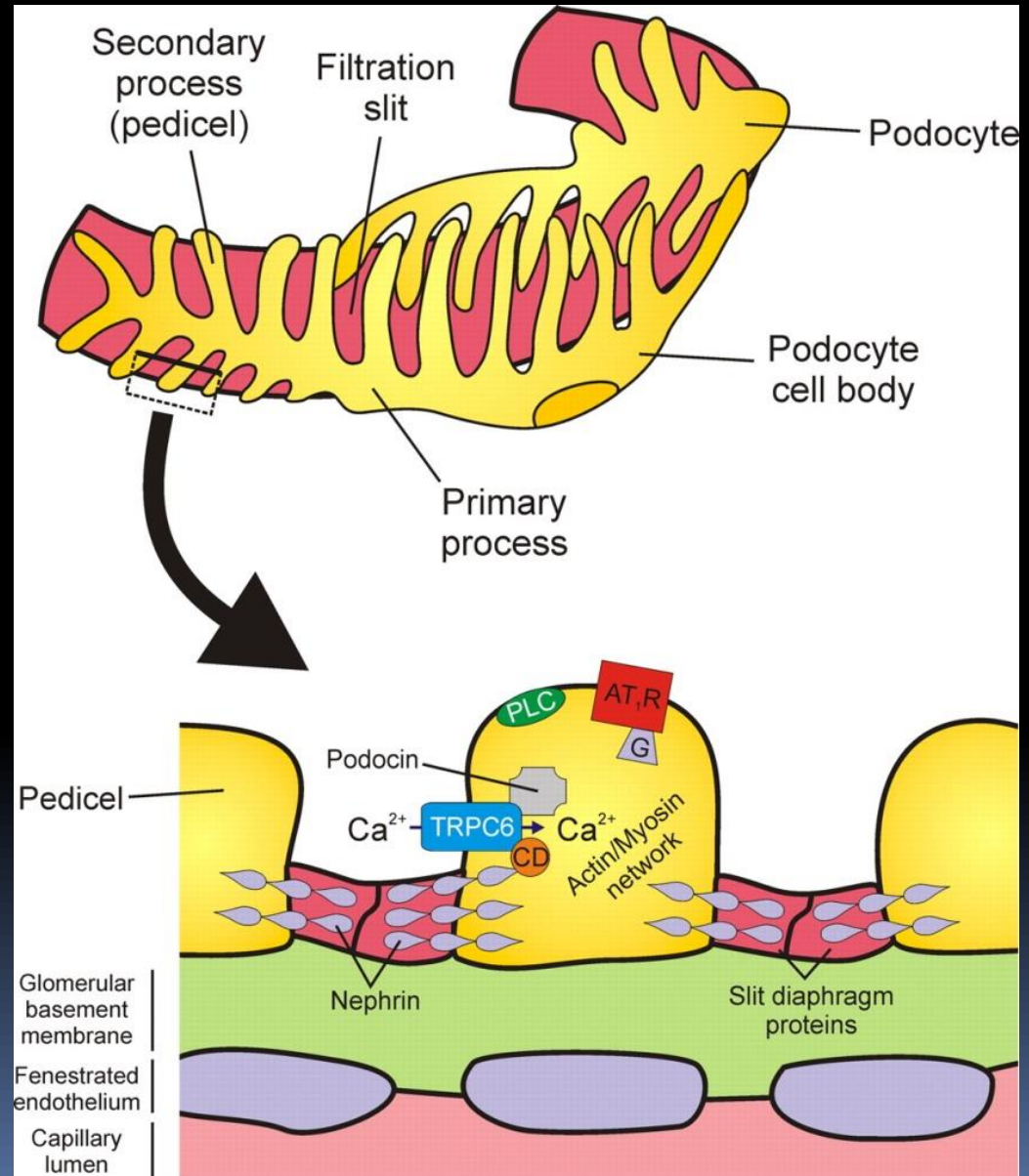
Buňky fenestrovaného „děravého“ endotelu cév nechávají mezi sebou filtrační štěrbinu, kterými ultrafiltrací prochází primární filtrát. Plazmatické bílkoviny nebo krvinky ale neprojdou.





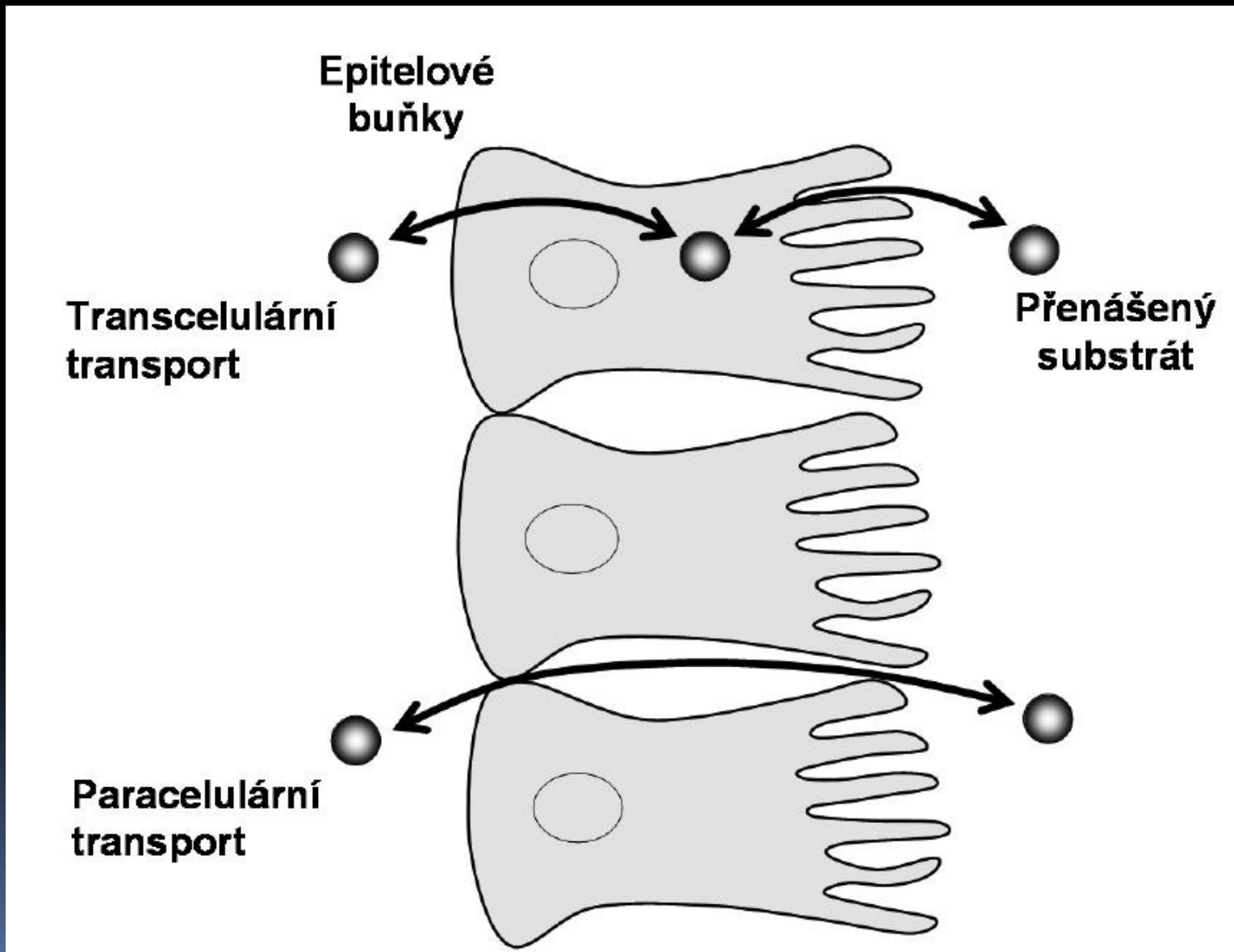
# Metanefridie

Podocyty – buňky epitelu kapilár ledvin nechávající mezi sebou filtrační štěrbinu, kterými ultrafiltrací prochází primární filtrát.



Paracelulární transport – určen „děravostí“ epitelu.

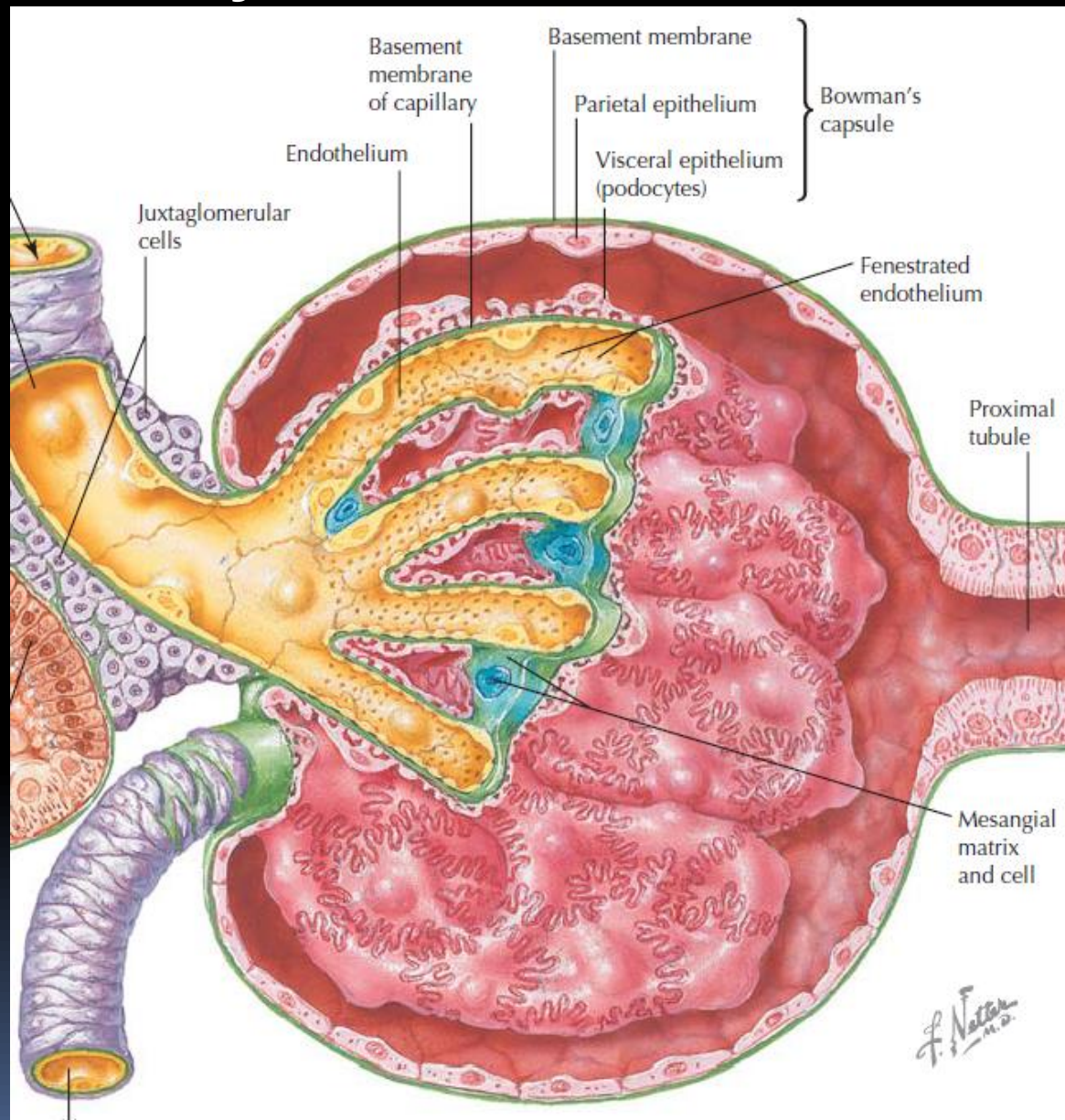
Transcelulární transport – určen propustností membrány (kanály, transportéry)



# Ledvinný glomerulus savců je odvozen od metanefridií

Plazma je v glomerulárních kapilárách filtrována do Bowmanova prostoru a ultrafiltrát pokračuje do proximálního tubulu.

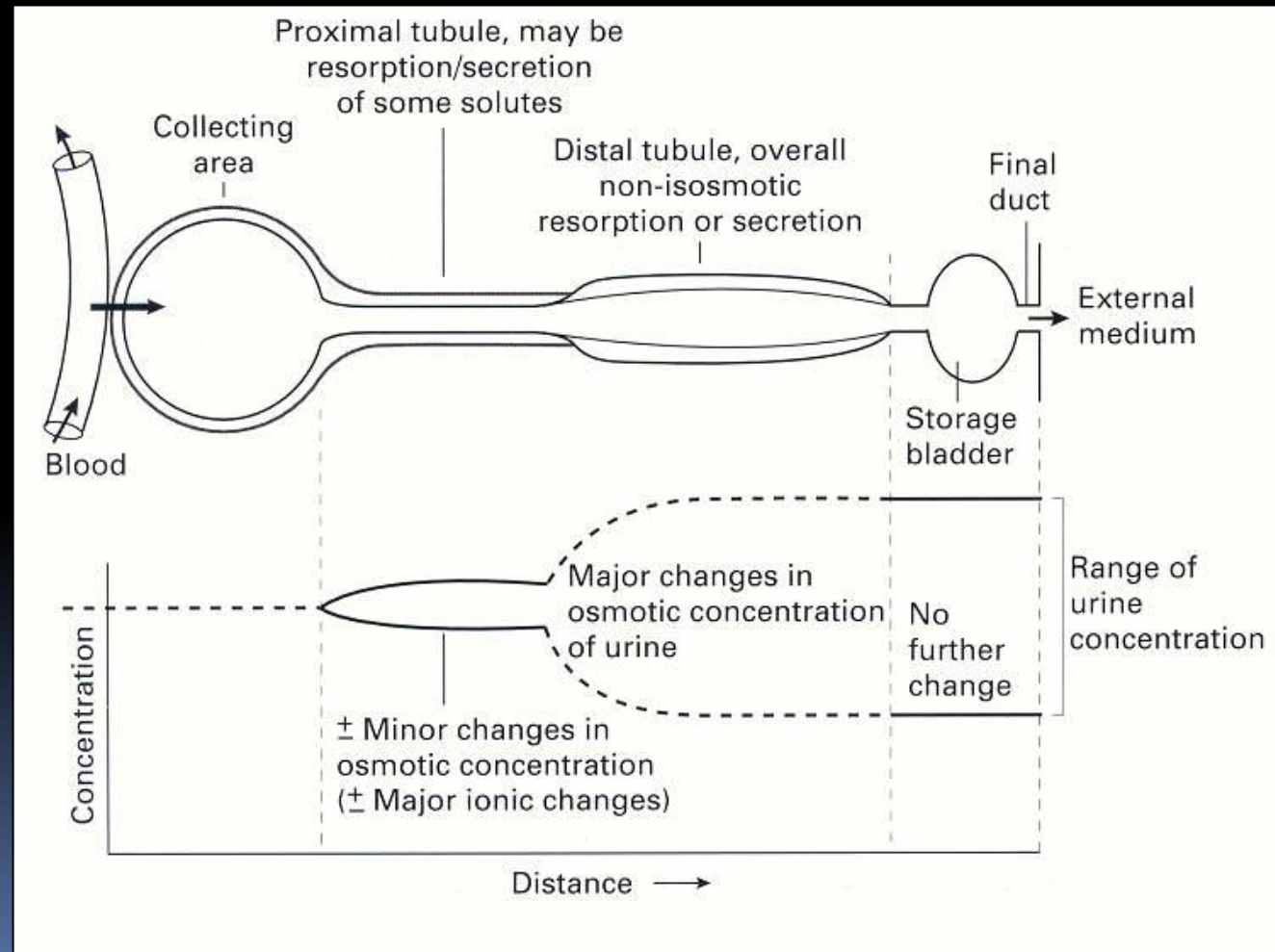
Fenestrováný endotel zajistí, že ultrafiltrát neobsahuje krvinky a plasmatické proteiny.



# Tubulární orgány: Tvorba a úprava primárního filtrátu.

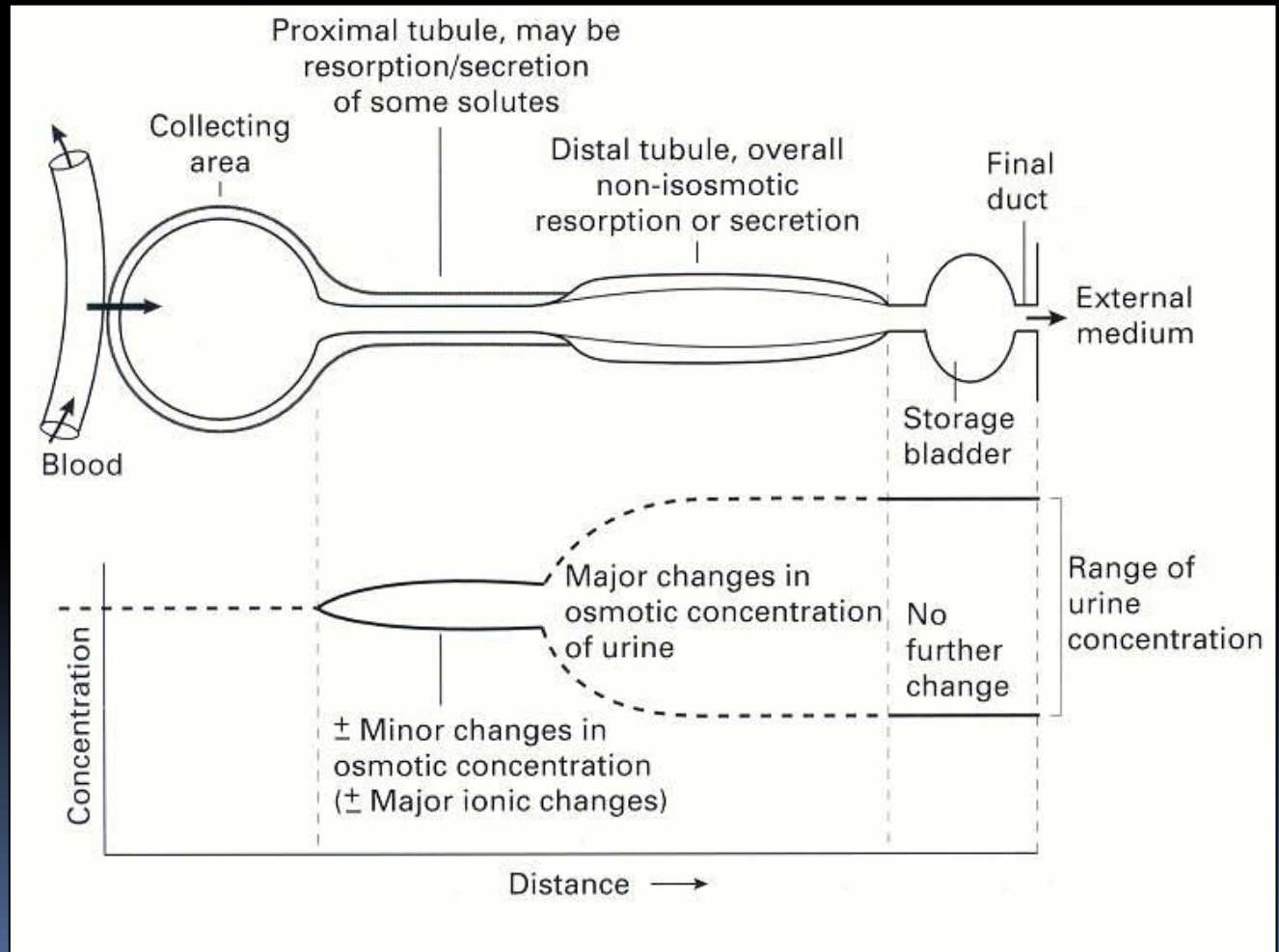
Proximální část - nejprve velké izoosmotické objemy (180l ultrafiltrátu denně)

Distální část - malé přesouvané objemy, ale velké změny koncentrace



# Tubulární orgány: Tvorba a úprava primárního filtrátu.

Není přesouvání tak velkých objemů tam a zpět zbytečné? Ne, je jednodušší totiž transportovat zpět známé látky než všechny neznámé ven.



# Úkoly savčích ledvin: nejen vylučování a řízení homeostázy, také endokrinní a metabolické funkce.

## A. Functions of the kidneys

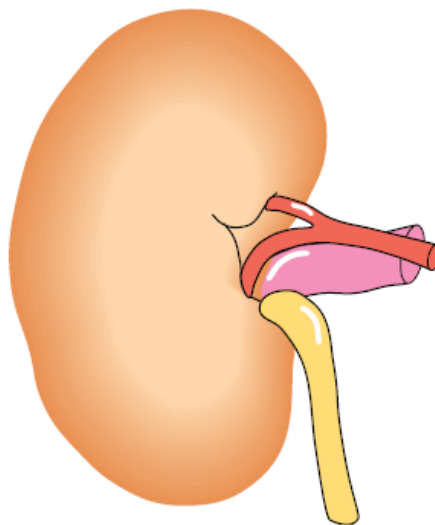
### 1. Excretion

Water  
Salts  
Metabolic wastes  
Foreign substances

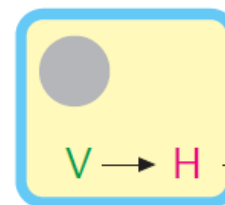


### 2. Homeostasis

Acid-base balance  
Electrolyte balance

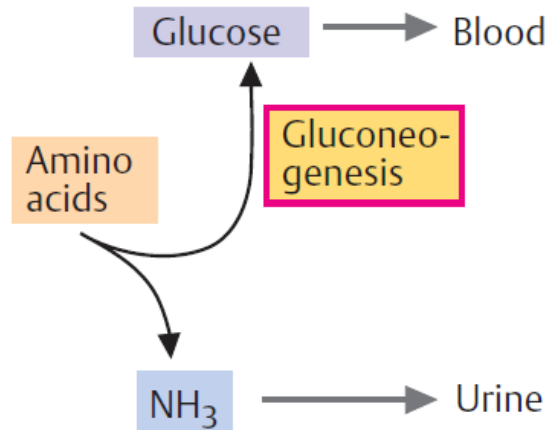


### 3. Hormone synthesis



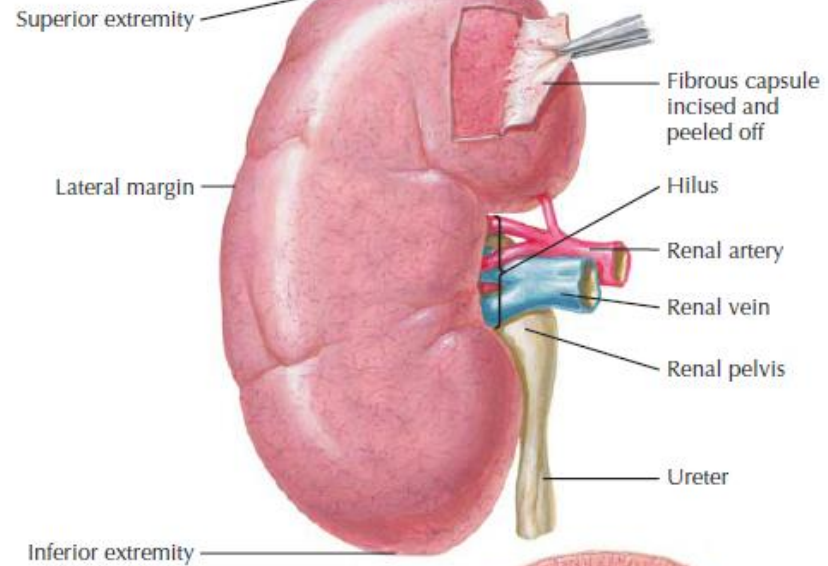
Erythropoietin  
Calcitriol

### 4. Metabolism

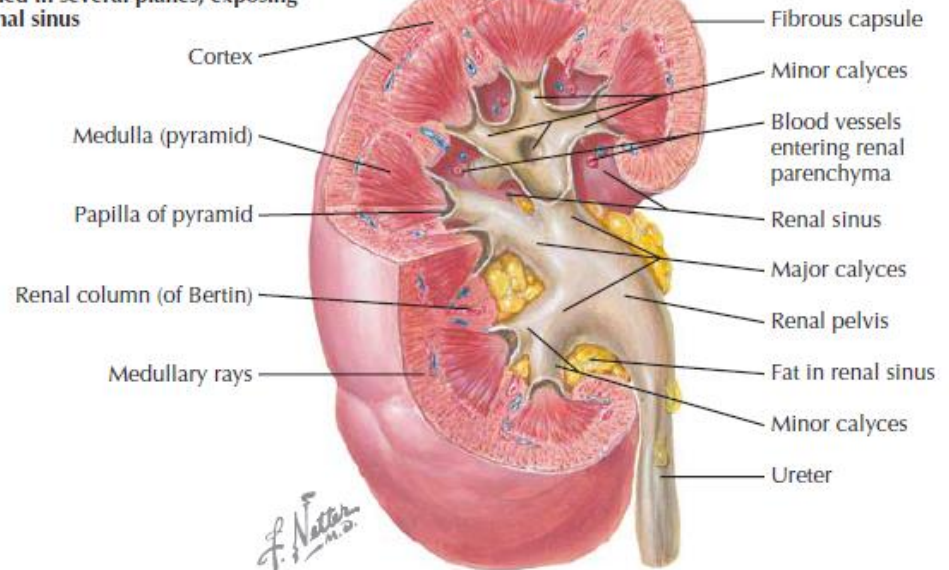


Anatomie:  
Kůra a dřeň.  
Přívod odvod krve.  
Odvod moči.

A. Anterior surface of right kidney



B. Right kidney sectioned in several planes, exposing parenchyma and renal sinus

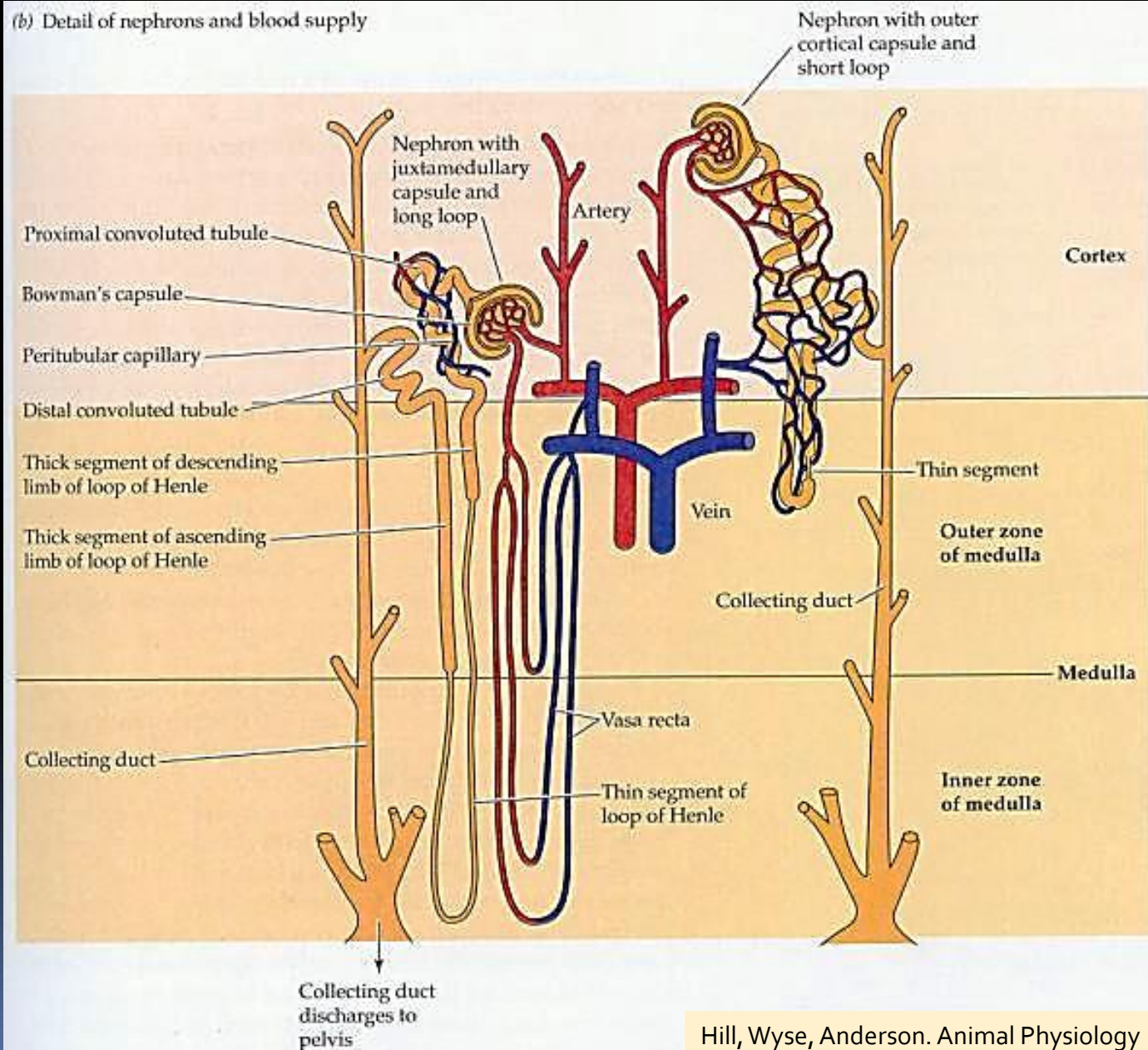


# Architektura savčích ledvin: tvorba hypertonické moči

Anatomie:  
Kůra a dřeň.

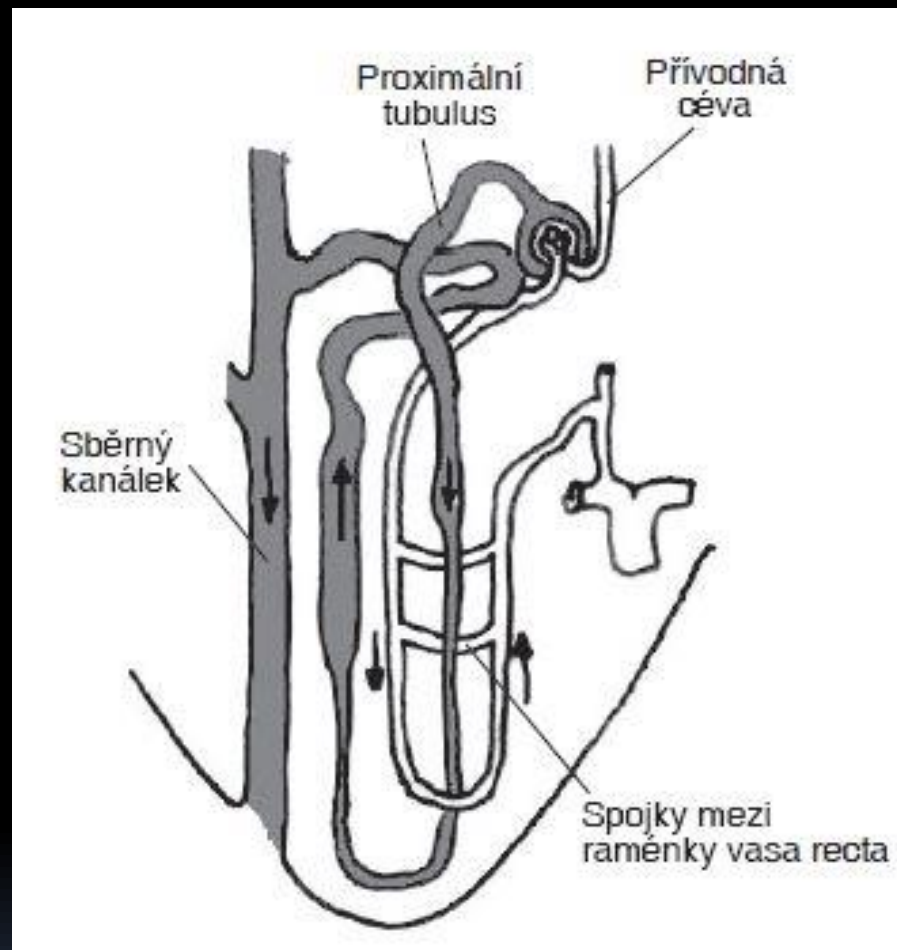
Kanálek  
doprovázený  
cévami hluboko  
zasahující do  
dřeně.

Proximální  
tubulus,  
Henleova klička,  
distální tubulus,  
sběrný kanálek.





# Architektura savčích ledvin: tvorba hypertonické moči



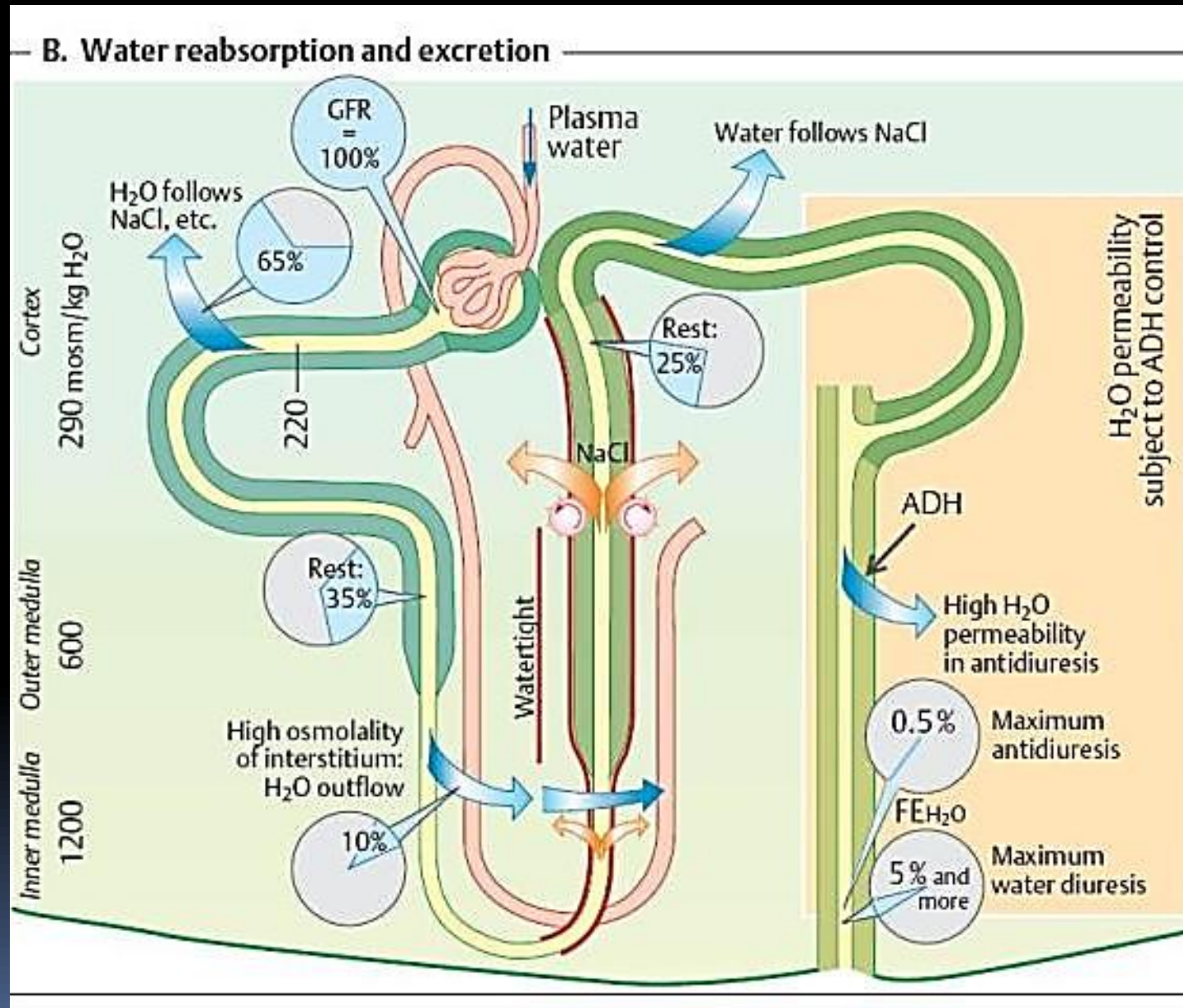
Obr. 14.14: Architektura dřeně ledvin. Cévy a kanálky jsou vedeny paralelně do hloubky dřeně. Tím je umožněna protiproudá výměna vody a rozpuštěných látek už mezi přívodnými a odvodnými cestami a je tak oddělena hyperosmotická dřeň od kůry. Vasa recta tvoří celou pleteň kolem tubulu (nezakresleno) s řadou spojek. Jejich vazomotorikou je regulováno prokrvení a tedy osmolalita dřeně.

# Úkol savčích ledvin: filtrace a zpětná resorpce vody

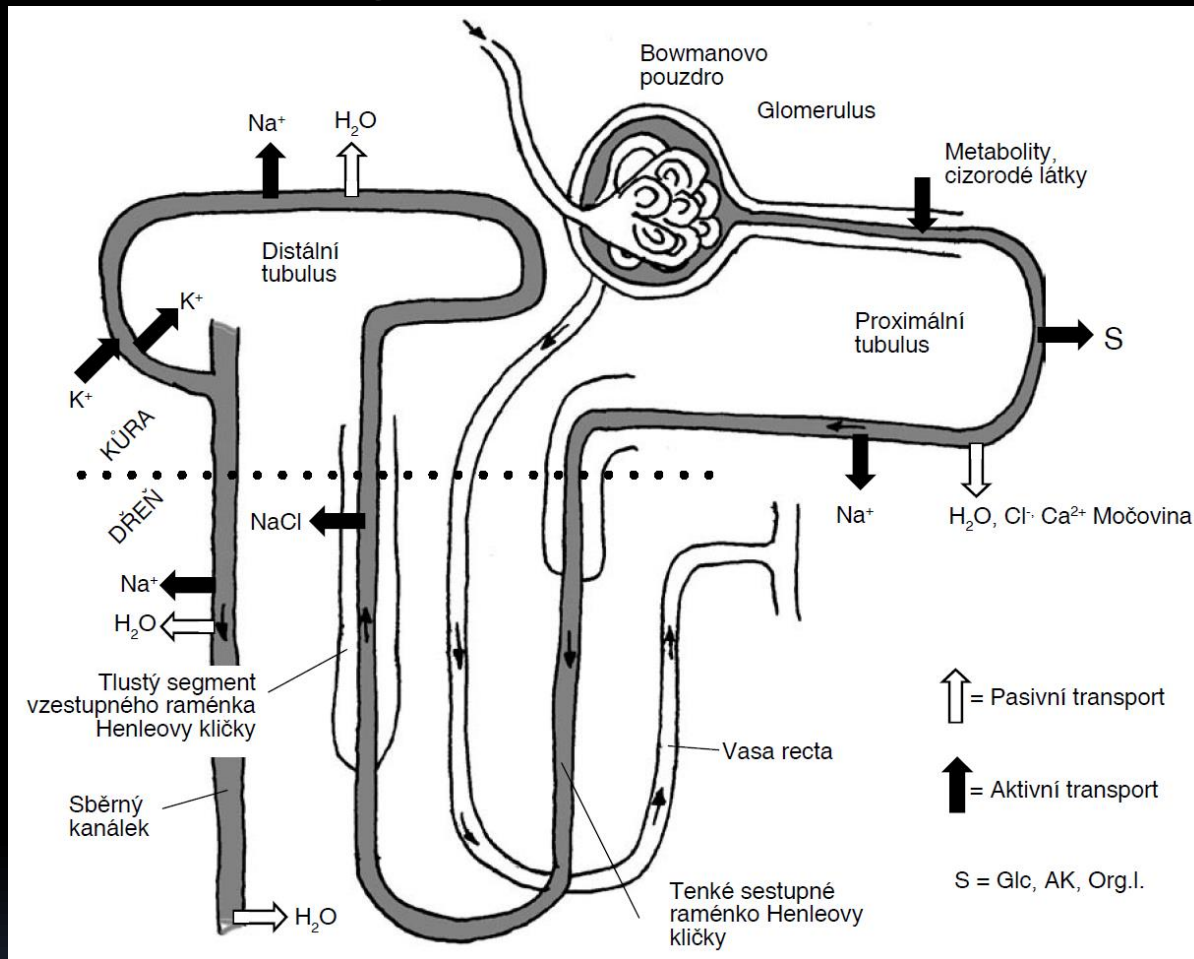
Finální moč má jen 0,5 – 5% vody.

Problém:  
Jak připravit odvodněnou moč?

Protože vodu nelze selektivně čerpat, jediná možnost je připravit hypertonické okolí tubulu.



# Tubulární orgány: Tvorba a úprava primárního filtrátu.

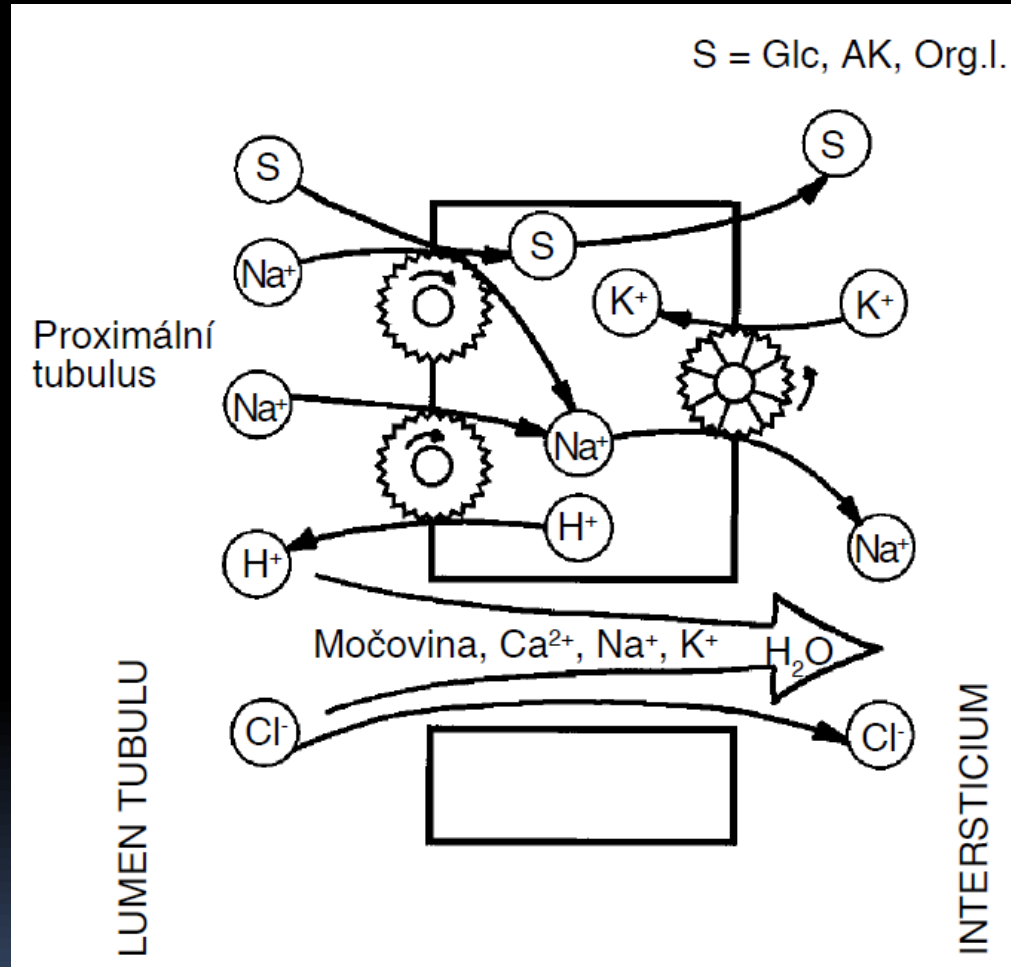


Obr. 14.7: Schéma stavby nefronu a transportních dějů při tvorbě moči. Primární filtrát je cestou tubulel upravován sekrecí a resorpcí. V proximálním tubulu se spolu s  $\text{Na}^+$  resorbují organické látky, většina vody a iontů. Tlustý segment Henleovy klíčky exportuje  $\text{NaCl}$  bez doprovodu vody a generuje vysokou osmolalitu dřeně. V distálním tubulu se doladuje iontové složení moči. Ve sběrném kanálku se odchodem vody do dřeně tvoří hyperosmotická moč.

# Proximální tubulus.

Úkol: vrátit co největší objem vody s užitečnými látkami.  
Osmolalita se nemění.

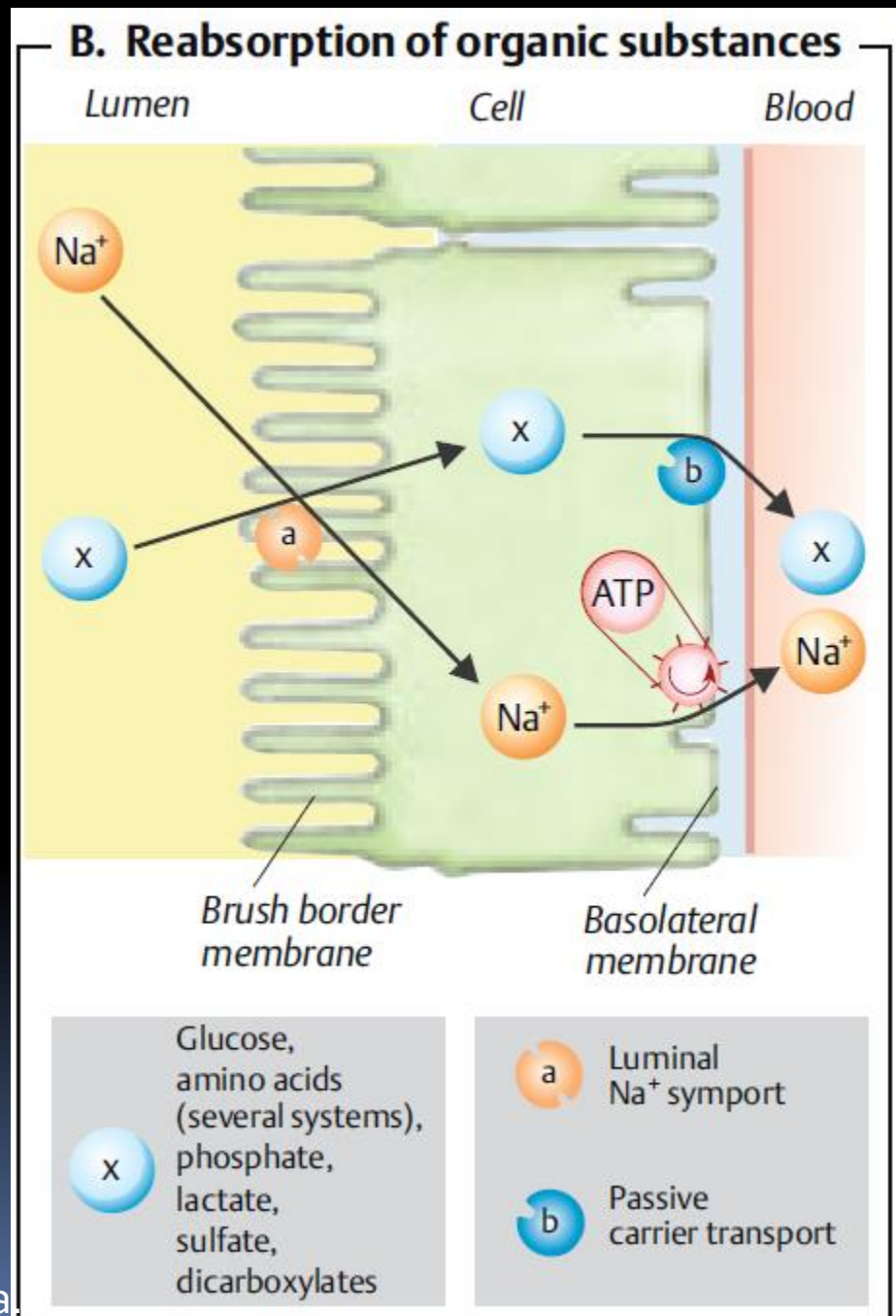
Z dutiny proximálního tubulu jsou organické látky transportovány do buněk epitelu sekundárním aktivním kotransportem energií  $\text{Na}^+$  gradientu. Do intersticia projdou usnadněnou difuzí. Kromě toho:  $\text{Na}^+$  ionty následuje paracelulárně voda, strhávající s sebou další látky. (Kolo s výztuží = aktivní transport).



## Proximální tubulus.

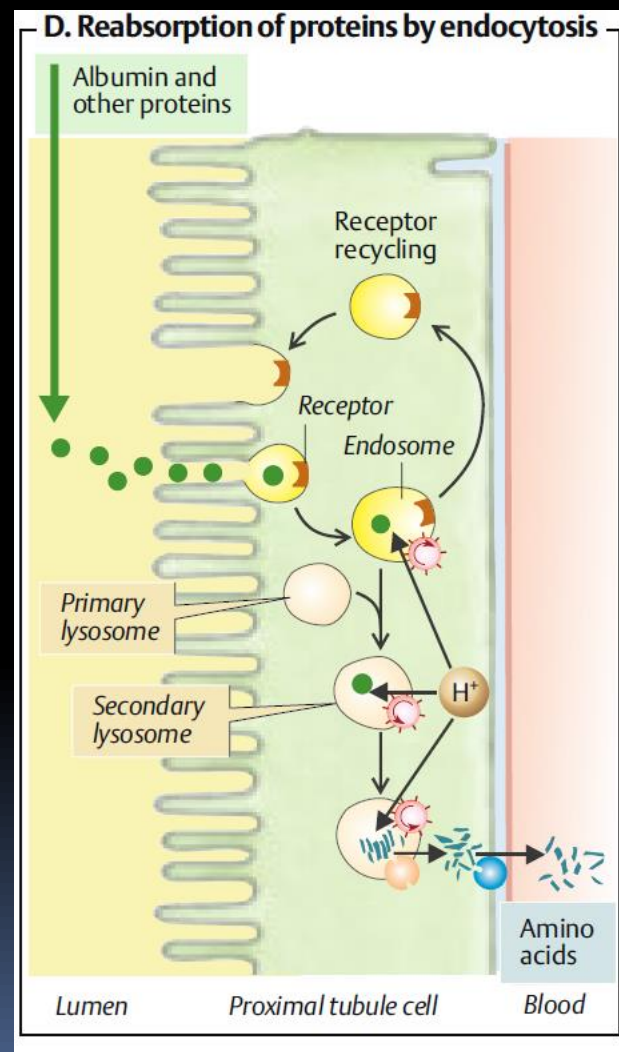
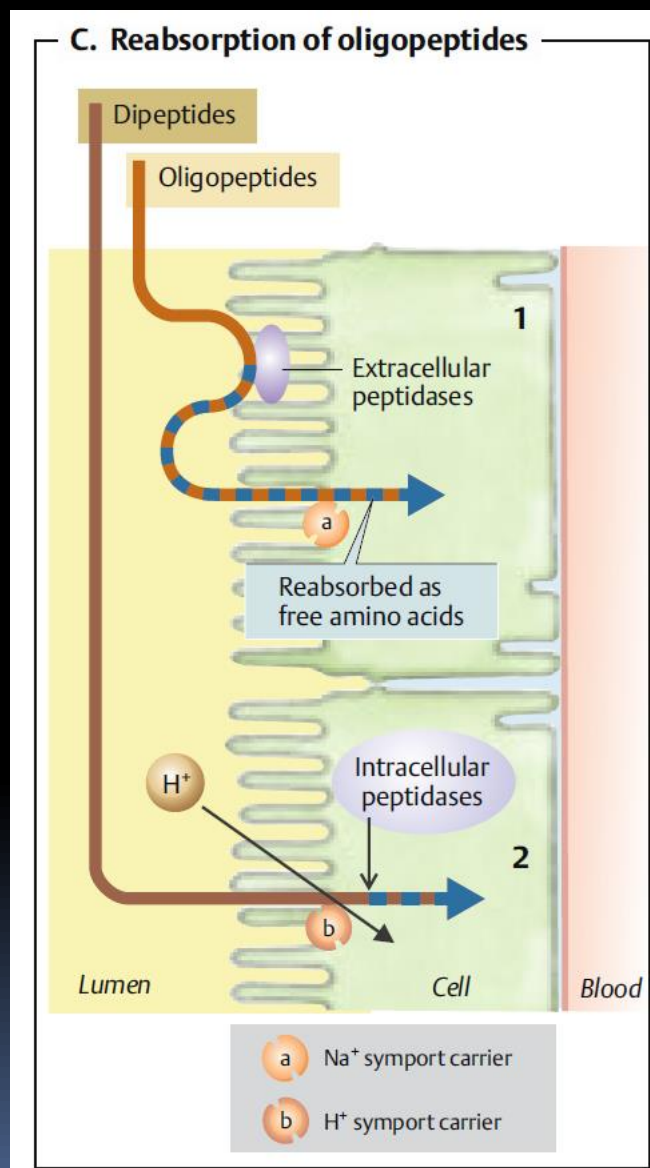
Úkol: vrátit co největší objem vody s užitečnými látkami.  
Osmolalita se nemění.

Z dutiny proximálního tubulu jsou organické látky transportovány do buněk epitelu sekundárním aktivním kotransportem energií  $\text{Na}^+$  gradientu. Do intersticia projdou usnadněnou difuzí.



# Proximální tubulus.

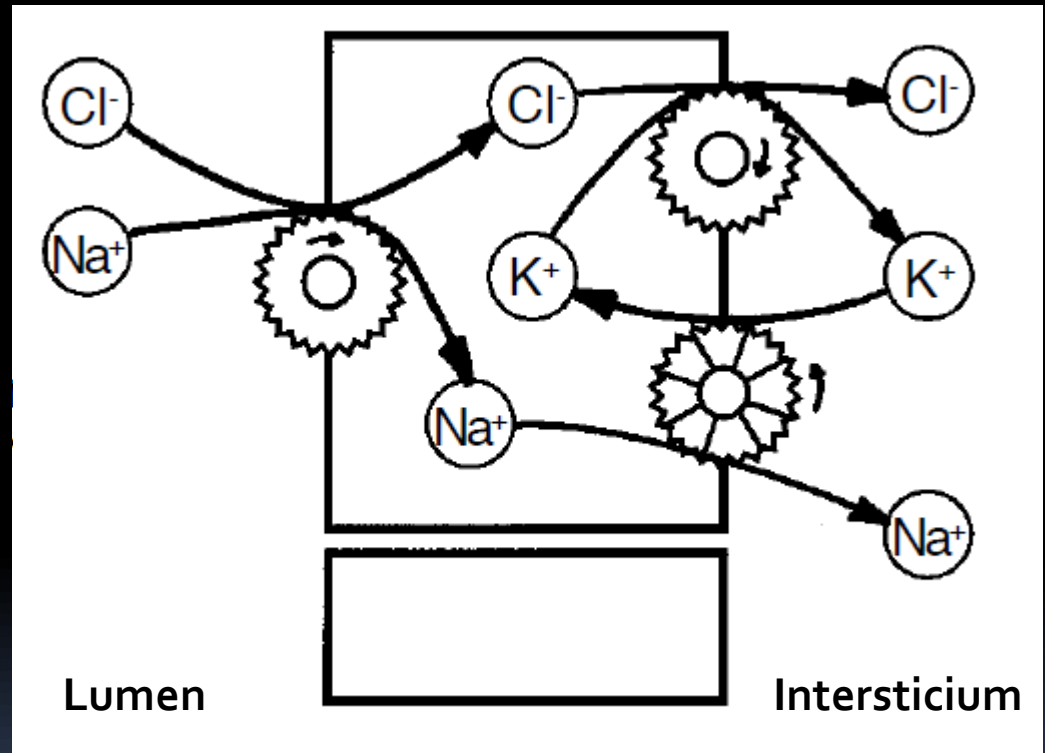
Užitečné peptidy se resorbují sekundárním aktivním transportem nebo endocytózou.



# Tlustý segment Henleovy kličky

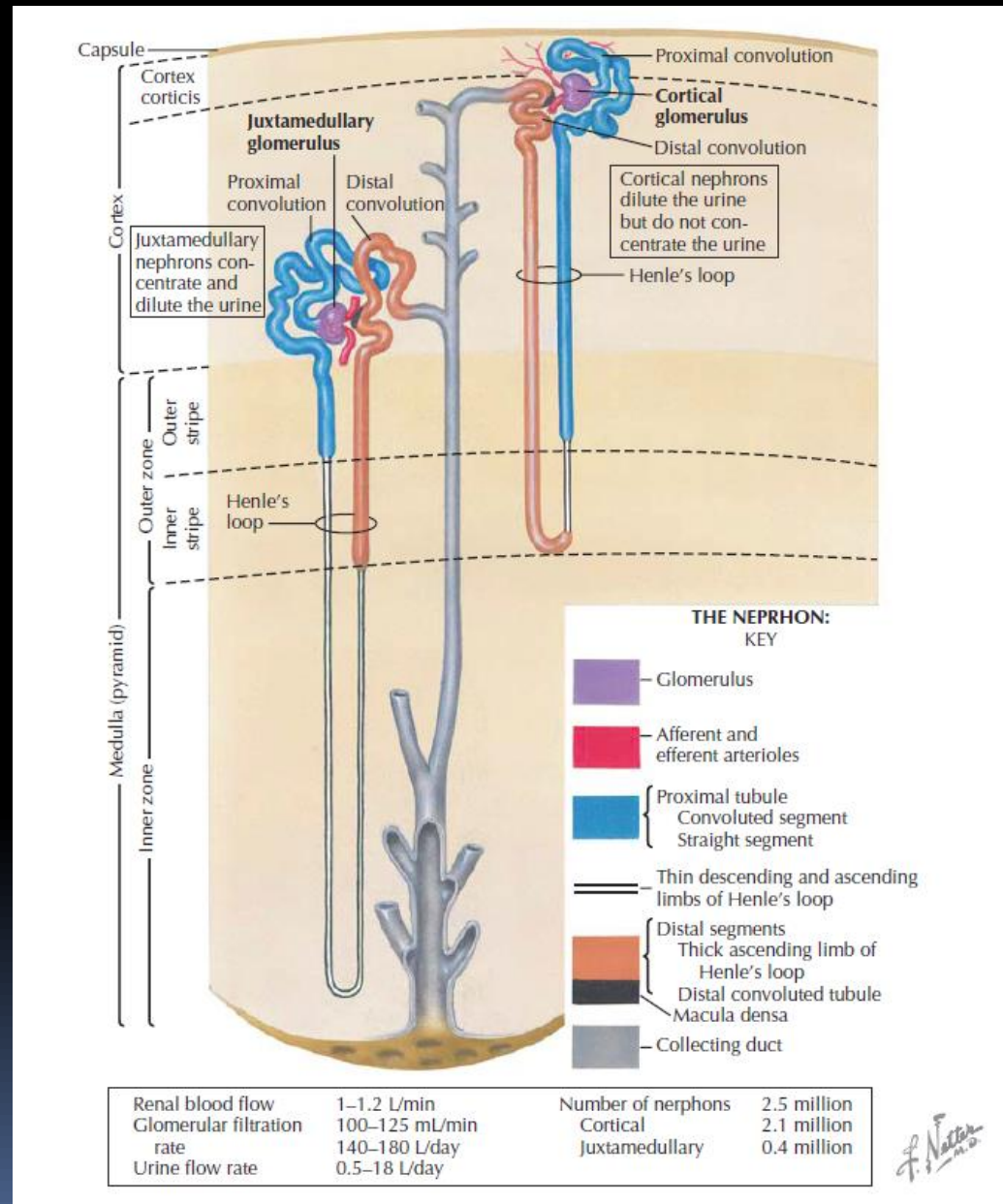
Úkol: vytvořit  
hypertonickou dřeň.

V tlustém segmentu  
Henleovy kličky se do  
intersticia dřeňě  
přečerpávají  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$ .  
(Kolo s výztuží = aktivní  
transport).



# Dva druhy glomerulů podle potřeby šetřit vodou.

U člověka připadá sedm kortikálních nefronů na jeden juxtamedulární. Převaha juxtamedulárních nefronů je u živočichů, kteří žijí v pouštních a suchých oblastech a musí dobře hospodařit s vodou.



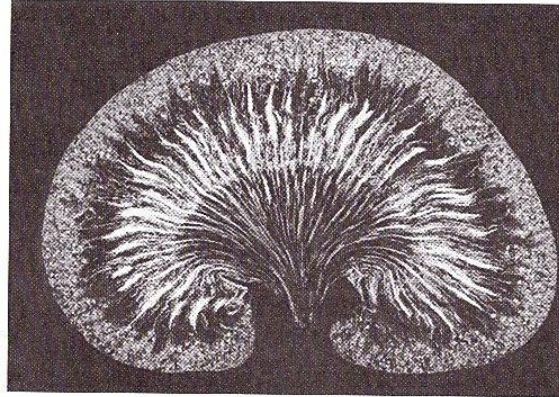




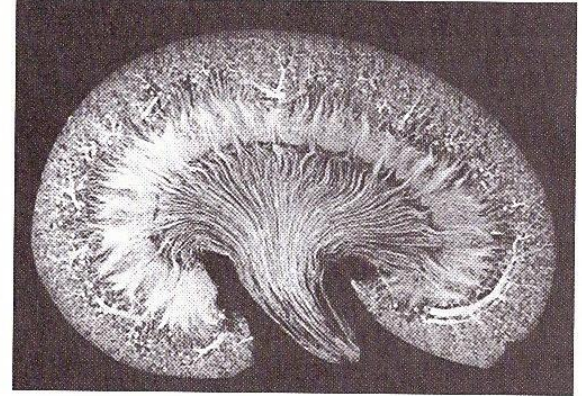
...se from freshwater aquatic habitats have the thinnest and d those from intermediate mesic habitats are in between. ing morphological comparison of the kidneys of three dents of roughly similar body size is seen in **Figure 28.10**. species, the Mongolian gerbil and sand rat, evolved in a have far more-prominent renal papillae (singular *papilla*)

**Figure 28.10 Kidney structure visualized by injection of the microvasculature** (a–c) Midsagittal sections of the kidneys of three species of rodents of similar adult body size, in which the microscopic blood vessels of the kidneys have been injected with rubber for visualization. (d) A drawing of a sand rat kidney showing a nephron with a long loop of Henle. (Photographs in a–c courtesy of Lise Bankir [see Bankir and de Rouffignac 1985]; d after Kaissling et al. 1975.)

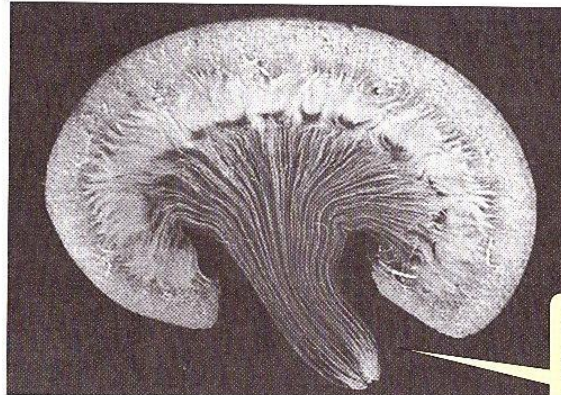
(a) Laboratory rat (*Rattus norvegicus*)



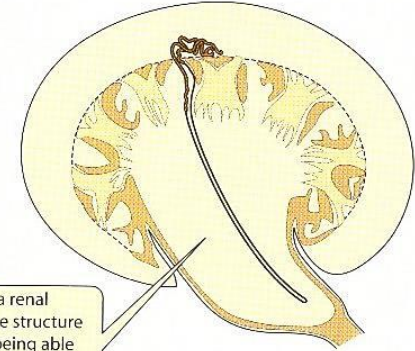
(b) Mongolian gerbil (*Meriones shawii*)



(c) Sand rat (*Psammomys obesus*)

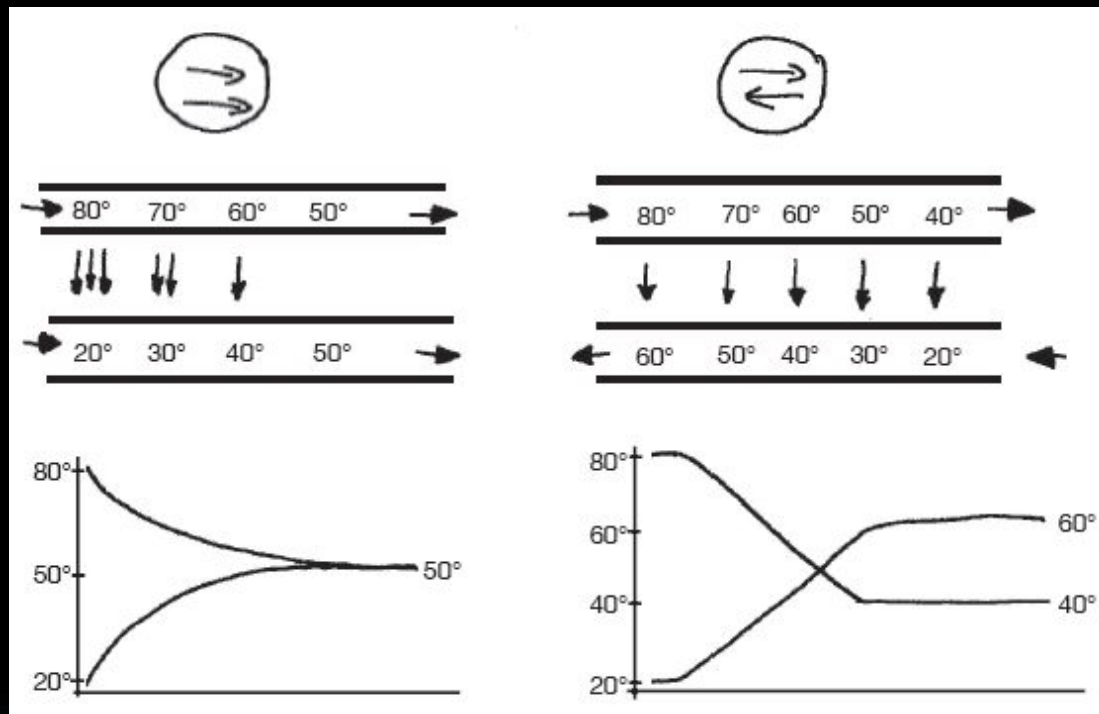


(d) A long-looped nephron in a sand rat kidney



The sand rat has a renal medulla of unique structure and is noted for being able to produce large volumes of highly concentrated urine.

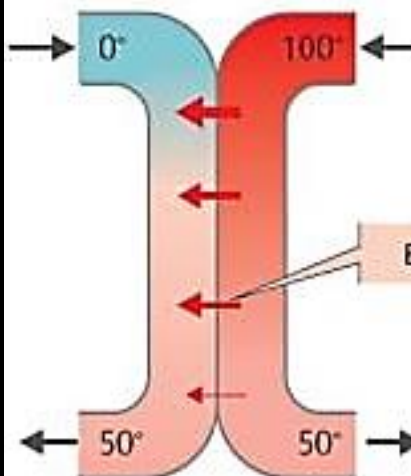
# Jak oddělit hypertonickou dřev od kůry? Protiproudý multiplikační systém



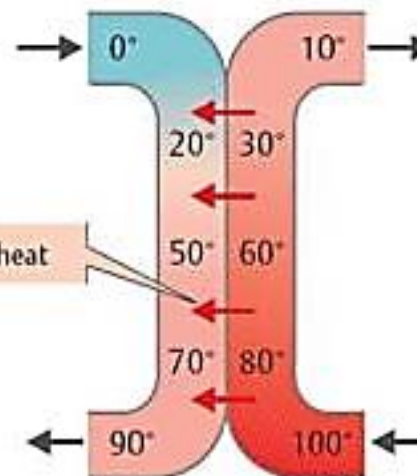
Obr. 14.9: Srovnání stejnosměrné a protiproudé výměny na příkladě teplot. Zatímco při stejnosměrné gradient klesá, až se výsledná teplota ustálí na průměru, při protiproudé výměně je gradient po celé délce konstantní a výměna tepla je účinnější.

# Jak oddělit hypertonickou dřeň od kůry? Protiproudý multiplikační systém

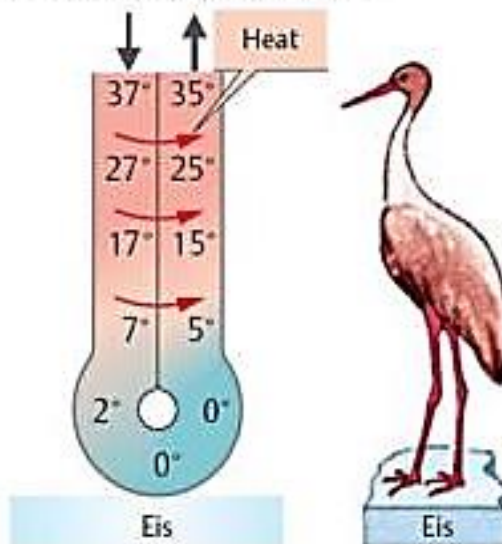
## A. Countercurrent systems



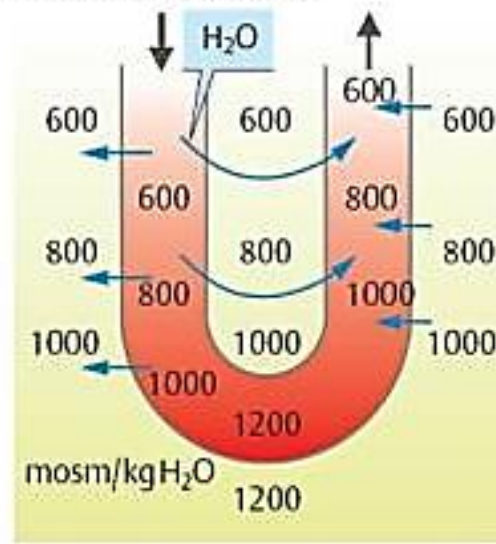
1 Simple exchange system



2 Countercurrent exchange



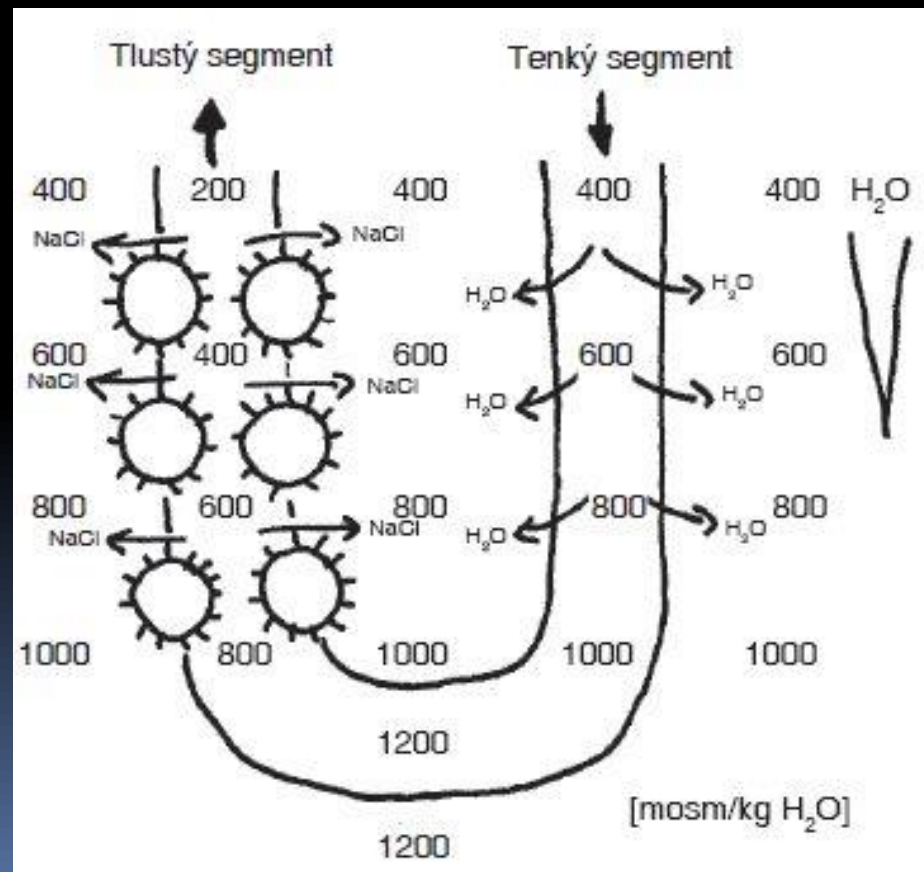
3 Countercurrent exchange (heat) in loop



4 Countercurrent exchange (water) in loop (e.g. vasa recta)

# Multiplikační systém tvoří hypertonickou dřeň - tubulus.

Aktivní protiproudá multiplikace v Henleově kličce (HK). V tlustém segmentu HK jsou čerpány do dřeně ionty  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$ . Pumpy zvládnou 200 mosm. Pro vodu je však epitel nepropustný. Voda přicházející tenkým segmentem je zkratkami strhávána do intersticia a osmolalita roste s tím víc, čím je klička delší. Dřeň ledvin je proto hyperosmotická.

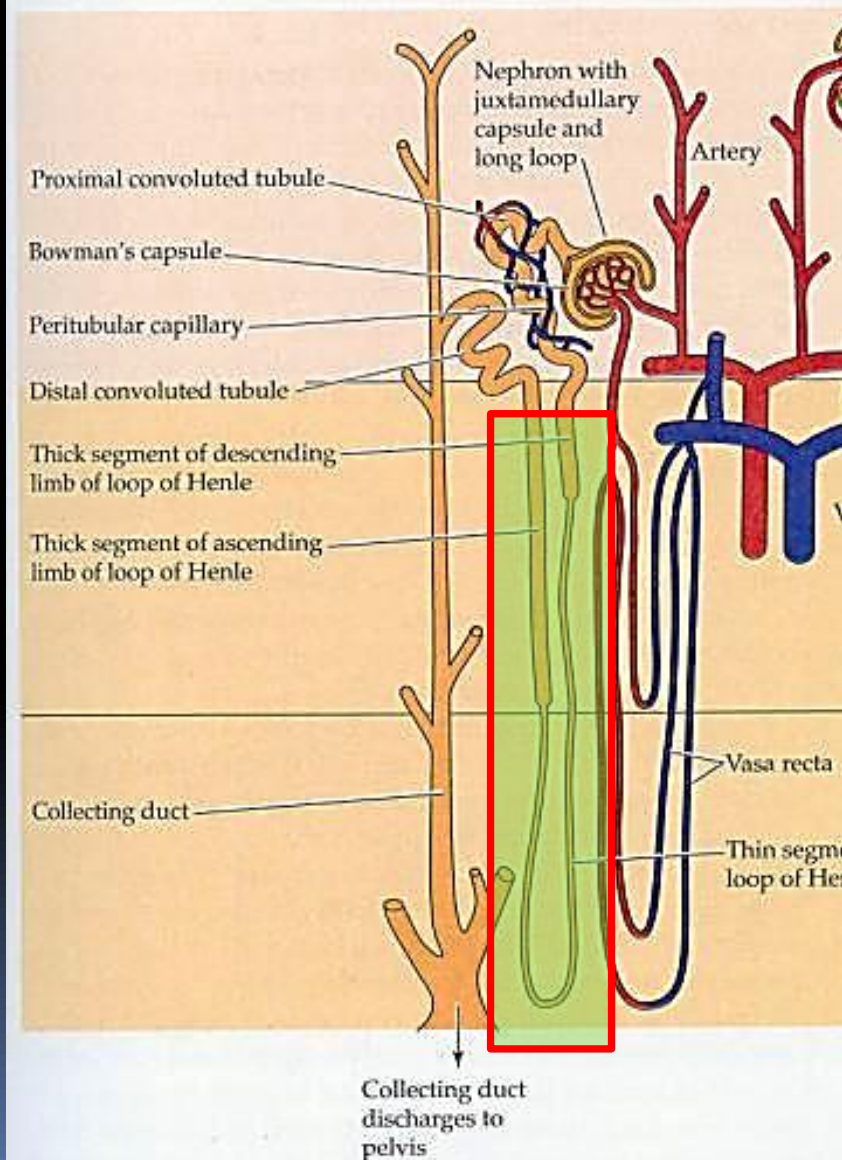


# Multiplikační systém tvoří hypertonickou dřeň - céva.

Protiproudá výměna vody ve *vasa recta*. Dřeň ledvin je zásobena krví cévou *vasa recta*. Voda přicházející s krví neproniká až do dřene a nesnižuje její osmolalitu, protože uniká zkratkami z přívodného do odvodného raménka.

Regulací prokrvení lze regulovat i osmotickou savost dřene a tím i množství moče.

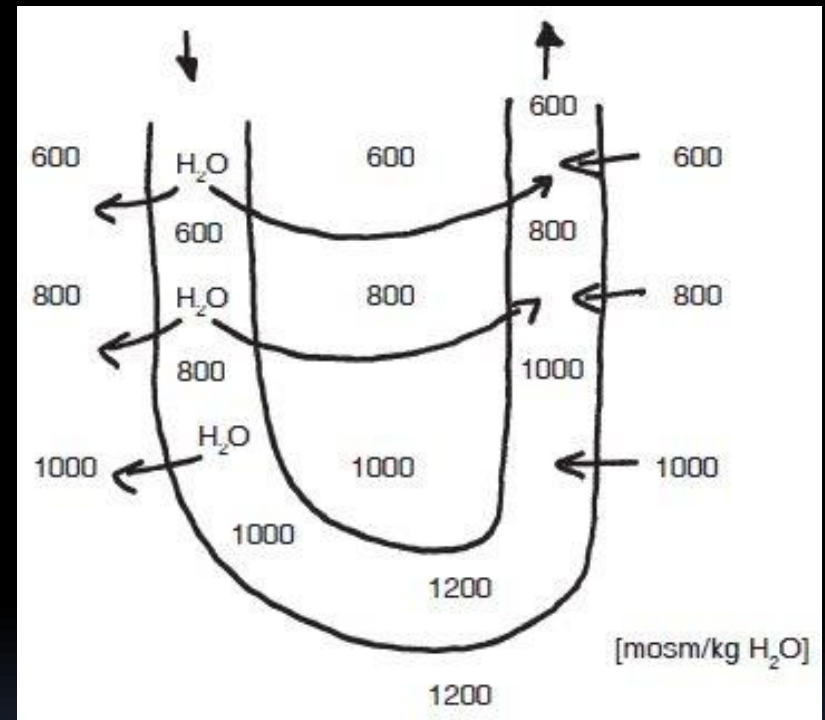
(b) Detail of nephrons and blood supply



# Multiplikační systém tvoří hypertonickou dřeň - céva.

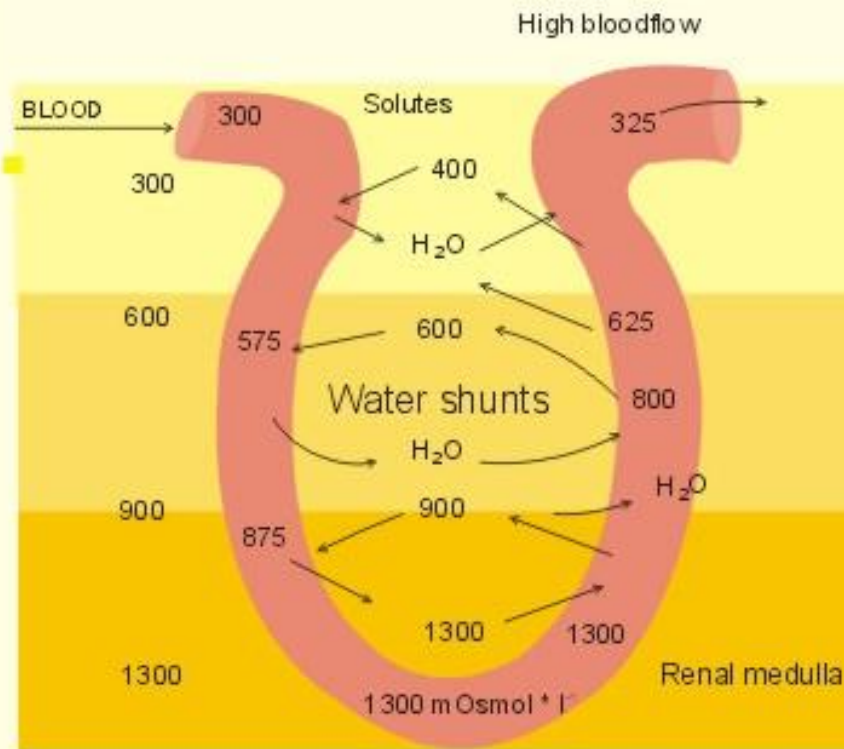
Protiproudá výměna vody ve *vasa recta*. Dřeň ledvin je zásobena krví cévou *vasa recta*. Voda přicházející s krví neproniká až do dřene a nesnižuje její osmolalitu, protože uniká zkratkami z přírodního do odvodného raménka.

Regulací prokrvení lze regulovat i osmotickou savost dřene a tím i množství moče.

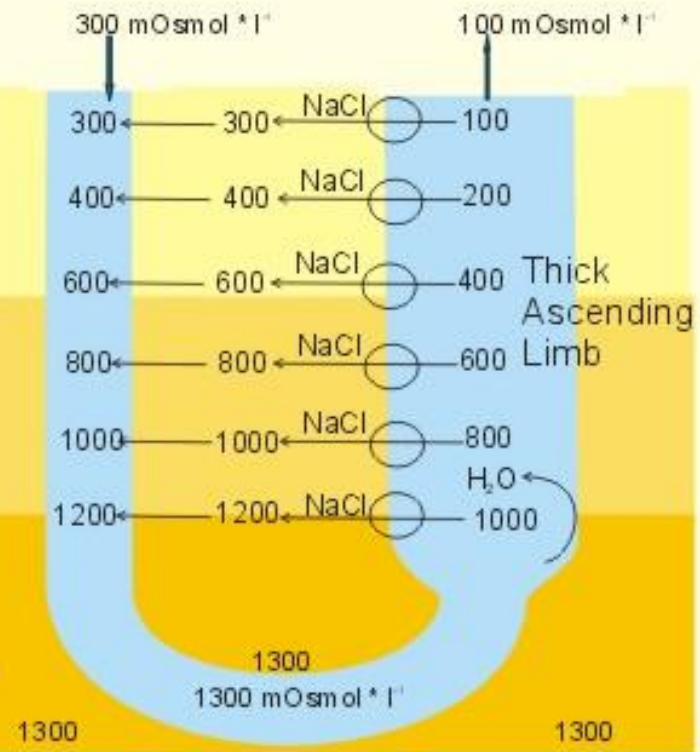


# Multiplikační systém tvoří hypertonickou dřeň – tubulus a céva společně.

A: Vasa Recta With Passive Counter-current Exchange:



B: Counter-current Multiplier In The Loop Of Henle



$$(1300 - 100) = 1200 \text{ mOsmol * l}^{-1}$$

$$1200/200 = 6$$

ADH is present

Fig. 25-14

# Ledviny a acidobazická rovnováha

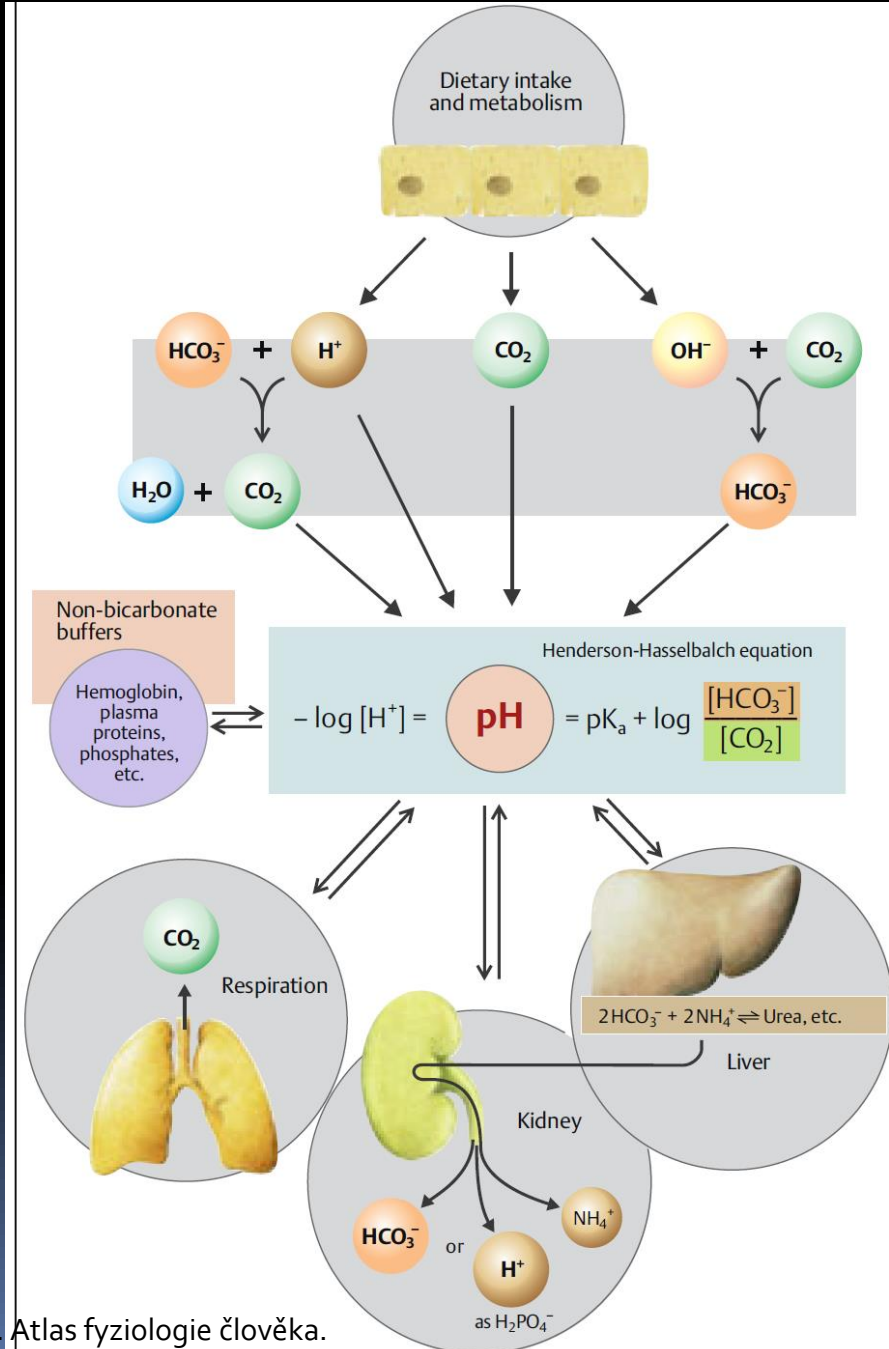
Spolu s plícemi tvoří otevřený systém regulující pH (7,4).

Výkyvy pH ohrožují membránovou propustnost, distribuci elektrolytů.

CO<sub>2</sub>/HCO<sub>3</sub> systém



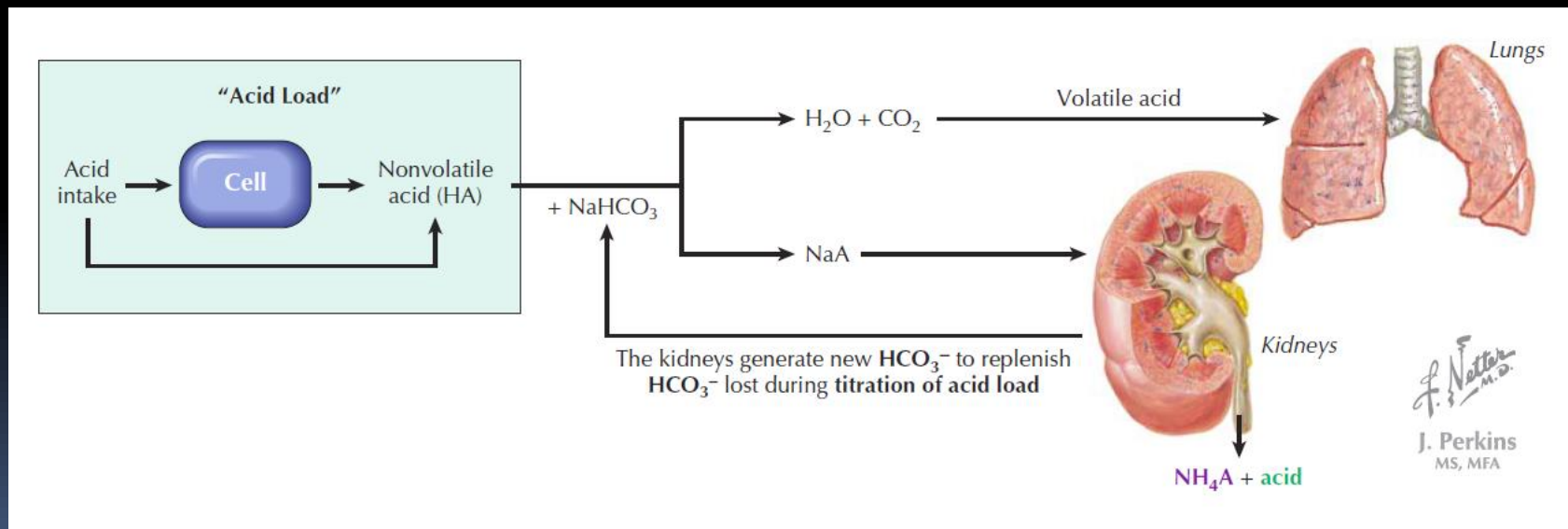
Ledviny regulují výdej HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sup>+</sup> a NH<sub>4</sub><sup>-</sup> iontů.





# Ledviny a acidobazická rovnováha

Při acidóze nastupuje renální kompenzace. Ledviny exkretují větší množství  $\text{H}^+$  (a  $\text{NH}_4^+$ ) a více  $\text{HCO}_3^-$  se vrátí z filtrátu do krve. To umožní větší titraci kyselin a větší výdej  $\text{CO}_2$  plícemi.

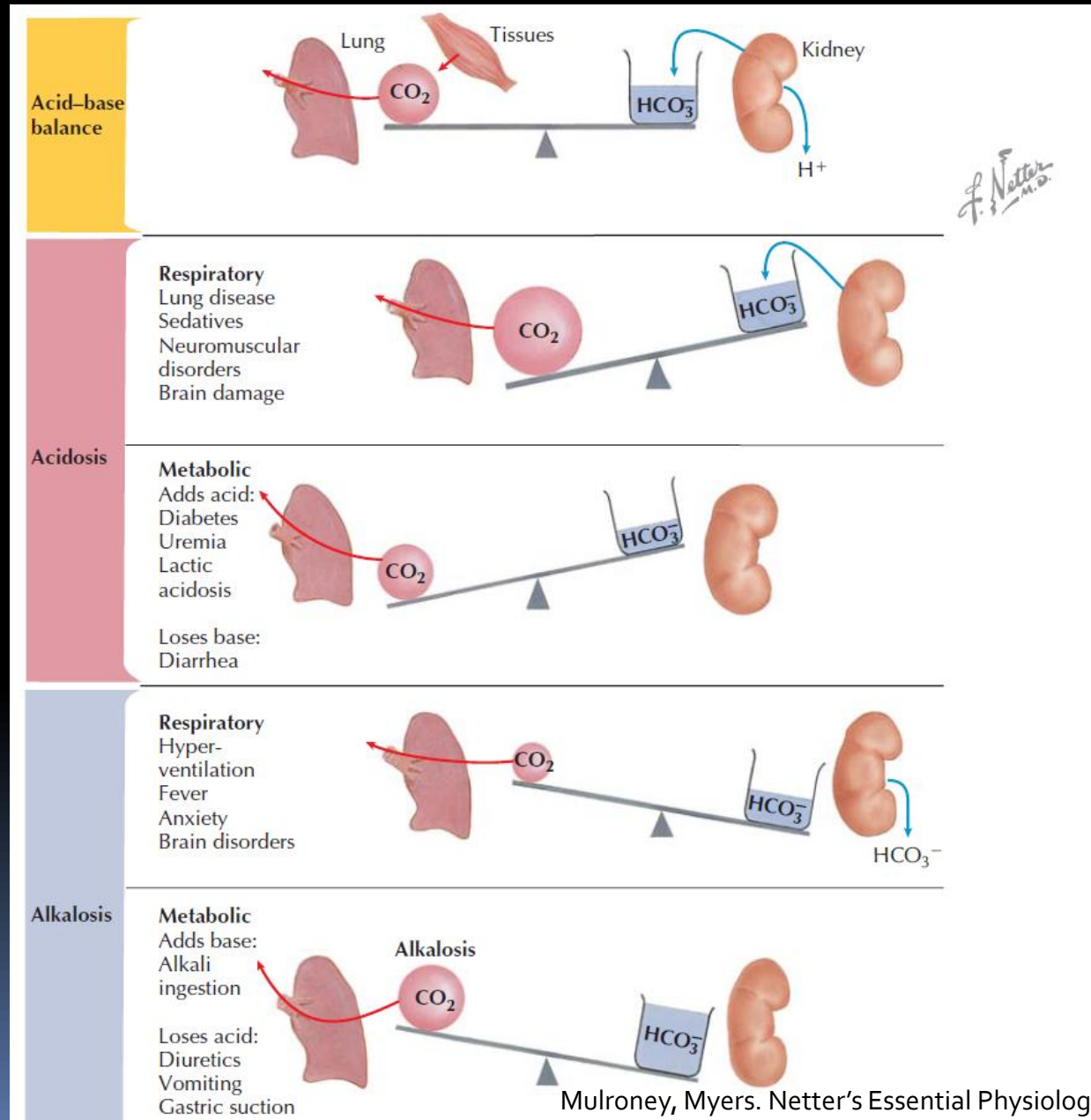


# Ledviny a acidobazická rovnováha

Acidóza a alkalóza:  
Metabolické a  
dýchací příčiny.

Ledviny a plíce  
regulují hladiny  $\text{CO}_2$   
a  $\text{HCO}_3^-$

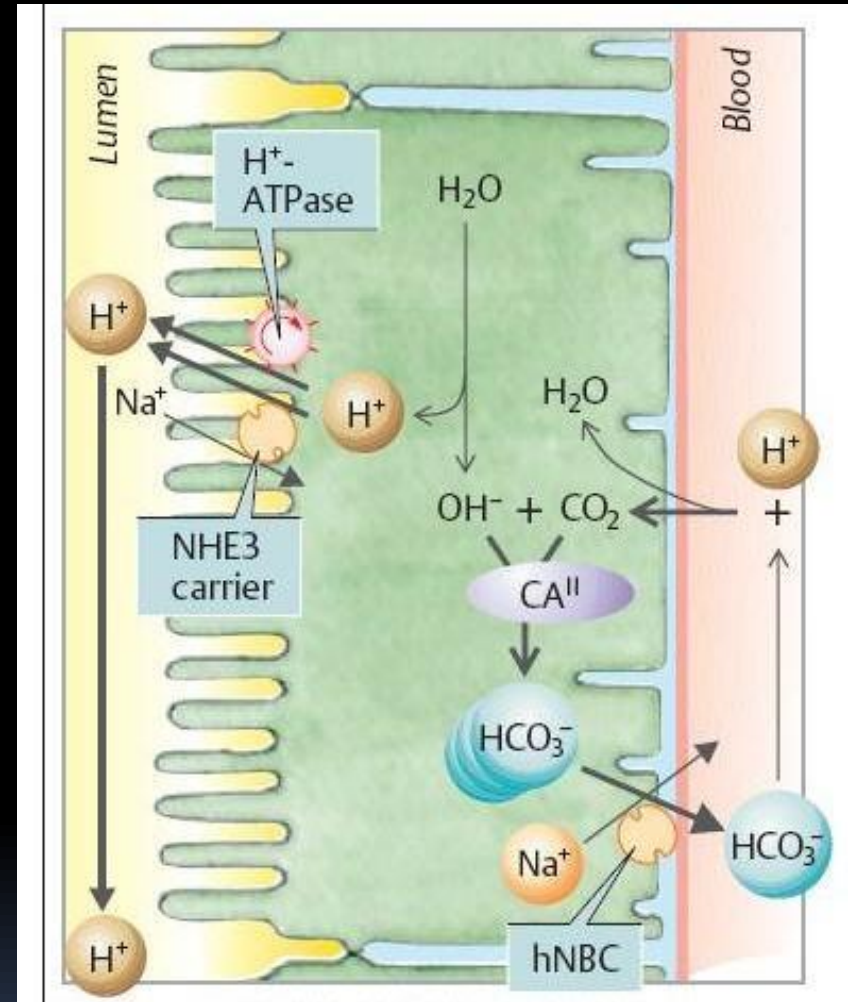
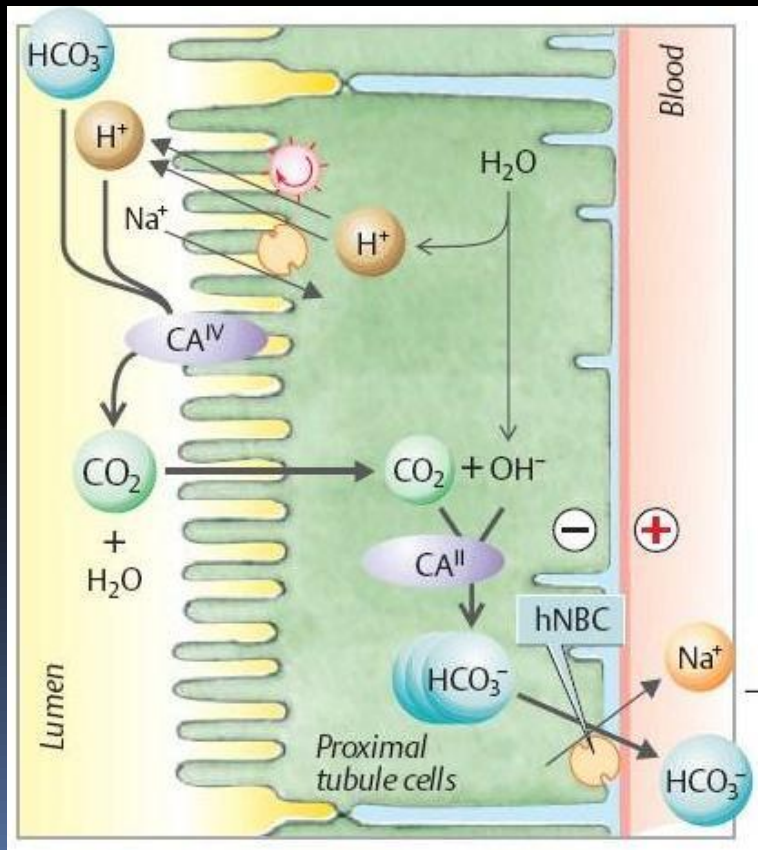
Ledviny: vracejí do  
krve  $\text{HCO}_3^-$   
(acidóza) nebo jej  
vyučují (alkalóza)  
Vylučují  $\text{H}^+$ (acidóza)



# Ledviny a acidobazická rovnováha

V proximálním tubulu exkrece  $H^+$  a antiport  $H^+$  a  $Na^+$ .

Při acidóze: se víc  $HCO_3^-$  vrátí z filtrátu do krve.



A více  $H^+$  se vyloučí do filtrátu.

# Regulace tvorby moči .

- a) Řízení renální hemodynamiky – hormonálně a nervově
- Vazomotorika přívodných a odvodných cév glomerulu určuje, kolik filtrátu vznikne.
  - Prokrvení dřeně určuje její osmotickou stratifikaci a tím i savost pro vodu unikající ze sběrného kanálku.

- b) Řízení tubulárních procesů - zejména hormonálně: ADH (Vasopresin), Aldosteron

# Regulace tvorby moči

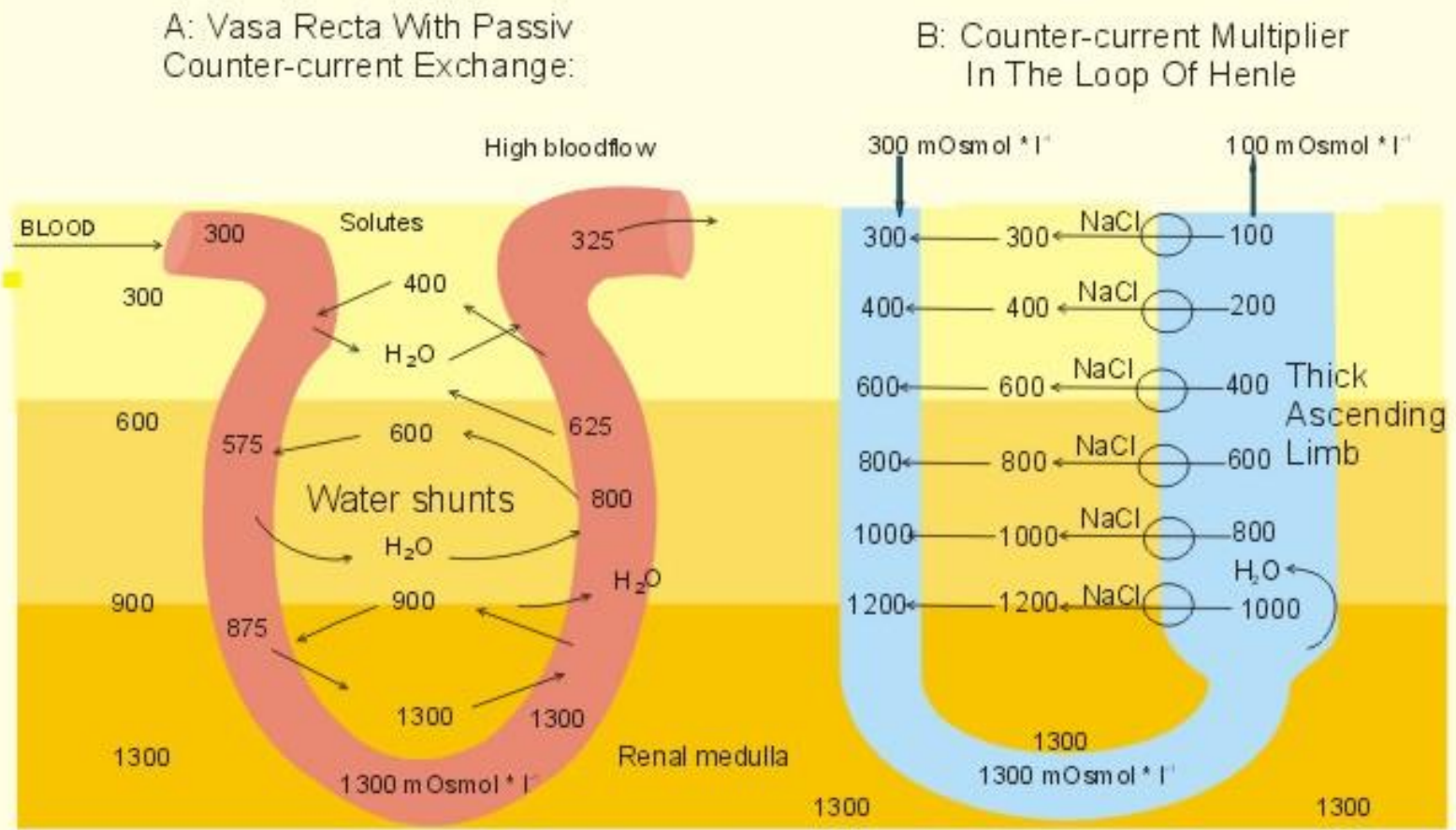
a) Řízení  
- Vazorin  
kolik fil  
- Prokrv  
pro vod

b) Řízení  
(Vasop



# Regulace tvorby moči .

a)  
-  
kc  
-  
pr  
  
b)  
(  
v



$$(1300 - 100) = 1200 \text{ mOsmol * l}^{-1}$$

$$1200/200 = 6$$

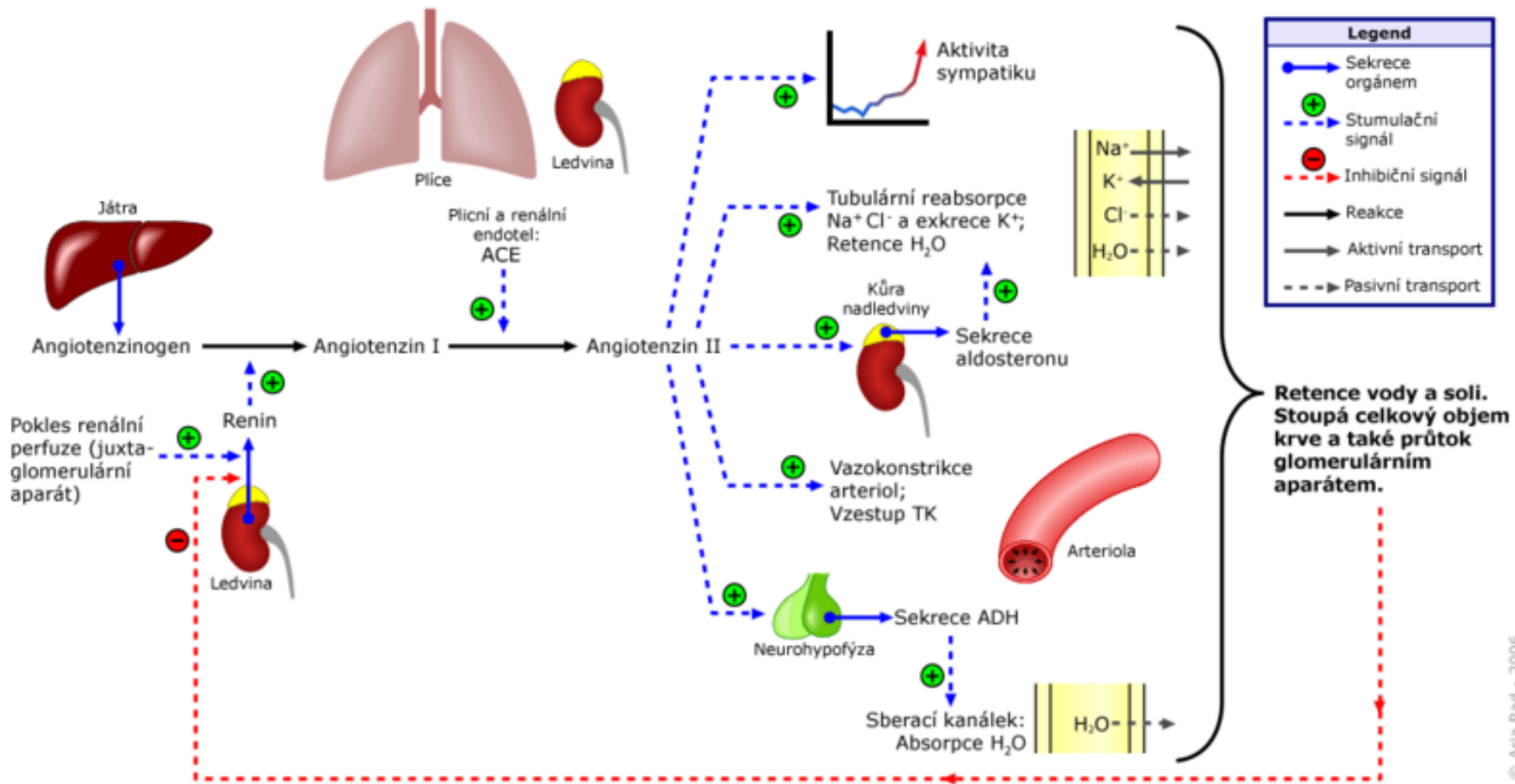
ADH is present

Fig. 25-14

KMc

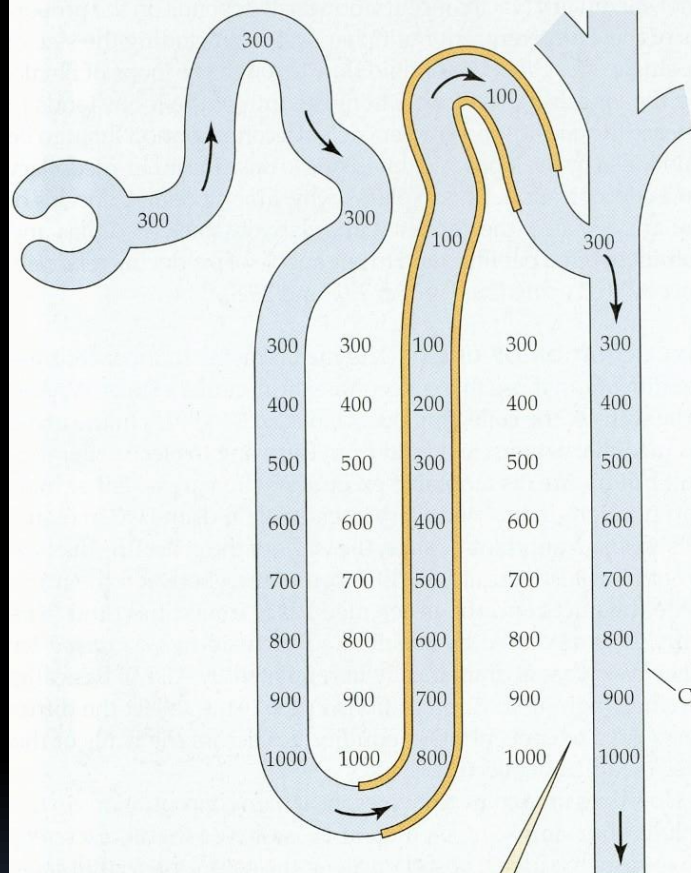
# Regulace tvorby moči .

## System renin-angiotenzin-aldosteron



# Hormonální regulace tvorby moči - ADH

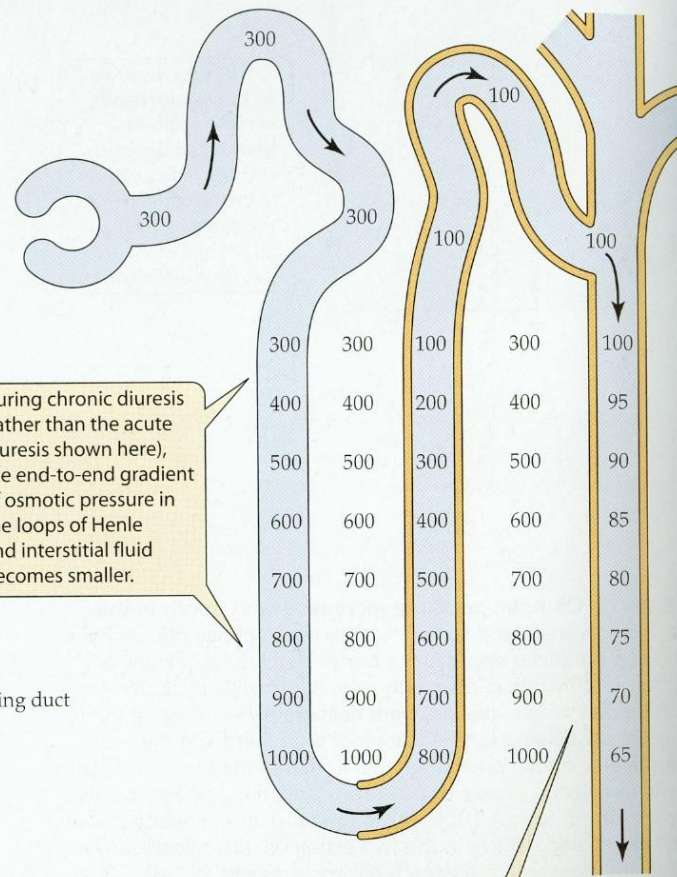
(a) Antidiuresis: kidney producing concentrated urine



In the kidney producing concentrated urine, the epithelial wall of the collecting ducts is freely permeable to water. Thus the tubular fluid comes to osmotic equilibrium with the gradient of increasing concentration in the medullary interstitial fluid.

Discharge of fluid from collecting duct to renal pelvis

(b) Diuresis: kidney producing dilute urine



During chronic diuresis (rather than the acute diuresis shown here), the end-to-end gradient of osmotic pressure in the loops of Henle and interstitial fluid becomes smaller.

In the kidney producing dilute urine, the epithelial wall of the collecting ducts is poorly permeable to water. Thus the tubular fluid is osmotically isolated from the medullary interstitial fluid and becomes ever-more dilute as NaCl is reabsorbed along the length of the collecting ducts.

Koncentrace moči roste, protože voda uniká, objem moči klesá

Koncentrace moči klesá, protože voda nemůže ven, velký objem řídké moči

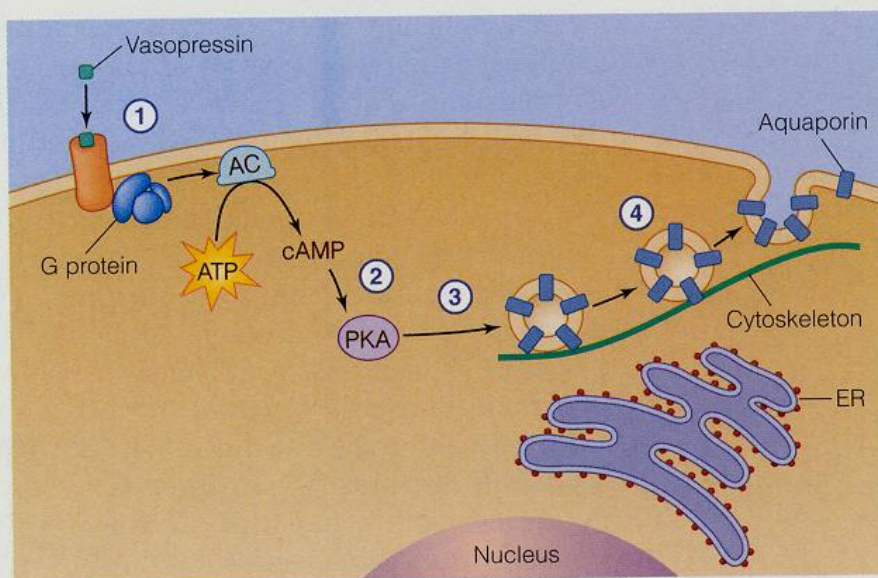


# Hospodaření solemi a vodou

Hormony snižující diurézu při nedostatku vody:

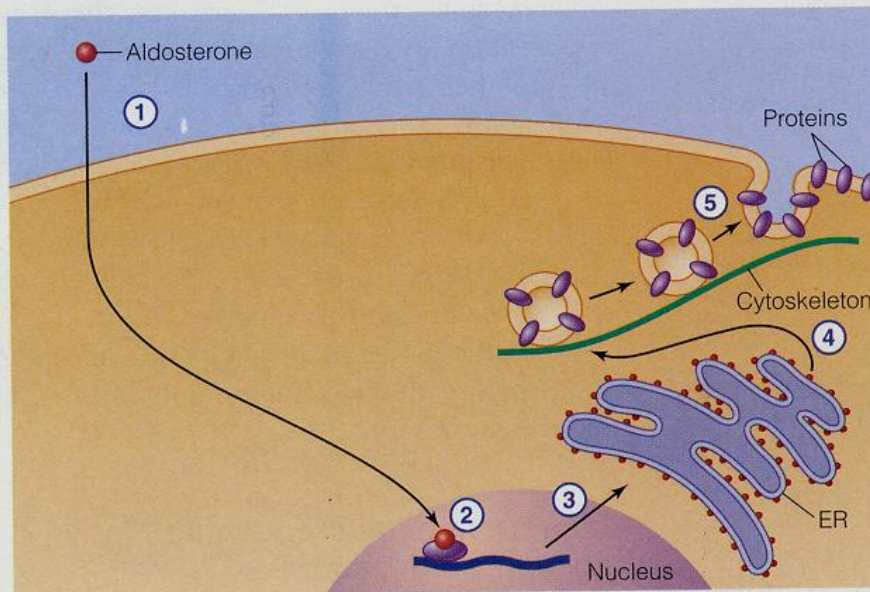
ADH (Vasopressin) – vkládá aquaporiny do membrány sběrného kanálku

Aldosteron – řídí syntézu a vložení transportérů  $\text{Na}^+$  do membrány tubulu



(a) Vasopressin

- 1 Vasopressin binds G-protein-linked receptor.
- 2 Receptor activates adenylate cyclase, increasing cAMP and activating protein kinase A.
- 3 Phosphorylation of cytoskeletal and vesicle proteins occurs.
- 4 This triggers translocation of vesicle to the cell membrane, with insertion of aquaporins.



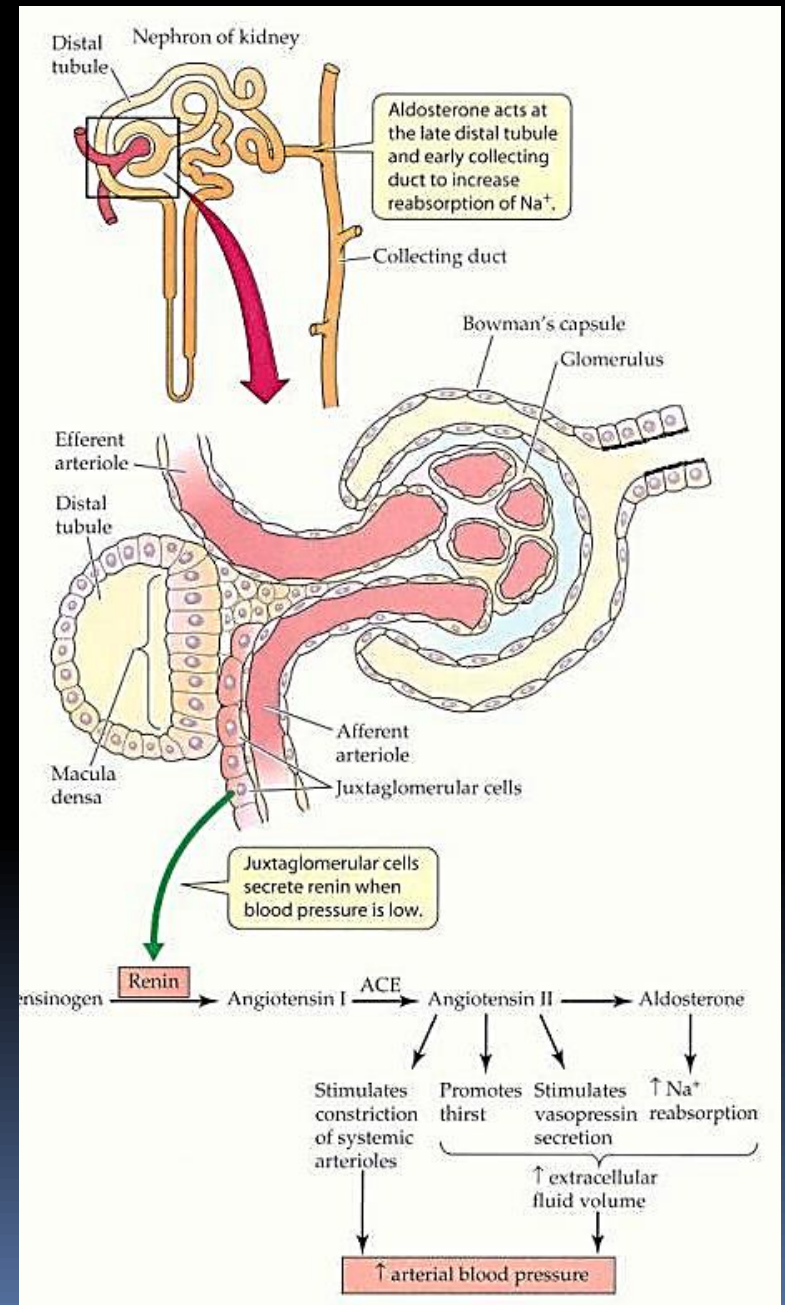
- 1 Aldosterone enters the cell by diffusion.
- 2 It binds to its receptor, a transcription factor.
- 3 Activated transcription factor stimulates transcription of genes for transporters.
- 4 New transporter proteins are made in the ER and exported in vesicles.
- 5 Vesicles containing proteins are sent to the plasma membrane.

# Juxtamedulární aparát a regulace tvorby moči.

Juxtaglomerulární bb. monitorují NaCl v distálním tubulu a regulují tvorbu moči.

Renin – angiotensin - aldosteron

Řídí osmolalitu, regulují objem a tlak krve.



# Hormonální regulace tvorby moči .

a) Řízení renální hemodynamiky – hormonálně a nervově

[Demonstrační úlohy z fyziologie](https://is.muni.cz/auth/el/1431/jaro2010/Bi6790c/um/fyziologie/ch09s02.html)

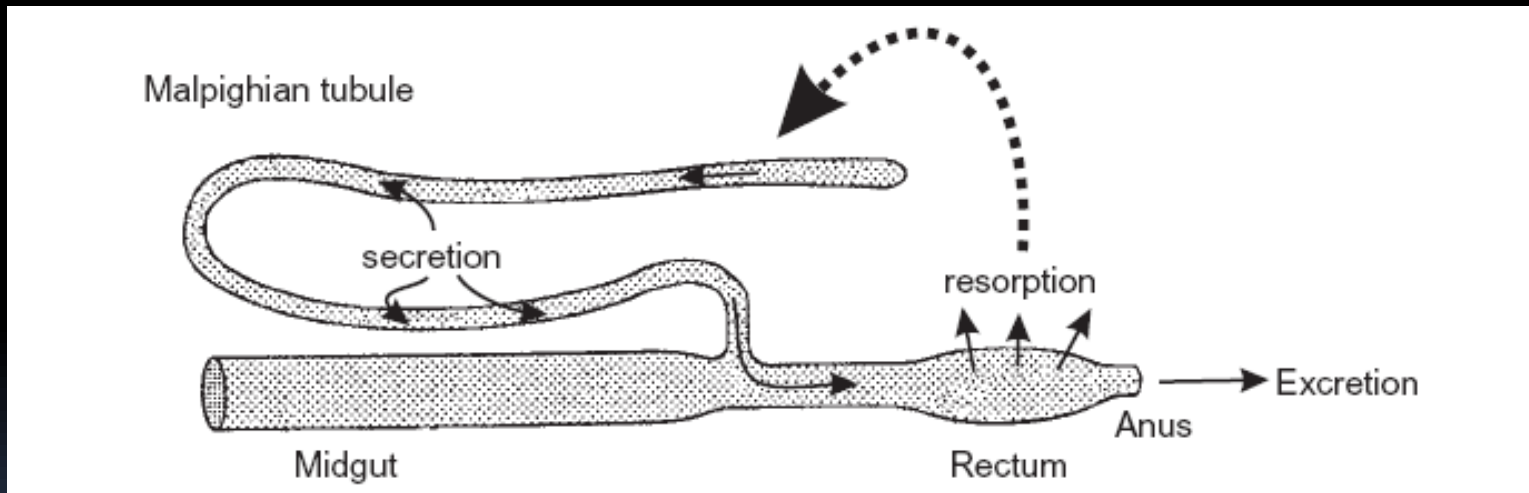
<https://is.muni.cz/auth/el/1431/jaro2010/Bi6790c/um/fyziologie/ch09s02.html>

b) Řízení tubulárních procesů - zejména hormonálně: ADH (Vasopresin), Aldosteron

## Tubulární orgány: Tvorba a úprava primárního filtrátu.

Malpighické trubice hmyzu – jiná varianta tubulárního vylučování. Proud vody hnaný ne tlakem, ale osmotickým gradientem – adaptace na otevřený cévní sst.

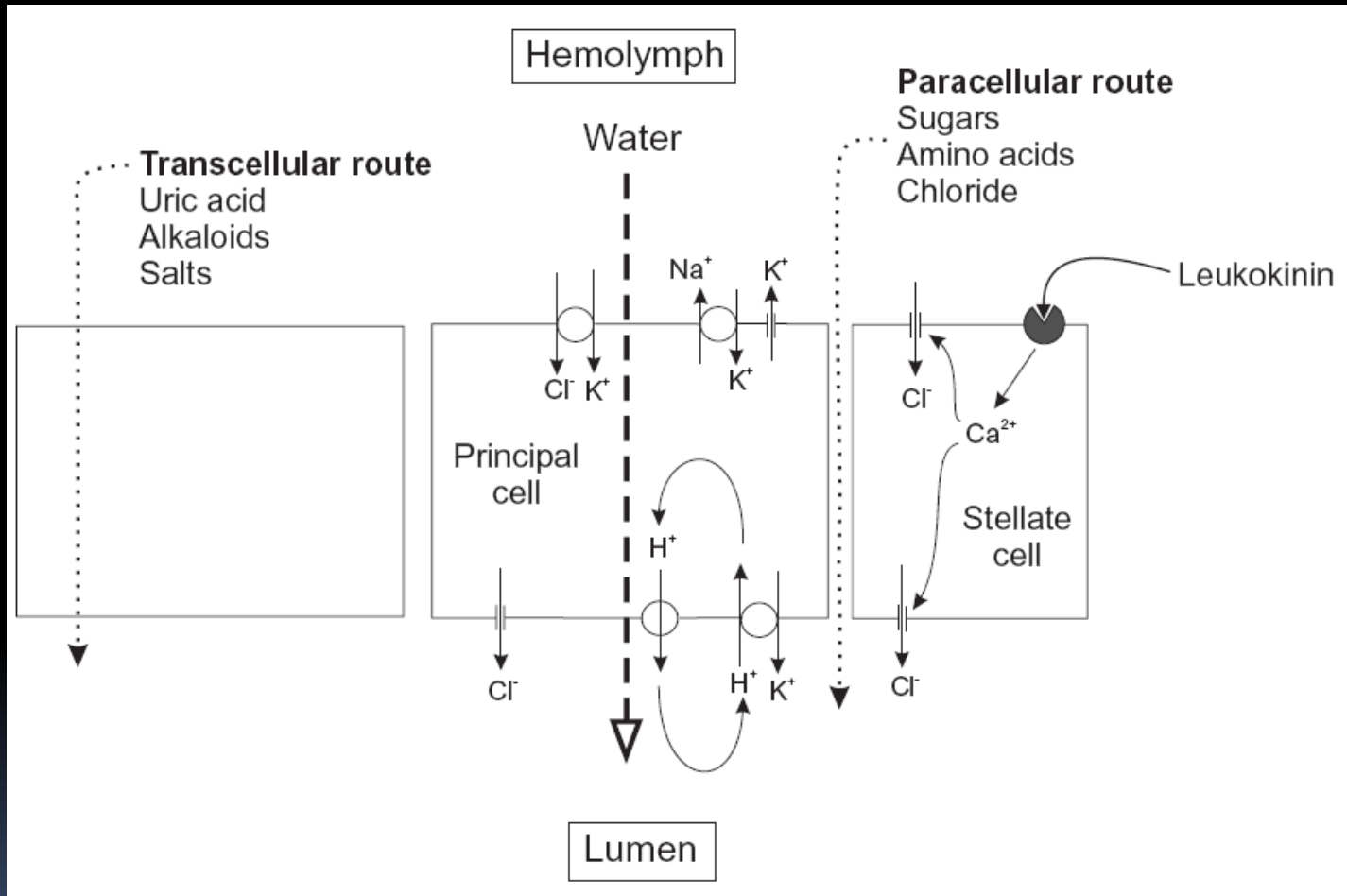
Napojují se na střevo a spolu s rektum tvoří mimořádně výkonný systém šetřící vodu.



# Malpigické trubice: Tvorba primárního filtrátu.

Filtrát vstupuje do tubulu jak paracelulárním tak transcelulárním transportem.

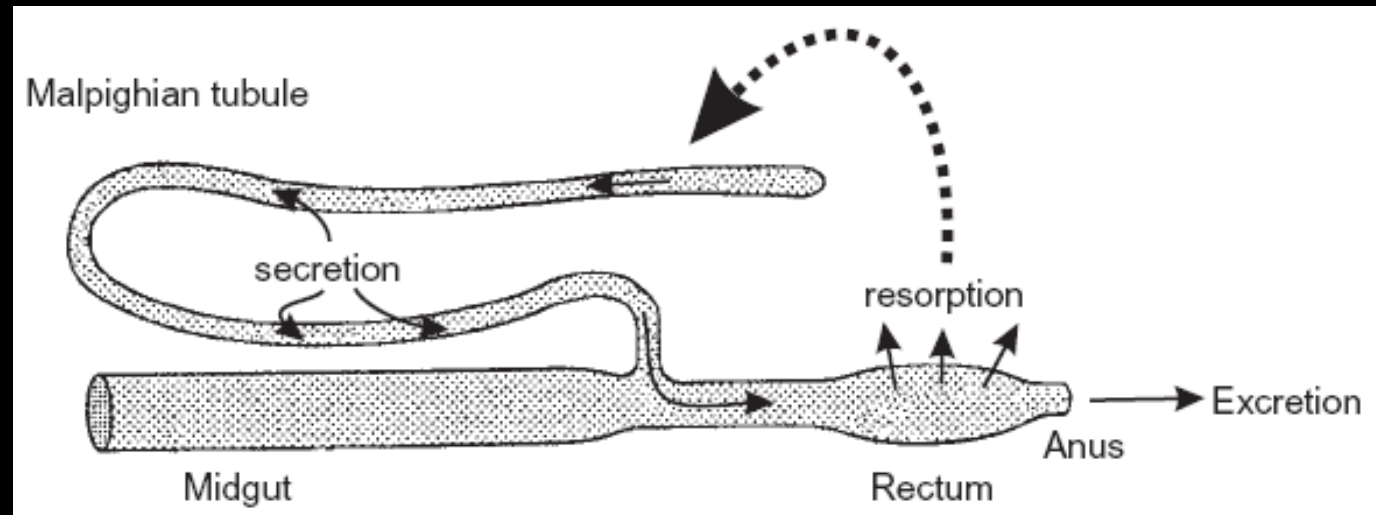
Tok iontů ( $KCl$ ) doprovází voda strhávající rozpuštěné látky



# Malpighické trubice: Úprava primárního filtrátu.

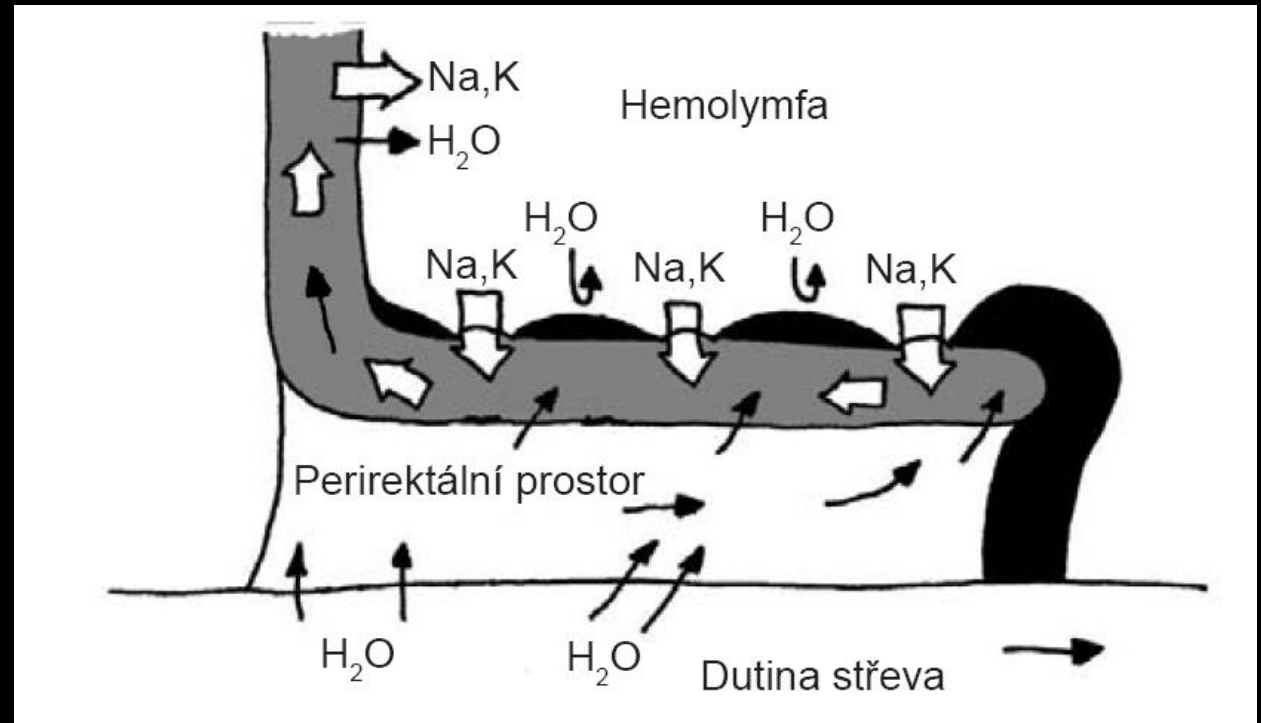
Filtrát vstupuje do tubulu jak paracelulárním tak transcelulárním transportem.

Průchodem tubulem a zejména rektum se upravuje a zahušťuje.



# Malpigické trubice: Kryptonefridiální komplex.

Analogie koncentračního sst. Protiproudý systém připraví hyperosmotické prostředí, do kterého se voda vrací a zůstává v těle. Výkaly zcela suché.

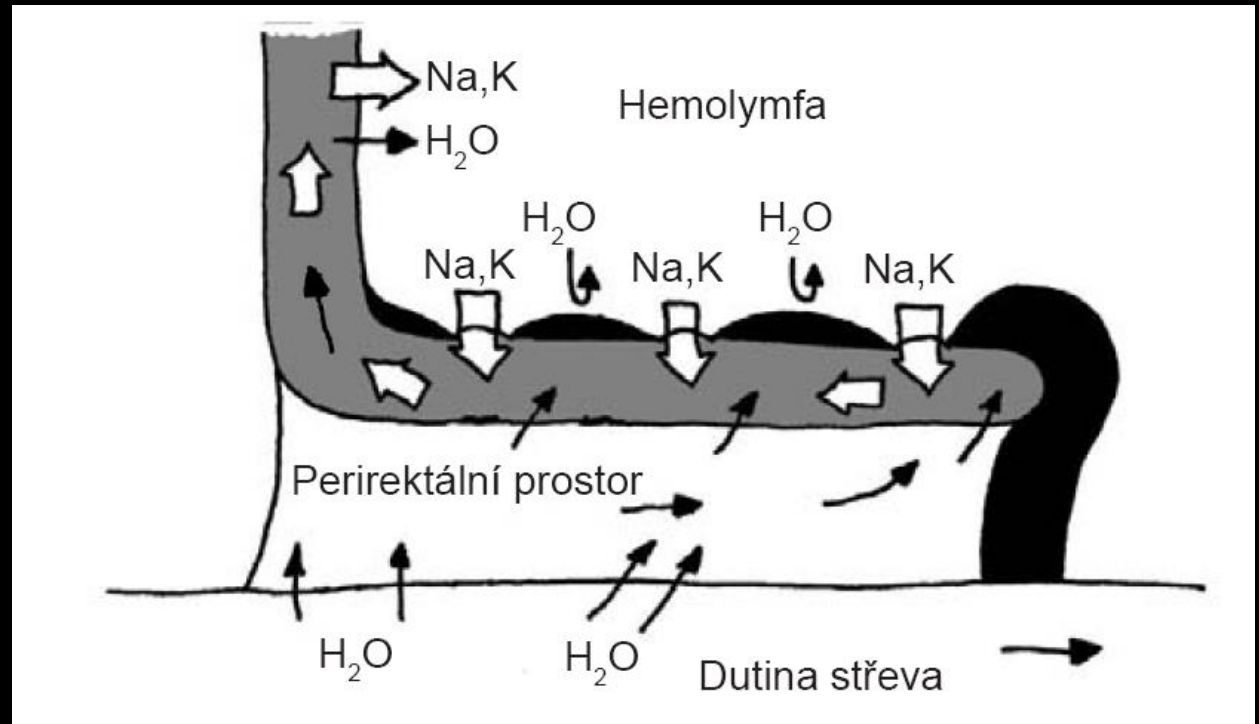


Resorbce vody probíhá až do třikrát vyšší rektální koncentrace iontů než je v hemolymfě. Pohyb vody přitom není způsoben hydrostatickým tlakem a děje se bez čistého toku iontů do hemolymfy.

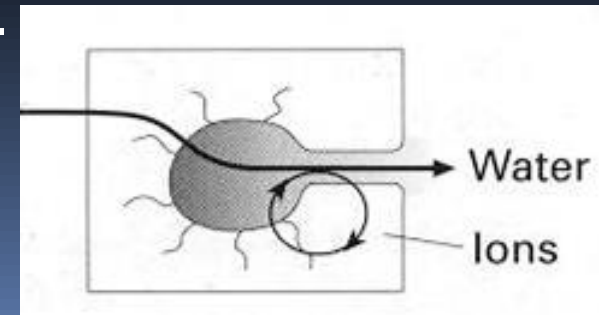


# Malpigické trubice: Kryptonefridiální komplex.

Analogie koncentračního sst. Protiproudý systém připraví hyperosmotické prostředí, do kterého se voda vrací a zůstává v těle. Výkaly zcela suché.

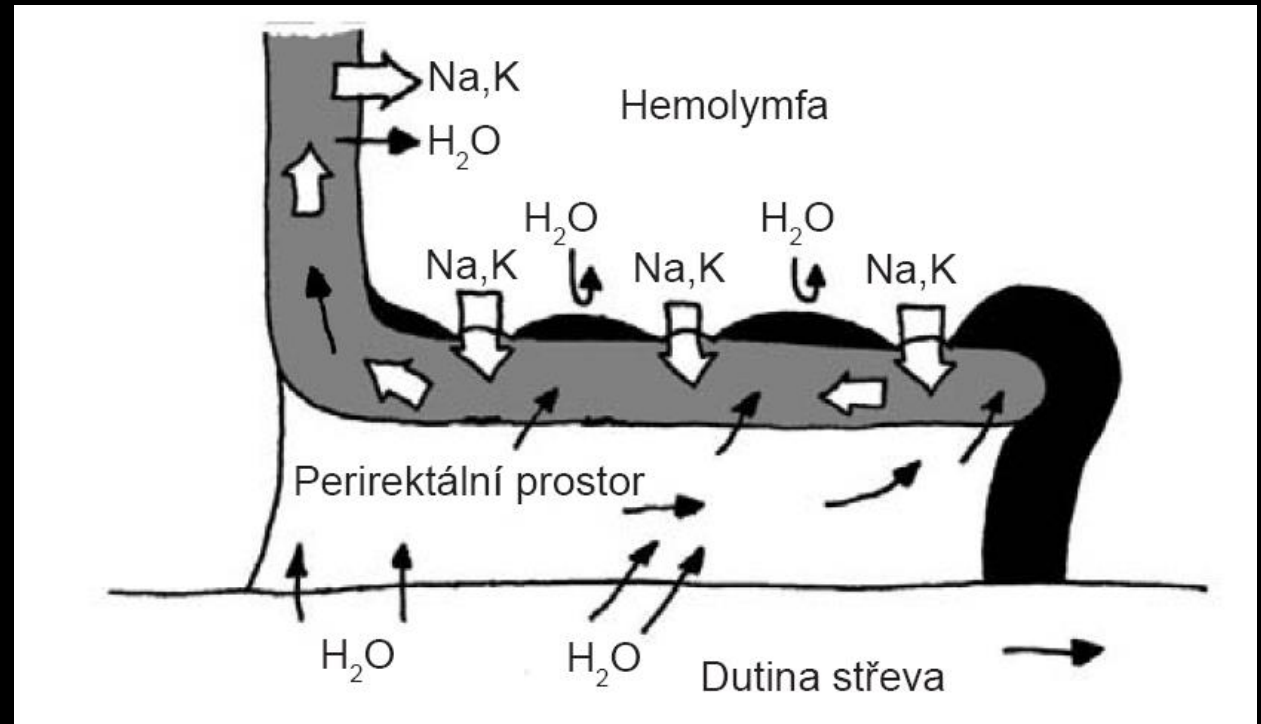


Resorbce vody probíhá až do třikrát vyšší rektální koncentrace iontů než je v hemolymfě. Pohyb vody přitom není způsoben hydrostatickým tlakem a děje se bez čistého toku iontů do hemolymfy.





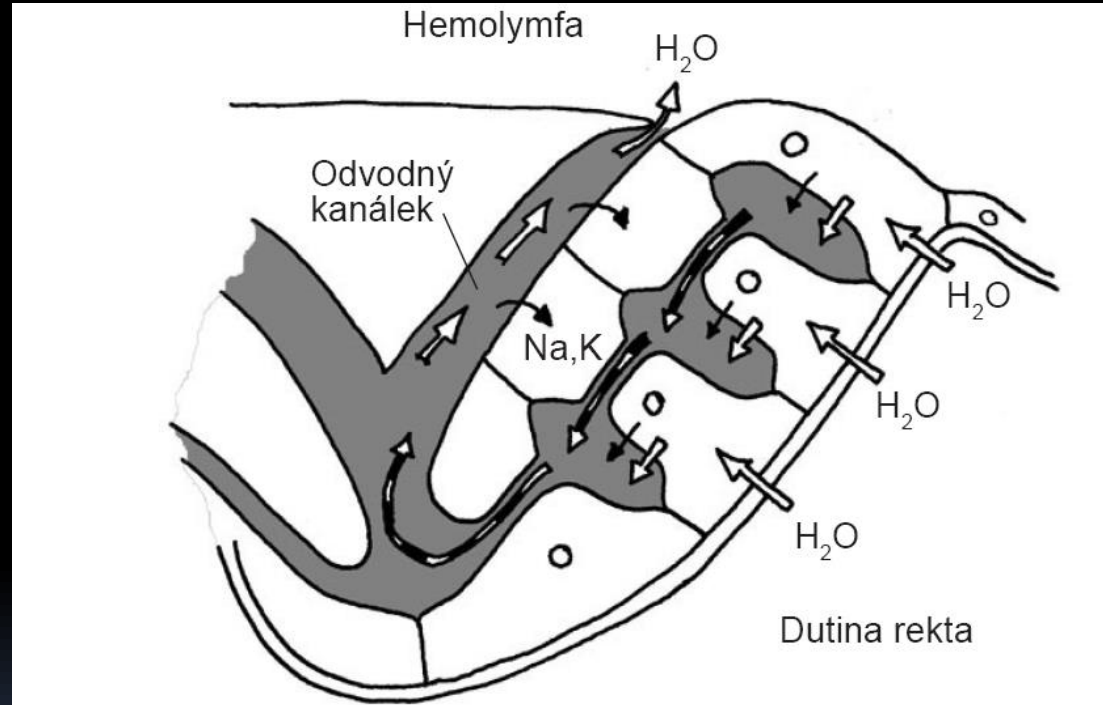
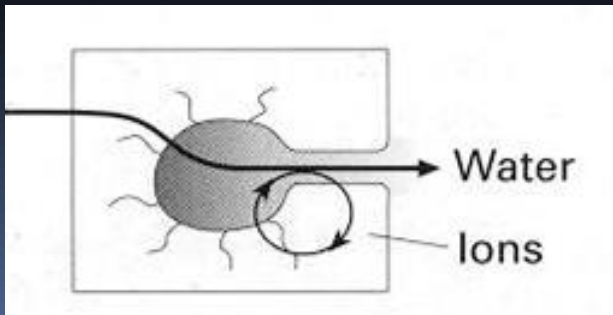
## Malpigické trubice: Kryptonefridiální komplex.



Kryptonefridiální komplex je tvořen konci malpigických tubulů přiloženými ke střevu. Opačné proudy ve střevě a v tubulu si vyměňují vodu. Ta je z rekta nasávána do perirektálního prostoru hyperosmotickým prostředím, odtud pokračuje tubulem do hemolymfy. Soli jsou čerpány zpět do tubulu – jejich cirkulace je uzavřená. Voda však následovat nemůže – epitel komplexu je pro ni nepropustný.

# Rektální papily

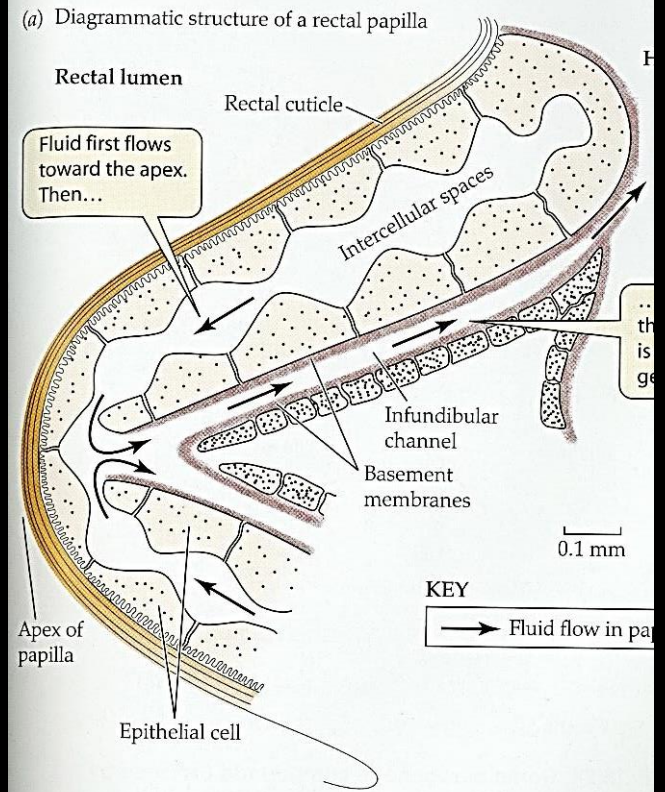
Podobný systém uzavřené cirkulace solí táhnoucí proud vody ze střeva do hemolymfy



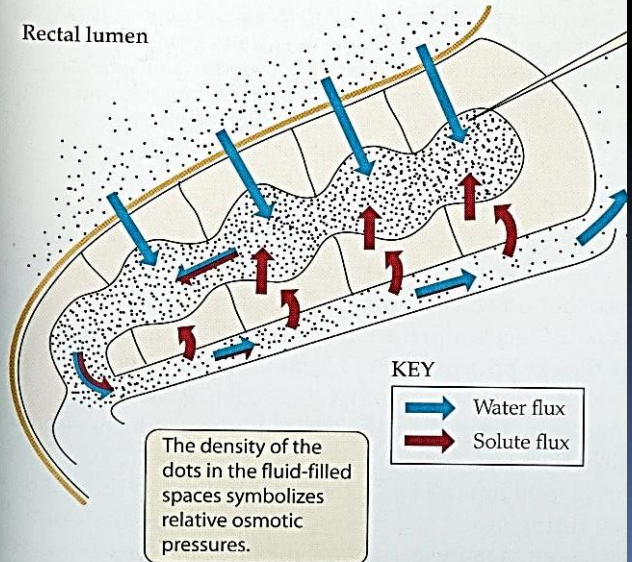
Obr. 14.10. Rektální papila much. Systémem dutin v papile cirkulují ionty v uzavřeném cyklu – tenké šipky. Vysoká osmolalita prostředí vysává vodu z rekta – bílé šipky. Voda však neprojde, na rozdíl od solí, zpět epitelem odvodného kanálku a proudí do hemolymfy. Zpětnému toku vody brání systém záklopek (není zakreslen).

# Rektální papily

Soli cirkulují, voda protéká jednosměrně.



(b) Proposed processes of water absorption from the rectal lumen



## Shrnutí

Koncentrace všech látek je třeba držet v limitech.  
Velký objem filtrátu i zpětné resorpce: Jednodušší je transportovat zpět známé látky, než všechny neznámé ven.  
Problém vzniku hypertonické moči: voda teče jen po koncentračním (nebo tlakovém) spádu.  
Protiproudá výměna umožňuje vygenerovat a udržet strmý gradient osmolality od kůry ke dřeni.