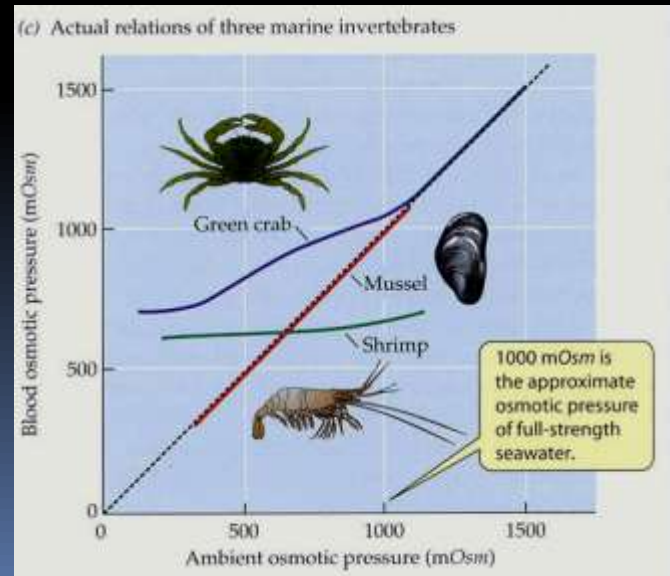
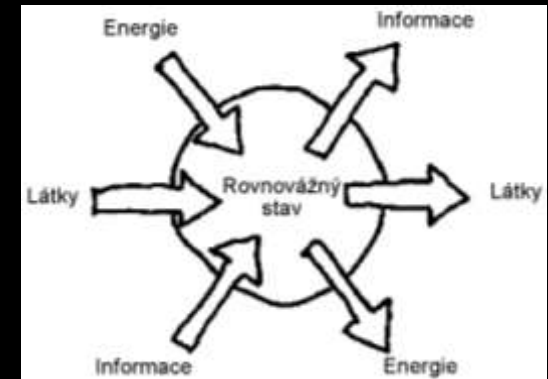


Vylučování a vodní hospodářství

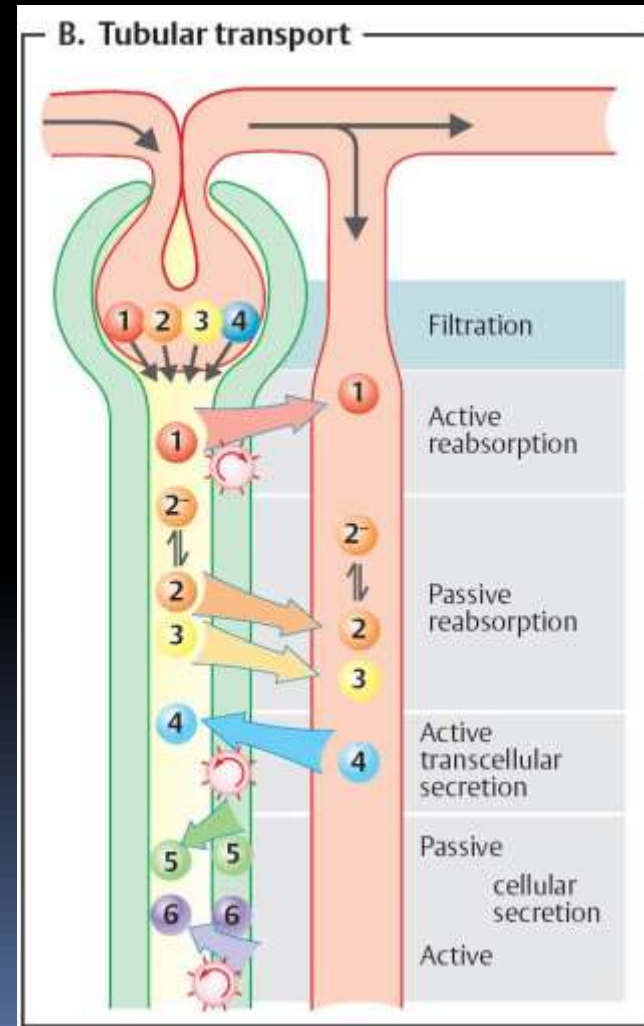
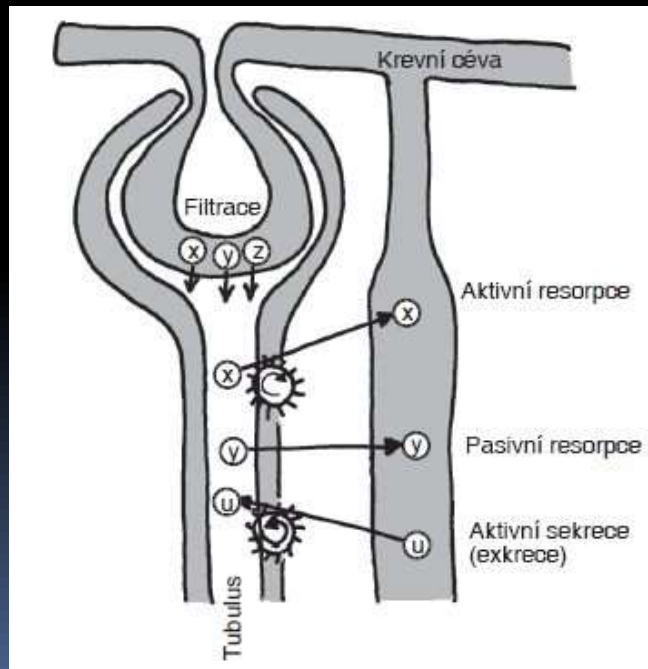
Další z úkolů udržování vnitřního prostředí:

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



Tubulární orgány: Tvorba a úprava primárního filtrátu.

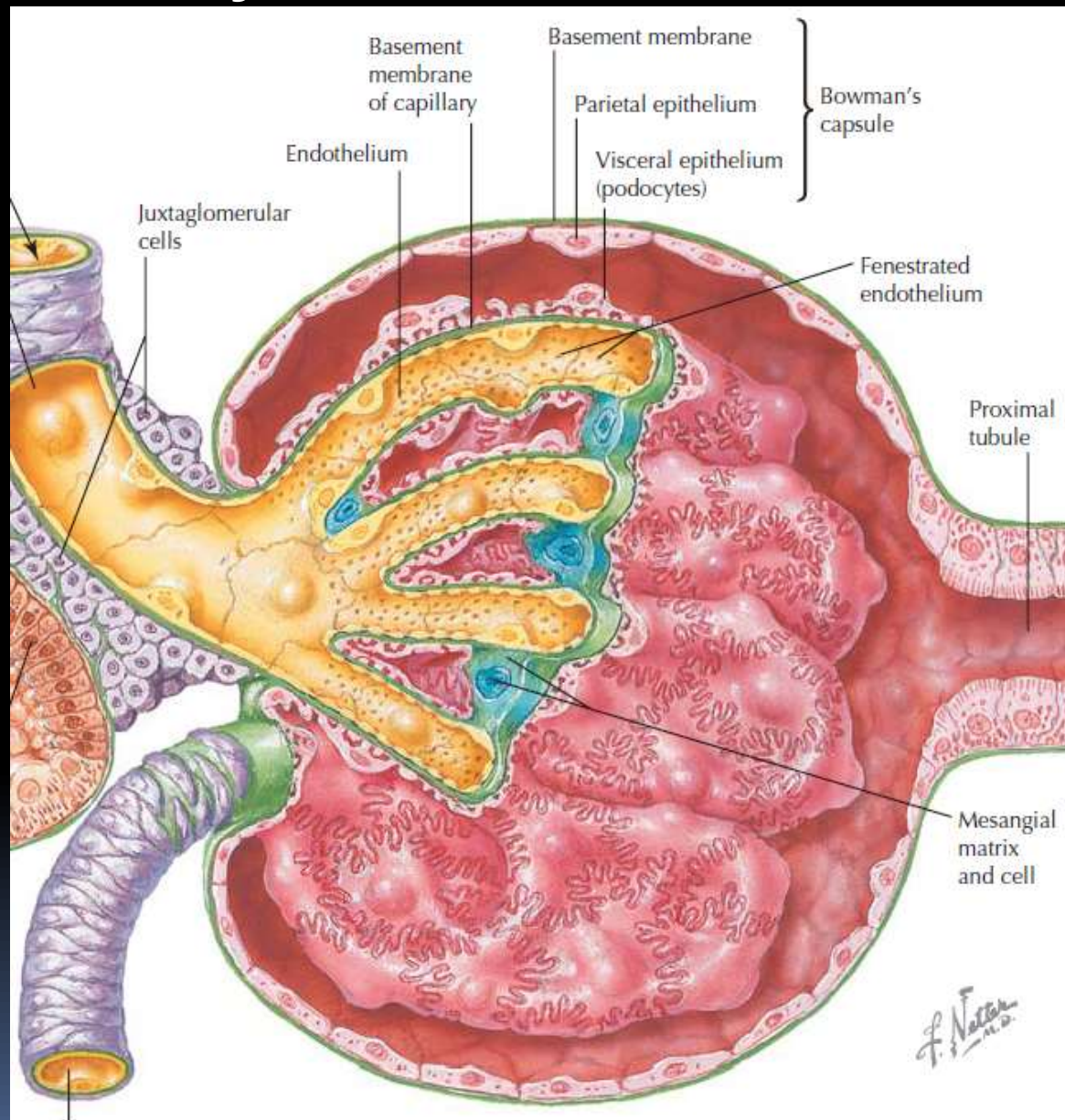
2. Úprava: a) zpětná Re(ab)sorbce,
 b) sekrece (exkrece)



Ledvinný glomerulus savců je odvozen od metanefridií

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

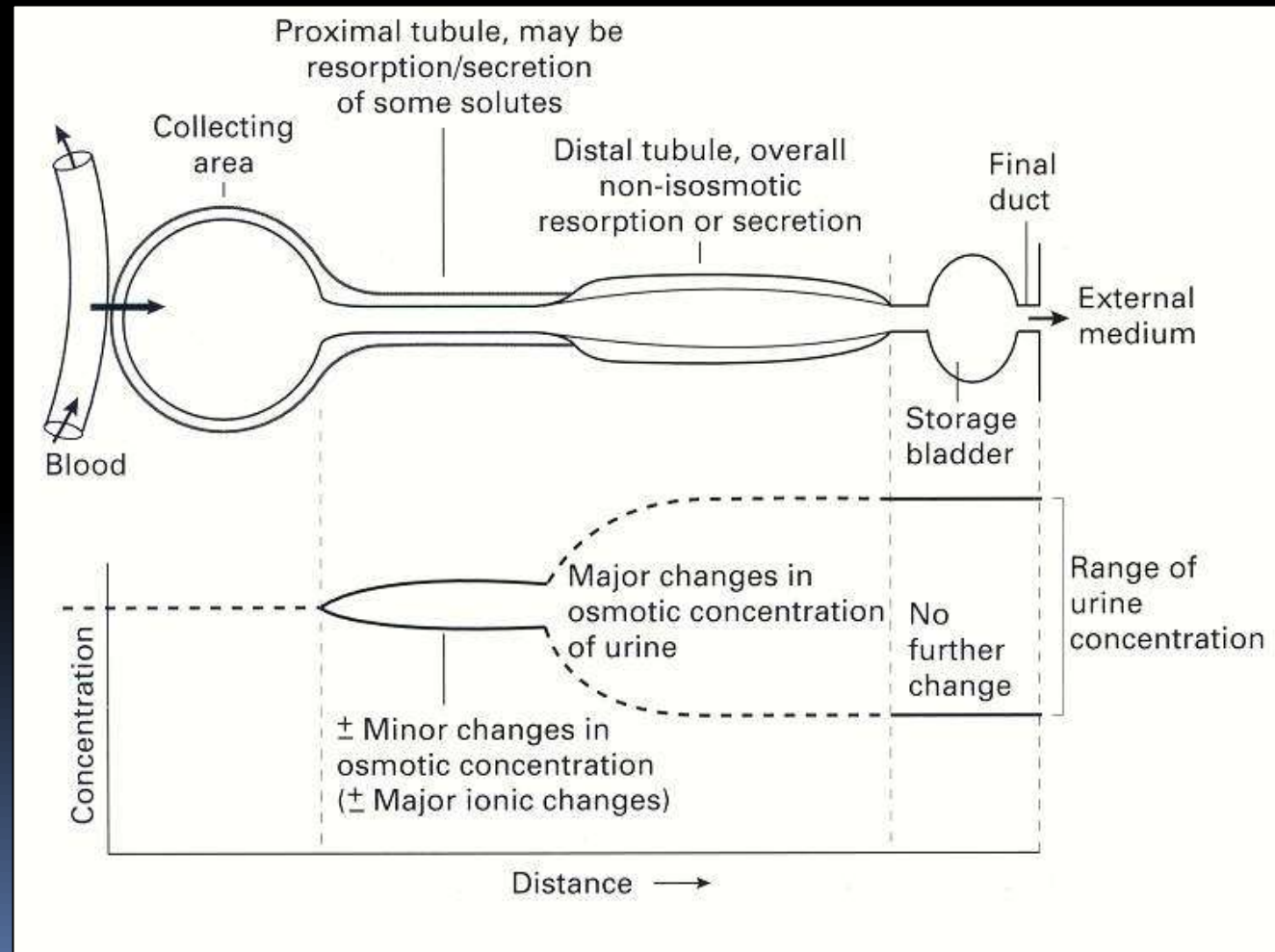
Fenestrováný endotel zajistí, že ultrafiltrát neobsahuje krvinky a plasmatické proteiny.



Tubulární orgány: Tvorba a úprava primárního filtrátu.

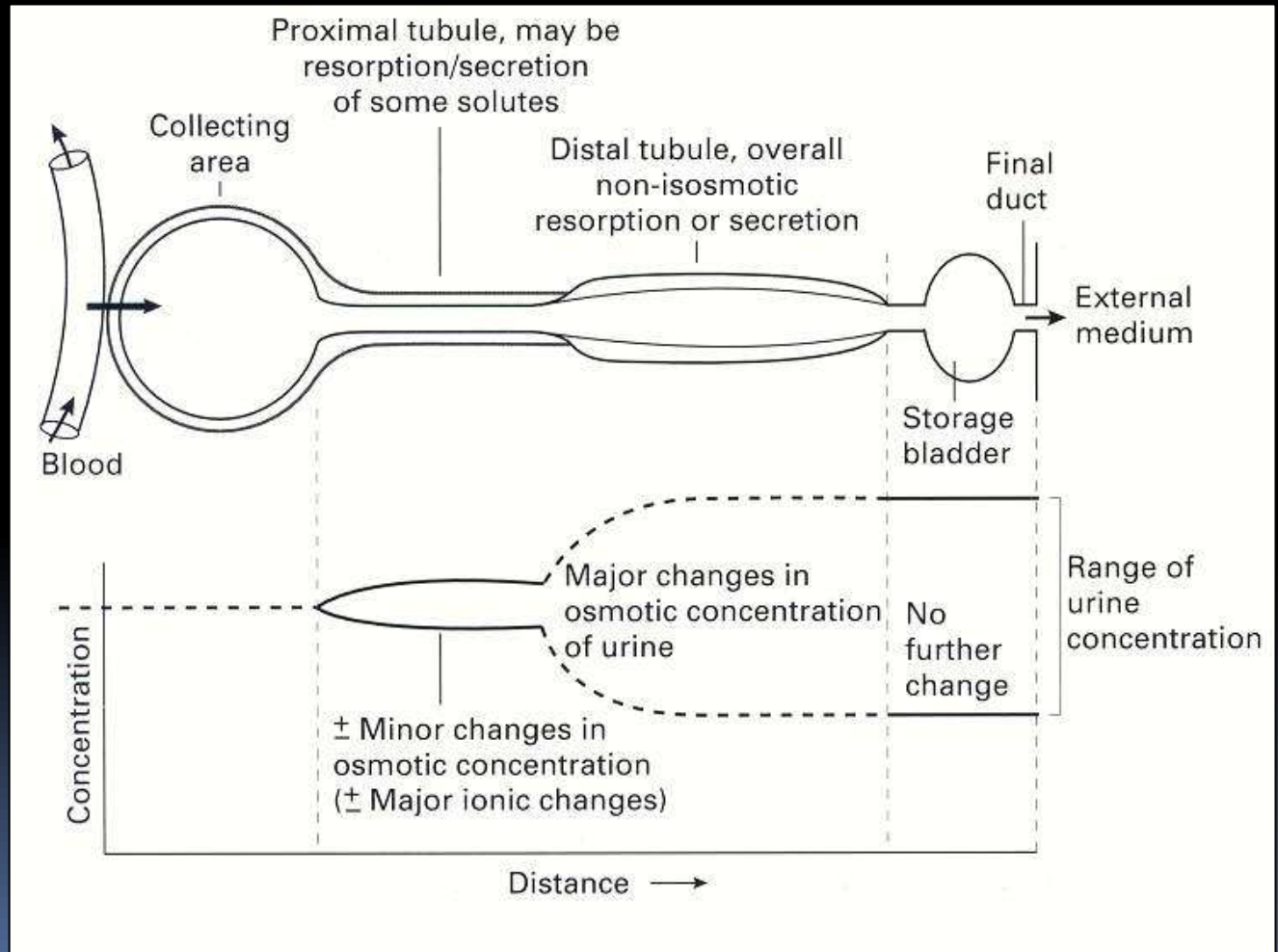
Proximální část - nejprve velké izoosmotické objemy (180l ultrafiltrátu denně)

Distální část - malé přesouvané objemy, ale velké změny koncentrace



Tubulární orgány: Tvorba a úprava primárního filtrátu.

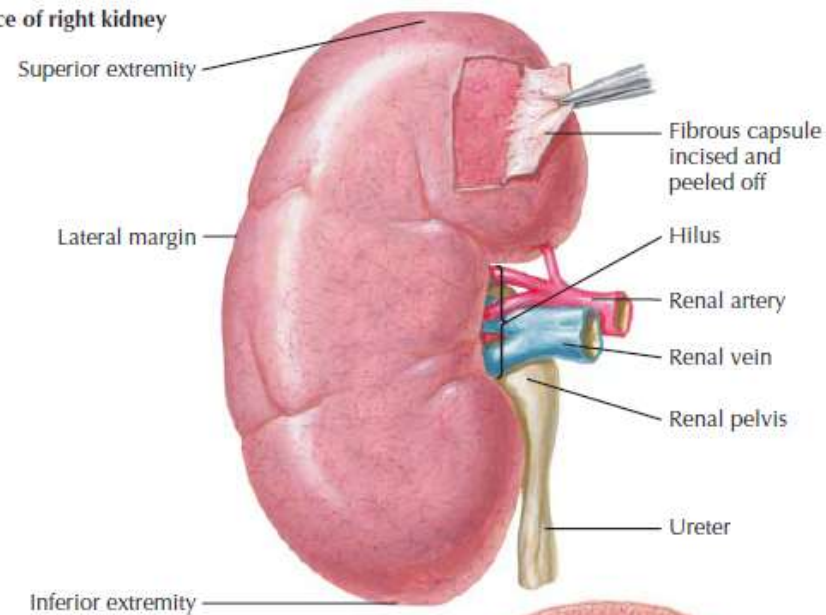
Není přesouvání tak velkých objemů tam a zpět zbytečné? Ne, je jednodušší totiž transportovat zpět známé látky než všechny neznámé ven.



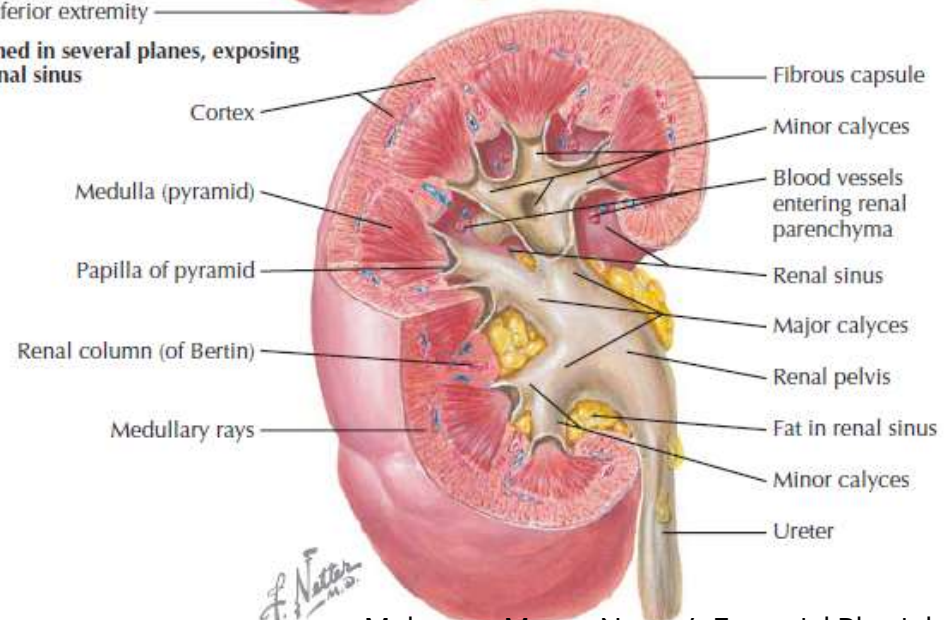
Úkol savčích ledvin: filtrace a tvorba hypertonické moči

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

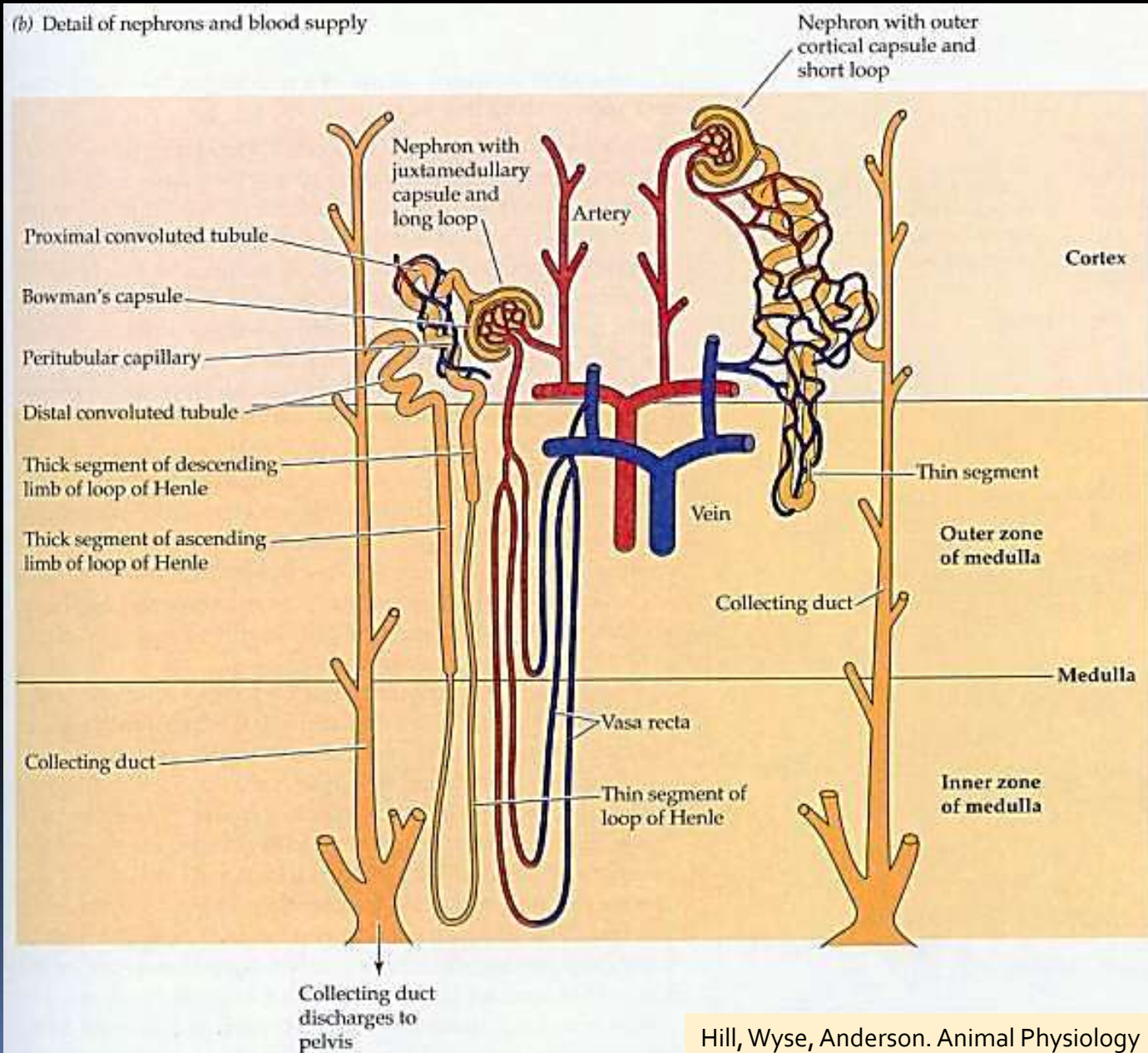


Úkol savčích ledvin: filtrace a tvorba hypertonické moči

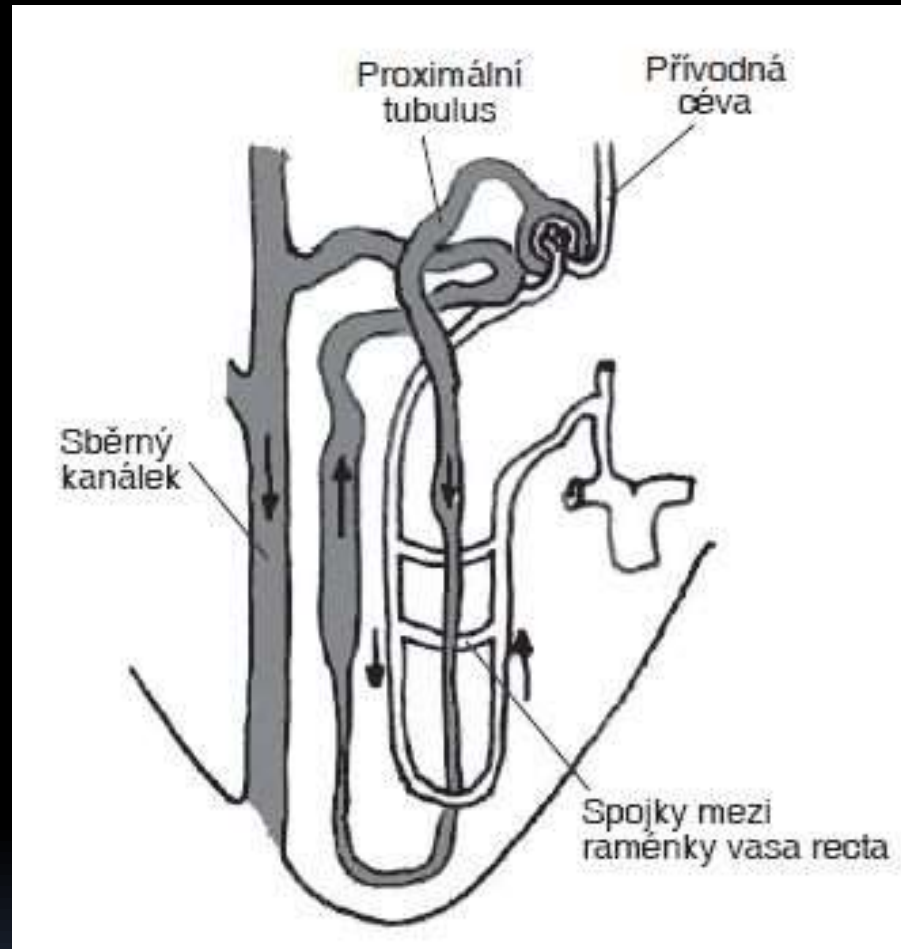
Anatomie:
Kůra a dřeň.

Kanálek
doprovázený
cévami hluboko
zasahující do
dřeně.

Proximální,
Henleova klička,
distální tubulus,
sběrný kanálek.



Tubulární orgány: Tvorba a úprava primárního filtrátu.

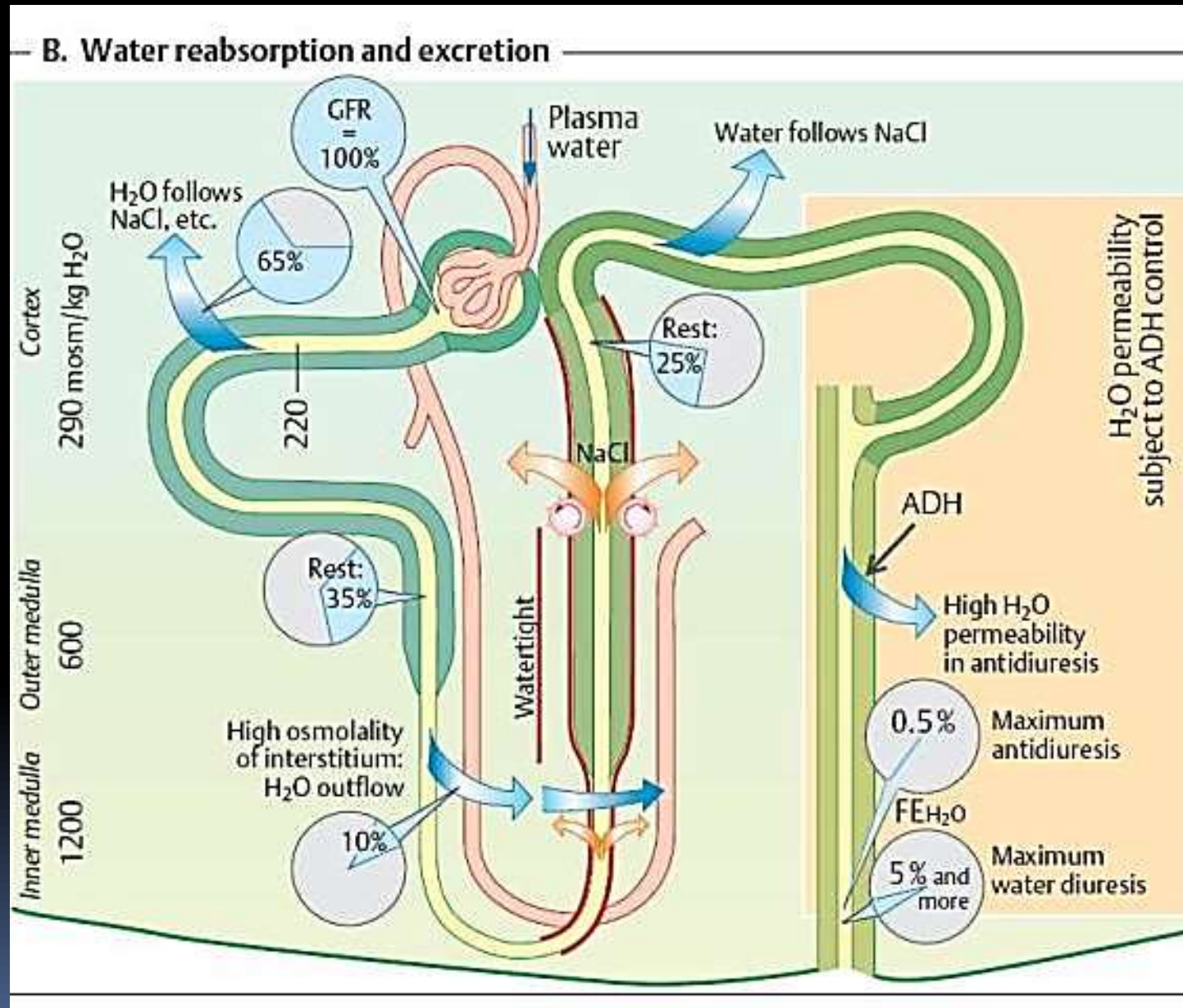


Obr. 14.14: Architektura dřeně ledvin. Cévy a kanálky jsou vedeny paralelně do hloubky dřeně. Tím je umožněna protiproudá výměna vody a rozpuštěných látek už mezi přívodnými a odvodnými cestami a je tak oddělena hyperosmotická dřeň od kůry. Vasa recta tvoří celou pleteň kolem tubulu (nezakresleno) s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

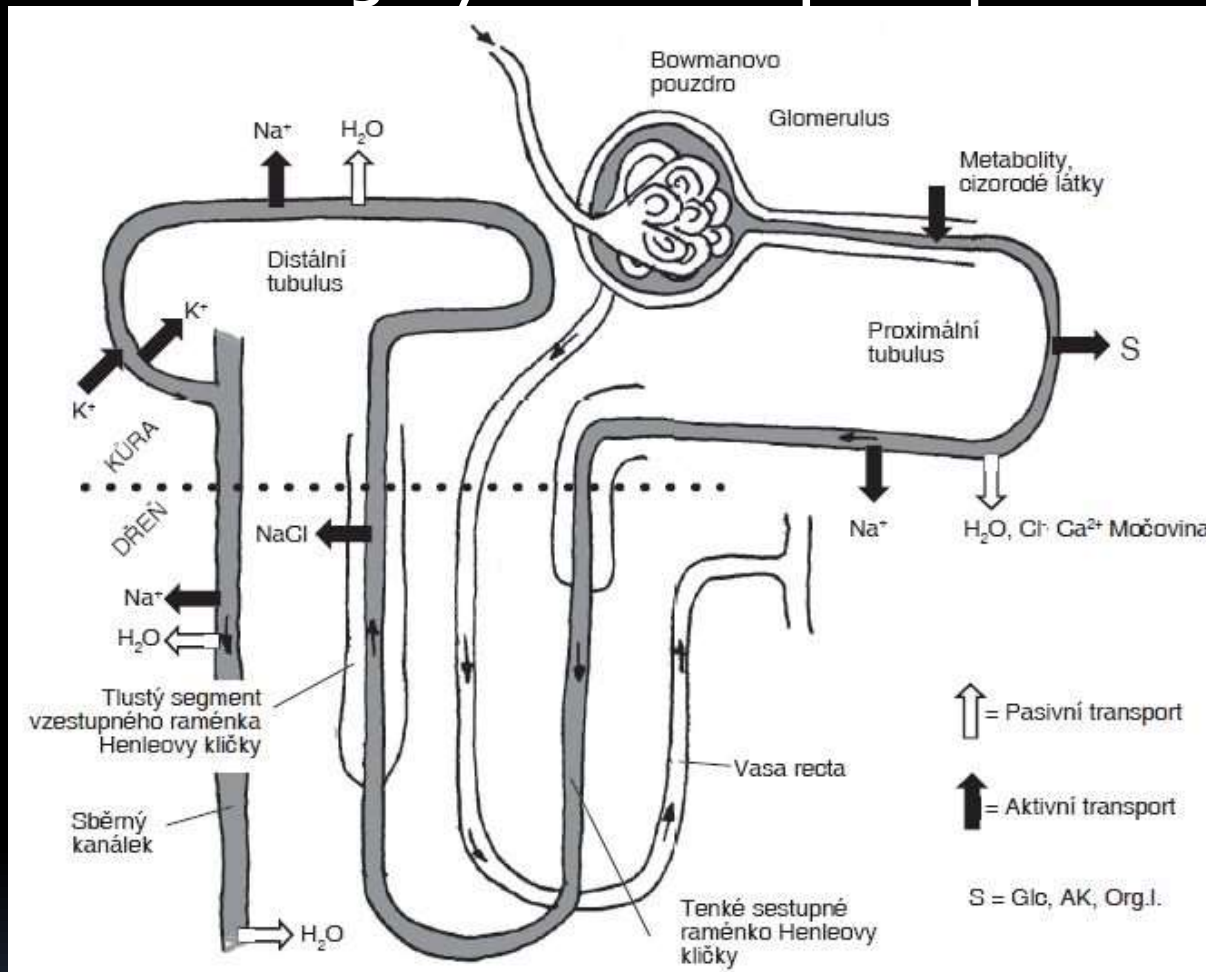
Úkol savčích ledvin: filtrace a zpětná resorpce vody

Finální moč má jen 0,5 – 5% vody.

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



Tubulární orgány: Tvorba a úprava primárního filtrátu.

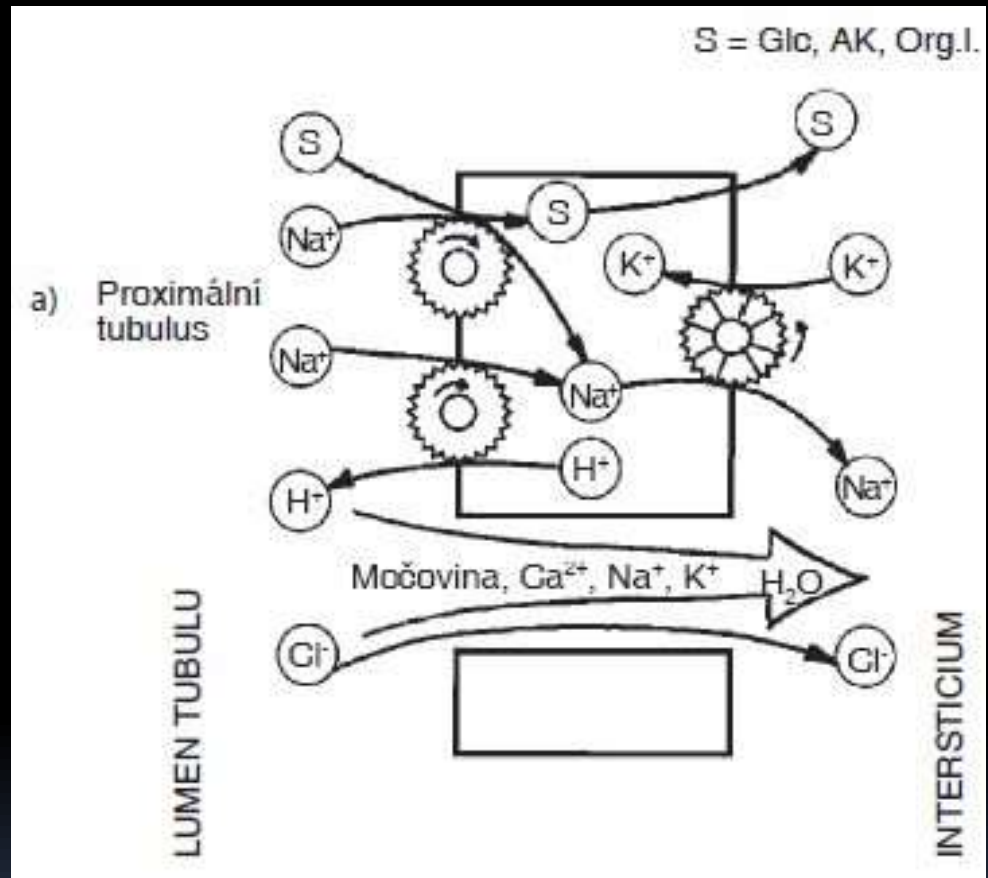


Obr. 14.7: Schéma stavby nefronu a transportních dějů při tvorbě moči. Primární filtrát je cestou tubulem upravován sekrecí a resorpcí. V proximálním tubulu se spolu s Na^+ resorbují organické látky, většina vody a iontů. Tlustý segment Henleovy kličky exportuje NaCl bez doprovodu vody a generuje vysokou 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.

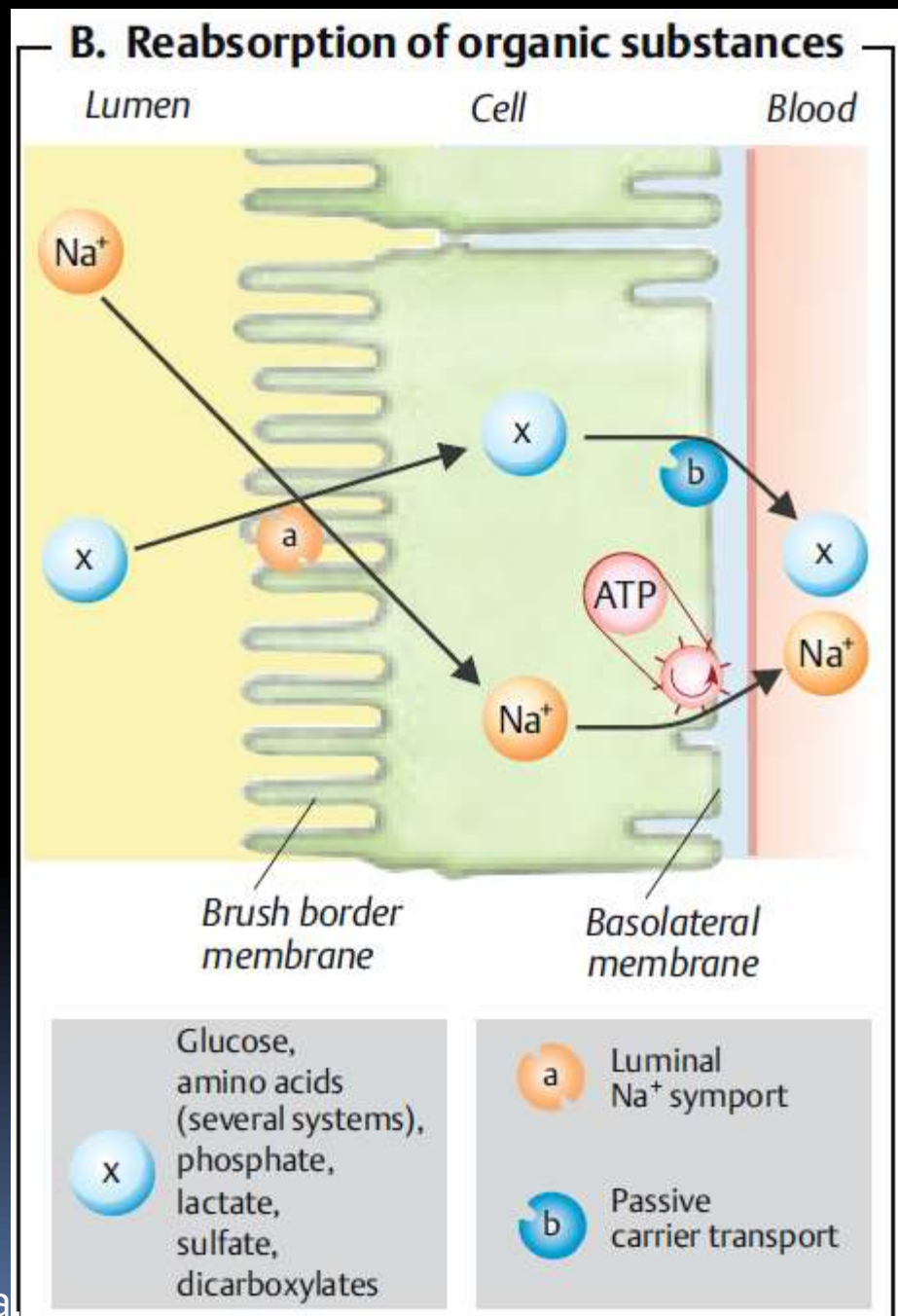
Z dutiny proximálního tubulu jsou organické látky transportovány do buněk epitelu sekundárním aktivním kotransportem energií Na^+ gradientu. Do intersticia projdou usnadněnou difuzí. Kromě toho: Na^+ ionty následuje paracelulárně voda, strhávající s sebou další látky. (Kolo s výztuží = aktivní transport).



Proximální tubulus.

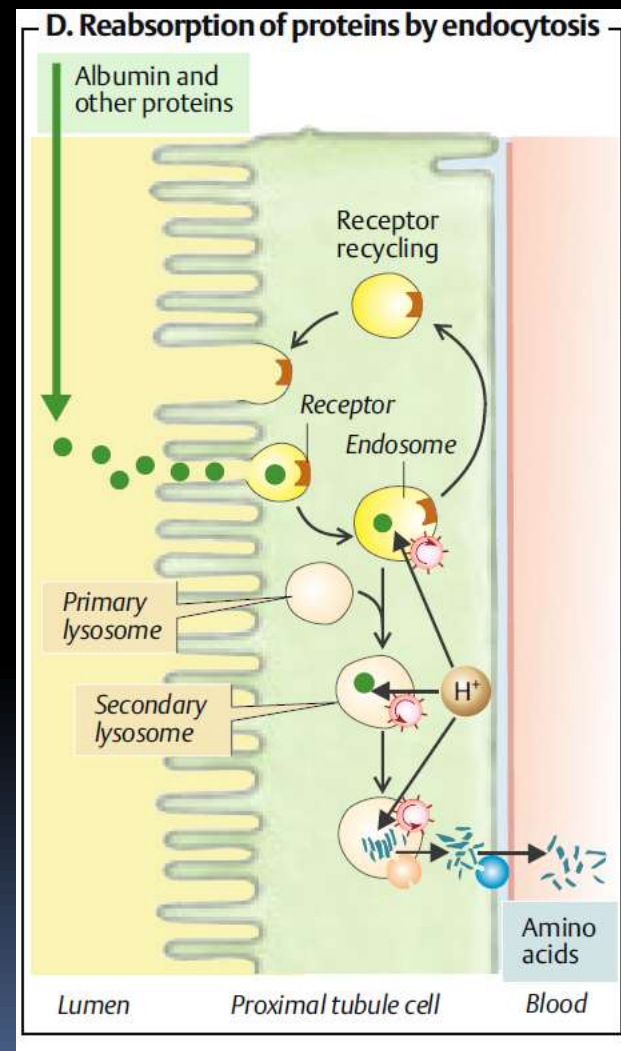
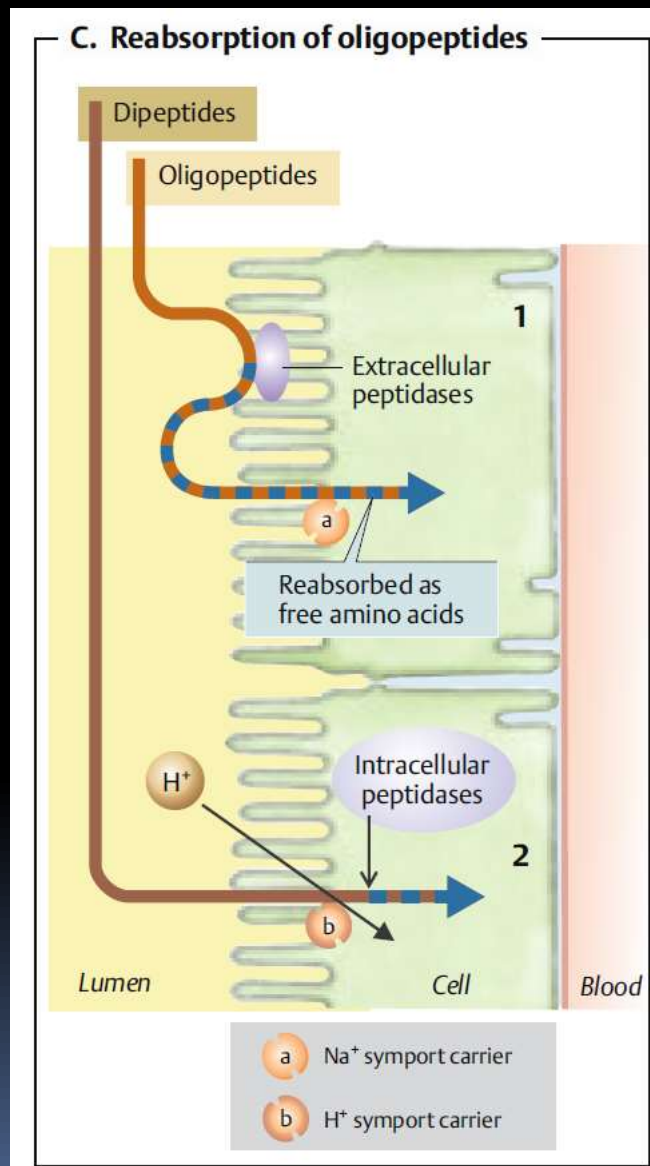
Úkol: vrátit co největší objem vody s užitečnými látkami.
Osmolalita se nemění.

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



Proximální tubulus.

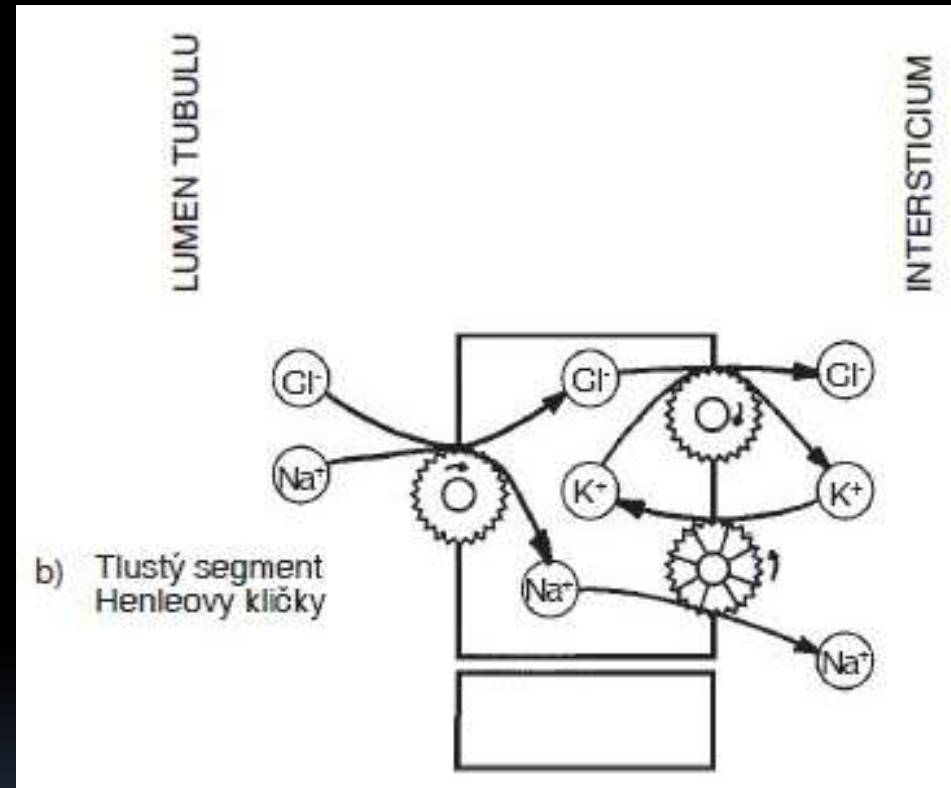
Užitečné peptidy se resorbují sekundárním aktivním transportem nebo endocytózou.



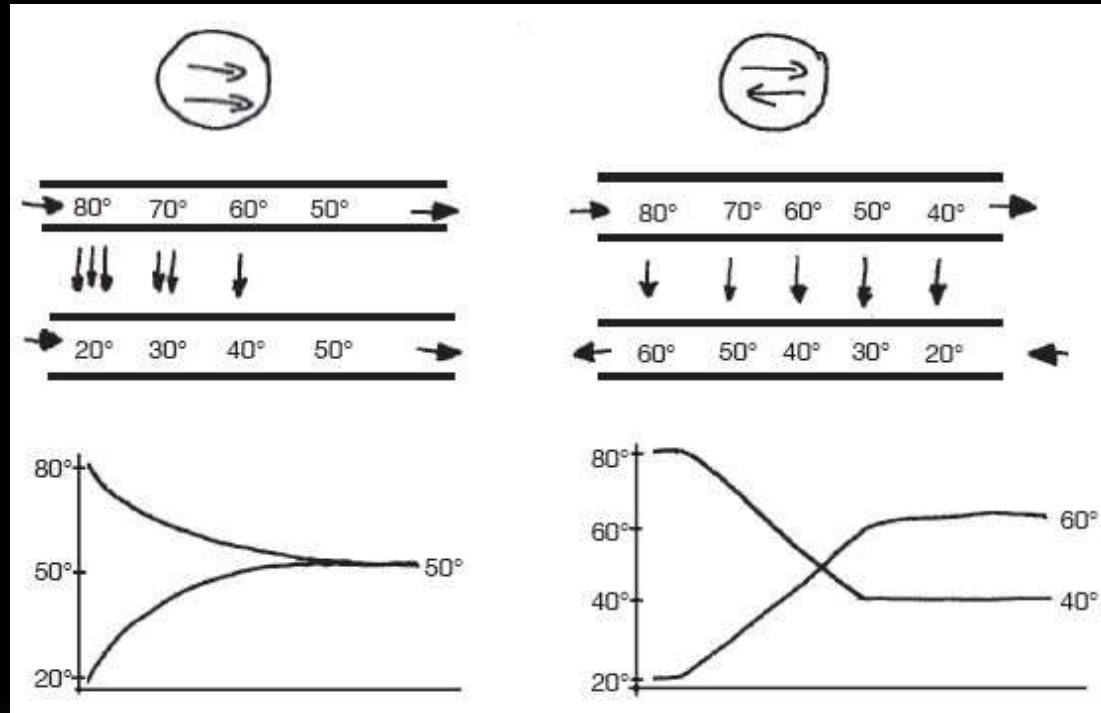
Tlustý segment Henleovy kličky

Úkol: vytvořit hypertonickou dřeň.

V tlustém segmentu Henleovy kličky se do intersticia dřeně přečerpávají Na^+ a Cl^- . (Kolo s výztuží = aktivní transport).



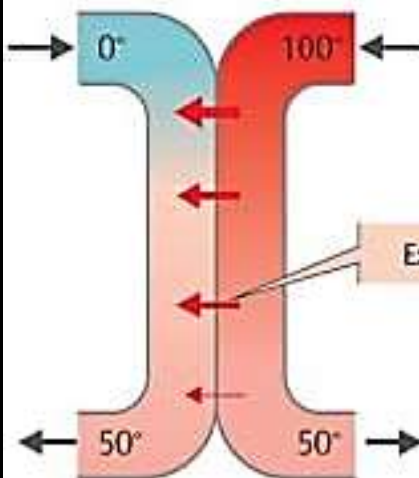
Jak oddělit hypertonickou dřev od kůry? Protiproudý multiplikační systém



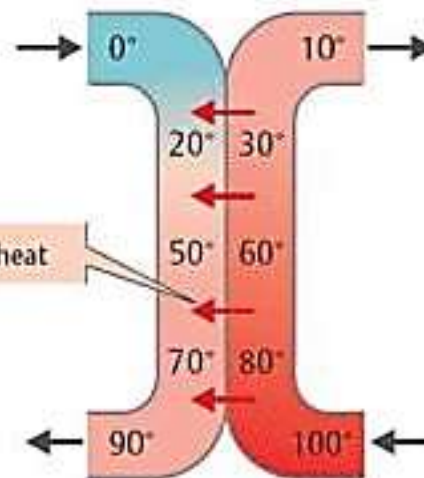
Obr. 14.9: Srovnání stejnosměrné a protiproudé výměny na příkladě teplot. Zatímco při stejnosměrné gradient klesá, až se výsledná teplota ustálí na průměru, při protiproudé výměně je gradient po celé délce konstantní a výměna tepla je účinnější.

Jak oddělit hypertonickou dřeň od kůry? Protiproudý multiplikační systém

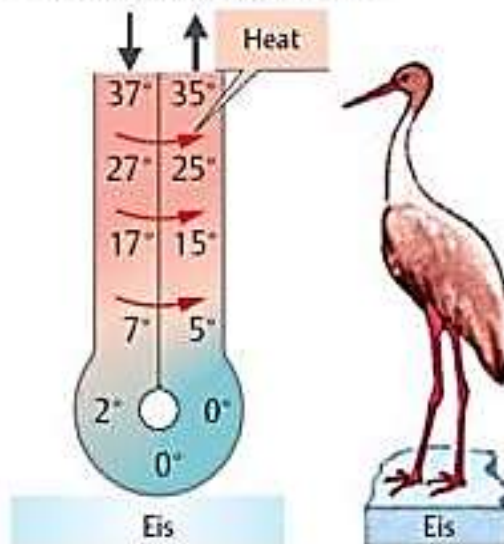
A. Countercurrent systems



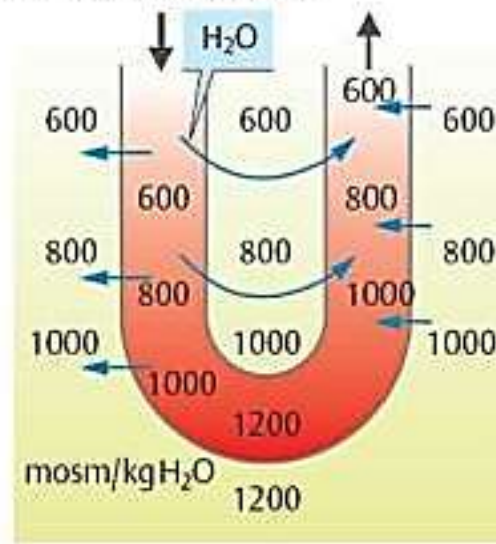
1 Simple exchange system



2 Countercurrent exchange



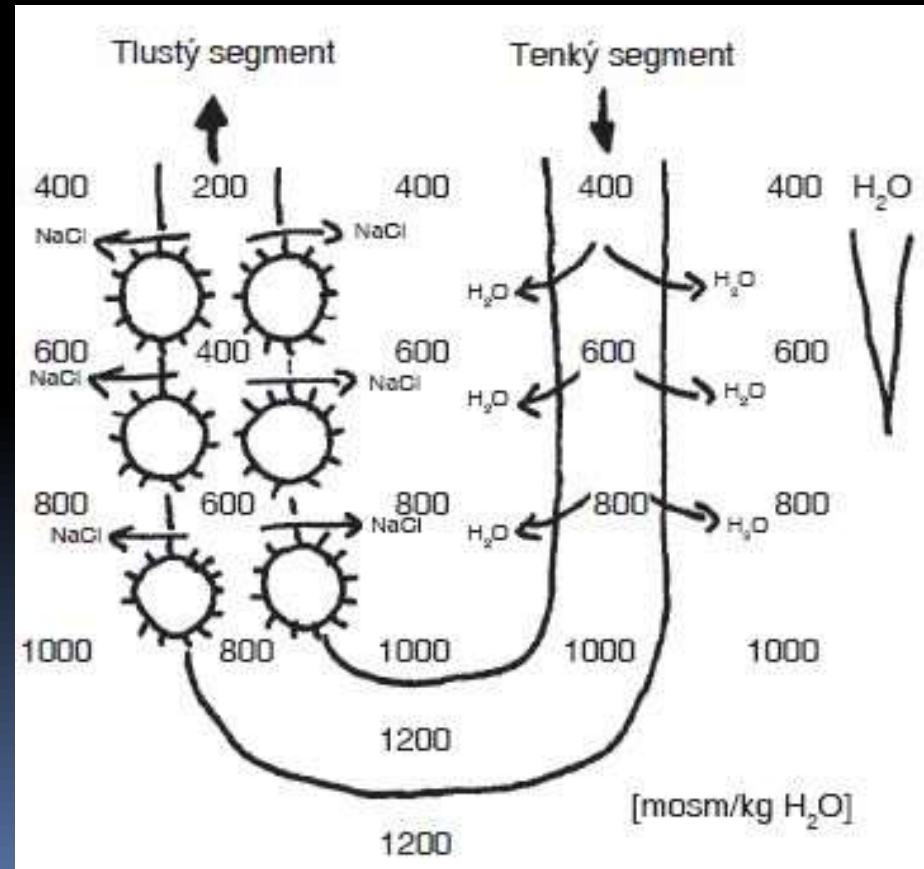
3 Countercurrent exchange (heat) in loop



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 Na^+ a Cl^- . 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.

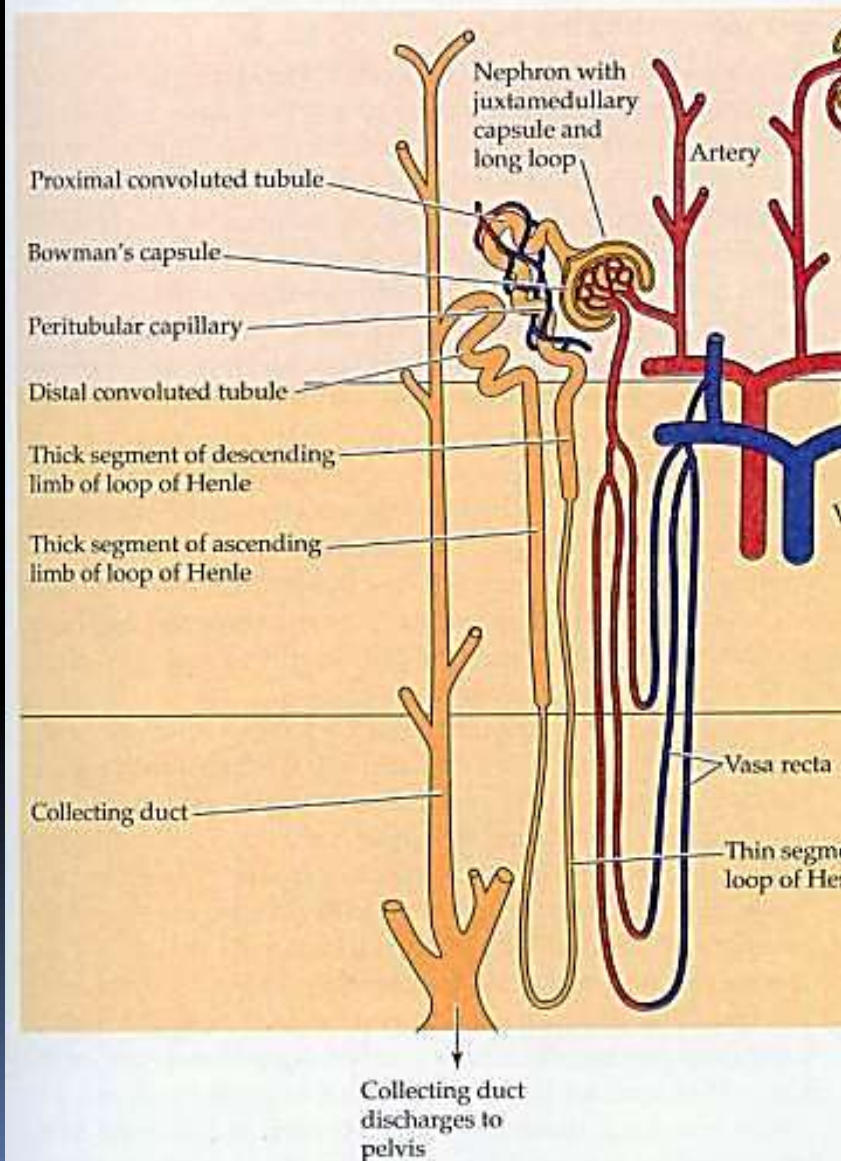


Multiplikační systém tvoří hypertonickou dřeň - céva.

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.

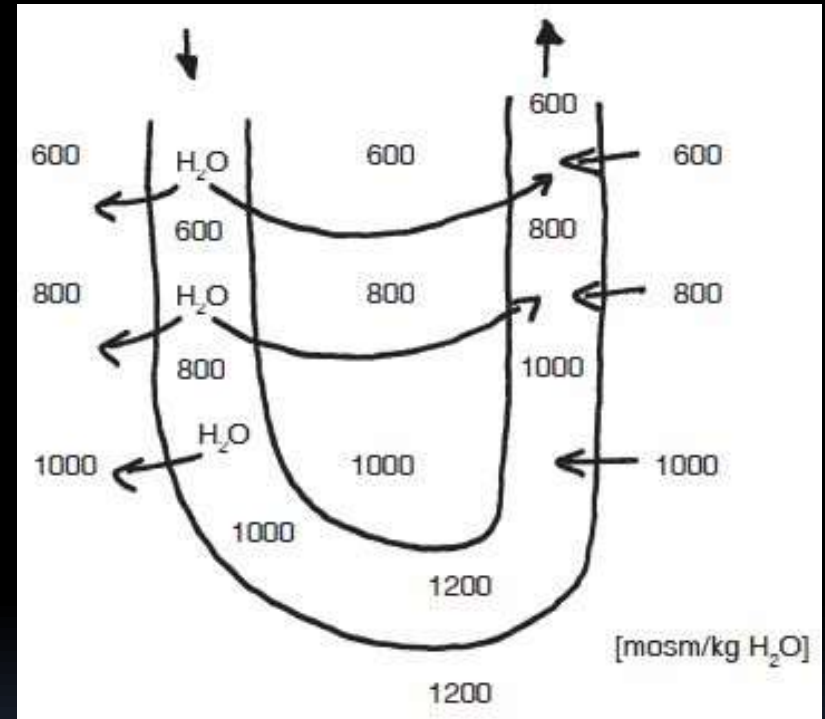
(b) Detail of nephrons and blood supply



Multiplikační systém tvoří hypertonickou dřeň - céva.

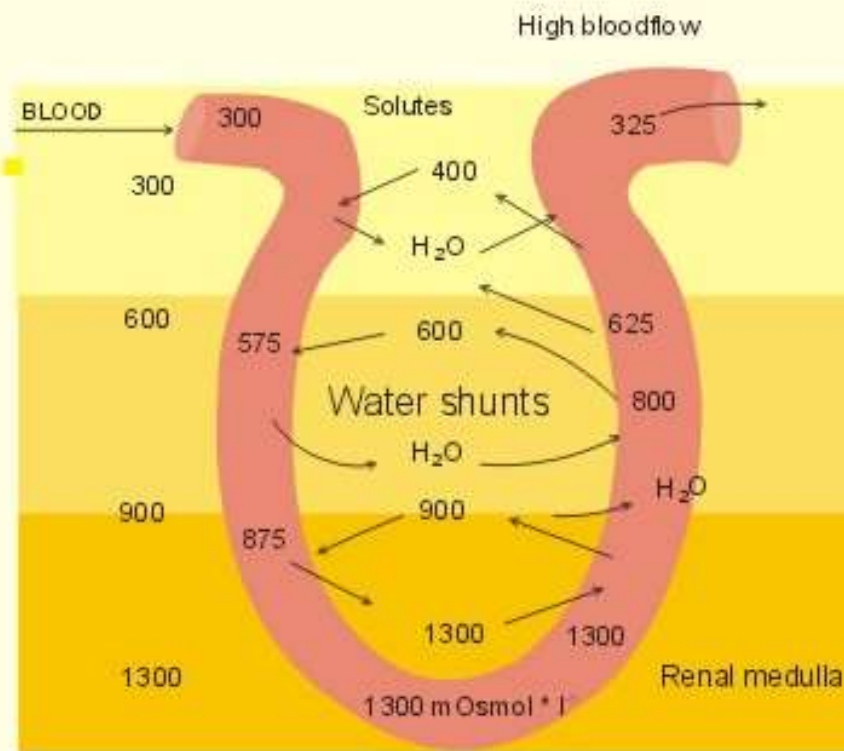
Protiproudá výměna vody ve *vasa recta*. Dřeň ledvin je zásobena krví cévou *vasa recta*. Voda přicházející s krví neproniká až do dřene a nesnižuje její osmolalitu, protože uniká zkratkami z přírodního do odvodného raménka.

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

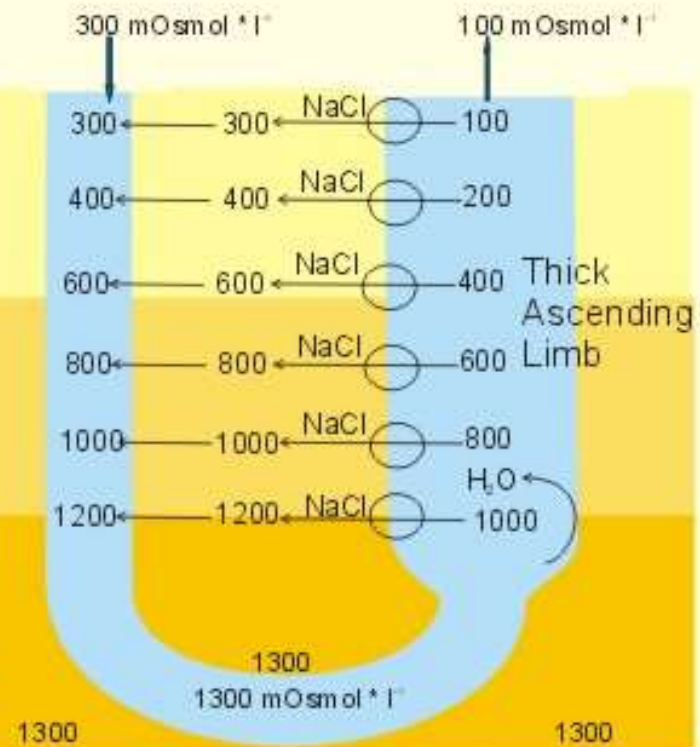


Multiplikační systém tvoří hypertonickou dřeň – tubulus a céva společně.

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

Renin-angiotensin-aldosterone system

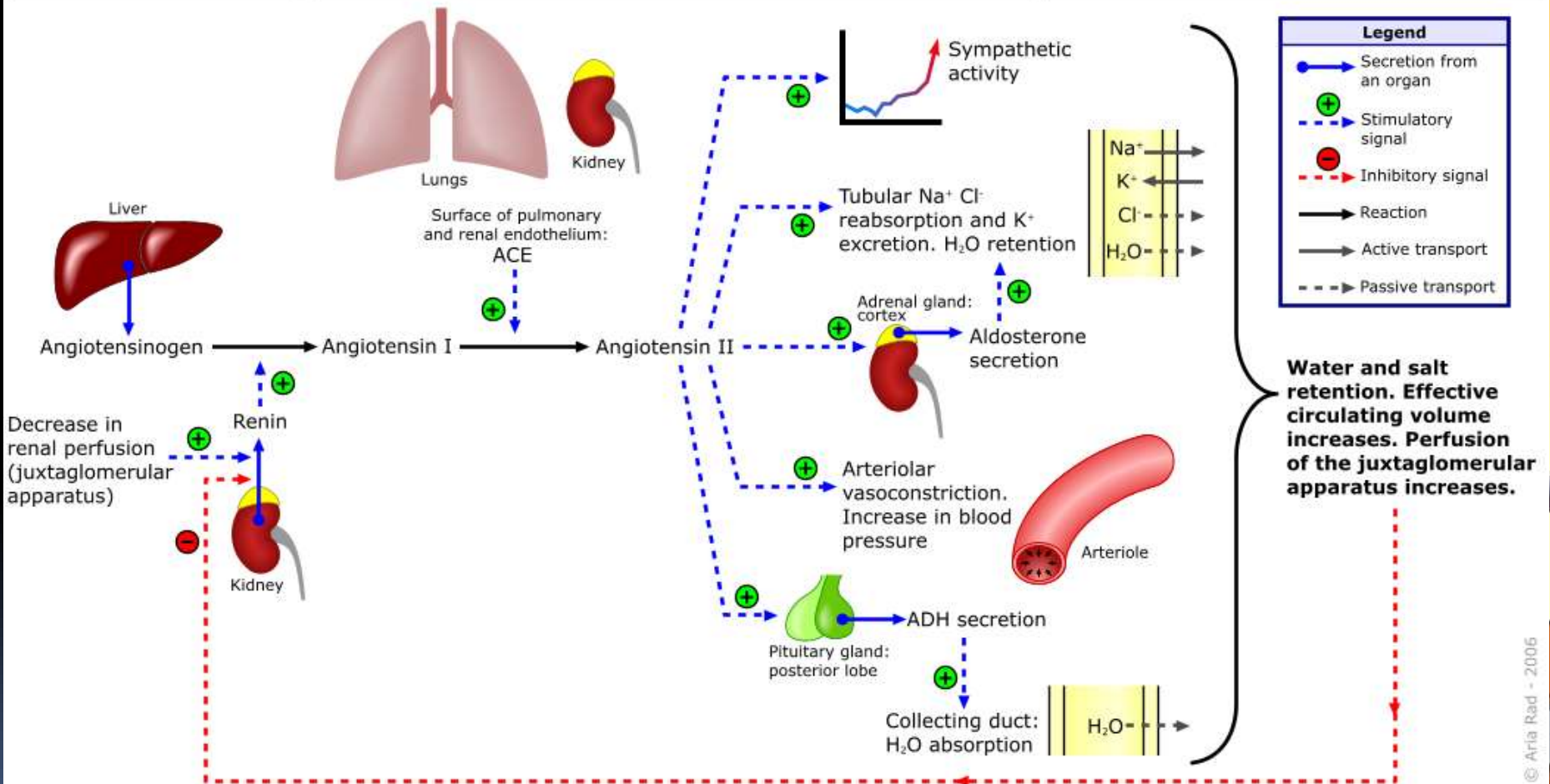
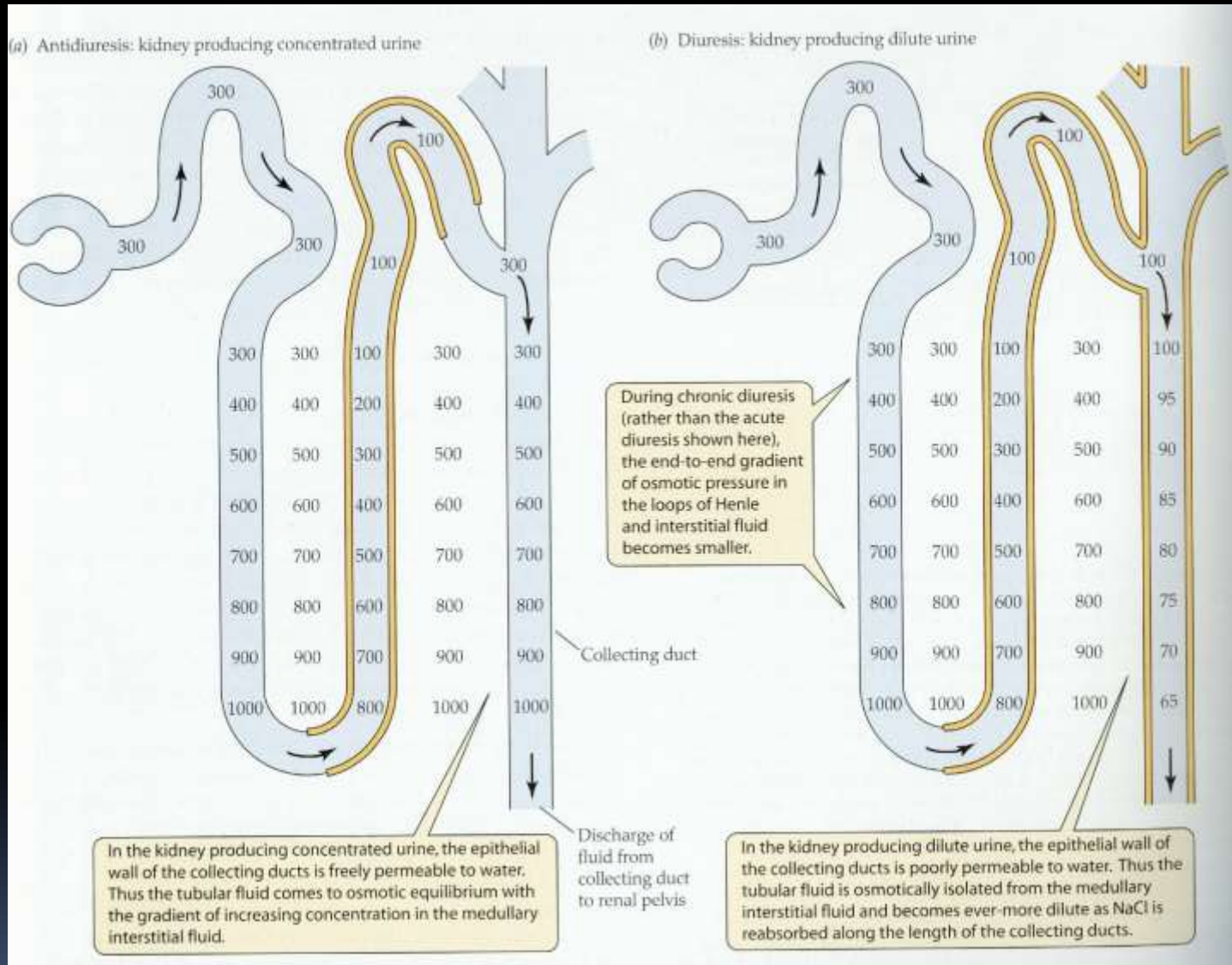


Fig. 25-14

ADH is present

1200/200 = 0

Hormonální regulace tvorby moči - ADH



Koncentrace moči roste, protože voda uniká, objem moči klesá

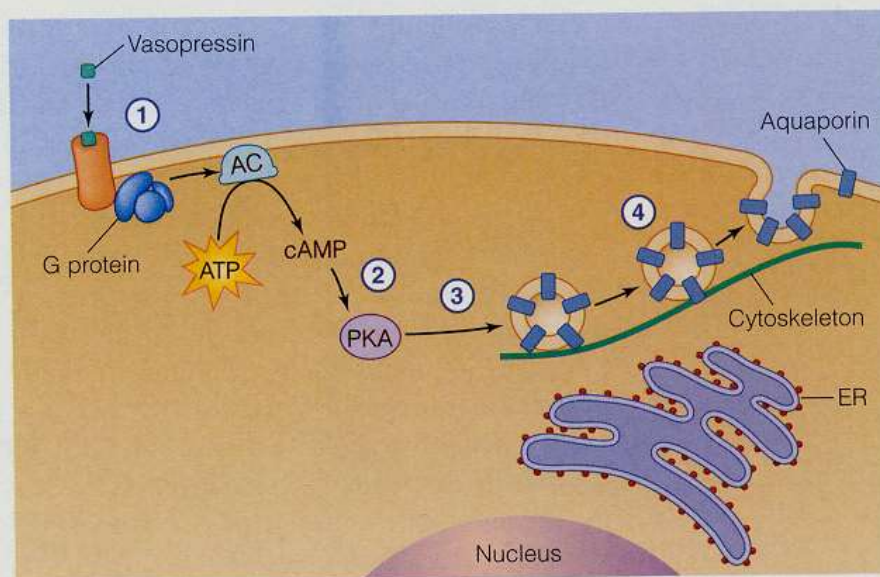
Koncentrace moči klesá, protože voda nemůže ven, objem moči roste

Hospodaření solemi a vodou

Hormony snižující diurézu při nedostatku vody:

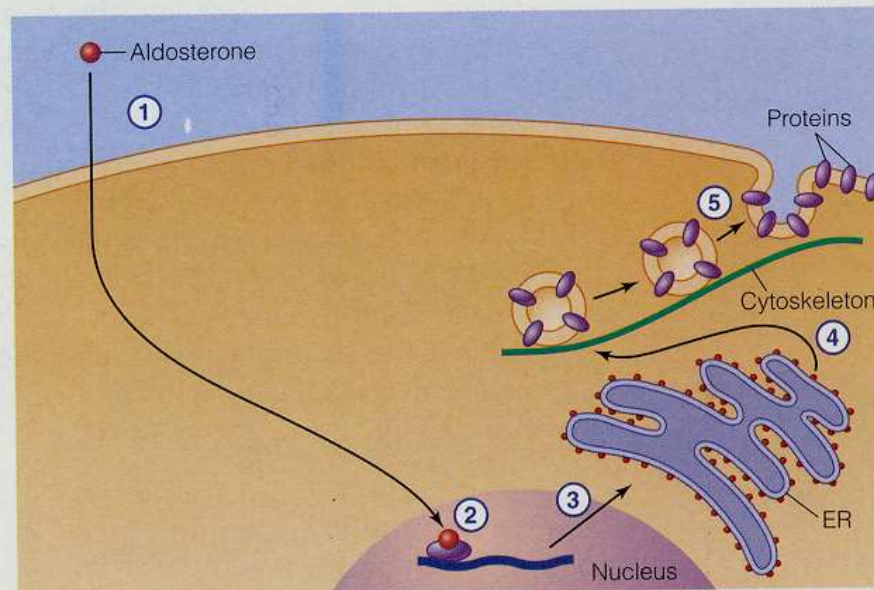
ADH (Vasopressin) – vkládá aquaporiny do membrány sběrného kanálku

Aldosteron – řídí syntézu a vložení transportérů 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.



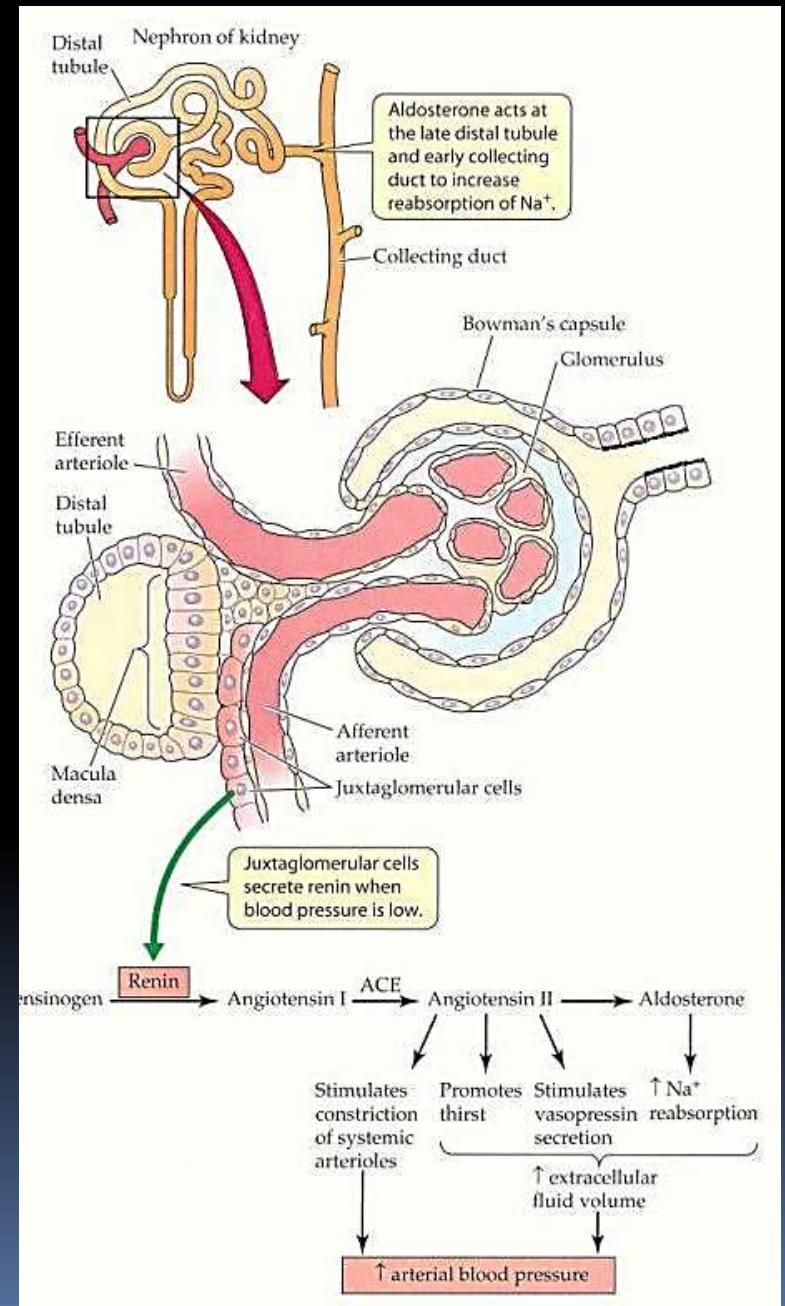
- 1 Aldosterone enters the cell by diffusion.
- 2 It binds to its receptor, a transcription factor.
- 3 Activated transcription factor stimulates transcription of genes for transporters.
- 4 New transporter proteins are made in the ER and exported in vesicles.
- 5 Vesicles containing proteins are sent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



Analýza moči

Důležitá pro posuzování fce ledvin, ale i jater a pankreatu

- pH
- Bílkoviny
- Glukóza
- Ketony
- Urobilinogen
- Bilirubin
- Krev



pH

- Maximální rozpětí 4,5 – 8, hodnota závisí na složení potravy, masitá strava vede k acidurii ($< 5,5$), laktovegetabilní strava má alkalizující vliv (alkalurie $> 6,5$)
- Při horečkách – moč kyselejší
- Onemocnění močových cest – alkalizace moče
- Močové kameny tvořené kyselinou močovou rozpustnější v alkalickém pH

Bílkoviny

- Denně 100mg (plazmatický albumin, globuliny)
- Proteinurie signalizuje onemocnění ledvin a močových cest, při otravách rtutí, olovem, při diabetu, velké tělesné námaze

Glukóza

- Vylučovací limit pro glukózu v ledvinách je 1800mg/ml, musí překročit tuto hranici, aby byla vyloučena močí
- Diabetes mellitus

Ketony (aceton, acetoctová kyselina, b-hydroxymáselná kyselina)

- Detegovatelné při diabetu, hladovění, zvracení, gastrointestinálních onemocněních či po narkóze

Bilirubin

- Test fce jater
- Moč zdravých lidí bilirubin neobsahuje, falešně negativní výsledky mohou být způsobeny dlouhým stáním moče, močový bilirubin může hydrolyzovat, nebo na světle oxidovat

Urobilinogen

- Urobilinogen a sterkobilinogen jsou produkty odbourání bilirubinu, které vznikají v zažívacím traktu činností bakterií
- Snížené hladiny u dětí, pacientů užívajících antibiotika, pacientů s obstrukční poruchou jater
- Zvýšené hladiny doprovází hemolytickou anémii (zvýšená tvorba bilirubinu) nebo jaterní dysfunkci

Leukocyty

- Indikují zánět
- Detekce jak lyzovaných, tak intaktních leukocytů založena na přítomnosti intracelulárních esteráz
- Falešně pozitivní výsledky – trichomonády, oxidační činidla
- Falešně negativní výsledky – vysoká koncentrace bílkovin nebo kyseliny askorbové

Nitrity

- Dusitany se vylučují při infekci močových cest a vznikají bakteriálně z dusitanů
- Stanovení bakteriurie