

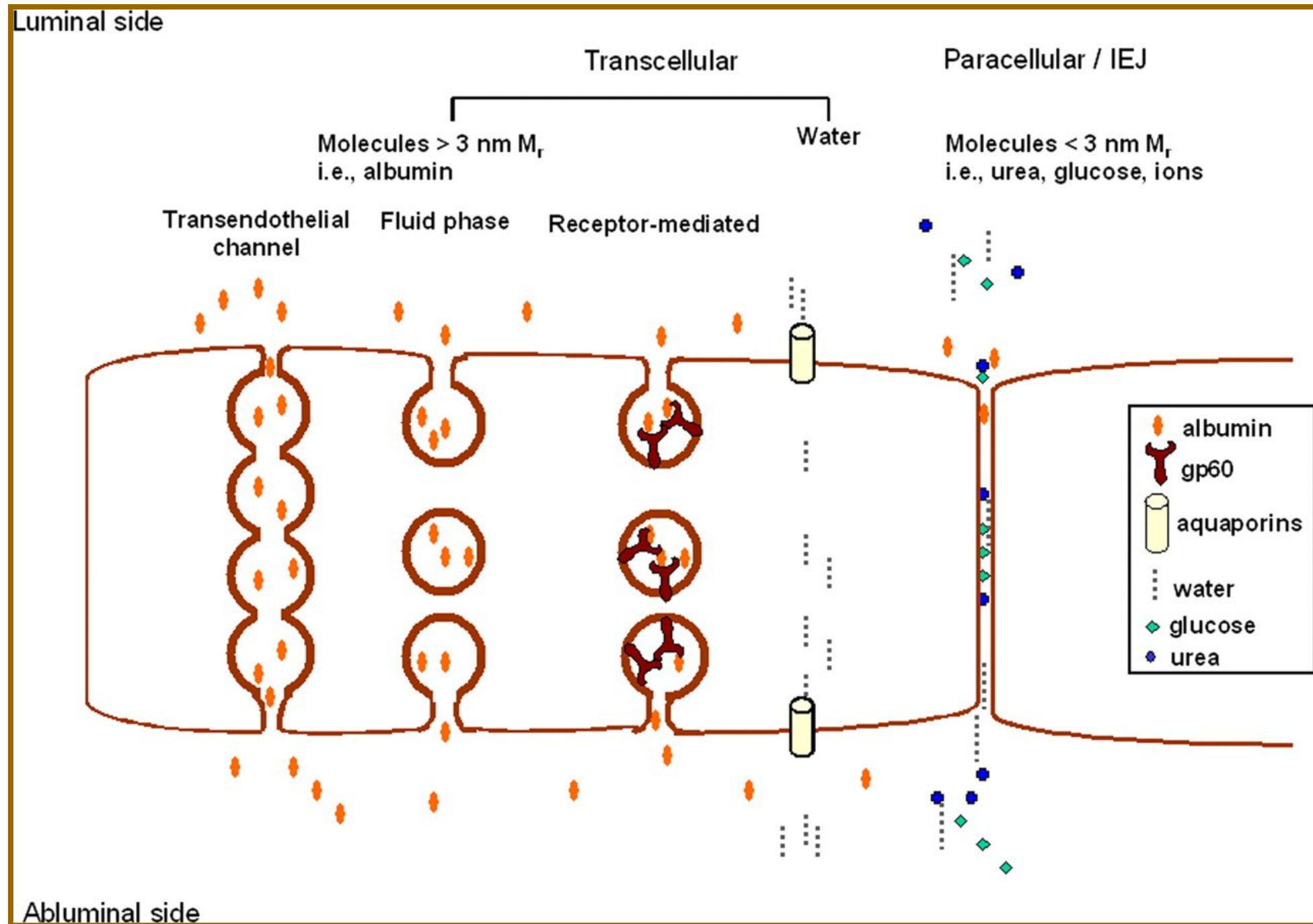
Osmoregulace

- Hospodaření s vodou
- Hospodaření s ionty
(Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- ,...)
- Exkrece
(dusíkaté metabolity, toxiny,...)

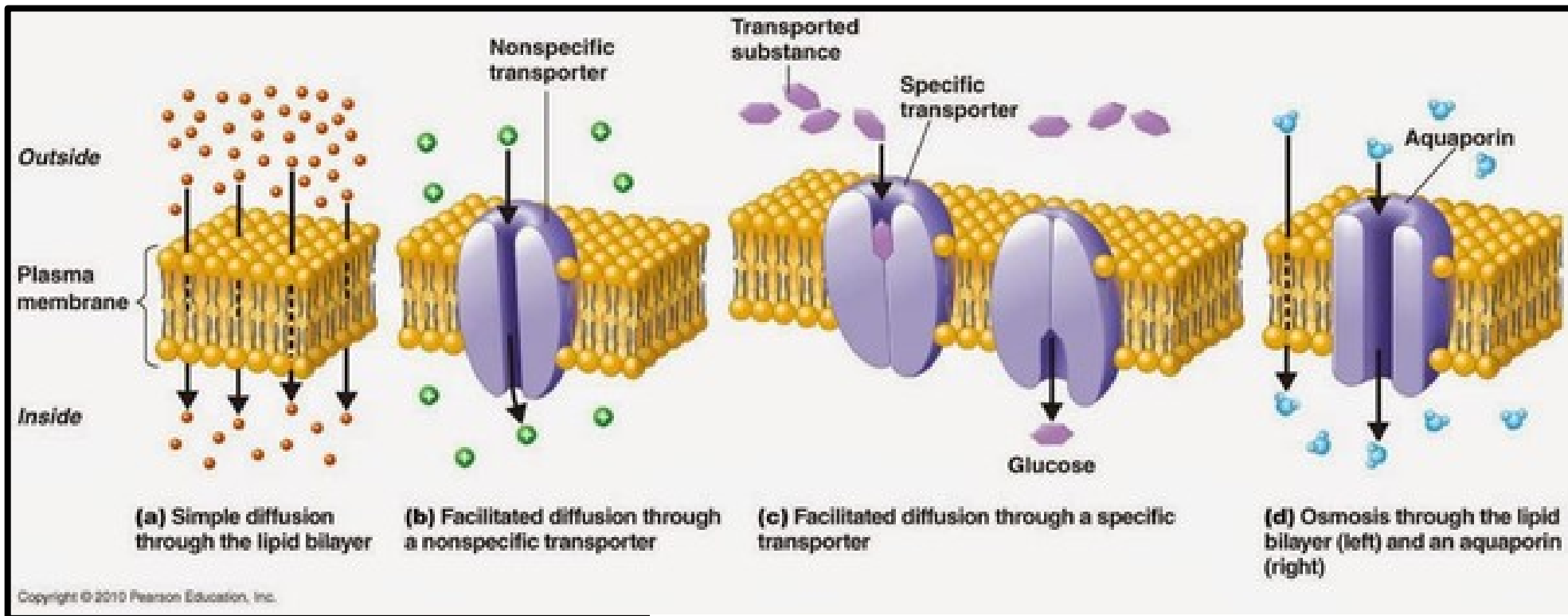


Transport molekul

- Transcelulární
- Paracelulární

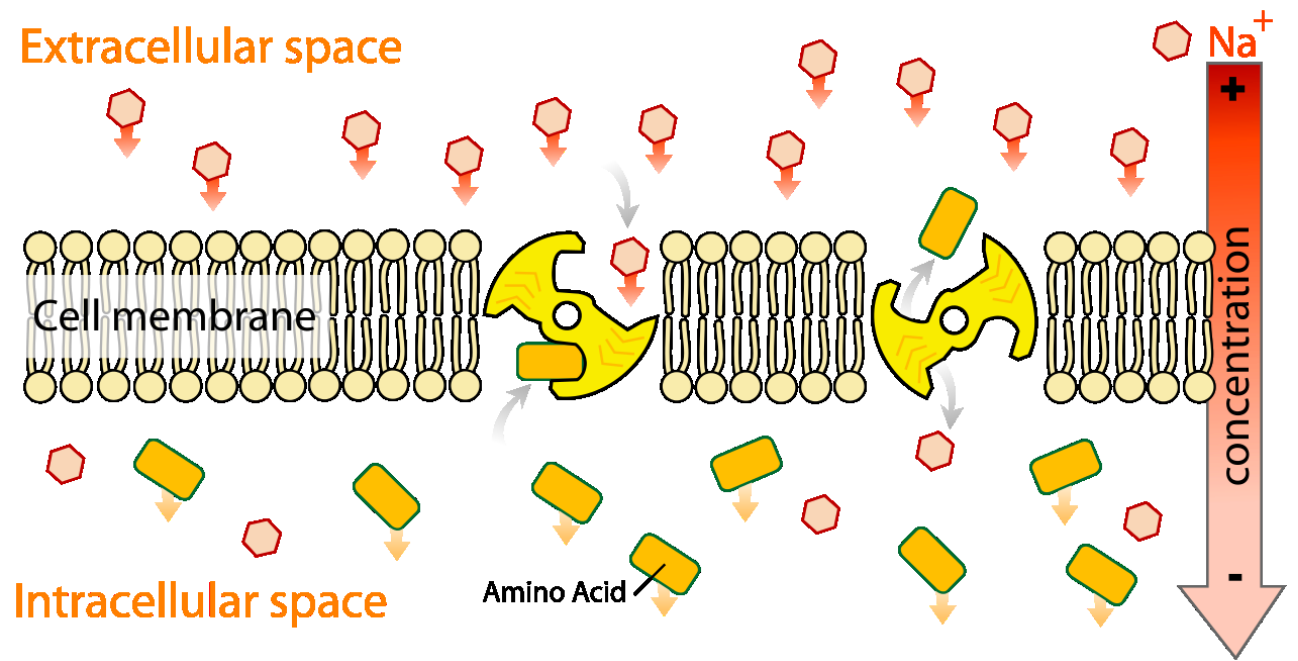


Abluminal side



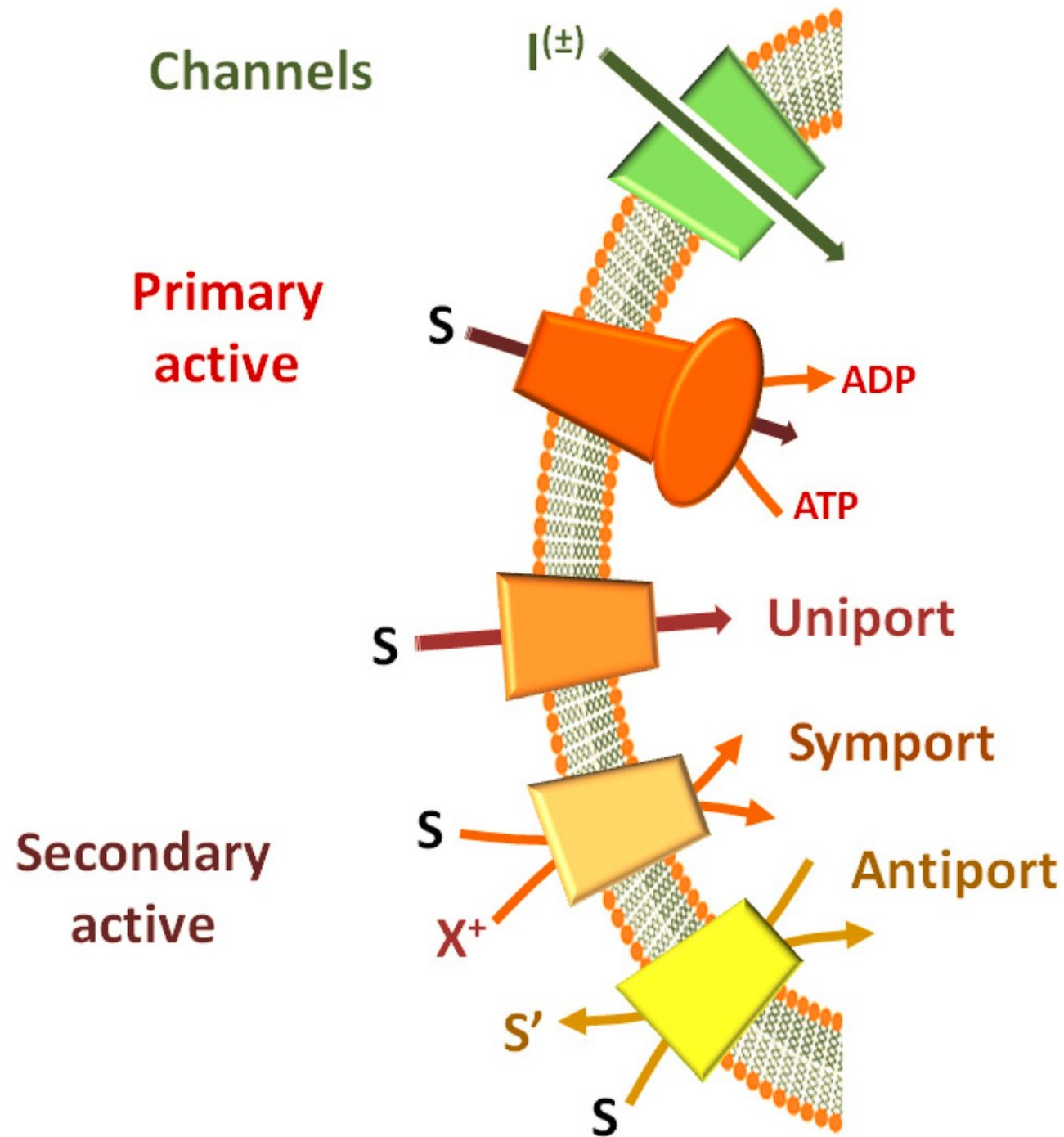
Transcelulární transport

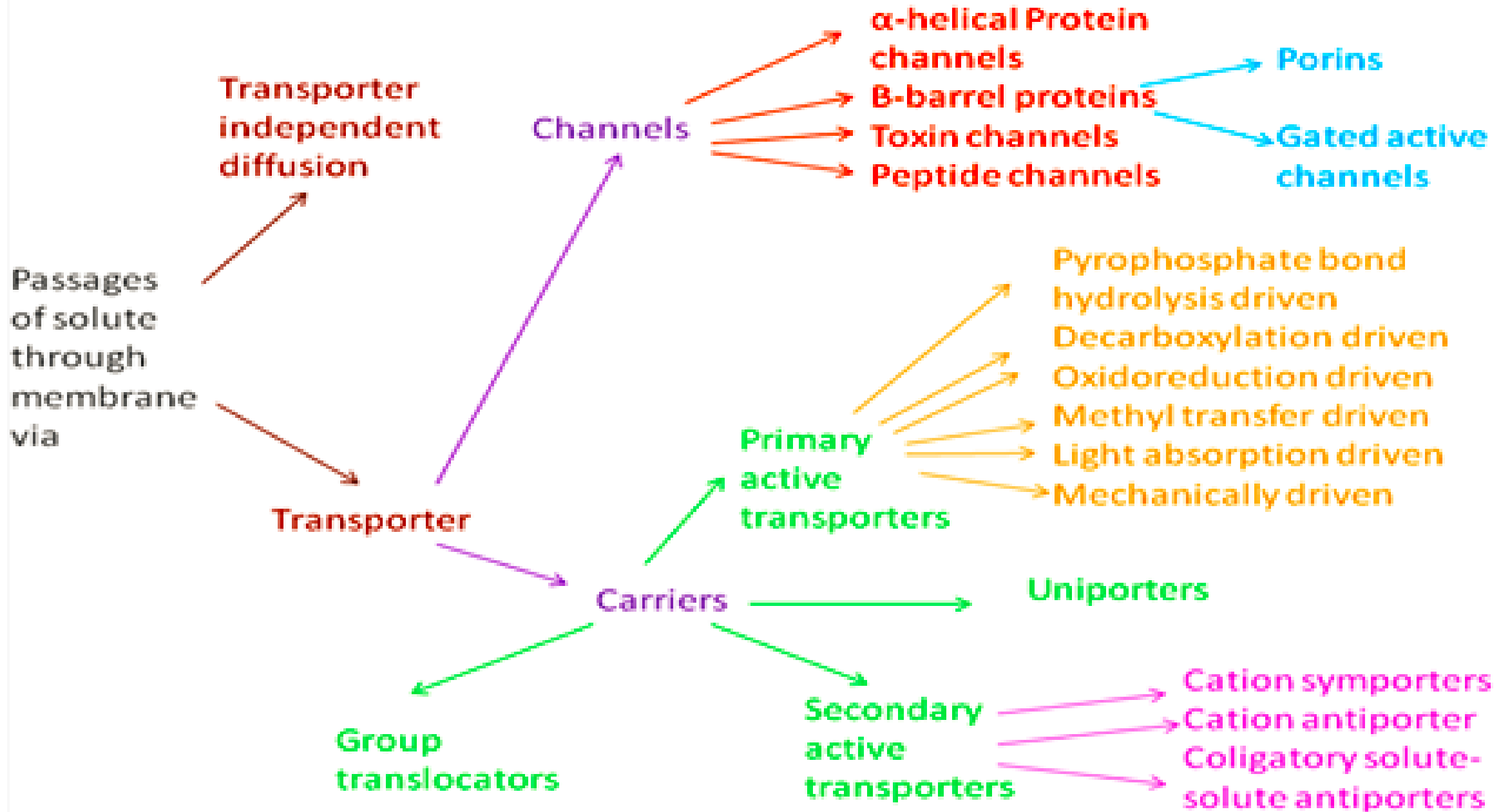
- Prostá difúze
- Usnadněná difúze
- Prostup iontovými kanály
- Primární aktivní transport
- Sekundární aktivní transport



Transcelulární transport

- Prostá difúze
- Usnadněná difuze
- **Prostup iontovými kanály**
- **Primární aktivní transport**
- **Sekundární aktivní transport**



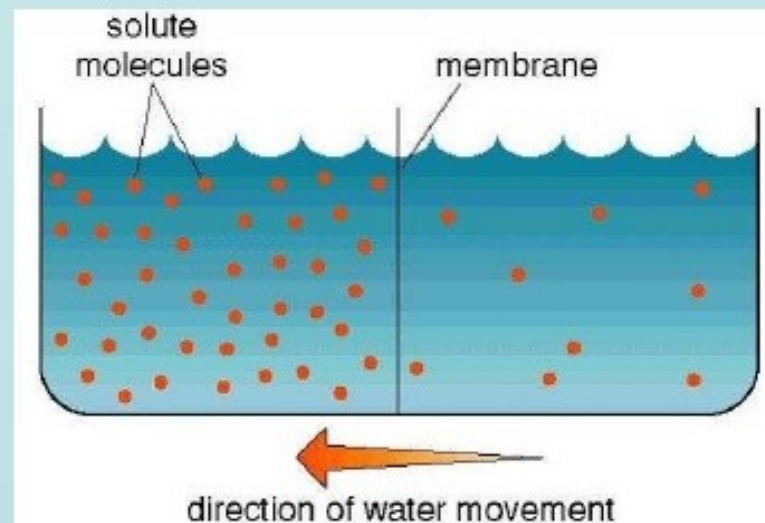


Transport látek -> koncentrační gradient látek -> osmosa/osmotický tlak

Osmosis

2. **Osmosis** - diffusion (movement) of **water** (only) across a semipermeable membrane

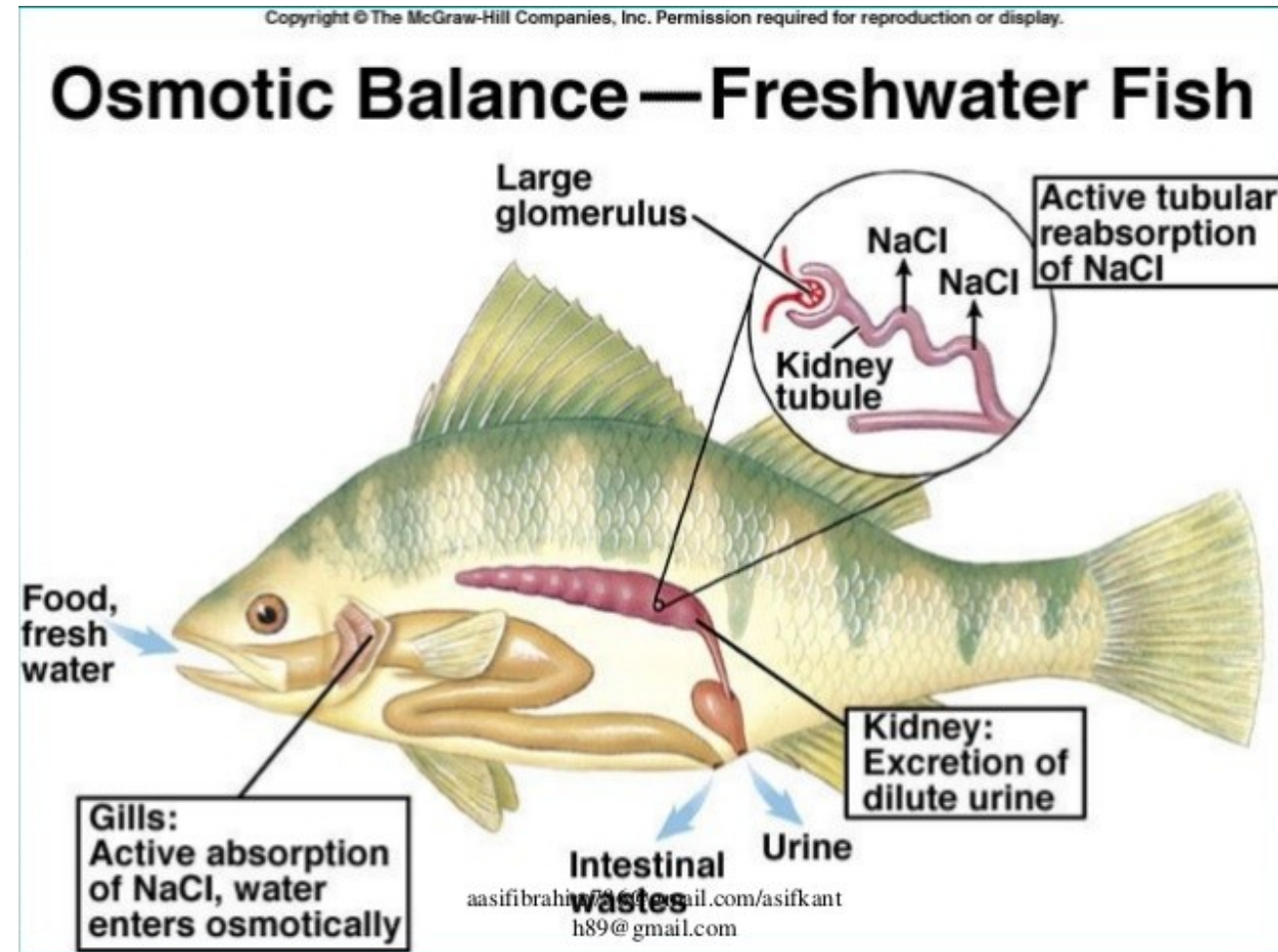
a. Water moves along its concentration gradient from an area of **high water concentration (less solute)** to an **area of lower water concentration (more solute)**



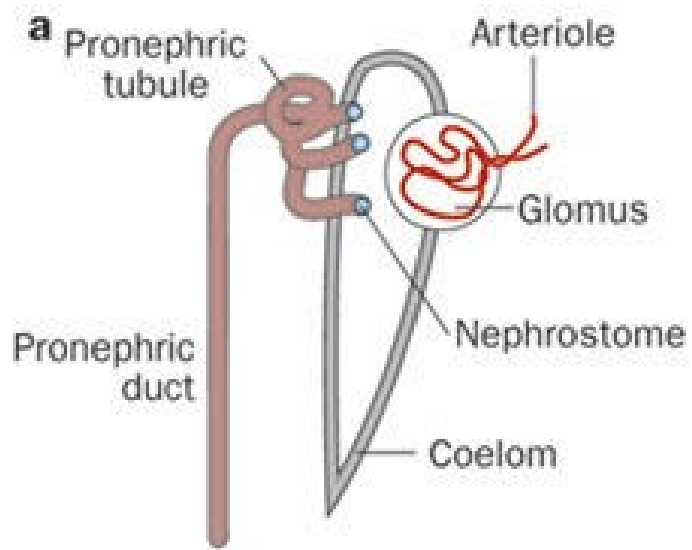
Nejvýznamější osmoregulační orgány

- Ledviny
- Žábra („plíce $-\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ “)
- Trávicí trakt – střevo
- Kůže

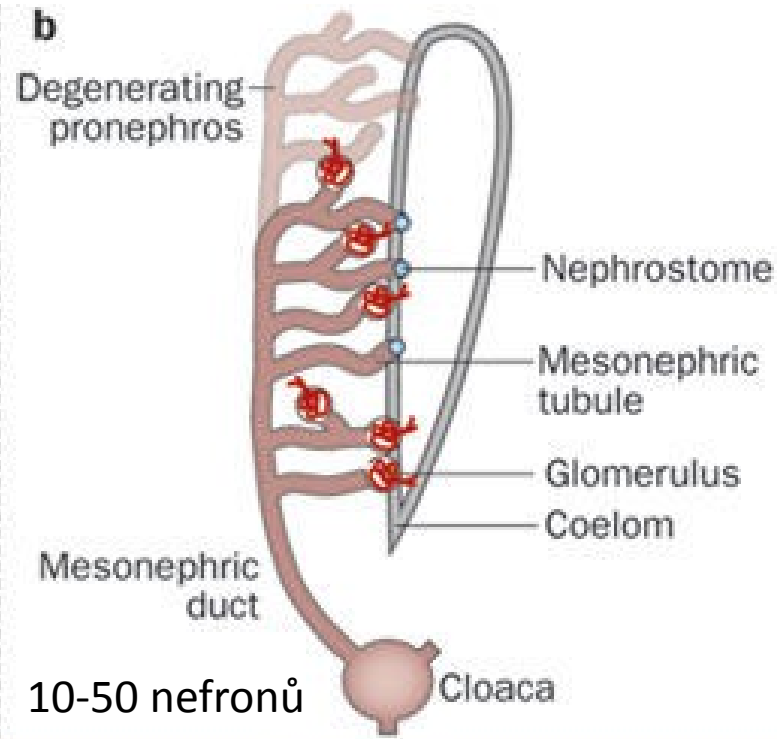
Podobné principy, na základě potřeby pod dohledem CNS změny v expresi, lokalizaci a aktivitě příslušných transportních mechanismů.



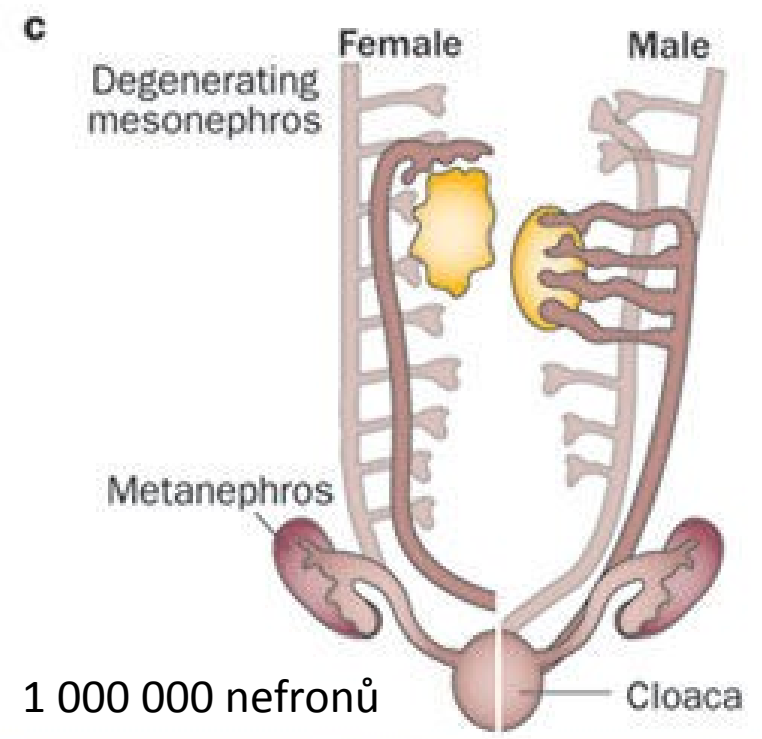
Ledviny – základní jednotka nefron: glomerulus, Bowmanův váček, kanálky



1 nefron



10-50 nefronů



1 000 000 nefronů

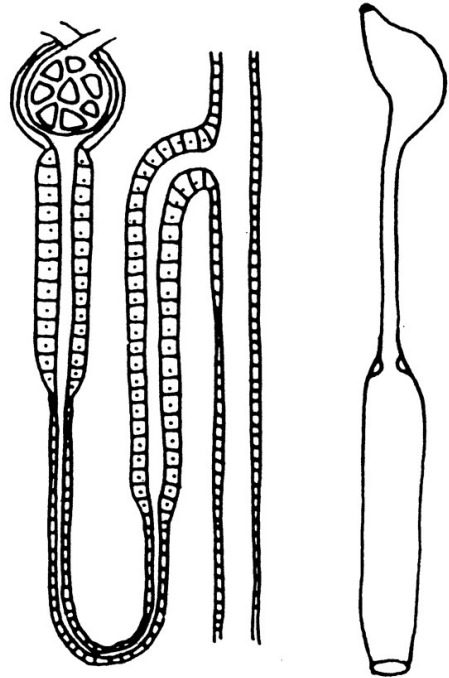
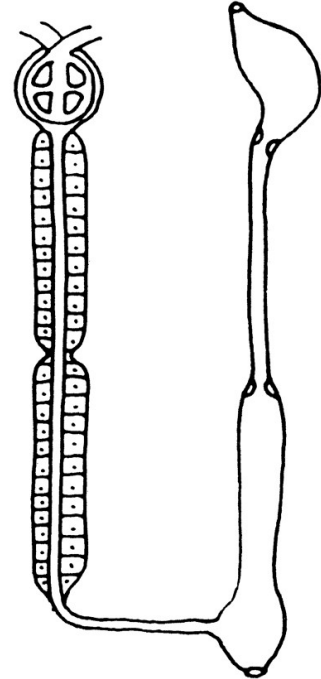
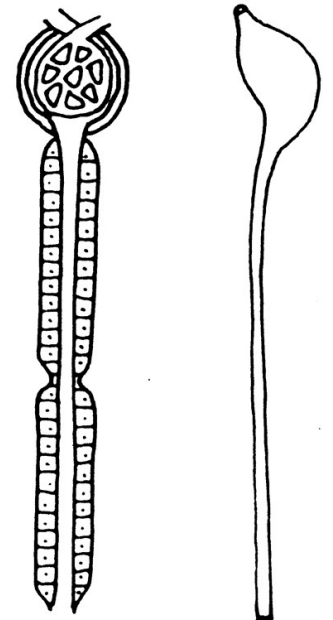
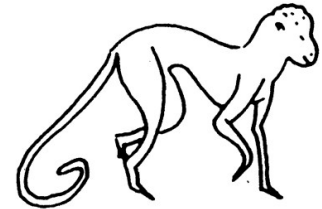


Vývoj nefronu a střeva v závislosti na životním prostředí/skupině organismů.

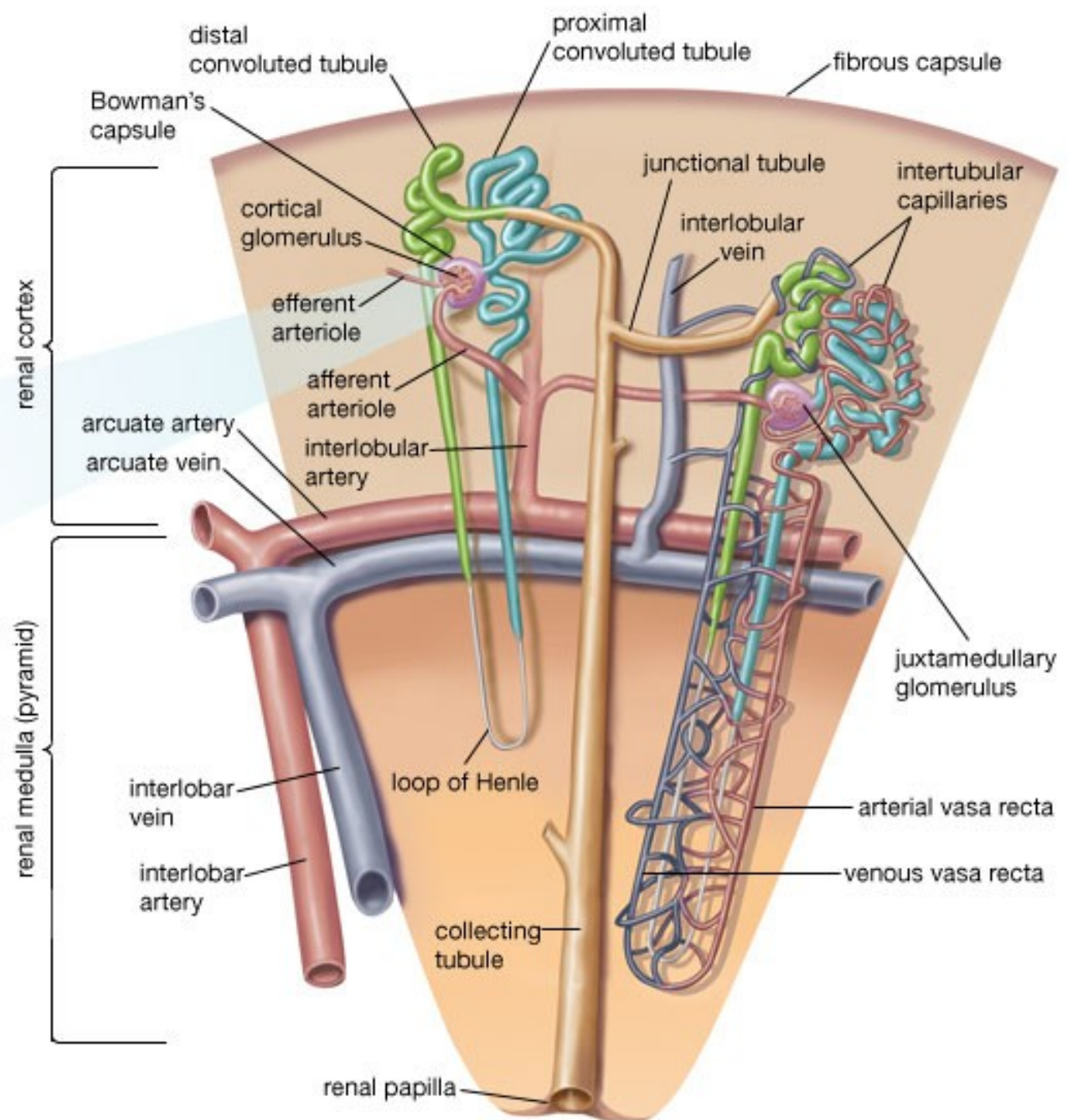
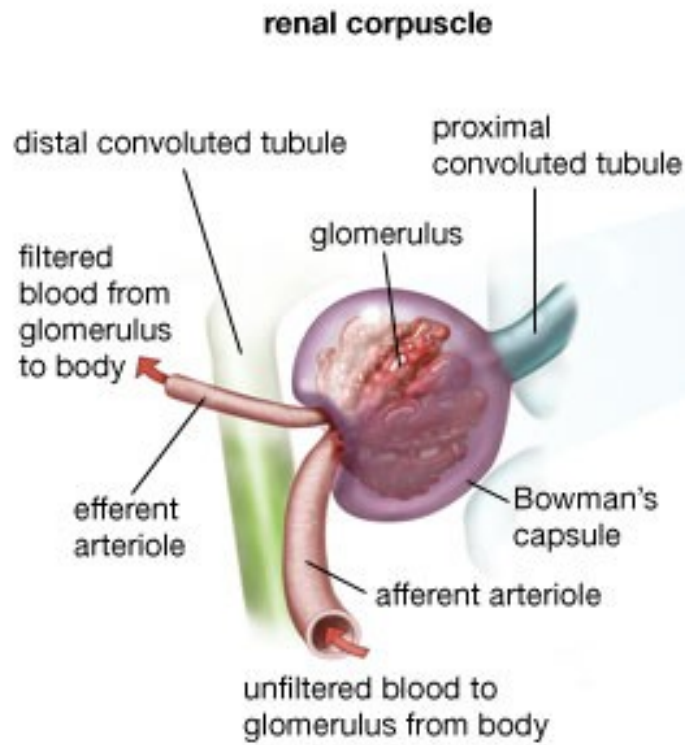
Nefrony ryb, plazů a ptáků nejsou schopné vytvářet zakoncentrovanou moč – jsou krátké a chybí Henleova klička.

U dospělých obojživelníků, plazů a ptáku je moč produkována do kloaky.

U některých plazů a u většiny ptáků je v kloace moč zakoncentrována resorbci elektrolytů a vody.



Ledviny savcú



Glomerular filtration barrier

- Structure of the filtration membrane: 2-4nm

1) Capillary endothelium:

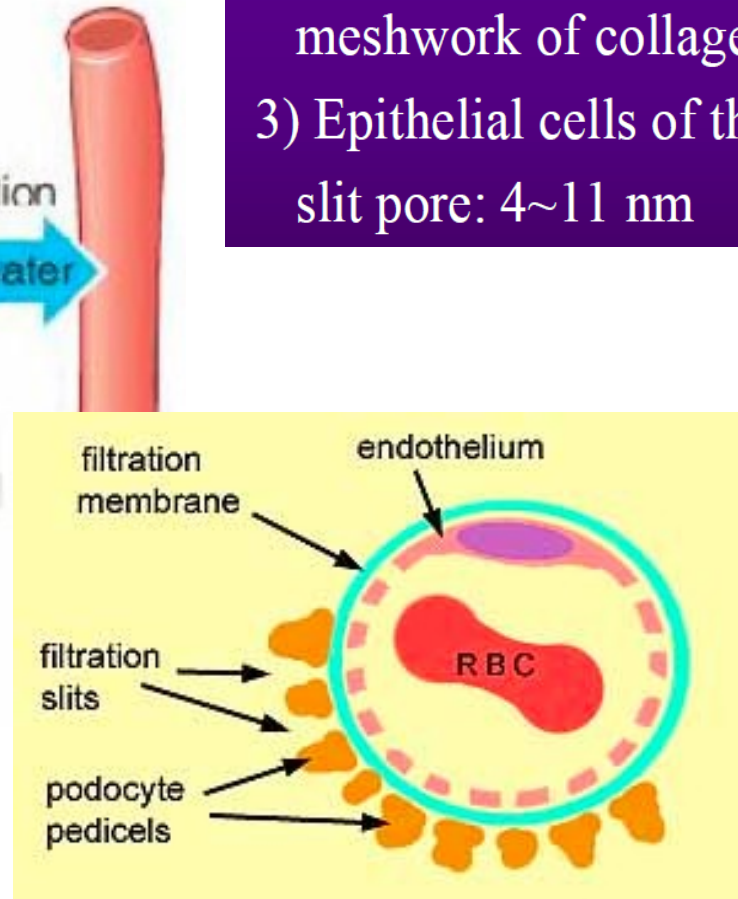
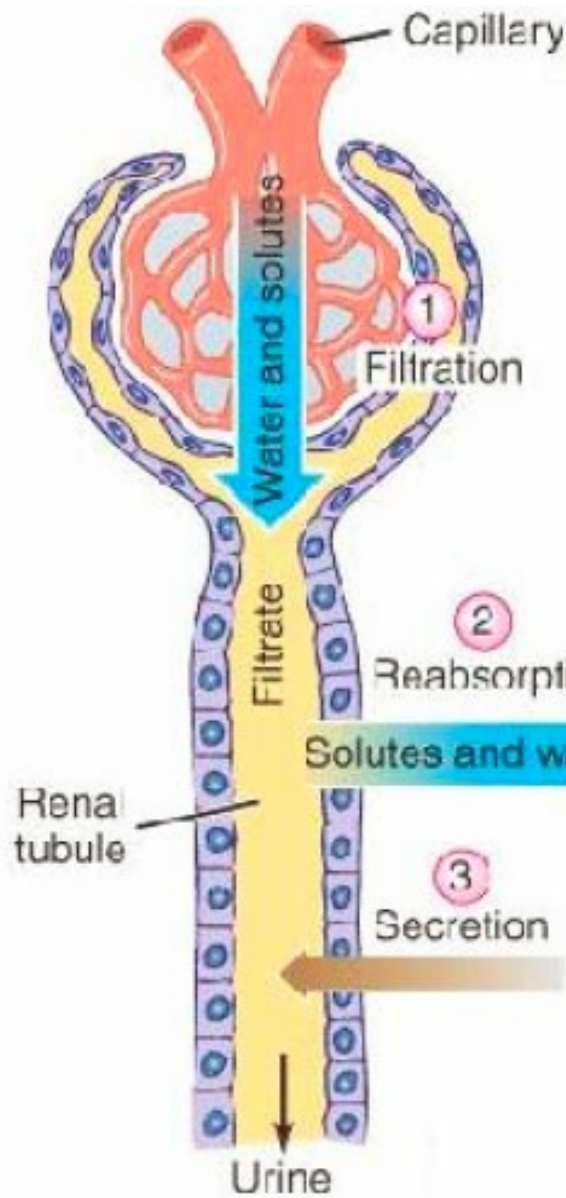
fenestration: 70~90 nm

2) Basement membrane:

meshwork of collagen and proteoglycan fibrillae: 2~8 nm

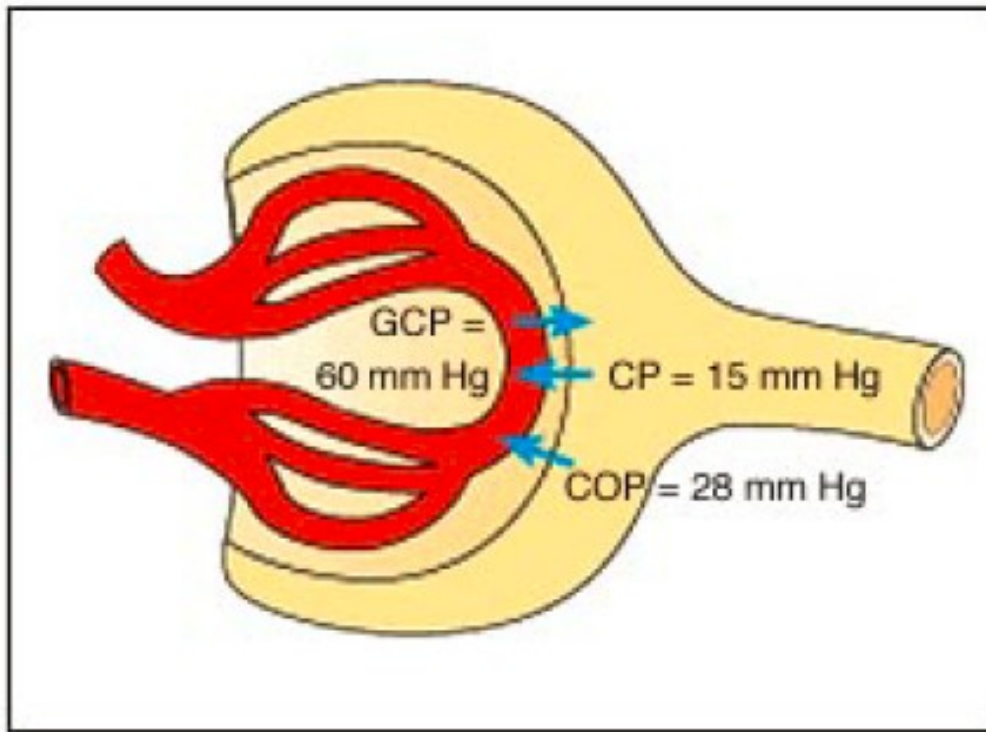
3) Epithelial cells of the renal capsule: **nephrin**

slit pore: 4~11 nm



Glomerular Filtration

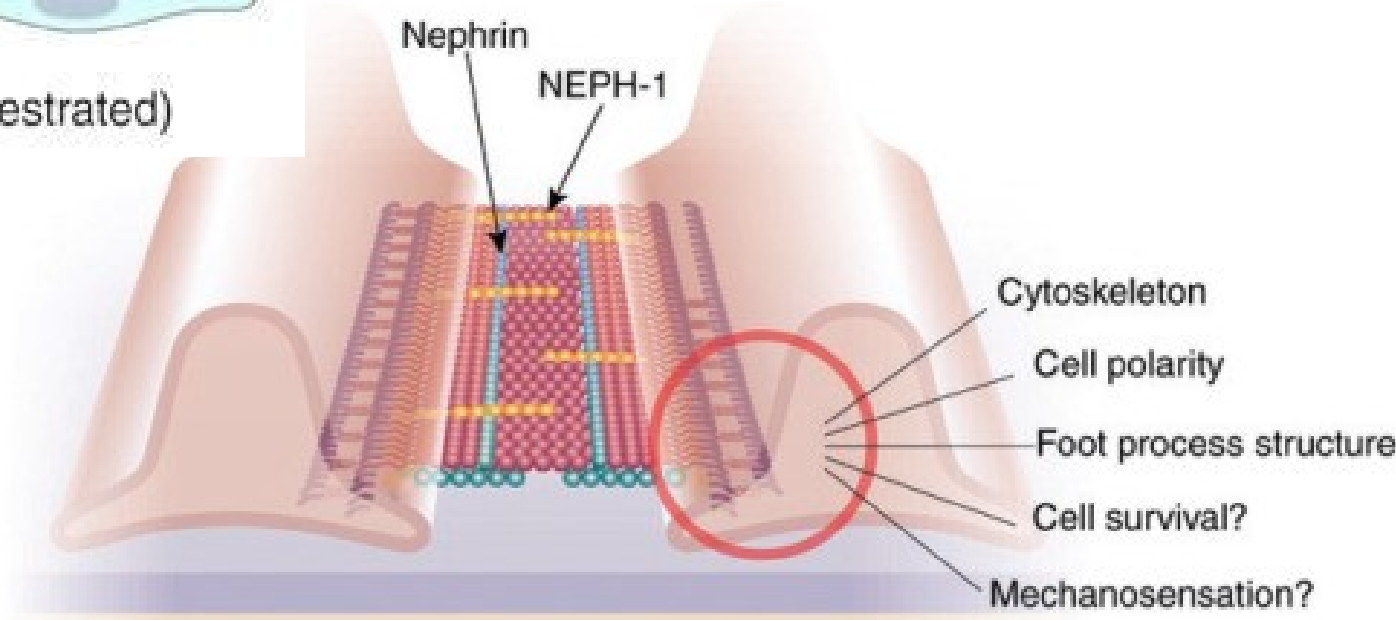
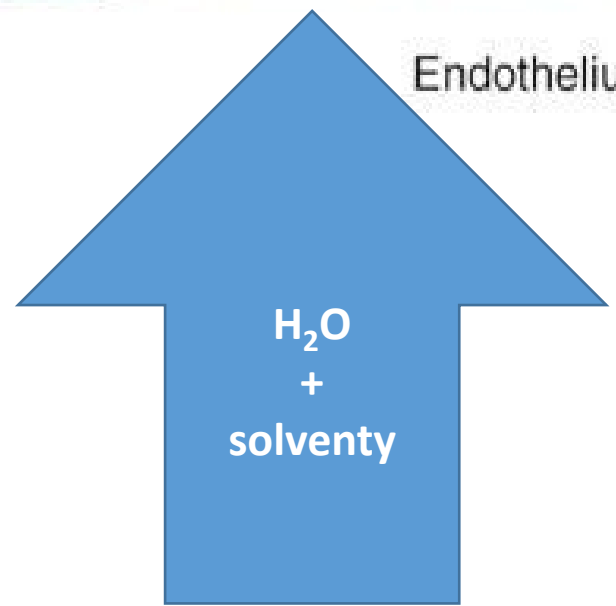
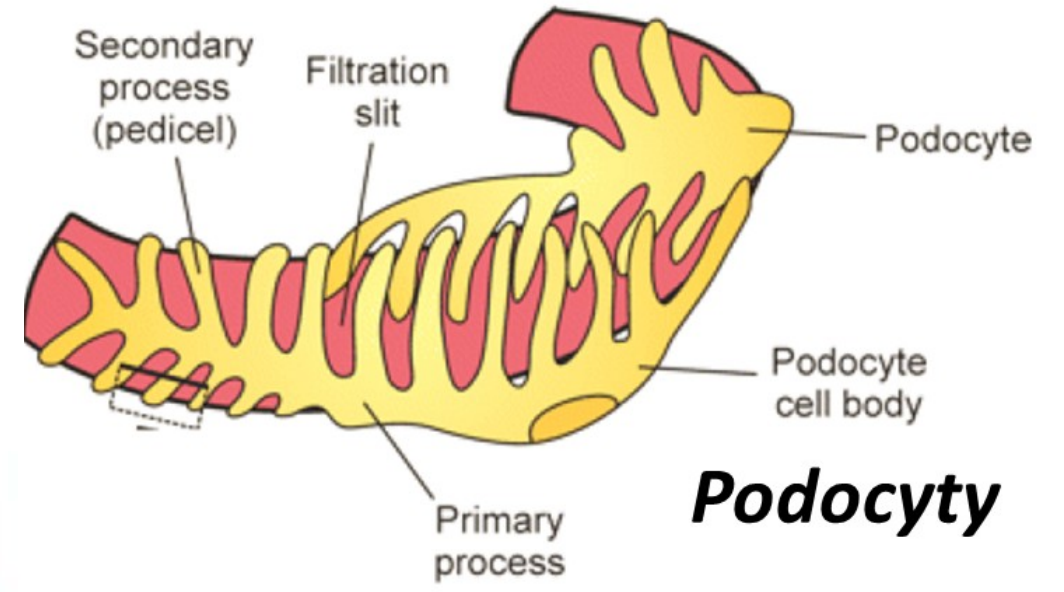
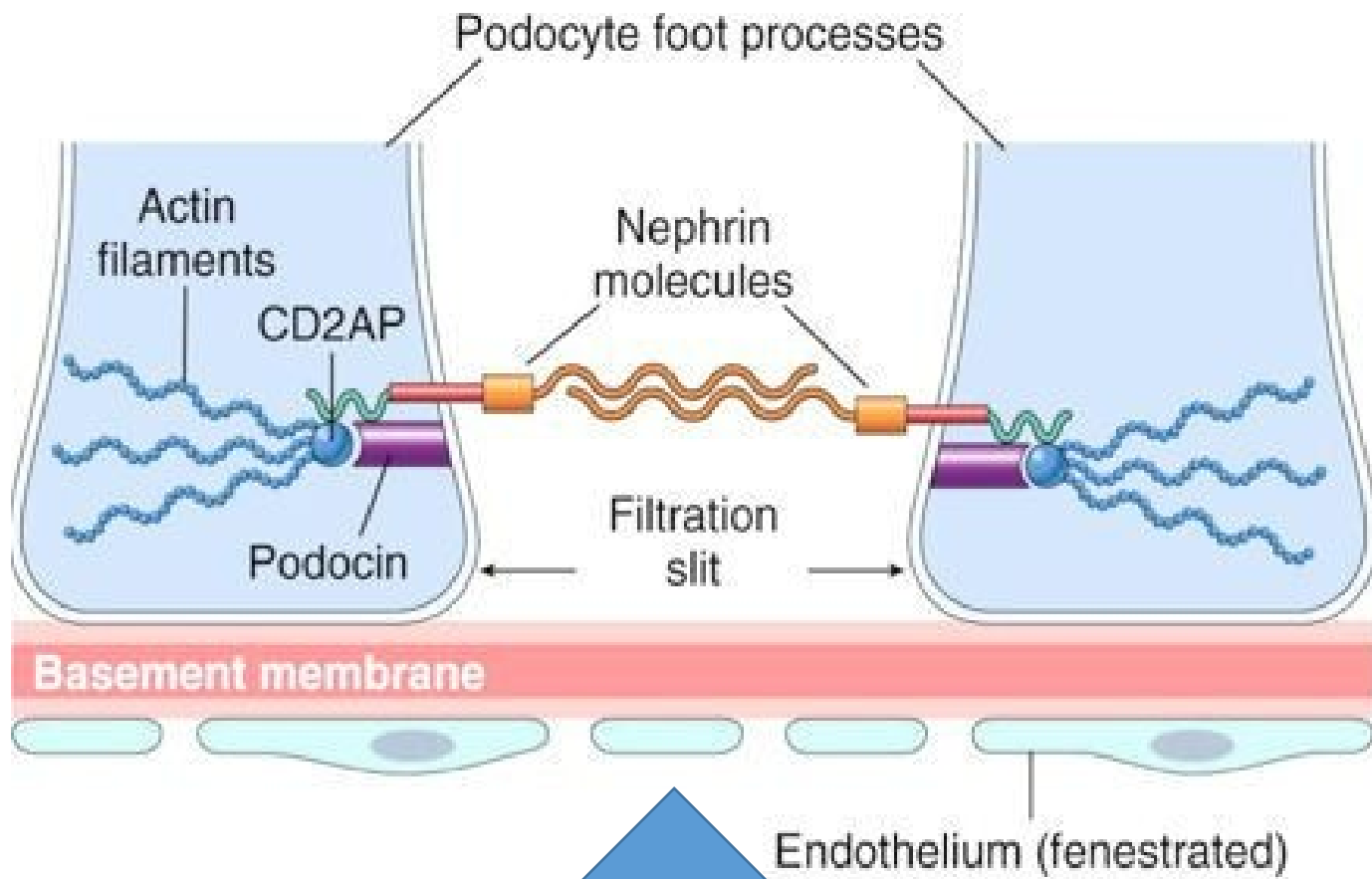
substance	plasma (g/L)	ultrafiltrated (g/L)	Excreted (g/L)	Excreted / plasma
Na ⁺	3.3	3.3	3.5	1.1
K ⁺	0.2	0.2	1.5	7.5
Cl ⁻	3.7	3.7	6.0	1.6
Urea	0.3	0.3	20.0	60.0
NH ₃	0.001	0.00	0.4	400.0
Glucose	1.0	1.0	0	0
protein	70~90	0.3	0	0

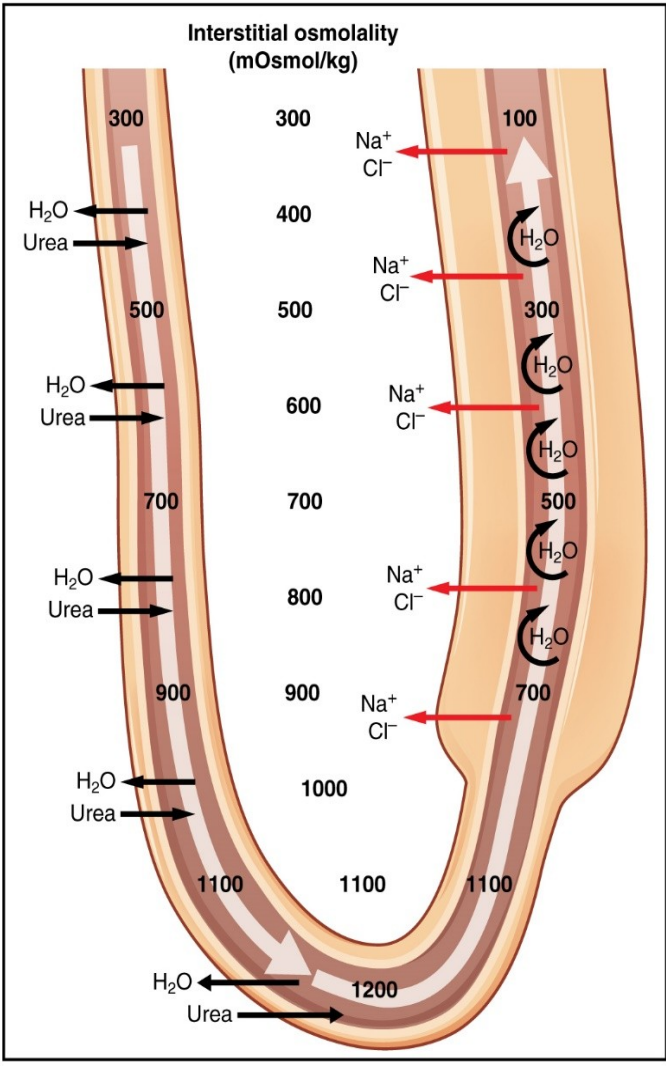
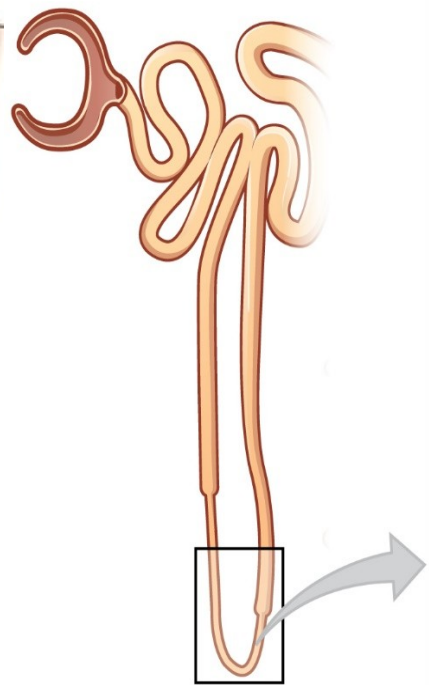
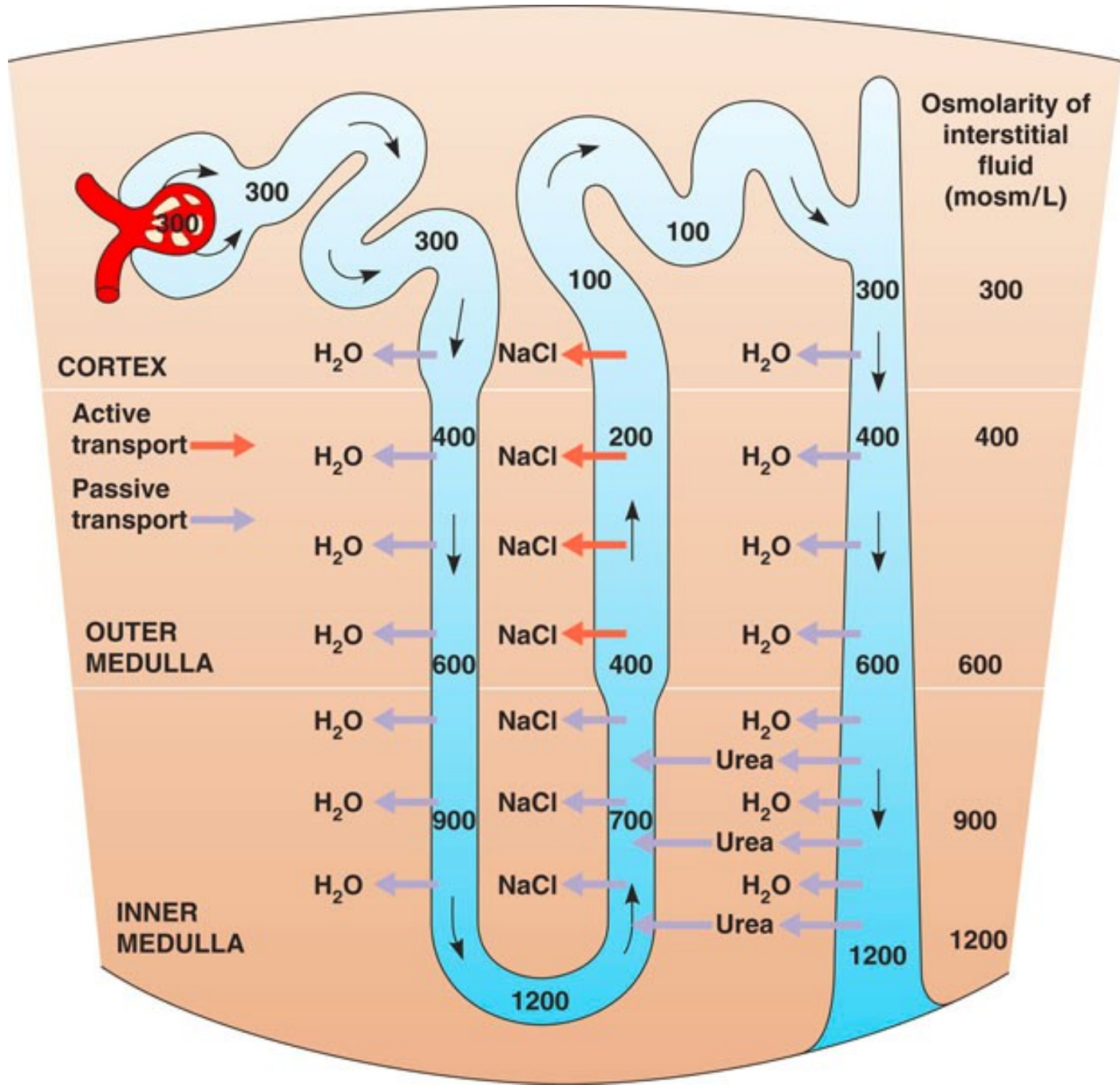


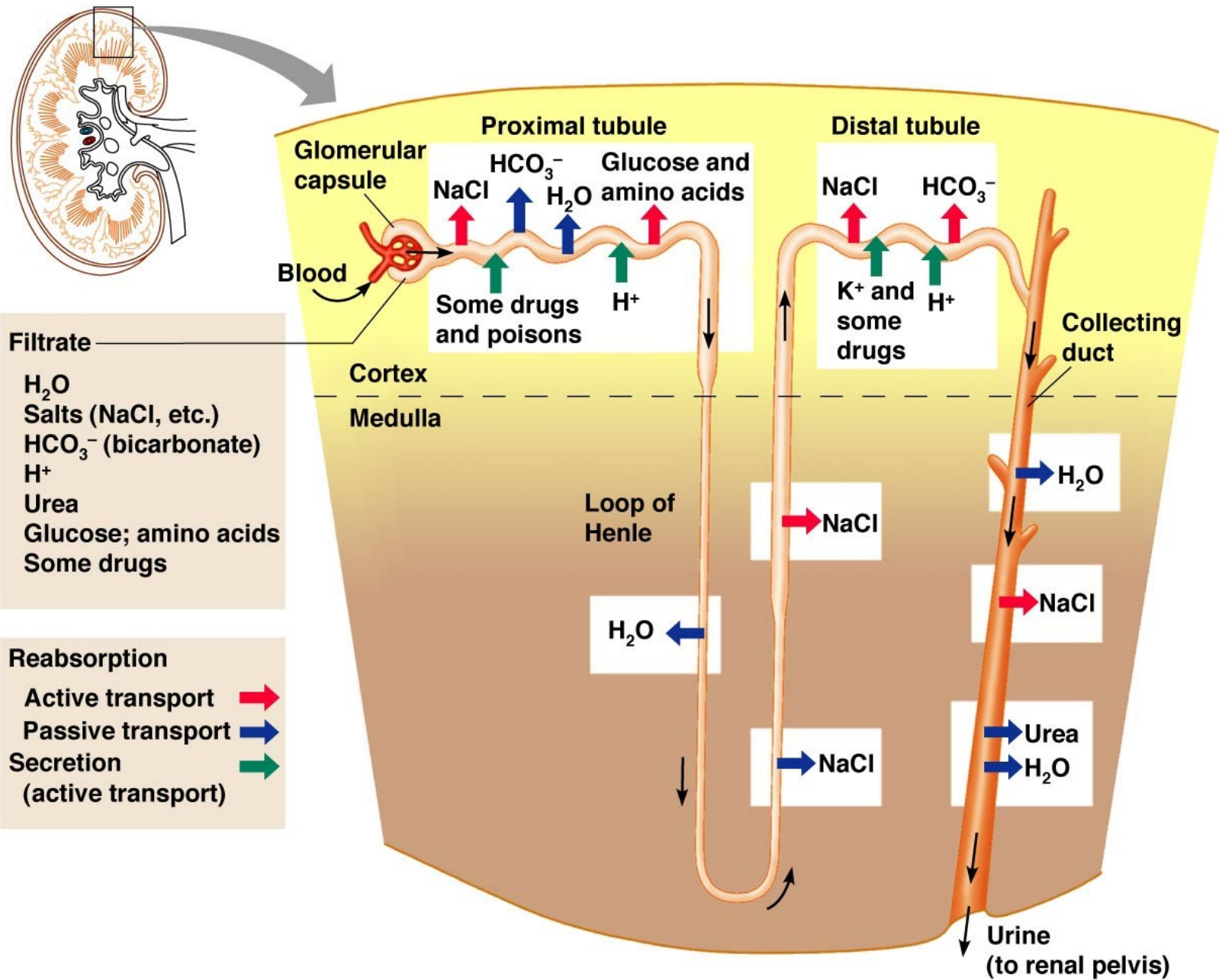
Filtration pressure =
60 mm Hg GCP (glomerular capillary pressure)
-28 mm Hg COP (colloid osmotic pressure)
15 mm Hg CP (capsule pressure)

17 mm Hg filtration pressure





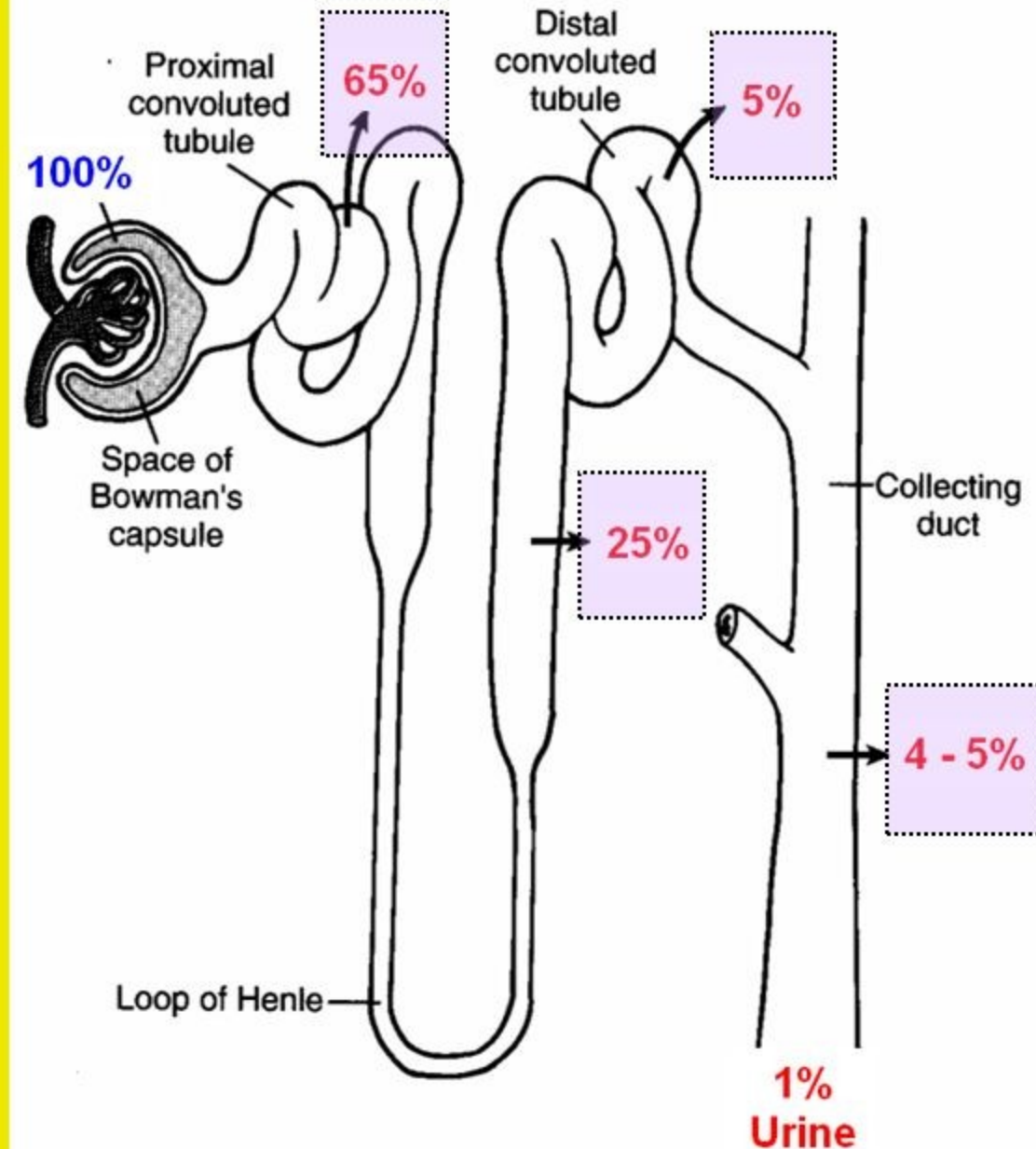




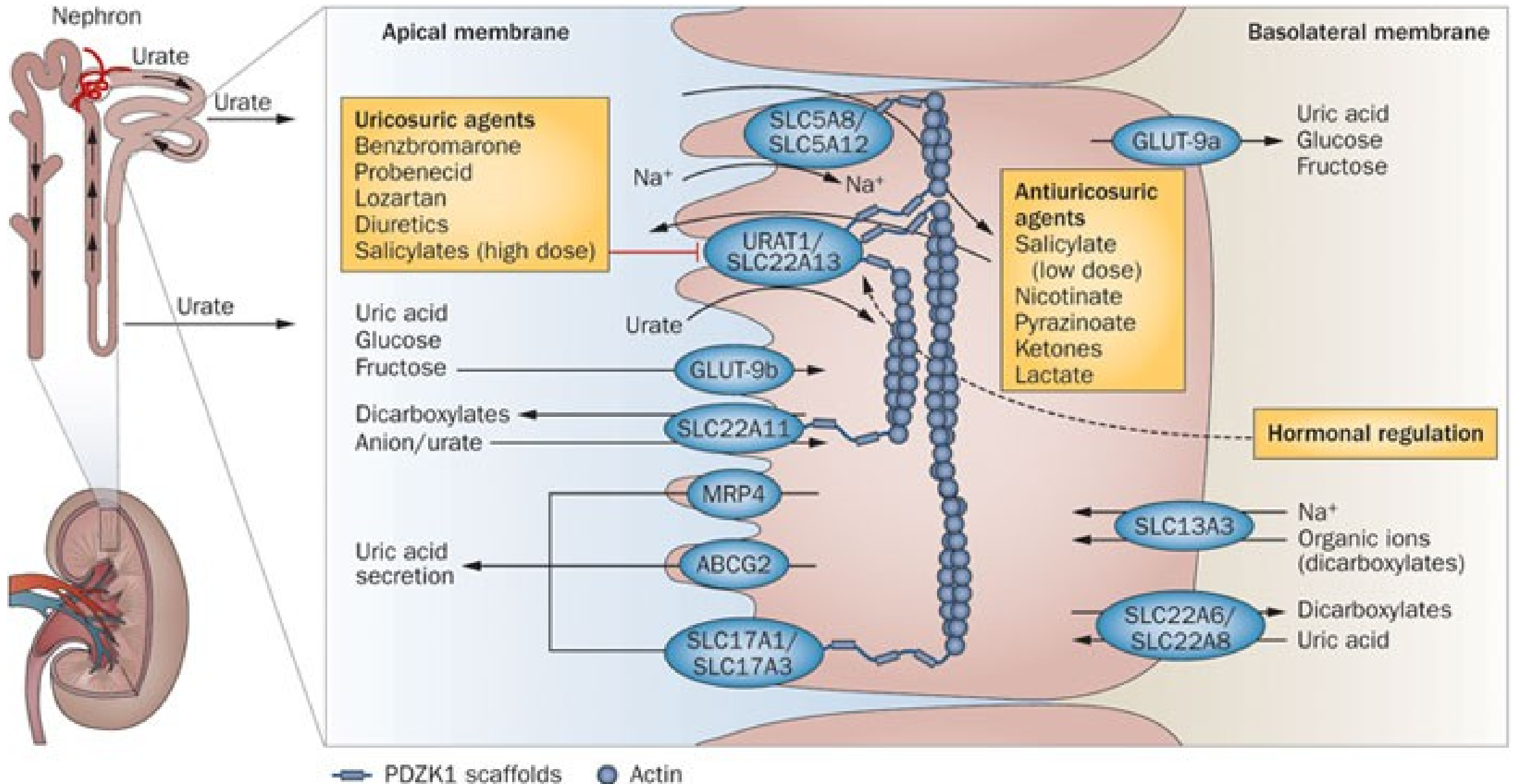
Overview of Na^+ Reabsorption along the Nephron

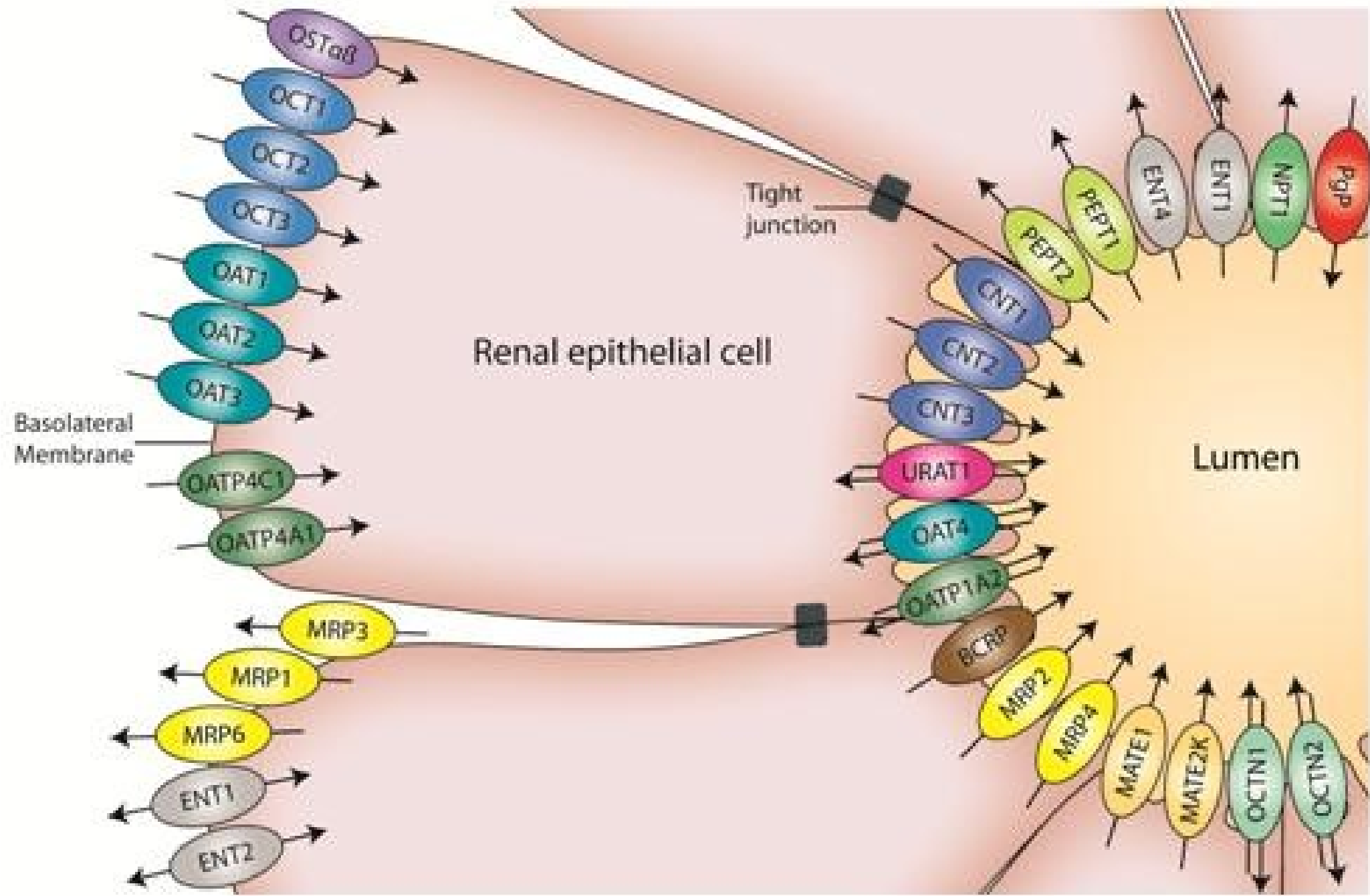


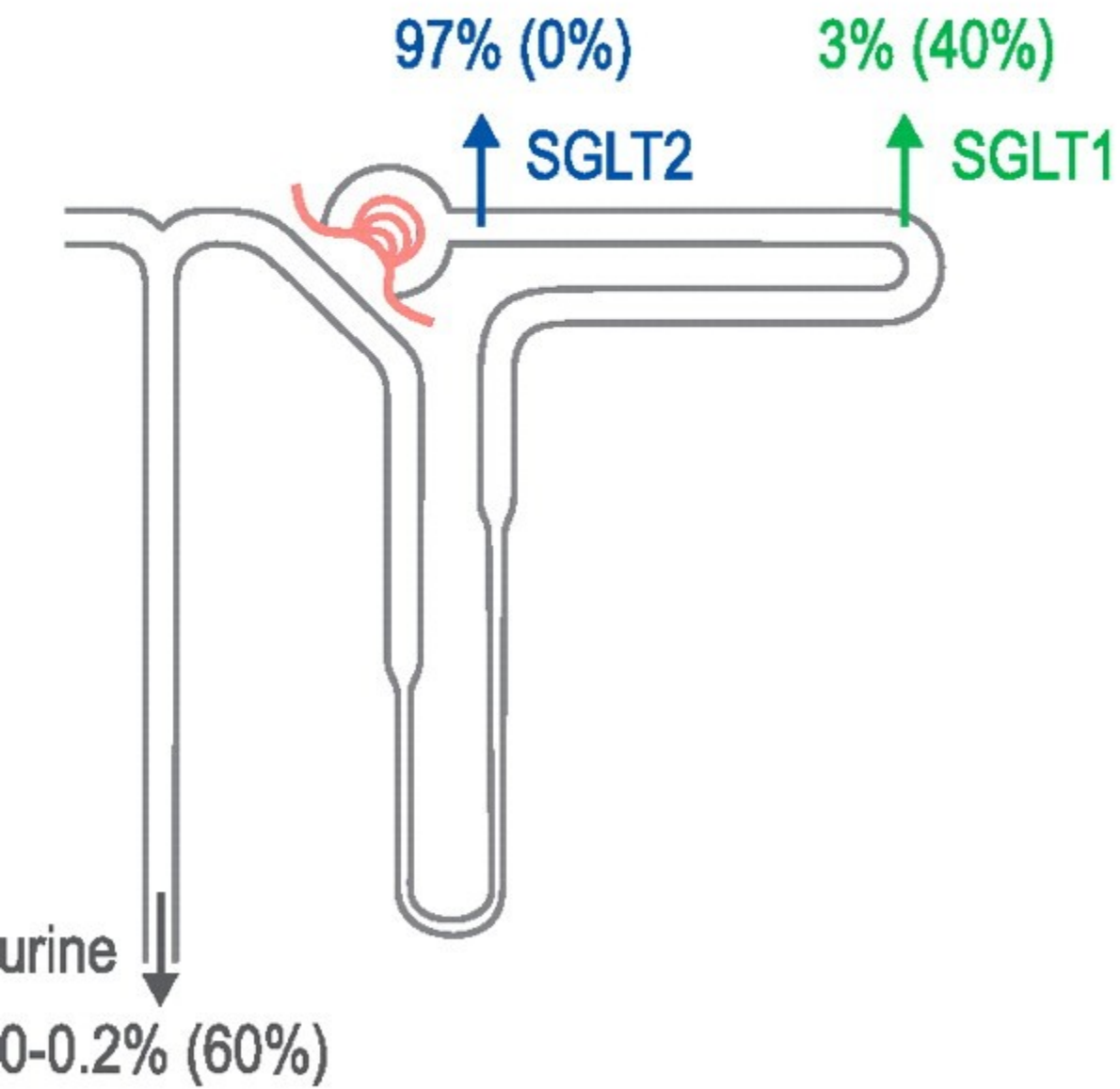
65% of filtered Na^+ is reabsorbed from the proximal tubule.
25% of filtered Na^+ is reabsorbed from the thick ascending limb.
5% of filtered Na^+ is reabsorbed from the distal tubule.
4-5% of filtered Na^+ is reabsorbed from the collecting duct.



Množství transmembránových proteinů, odpovědných za přenos různých látek mezi lumen a vněškem kanálků nefronu.

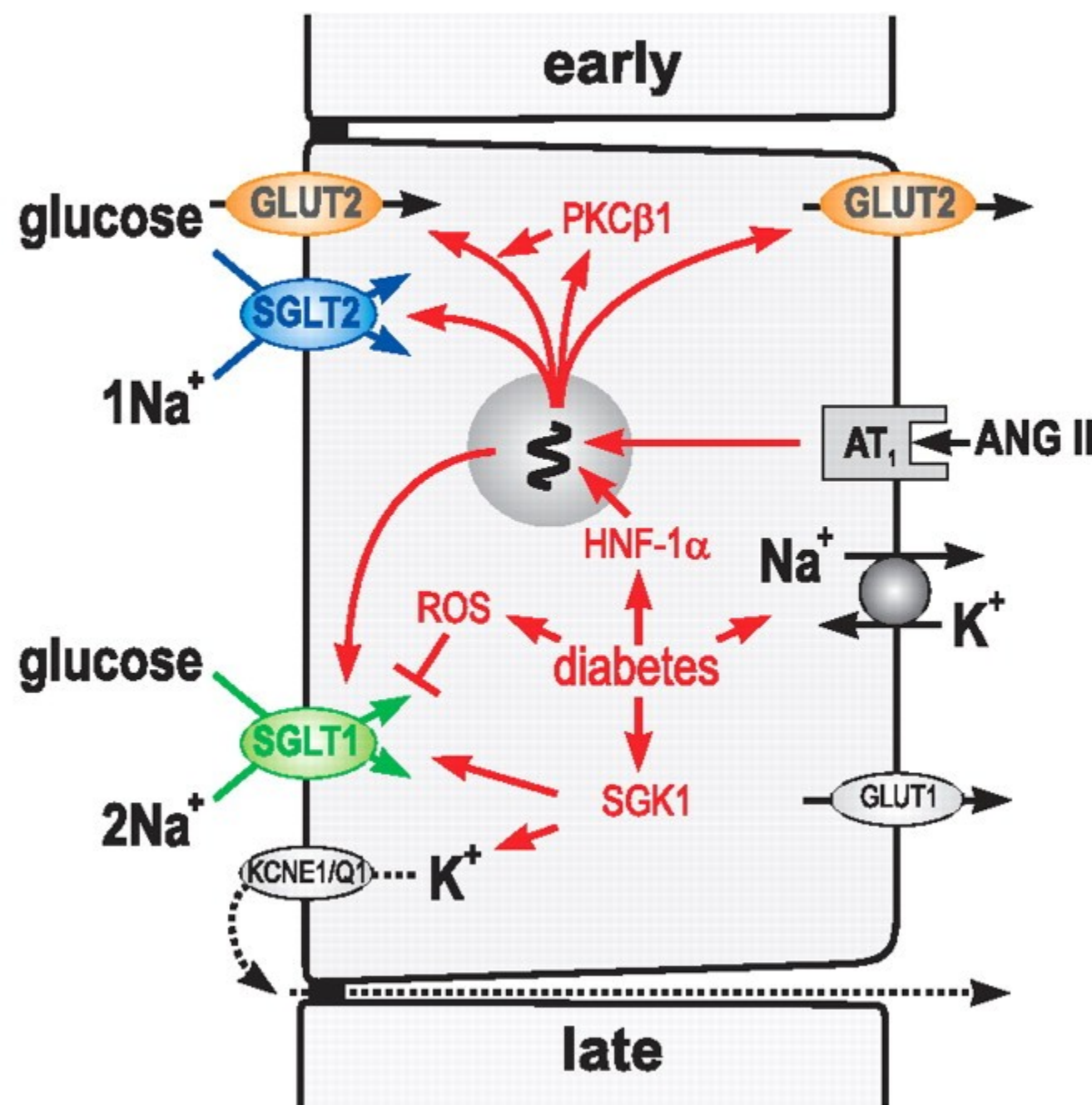




A**B luminal**

proximal tubule

blood



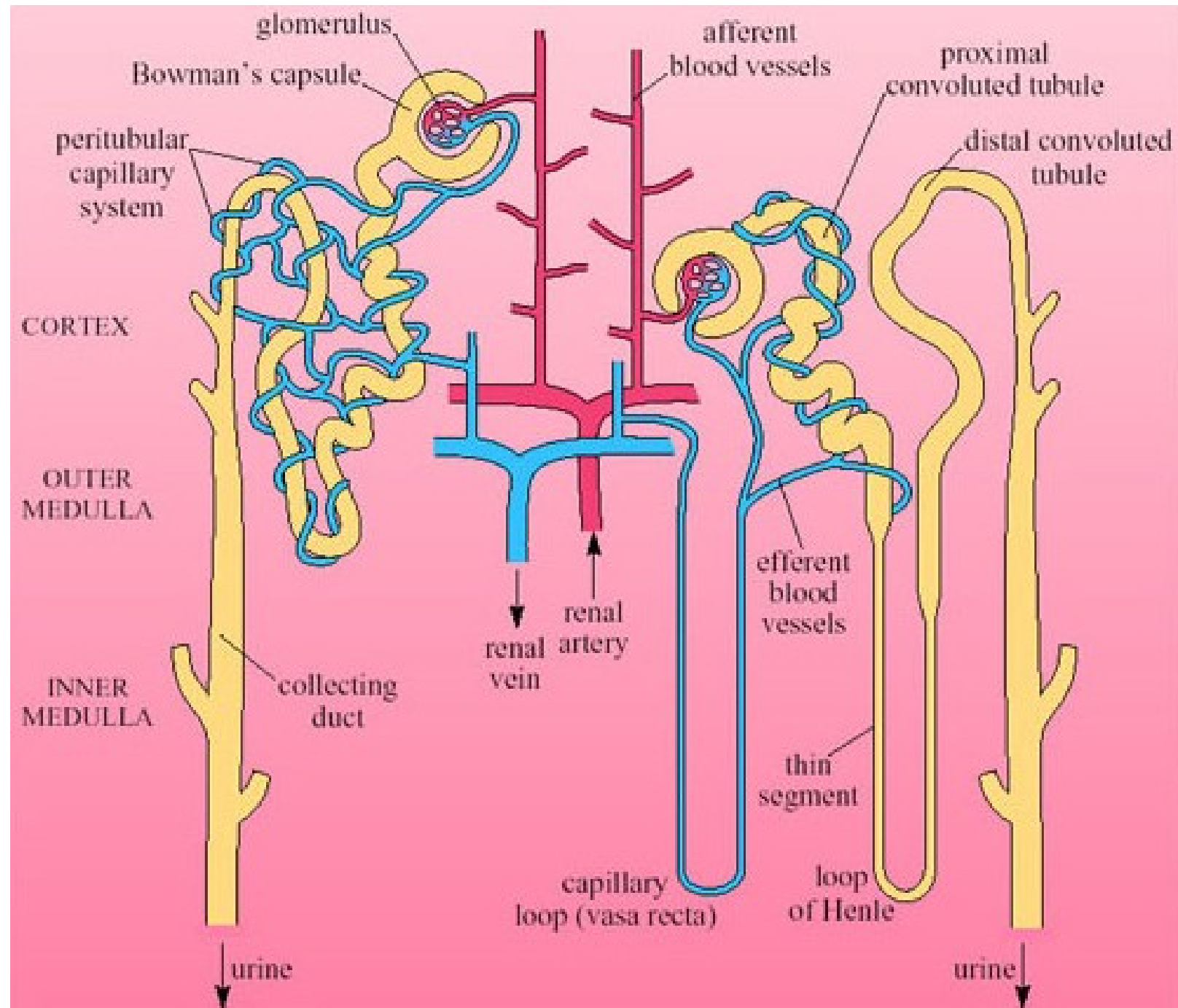
Kortikální

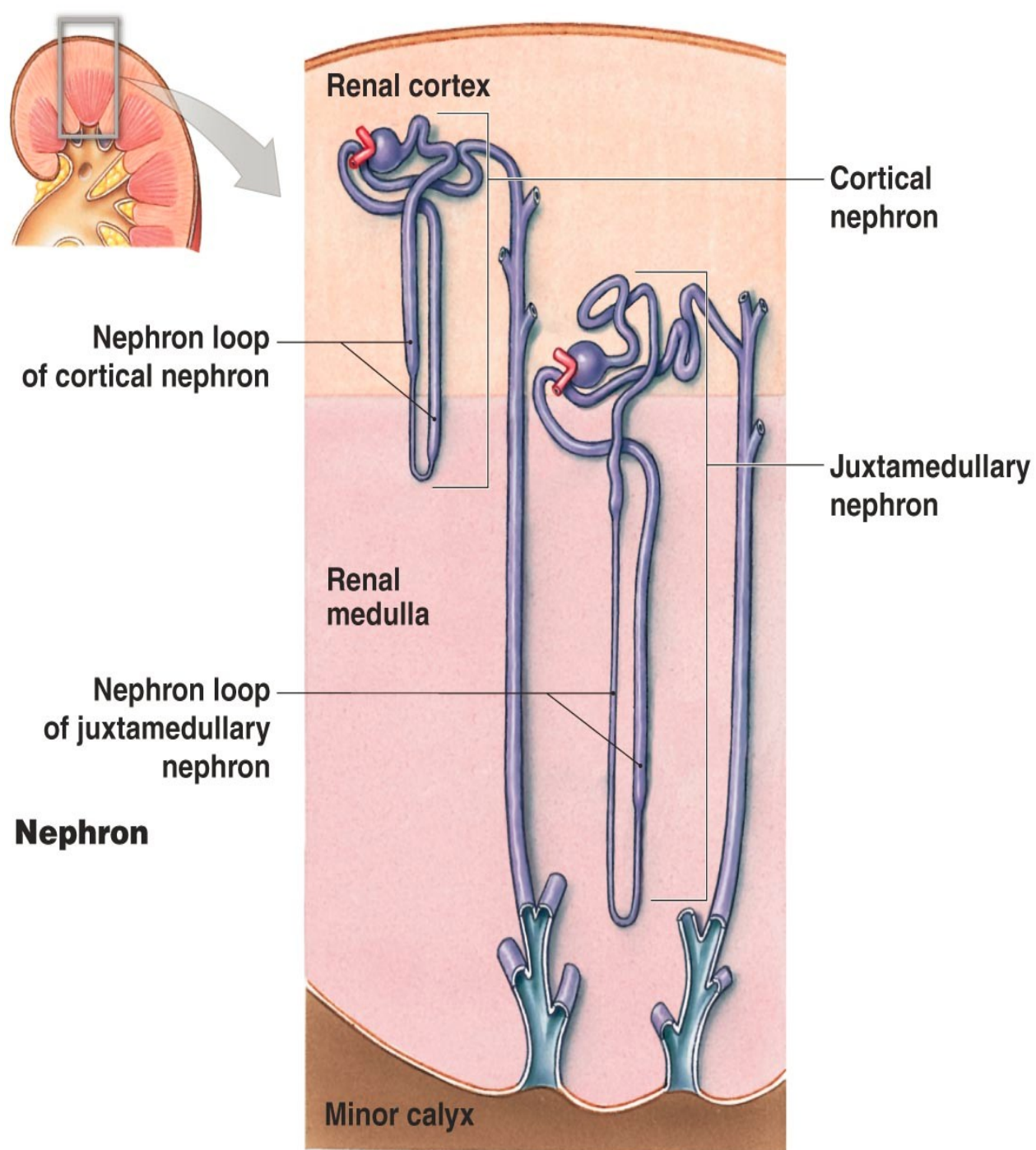
a juxtaglomerulární nefrony

Různé poměry dle dostupnosti vody

- Kortikální (KN): filtrace a resorpce
- Juxtamedulární (JN): koncentrace a ředění

Glomerulus KN malý, JN velký





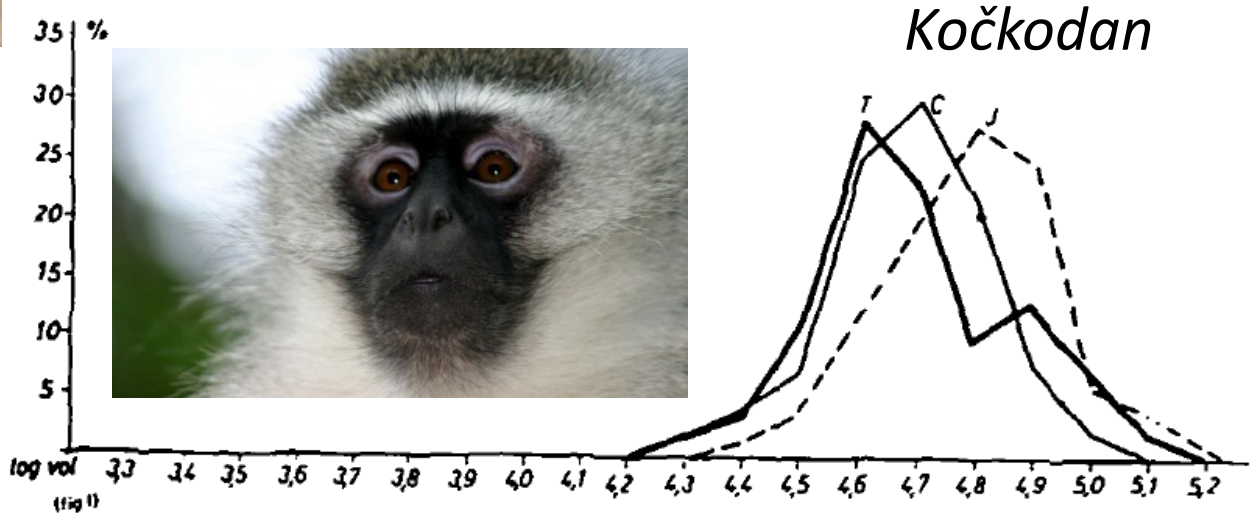
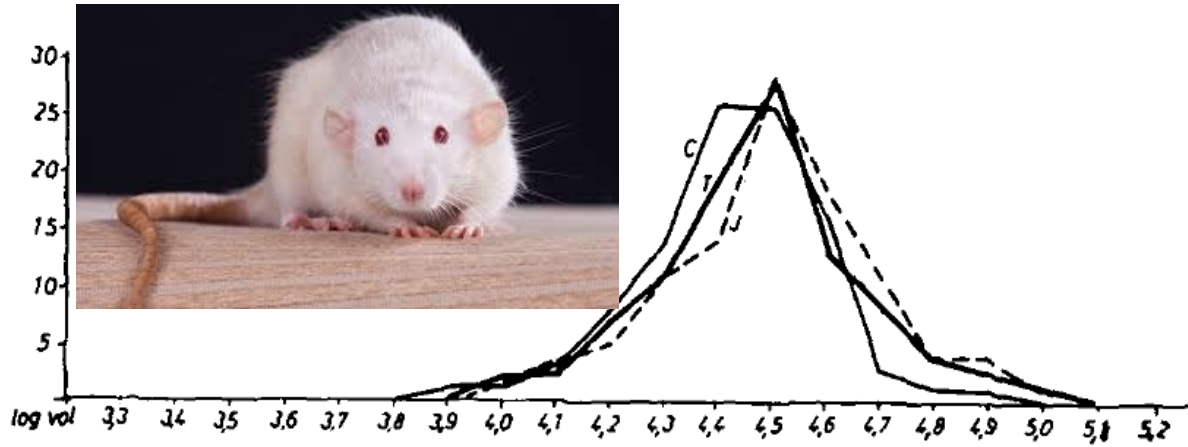
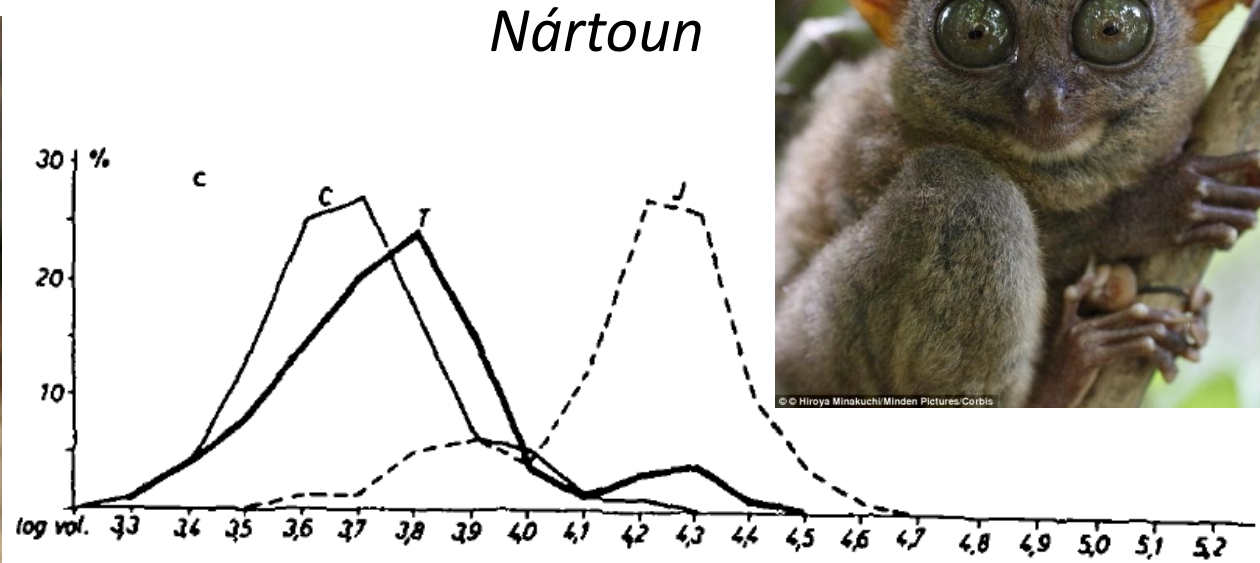
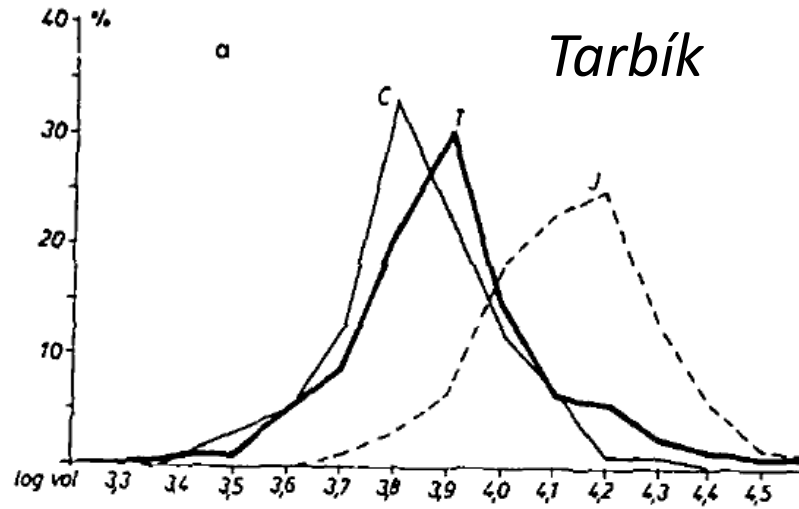
The structure of nephron

- **Nephron**
 - Cortical nephron
 - Juxtamedullary nephron

Nephron	Size	Number in percentage	A./A.E ratio in diameter	Renin producing ability
Cortical nephron	small	80 ~ 90	2:1	yes
Juxtamed... nephron	big	10 ~ 20	1:1 or 1:1+	no

A./A.E. ratio – poměr průměru aferentních a eferentních cév glomerulu

Celkové objemy jednotlivých nefronů (– dle dostupnosti vody)



C – kortikal, J – juxtaglomerular, t - celkově

Table 3 Urine concentrations and urine/plasma ratios in mammal species from different habitats. For land animals, the values are generally maximal, measured from dehydrated individuals (adapted from Willmer, 2000).

Mammal	Habitat	Urine concentration/mOsmol l⁻¹	U/P ratio
Small mammals			
rat	mesic	2900	9
domestic cat	mesic	3100	10
kangaroo rat	xeric	5500	16
Large mammals			
beaver	freshwater/land	520	1.7
human	mesic	1400	4–5
porpoise	marine	1800	5
eland	xeric	1880	6
camel	xeric	2800	8

Table 4 Measurements of body mass, water intake and urine osmolality in degus in winter and summer in Chile (data from Bozinovic et al., 2003).

Measurement	Winter (June–August)	Summer (Dec–March)
Mean rainfall/mm	245	12
Body mass/g	119.7	124.8
Water intake/ml day ⁻¹	40.4 ± 91*	10.3 ± 2.3
Urine osmolality/mOsmol kg ⁻¹	1123 ± 472*	3137 ± 472

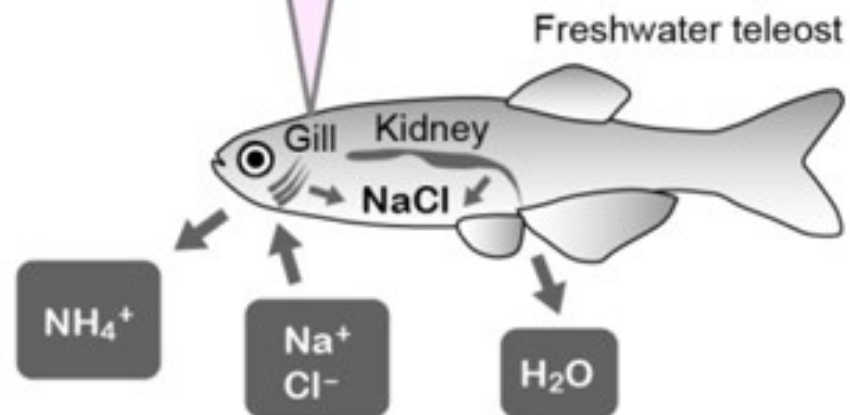
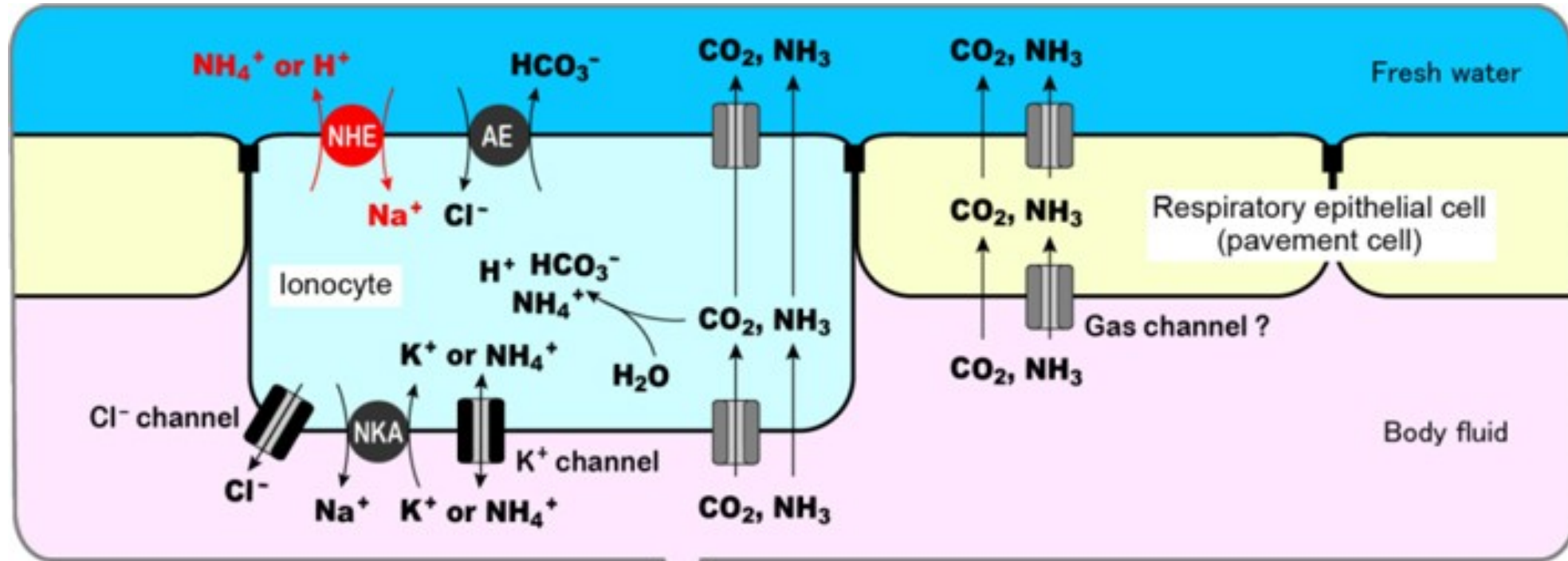
*Difference between means ± SD for winter and summer statistically significant.

Sezónní změny v hospodaření s vodou u osmáka



Žáběrní epitel ryb – ionocyty (MR (mitochondria rich) - na mitochondrie bohaté buňky)

- buňky respiračního epitelu

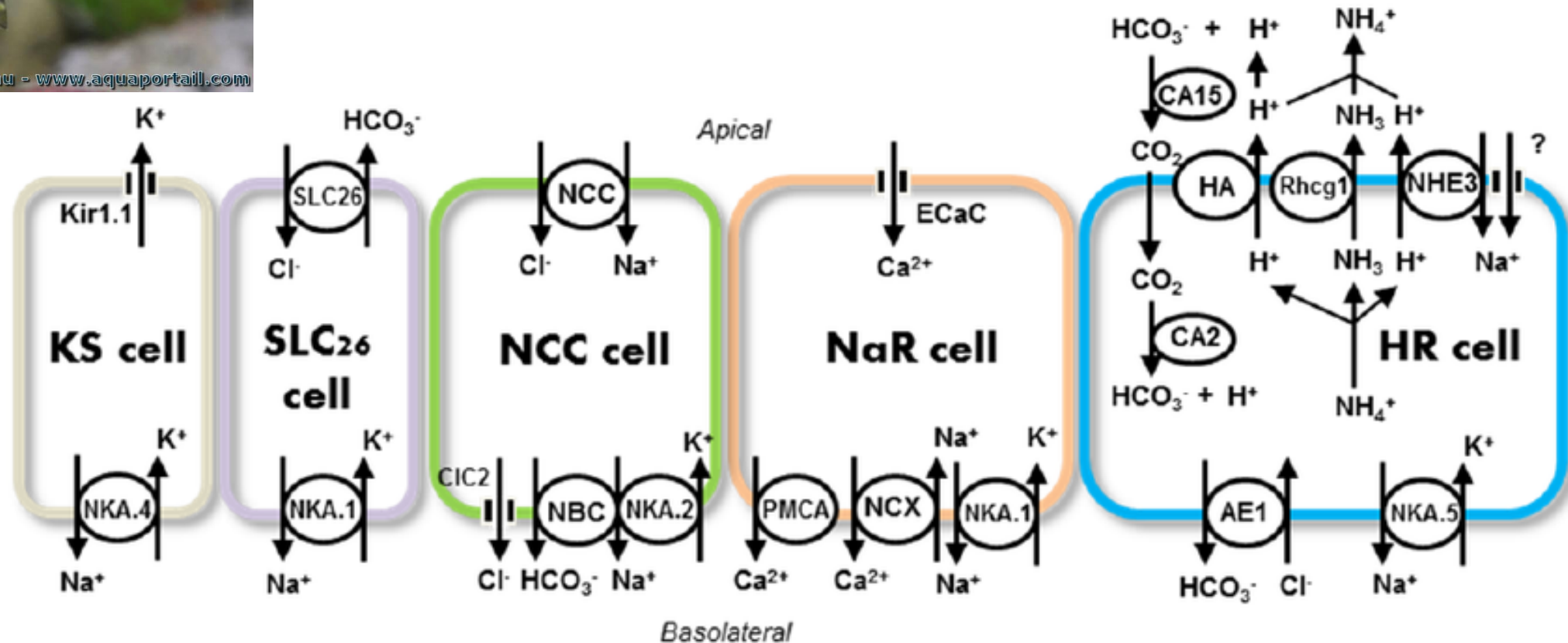


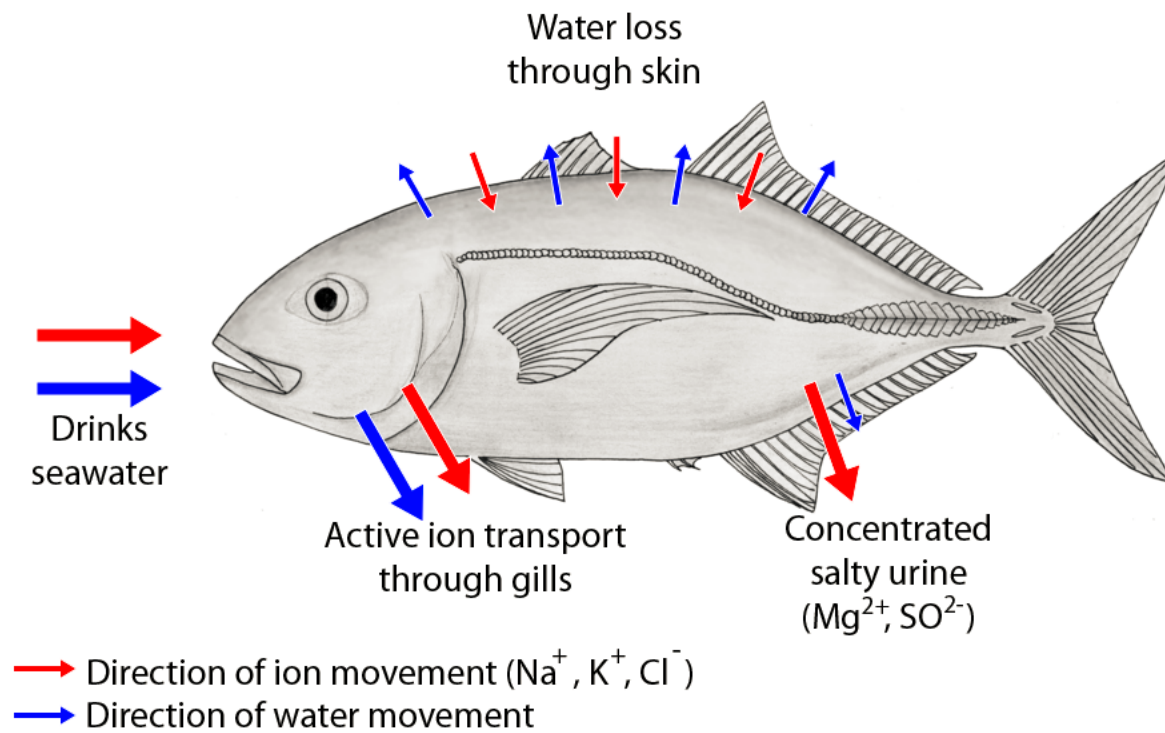
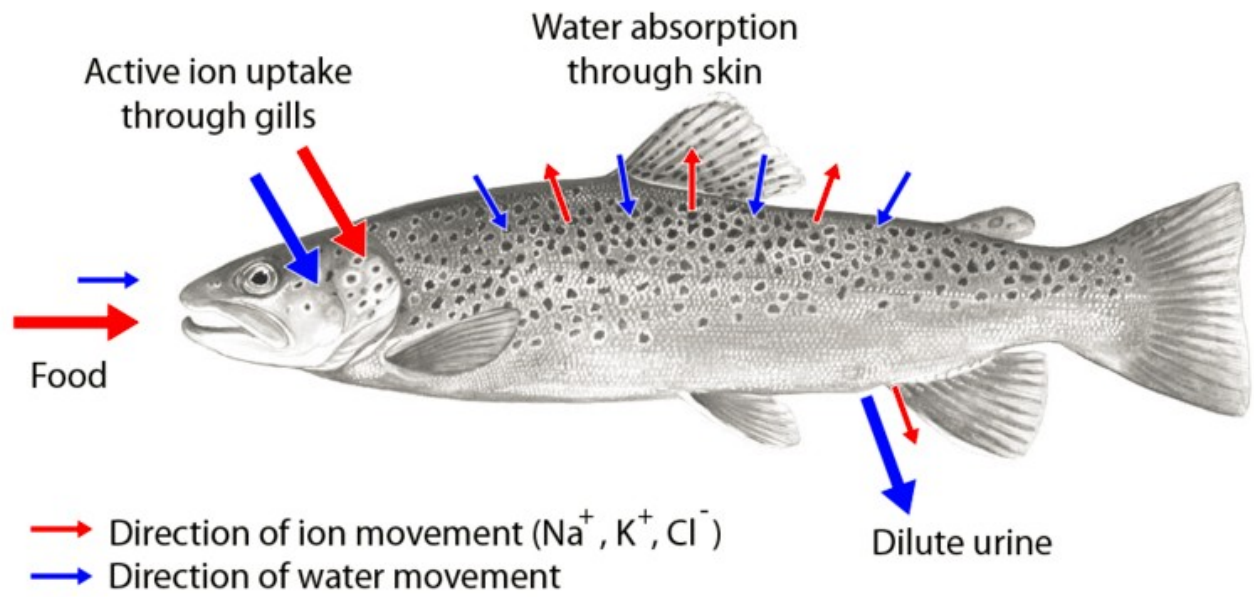
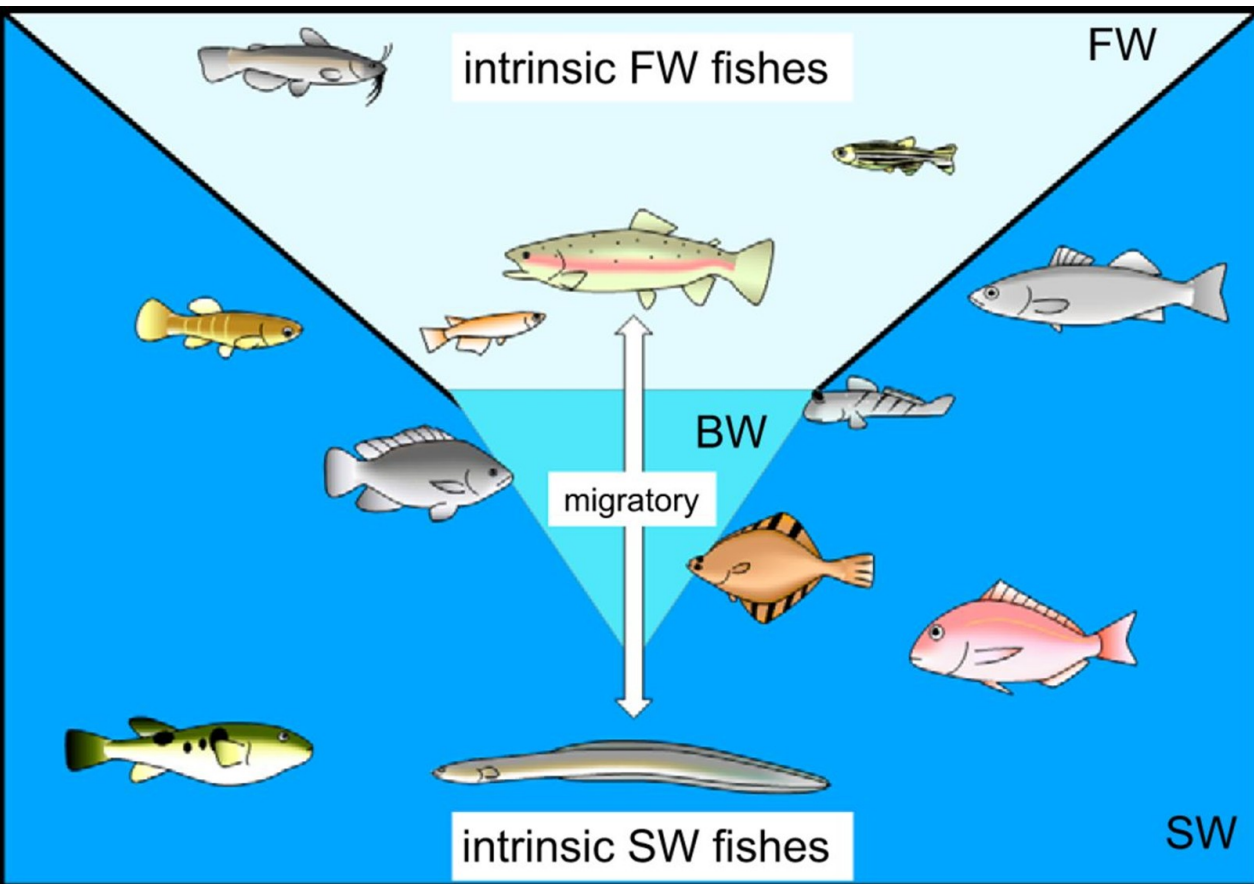
Žáběrní epitel ryb – ionocyty (MR (mitochondria rich) - na mitochondrie bohaté buňky)



Sladkovodní ryby

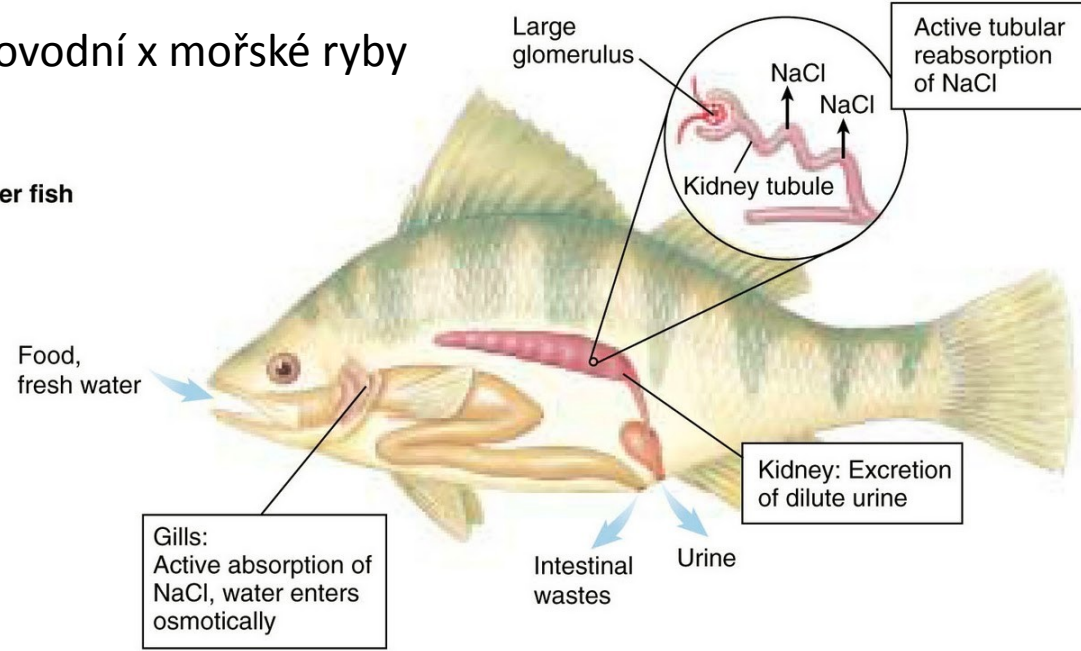
KS cell – K^+ secreting
SLC26 cell –
NCC cell - Na^+/Cl^- cotransporter
NaR cell – Ca^{2+} uptake, Na^+/K^+ -ATPase-rich
HT cell – H^+ -ATPase-rich



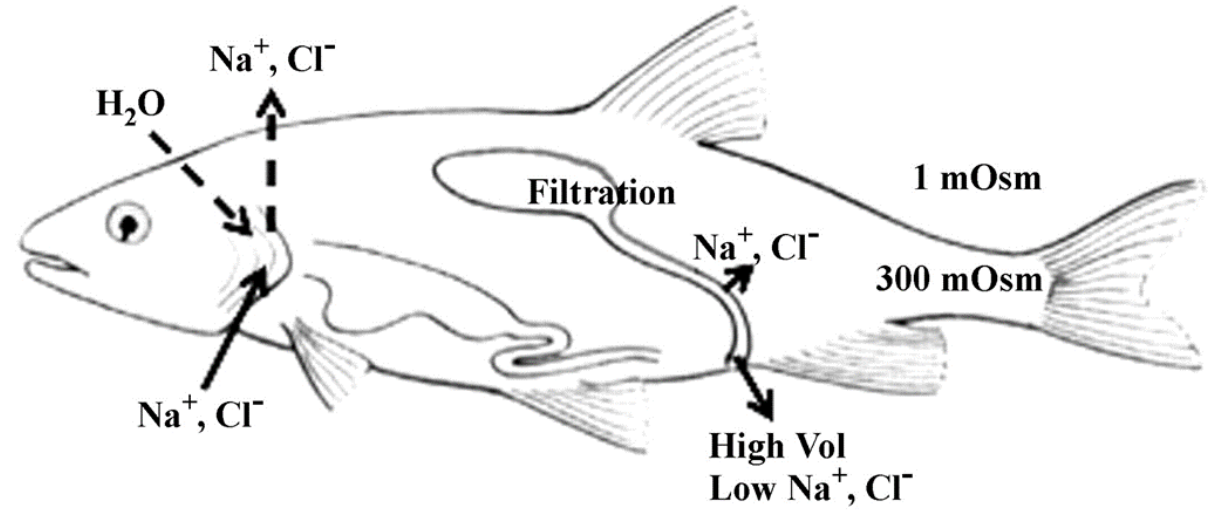


Sladkovodní x mořské ryby

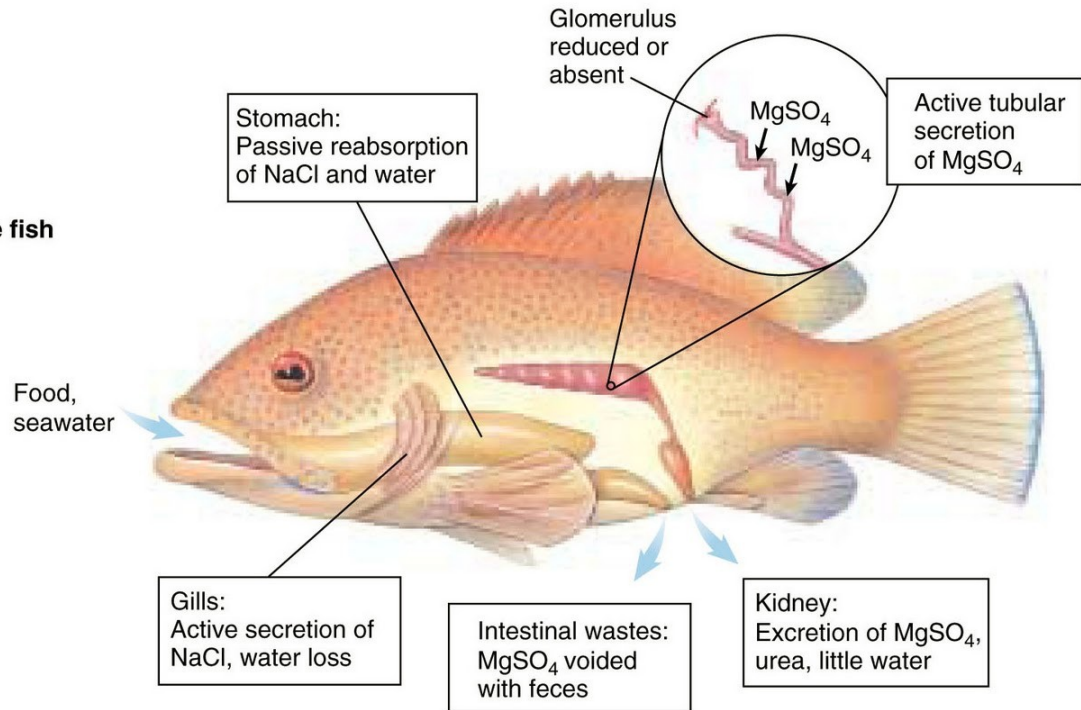
Freshwater fish



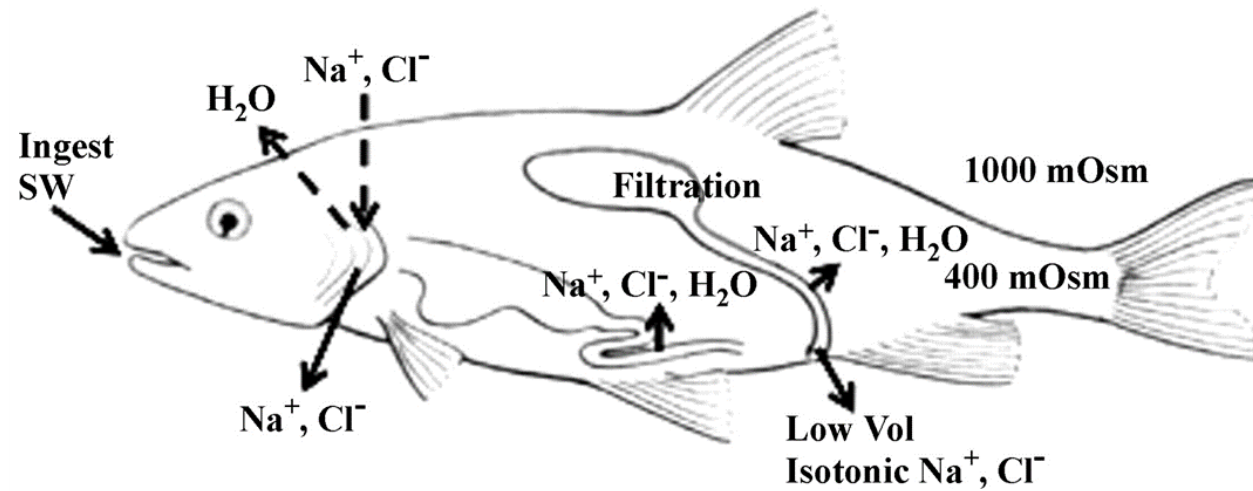
Fresh Water



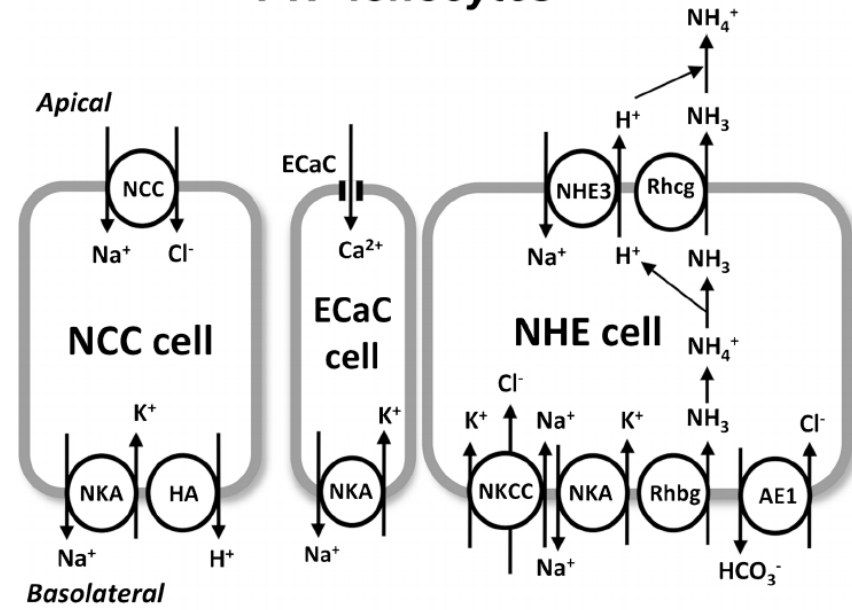
Marine fish



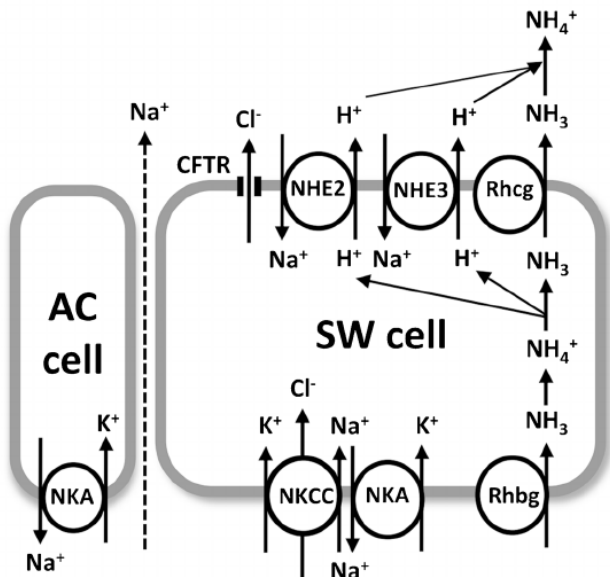
Seawater



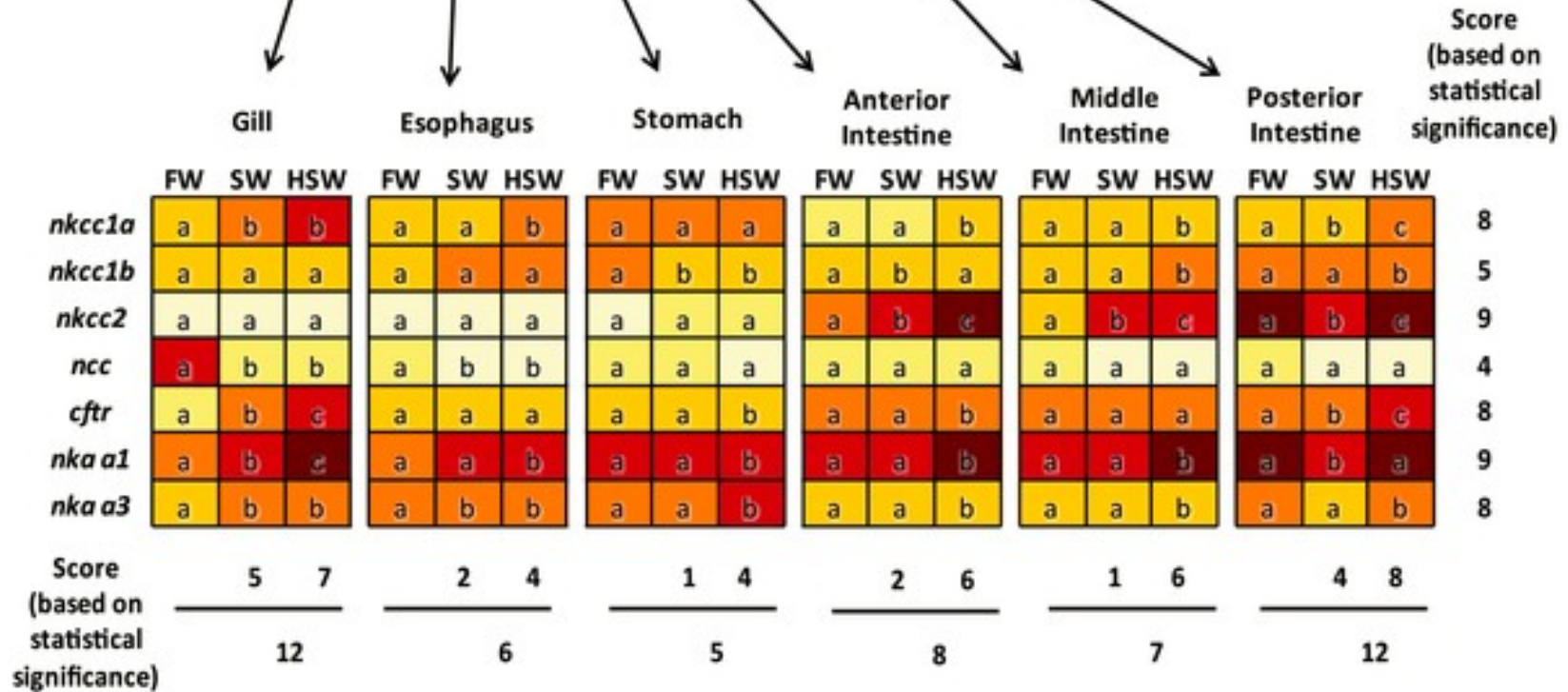
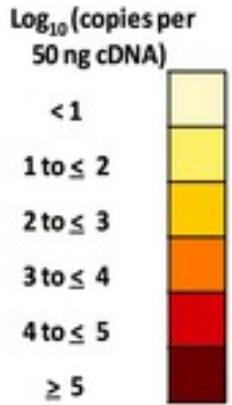
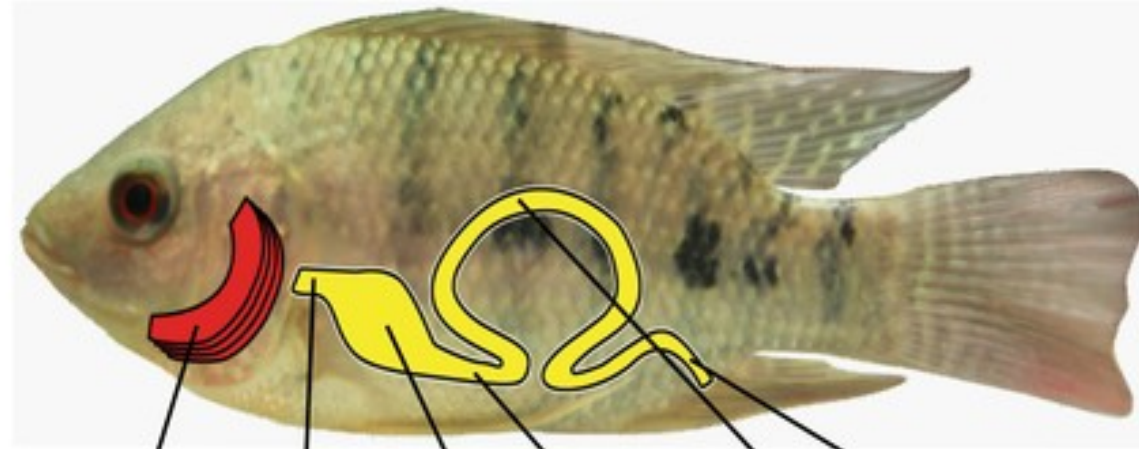
FW ionocytes

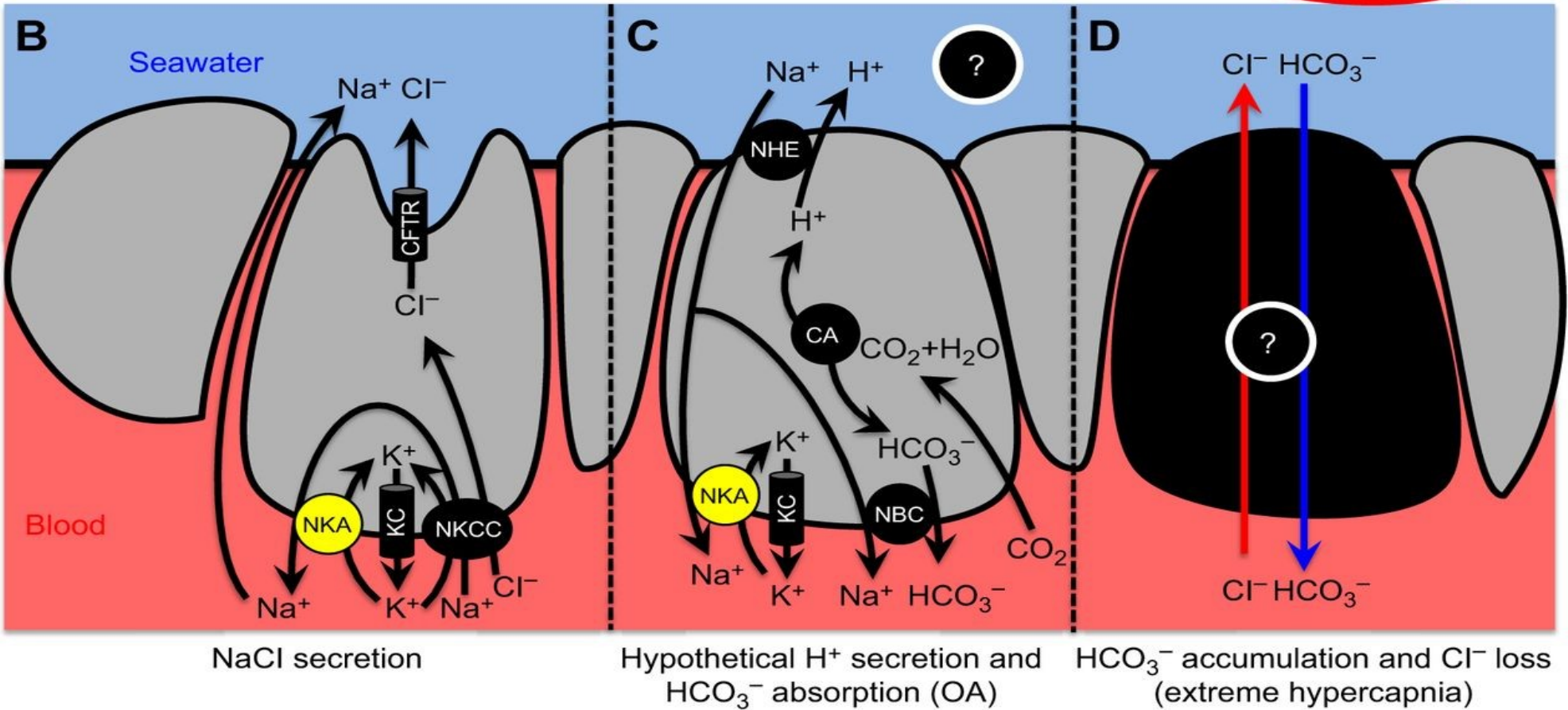
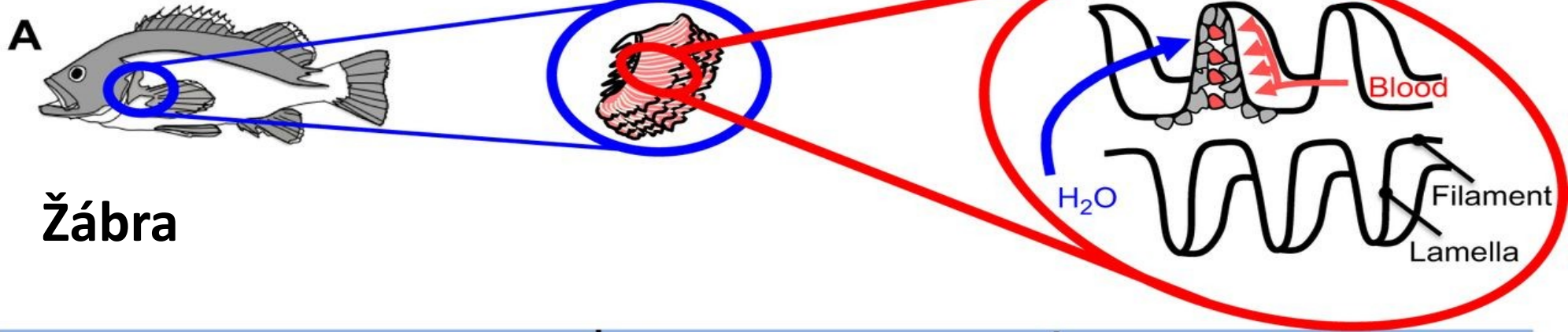


SW ionocytes

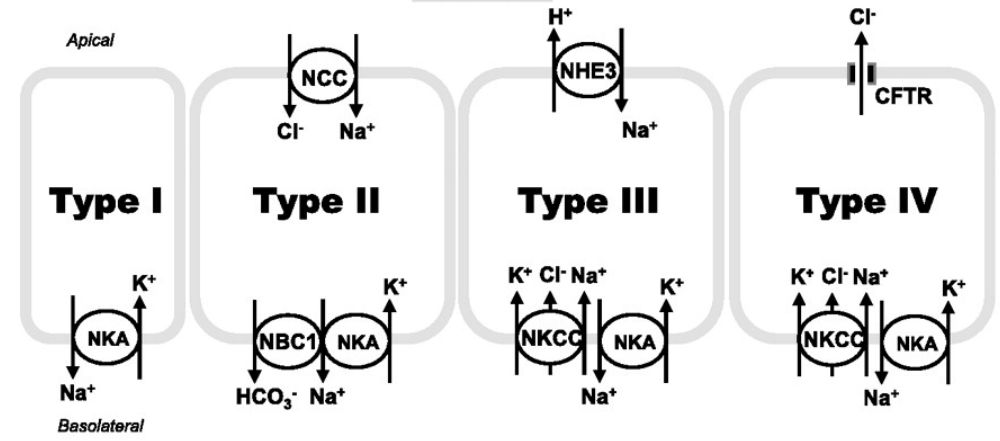


Tilapia acclimated freshwater (FW), seawater (SW) and hypersaline water (HSW).



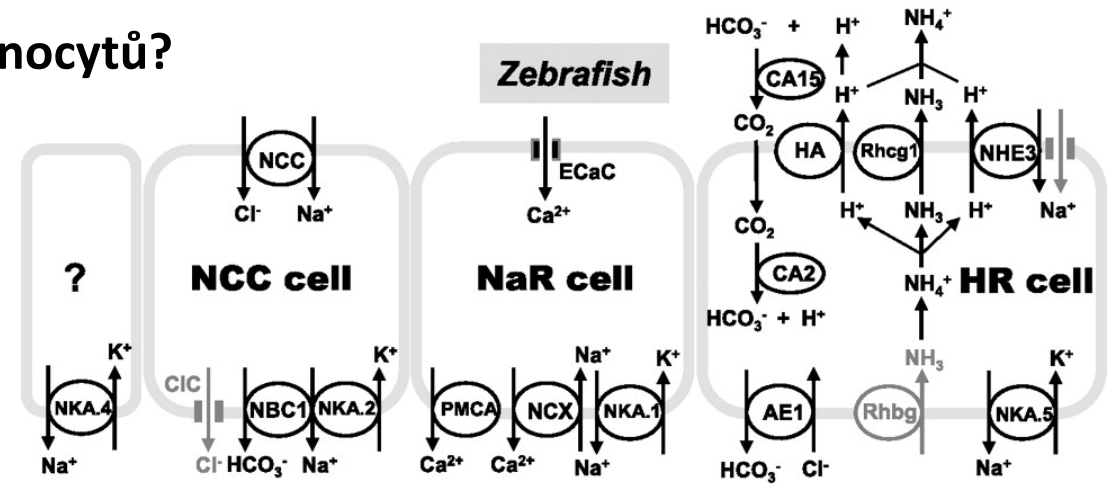


Tilapia

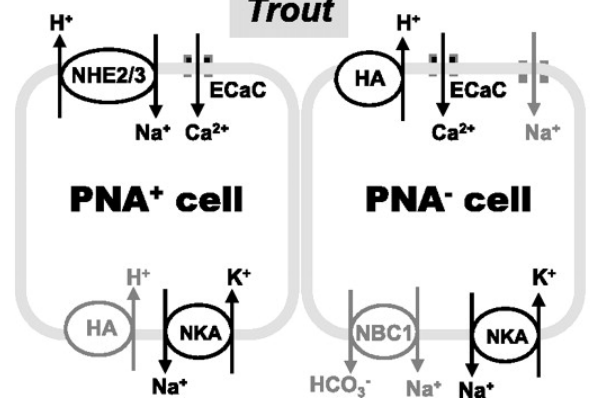


Různé druhy, různé typy ionocytů?

Zebrafish



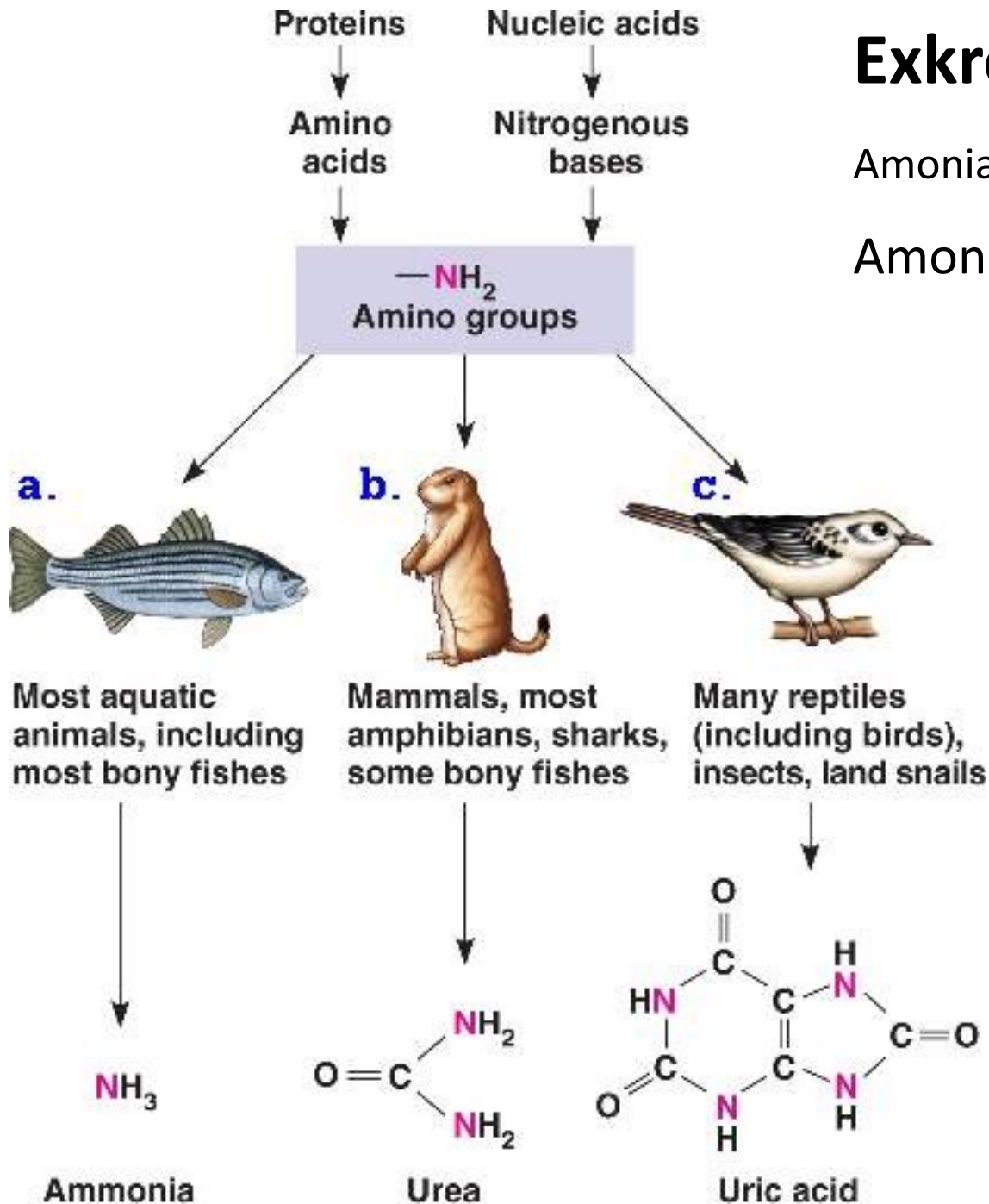
Trout



Exkrece dusíku

Amoniak (NH_4^+) problematický produkt metabolismu aminokyselin

Amonotelní, urikotelní, ureotelní živočichové



NH₃

Solubility in water

47% w/w (0 °C)

31% w/w (25 °C)

18% w/w (50 °C)[4]

Kyselina močová

Solubility in water: 0.6 mg/100 mL (at 20 °C)

Močovina

Solubility in water

1079 g/L (20 °C)

1670 g/L (40 °C)

Toxicity LD50 15g/L

NH_3

V játrech (syntéza)

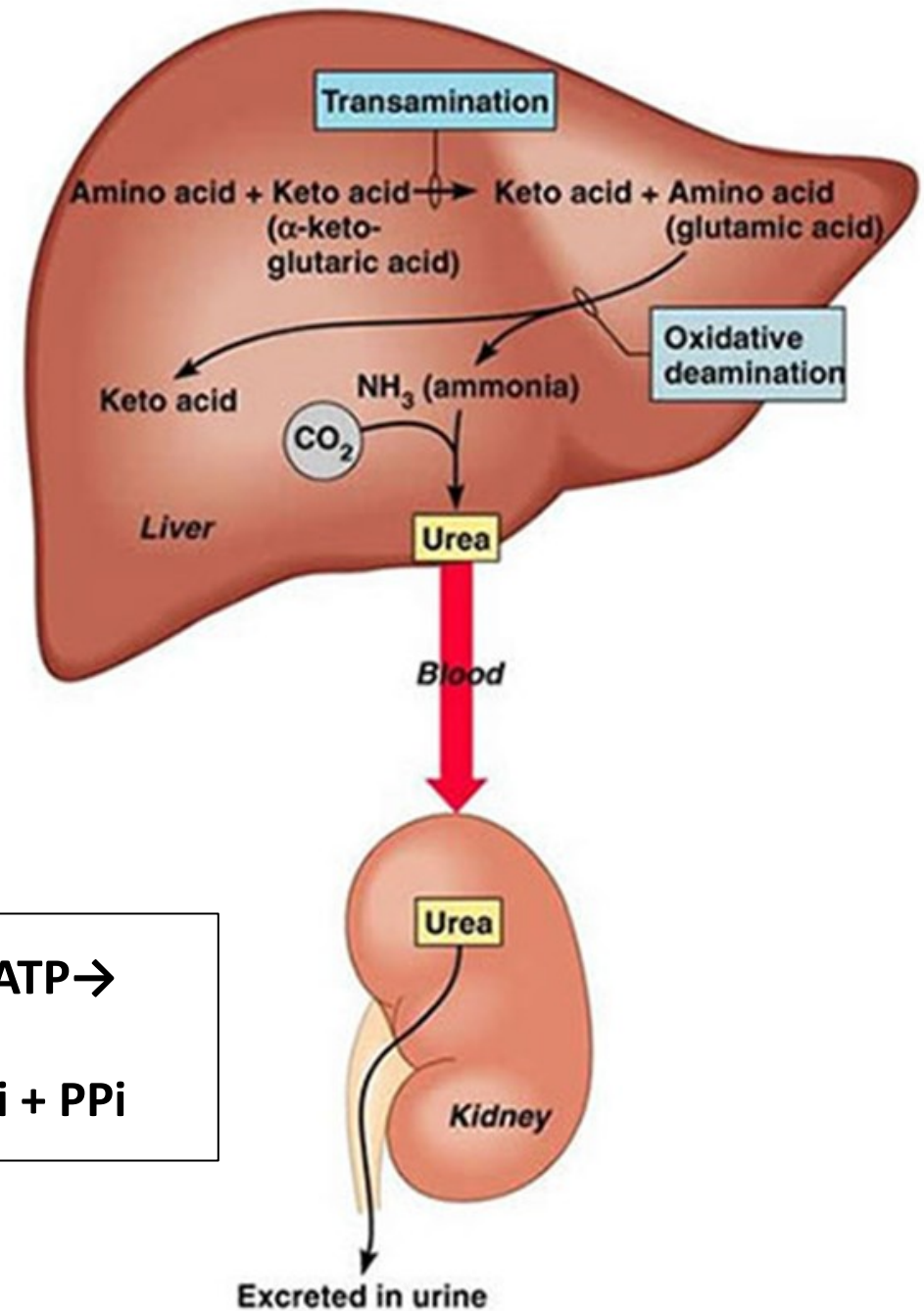
glutamic acid + NH_3 + ATP \rightarrow glutamin + ADP + Pi

V ledvinách (hydrolýza)

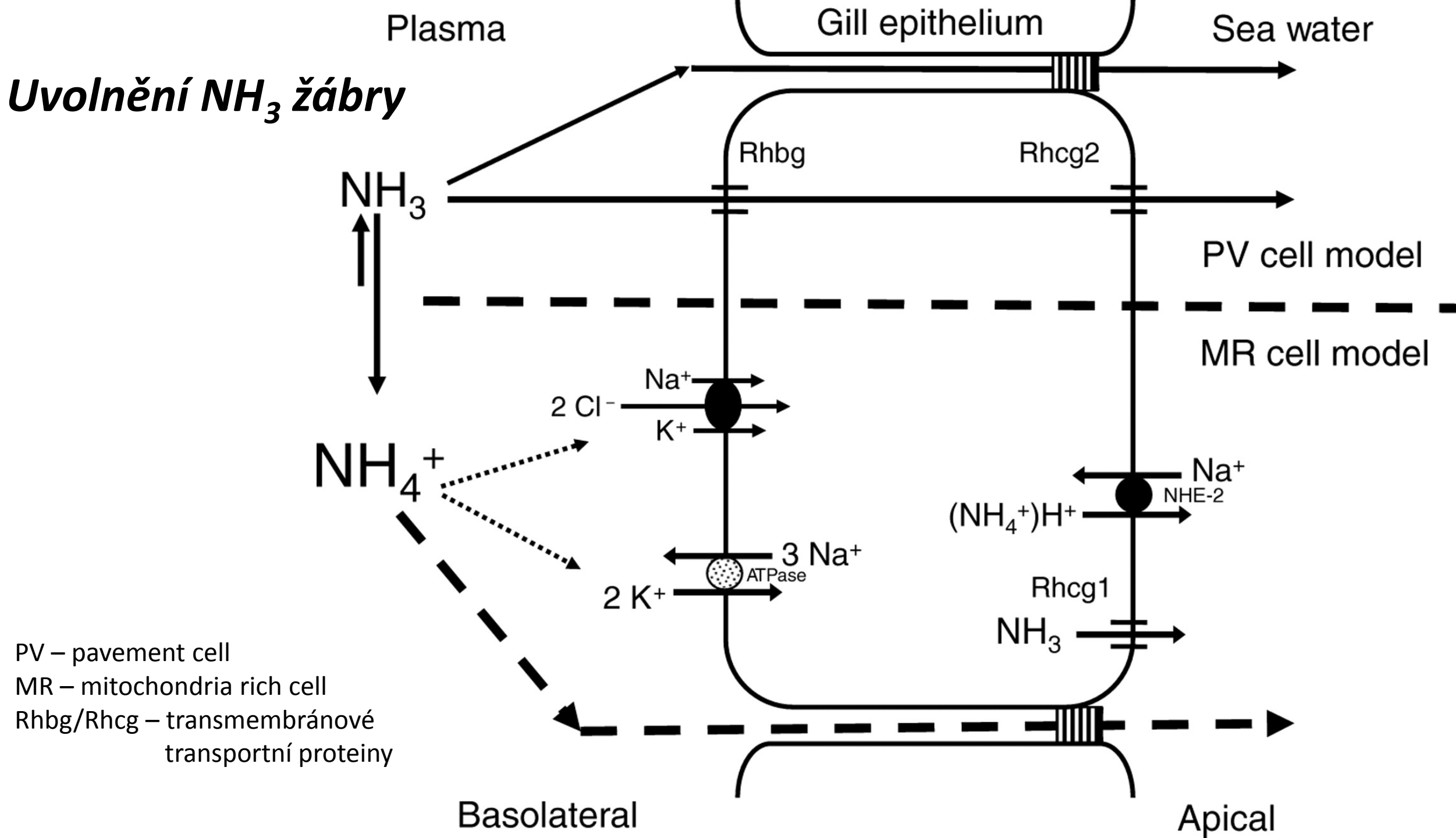
glutamine + H_2O \rightarrow glutamic acid + NH_3 (vyloučen močí)

$2 NH_3 + CO_2 + 3 ATP + 3 H_2O \rightarrow \text{urea} + 2 ADP + AMP + 4 Pi$

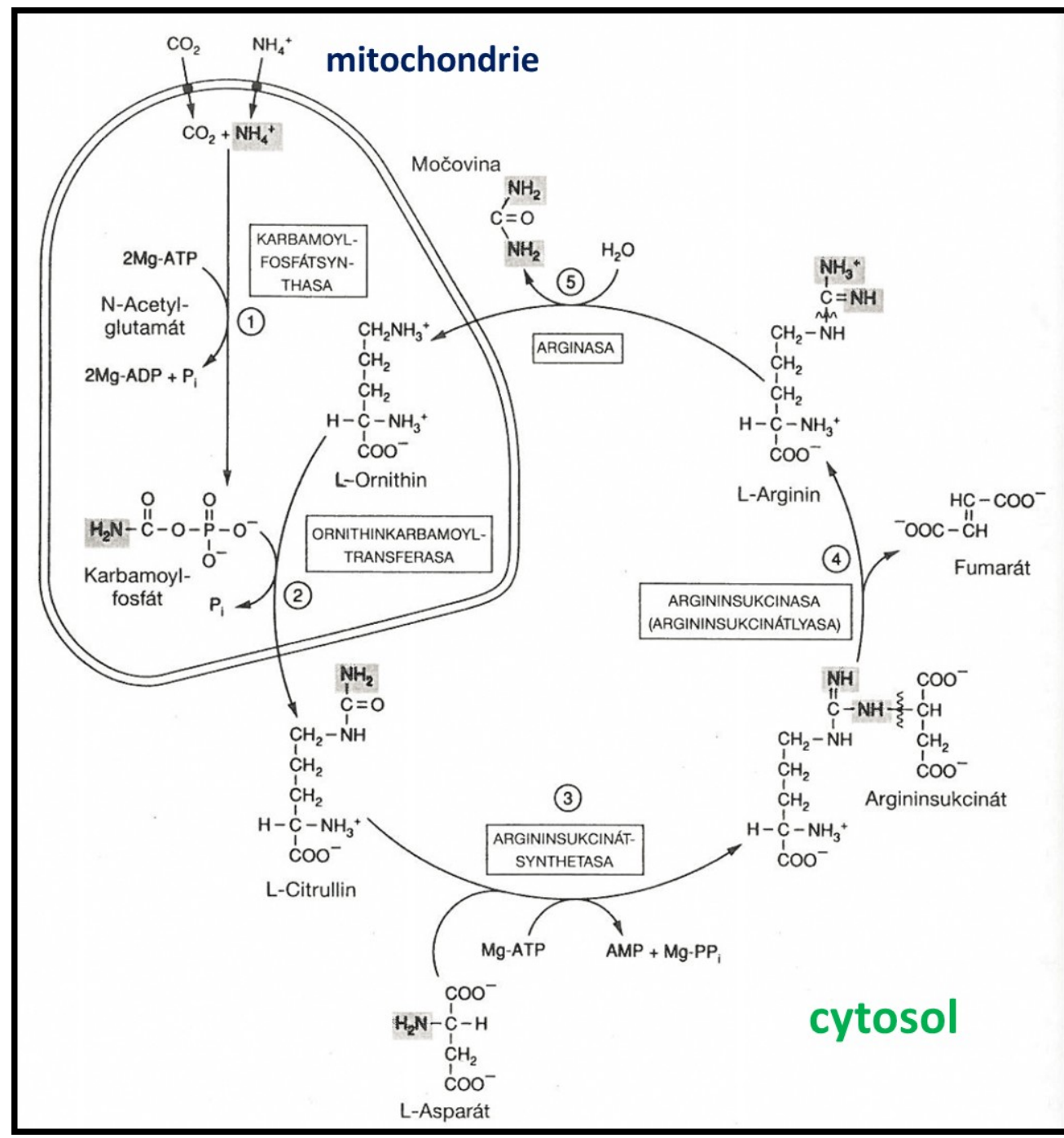
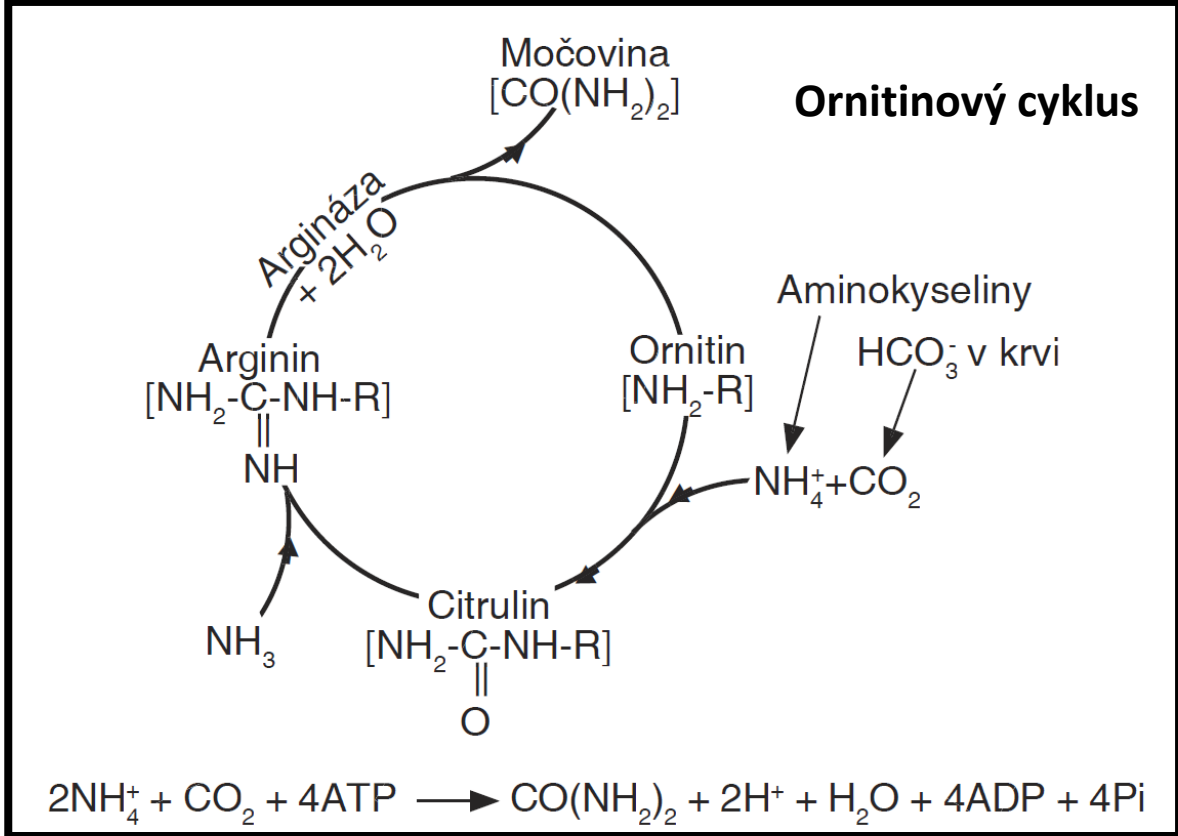
$2 \text{ glutamic acid} + 2 \text{ formic acid} + CO_2 + \text{aspartic acid} + \text{glycine} + 6 ATP \rightarrow$
 $\rightarrow \text{inosine} + 2 \text{ glutamic acid} + \text{fumaric acid} + 5 ADP + AMP + 5Pi + PPI$



Uvolnění NH_3 žábry



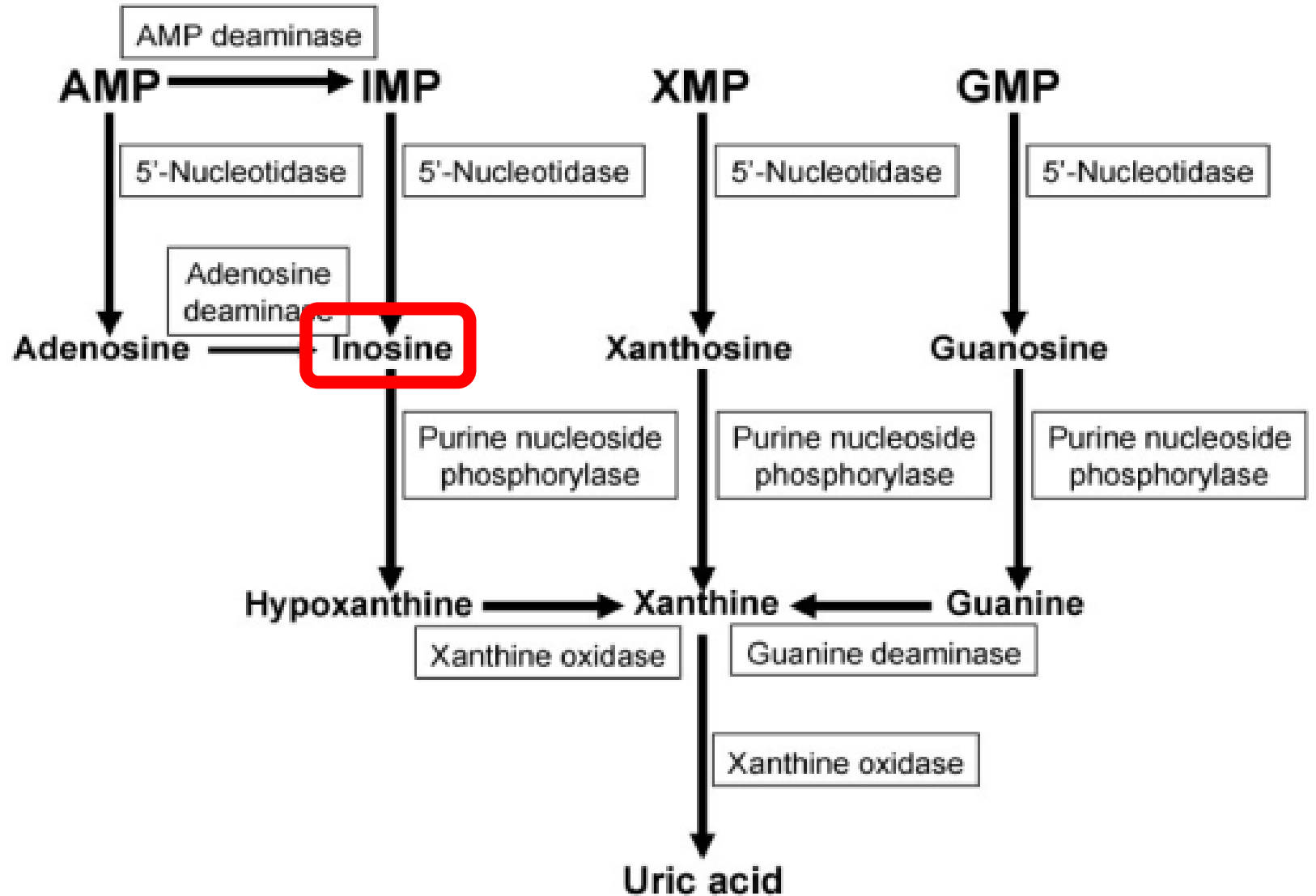
Syntéza močoviny



Syntéza kyseliny močové

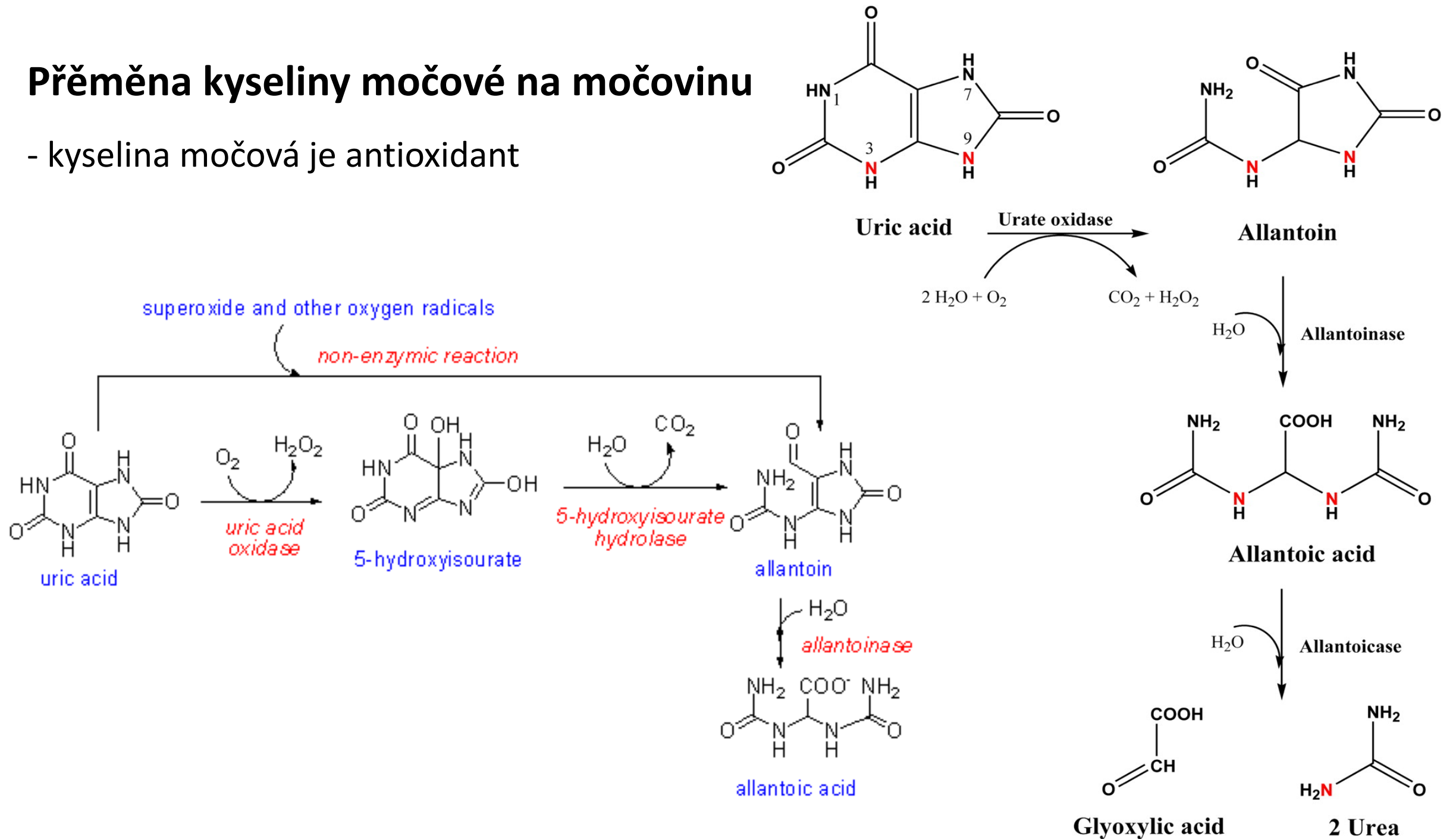
2 glutamic acid + 2 formic acid + CO₂ + aspartic acid + glycine + 6 ATP →

→ **inosine** + 2 glutamic acid + fumaric acid + 5 ADP + AMP + 5Pi + PPi



Přeměna kyseliny močové na močovinu

- kyselina močová je antioxidant



Řízení osmoregulace a exkrece

Hypothalamus => adenohypofýza (ACTH)

=> neurohypofýza (ADH/Vasopresin, Oxytocin)

Nadledviny => kortikoidy, katecholaminy

Ledviny => renin (+ angiotensinogen z jater)

Parathyroidea a thyroidea => parathormon, kalcitonin (kůže/ledviny – kalcitrol)

Tkáňové hormony (srdce, střevo) => ANP, BNP, ..

Lokálně => viz. regulace krevního tlaku

Stanniusova tělíska, urofýza, => stanniocalcin, urotensin

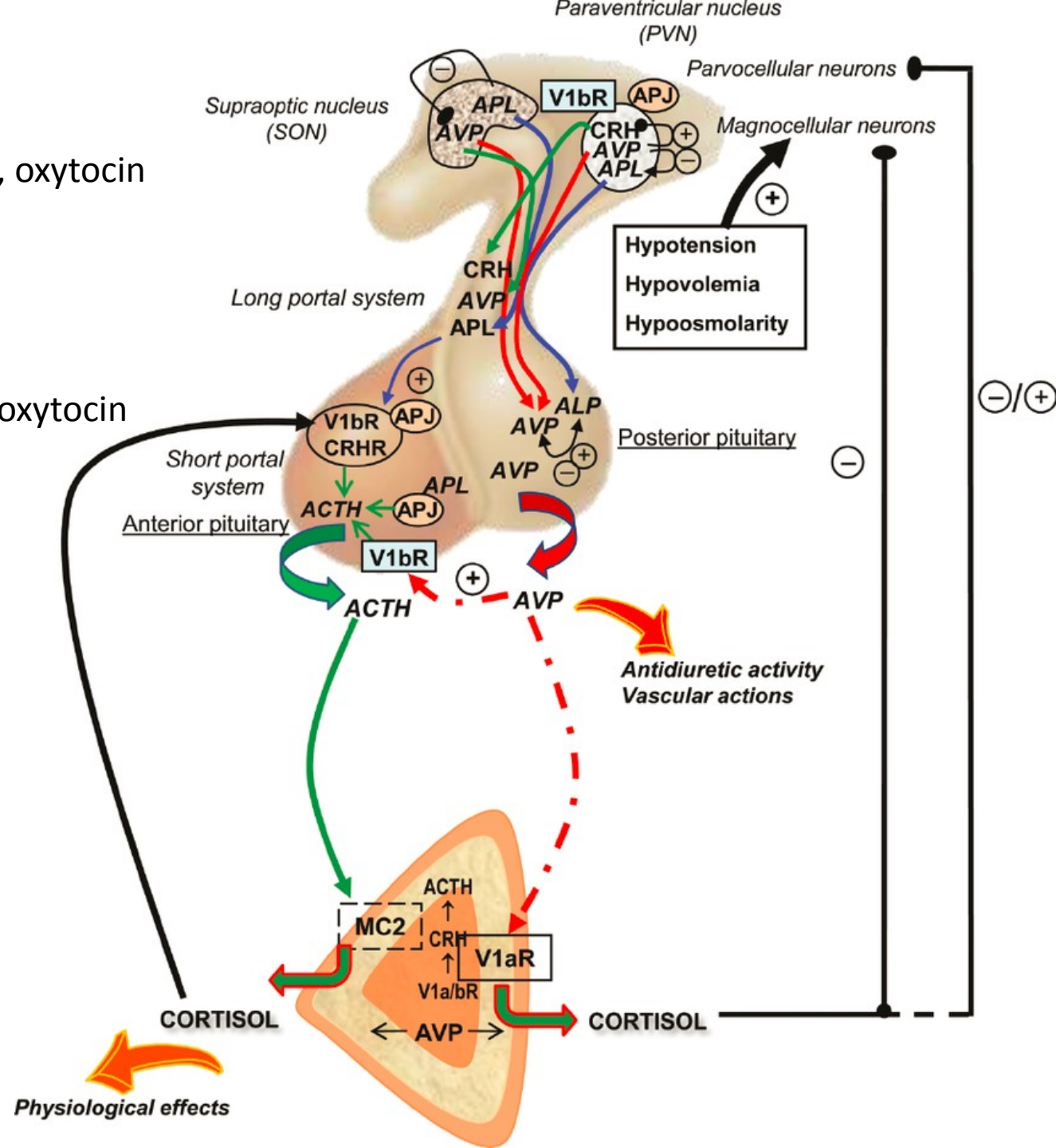
- Propustnost membrán a epitelů
- Exprese transportních proteinů
- Regulace krevního tlaku

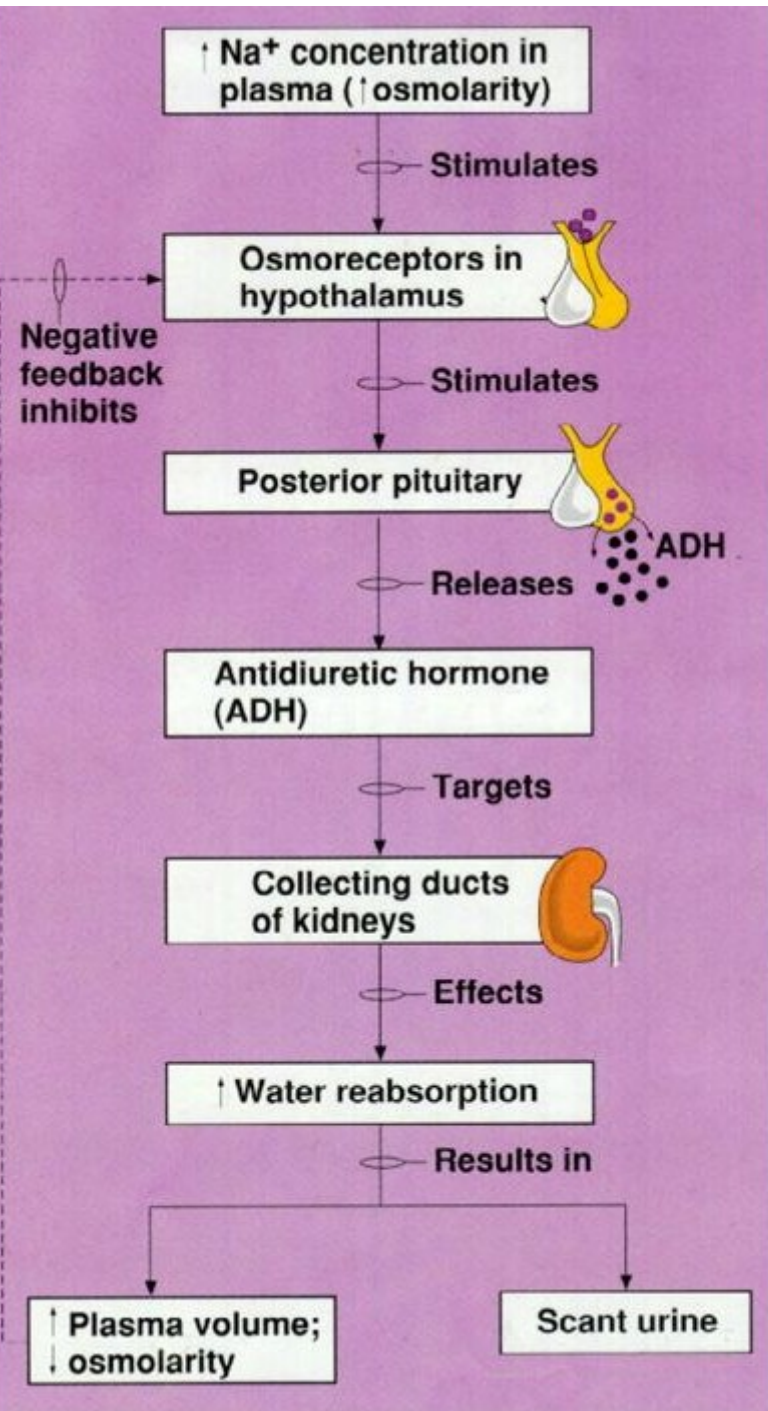


Hypothalamus – liberiliny + inhibiny (statiny) + ADH, oxytocin

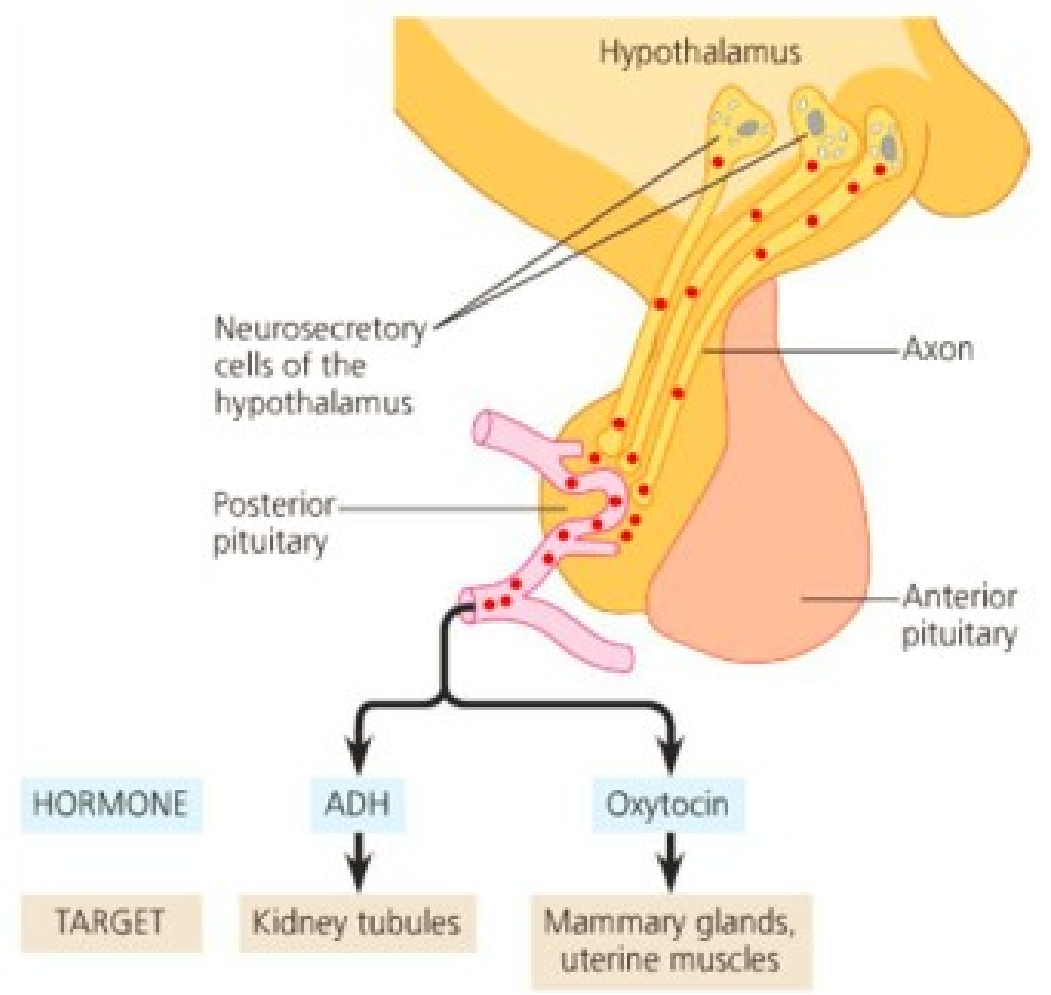
Adenohypofýza – ACTH

Neurohypofýza – ADH (vazopresin, AVP), oxytocin



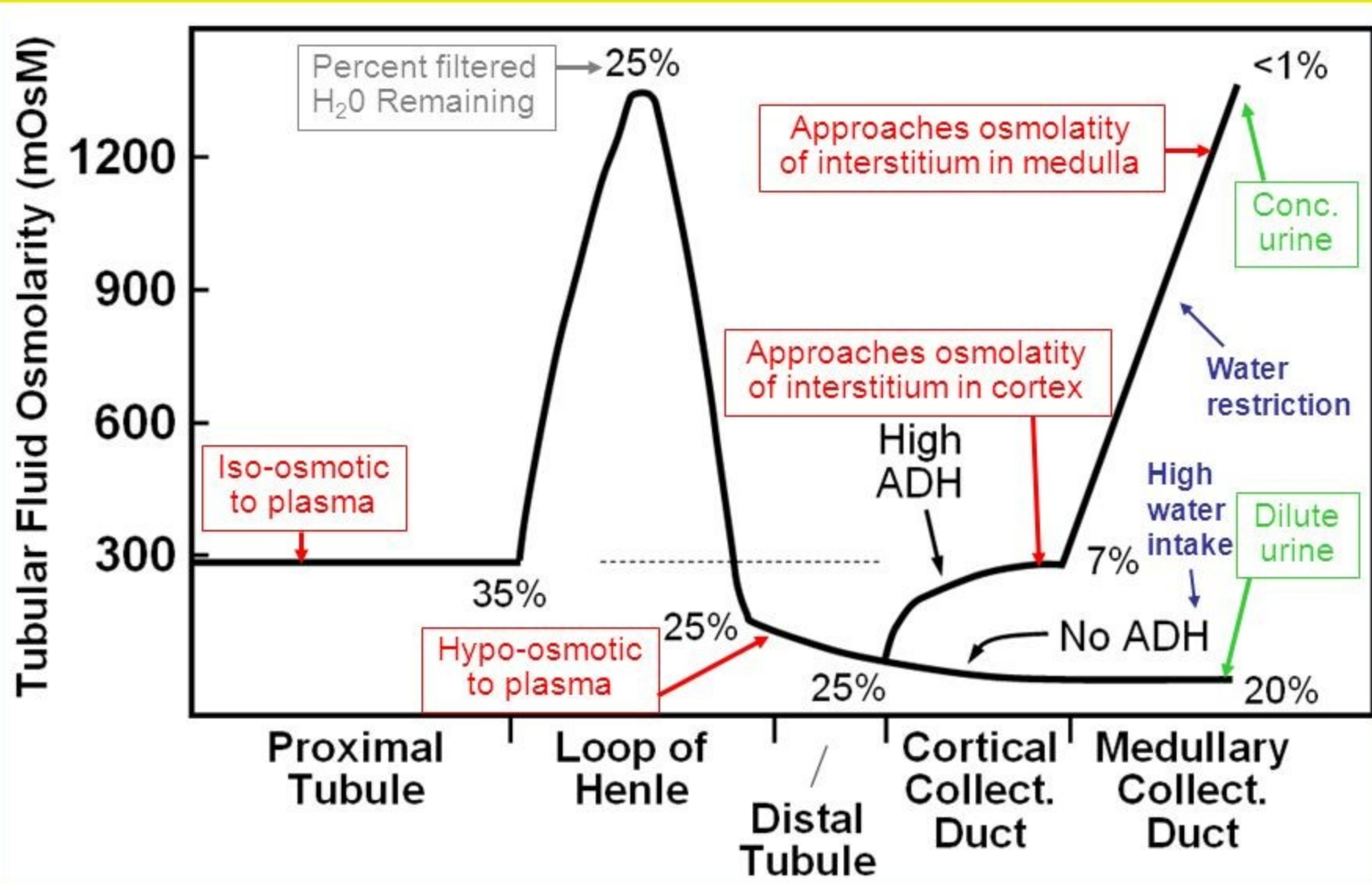


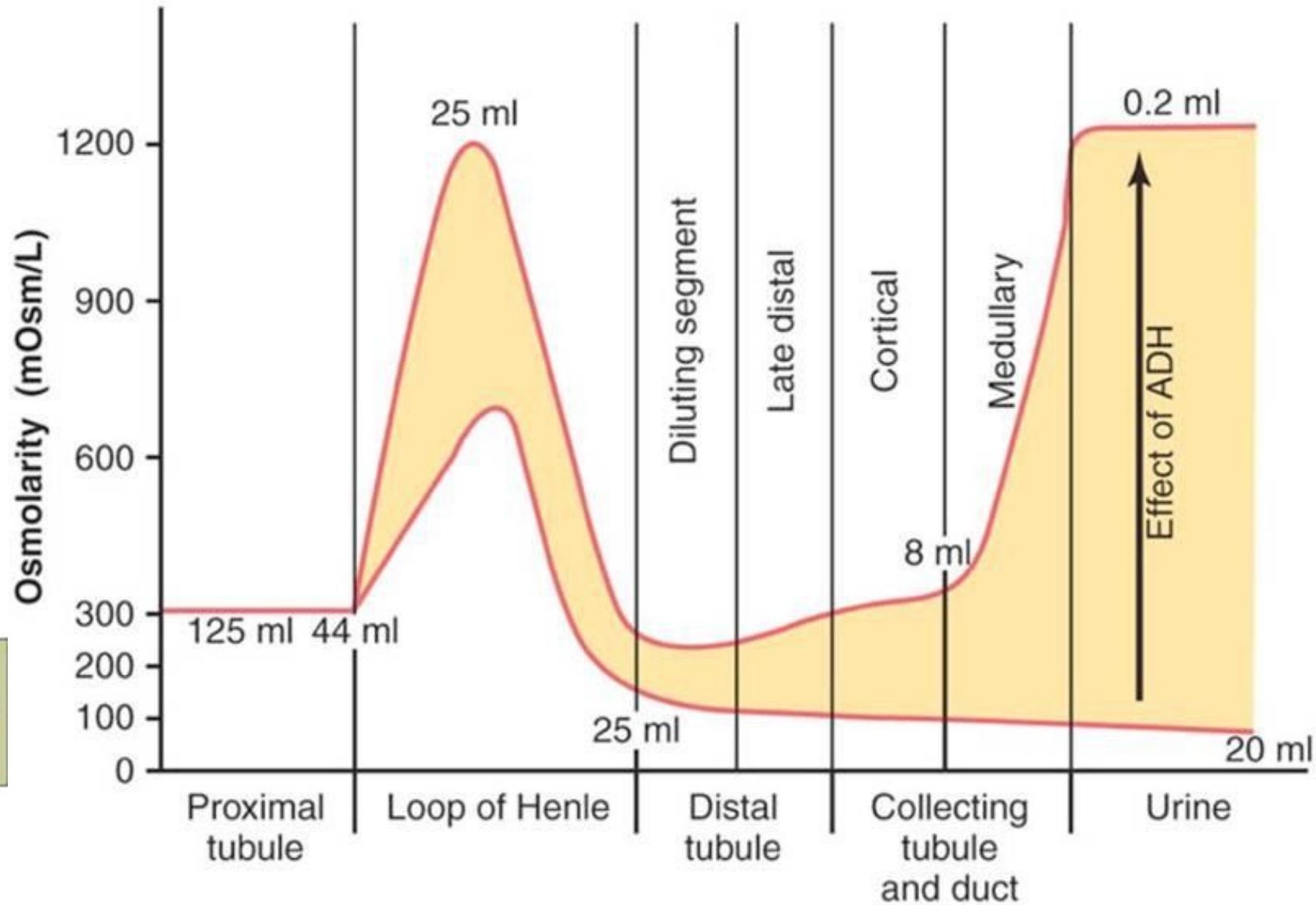
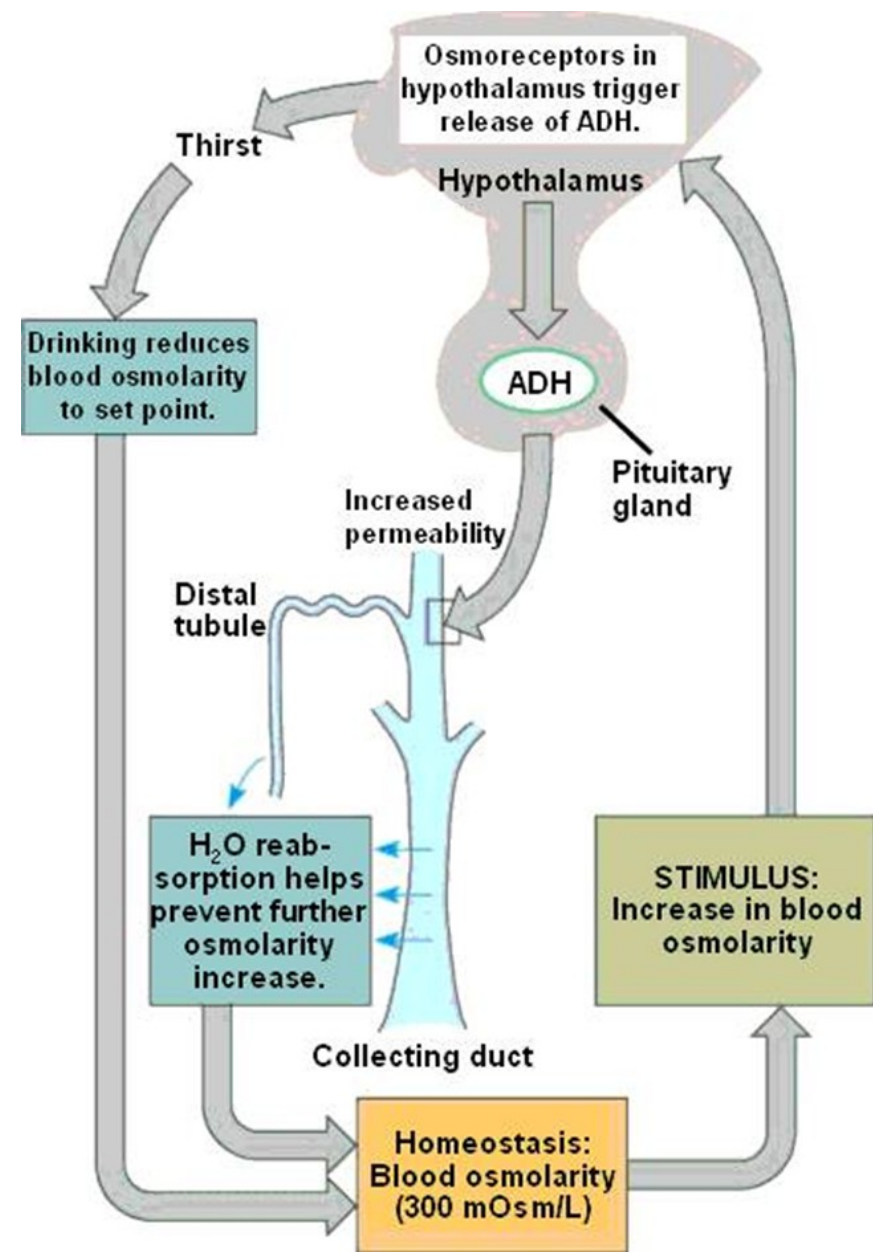
Endocrine Control & ADH (vasopressin)



▲ **Figure 45.15 Production and release of posterior pituitary hormones.** The posterior pituitary gland is an extension of the hypothalamus. Certain neurosecretory cells in the hypothalamus make antidiuretic hormone (ADH) and oxytocin, which are transported to the posterior pituitary, where they are stored. Nerve signals from the brain trigger release of these neurohormones (red dots).

Tubular Fluid Osmolarity Changes Along Nephron



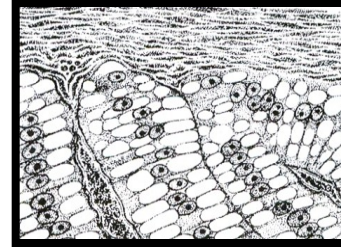
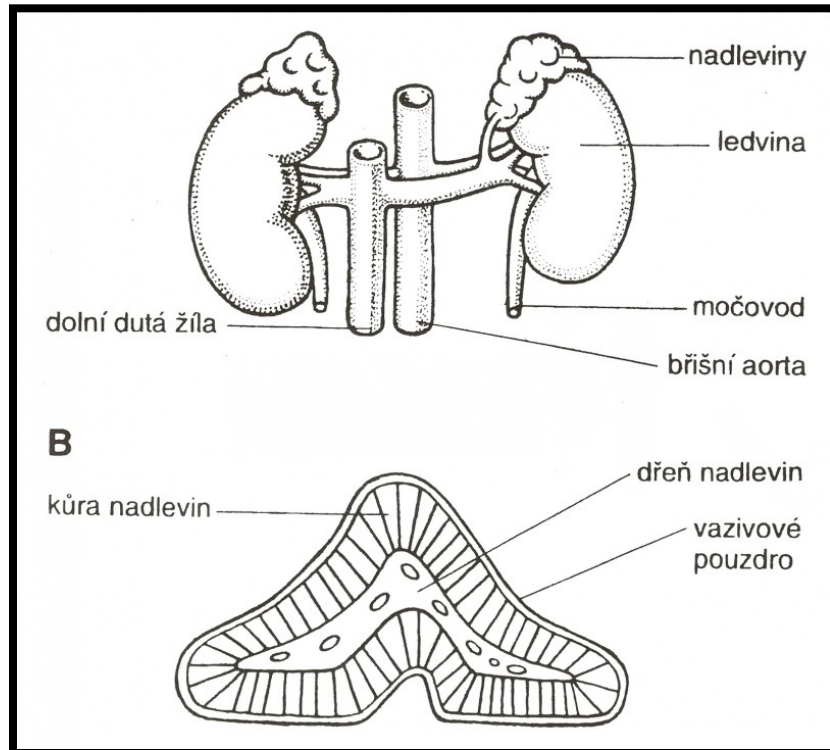


ACTH => ALDOSTERON + KATECHOLAMINY

Nadledviny, adrenální žlázy

kůra nadledvin – adrenokortikální tkáň

- mezodermální původ
- produkce steroidních hormonů
- mineralokortikoidy (zg), glukokortikoidy (zf), androgeny(zr)



dřeň nadledvin (chromafinní tkáň)

- neurální tkáň, homolog ganglií sympatiku
- A buňky – adrenalin (epinephrin)
- NA buňky – noradrenalin (norepinephrin)

ACTH– udržování struktury kůry nadledvin, hotovost a tvorba hormonálních prekurzorů (adenohypofýza)

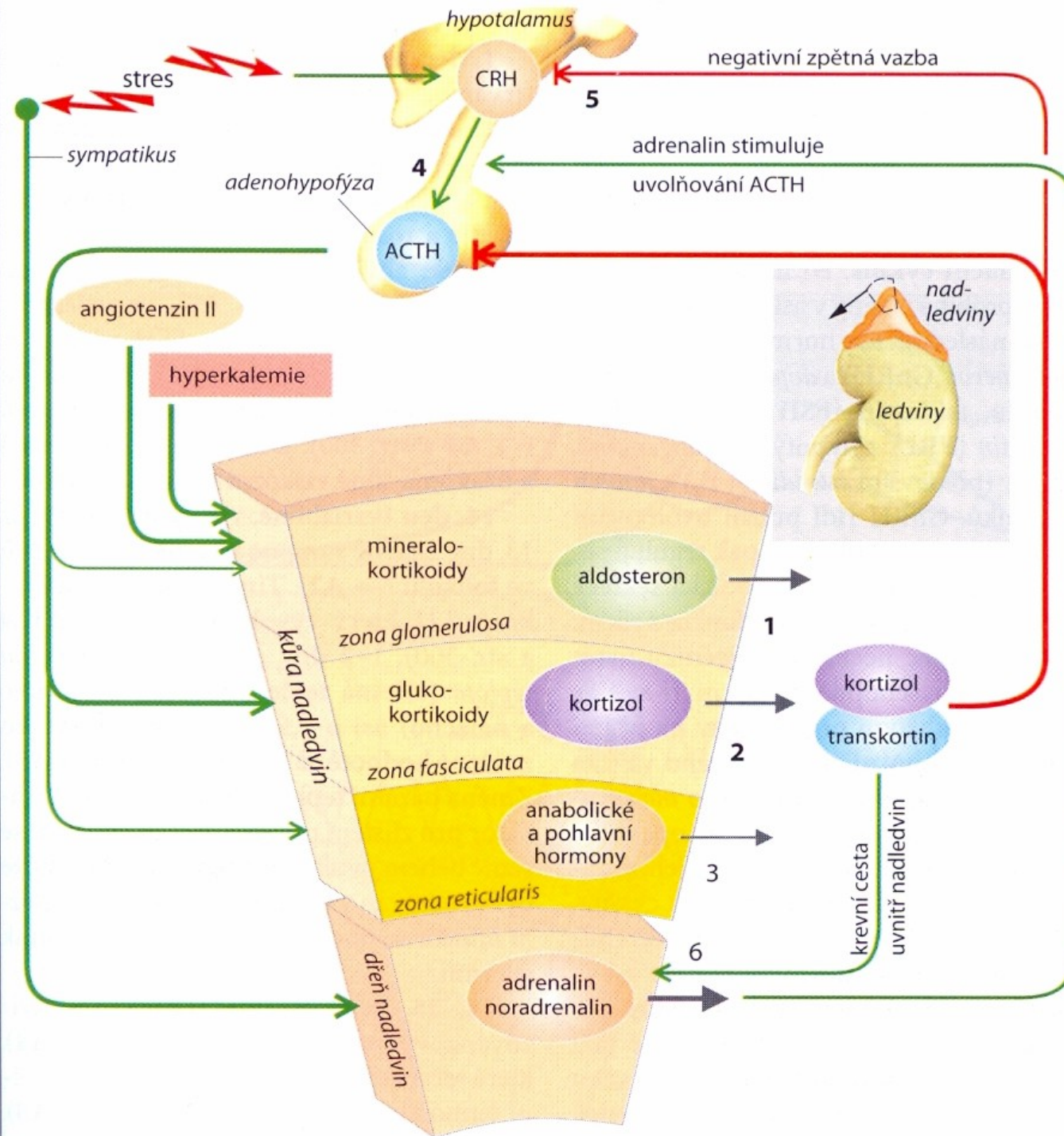
Mineralokortikoidy (ZG) – Aldosteron, kortikosteron, 11-deoxykortikosteron

- zvýšení resorpce Na^+ a tím i vody v distálním tubulu a sběrném kanálku ledviny, vylučování K^+ , stimulace hyponatrémii ($\downarrow\text{Na}^+$), hyperkalémií ($\uparrow\text{K}^+$), zmenšením objemu krve, uvolňování stimulováno angiotenzinem II + částečně i samotným ACTH.

Glukokortikoidy (ZF) – kortizol

- glukoneogeneze, z bílkovin (proteokatabolický efekt), potlačení i syntézy bílkovin (aminokyseliny), částečně inhibice transportu glukósy do buněk a jejího využití, štěpení triacylglycerolů – zvýšení koncentrace mastných kyselin v krvi, senzibilizace cév svaloviny pro katecholaminy (přesun krve do svalů), **snížení glomerulární filtrace a vylučování vody**
- potlačení imunitních funkcí (zánět atd.), nedostatek i nadbytek poruchy psychiky

Androgeny (ZR) – dehydroepiandrosterol (DHEA, docosahexaenoic acid ethyl ester),
u žen většina produkce pohlavních steroidů, muži 1/3, zbytek testes

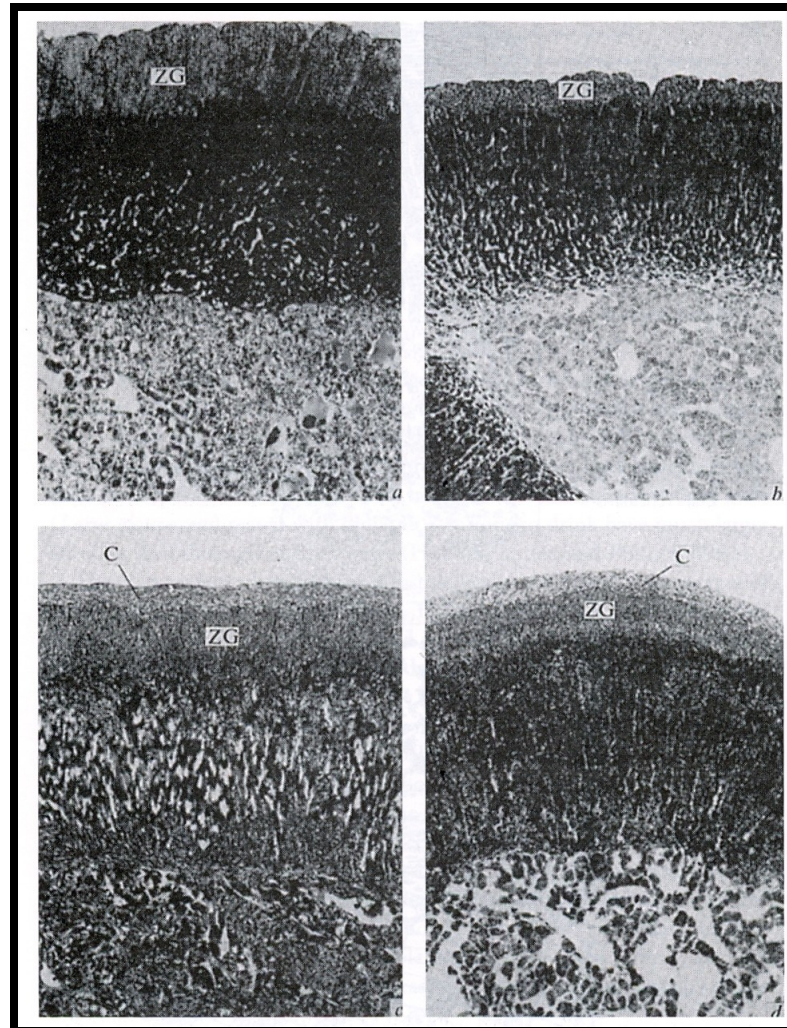


Dopad dostupnosti „Na“ (a vody) na strukturu kůry nadledvin

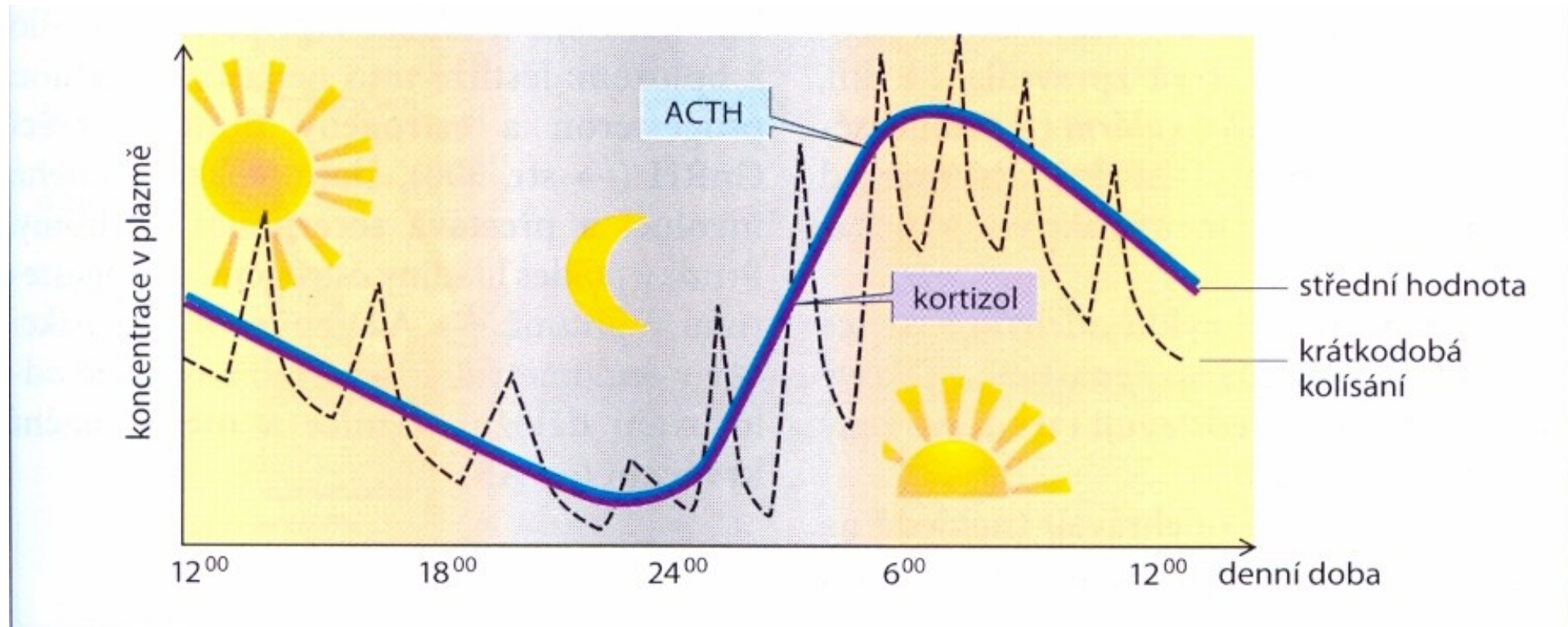


nedostatek Na

dostatek Na



Denní rytmicita produkce ACTH a kortizolu u člověka



Srovnání velikosti nadledvin u různých druhů

	hmotnost (kg)	podíl na celku (10E3)	dreň (mg)	kůra (mg)	poměr
kur	2	0,1	100	100	1:1
pes	15	0,1	250	1250	1:5
kočka	3	0,123	20	350	1:17,5
potkan	0,2	0,21	2	40	1:20
králík	3	0,137	10	400	1:40
morče	0,5	1	8	500	1:62,5

Primáti během embryogeneze „fetalní zóna“ mezi dření a kůrou

- produkce dehydroepiandrosterone sulfate (DHEAS),
v placentě je přeměňován na estrogen – regulace gravidity

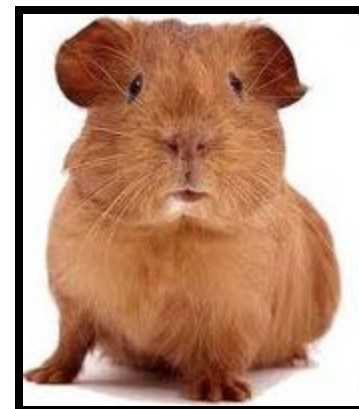
Někteří hlodavci během dospívání (samci) a během gravidity tzv.

- X-zonu / přechodnou zónu (pod kontrolou LH), produkce steroidů ale neznámá

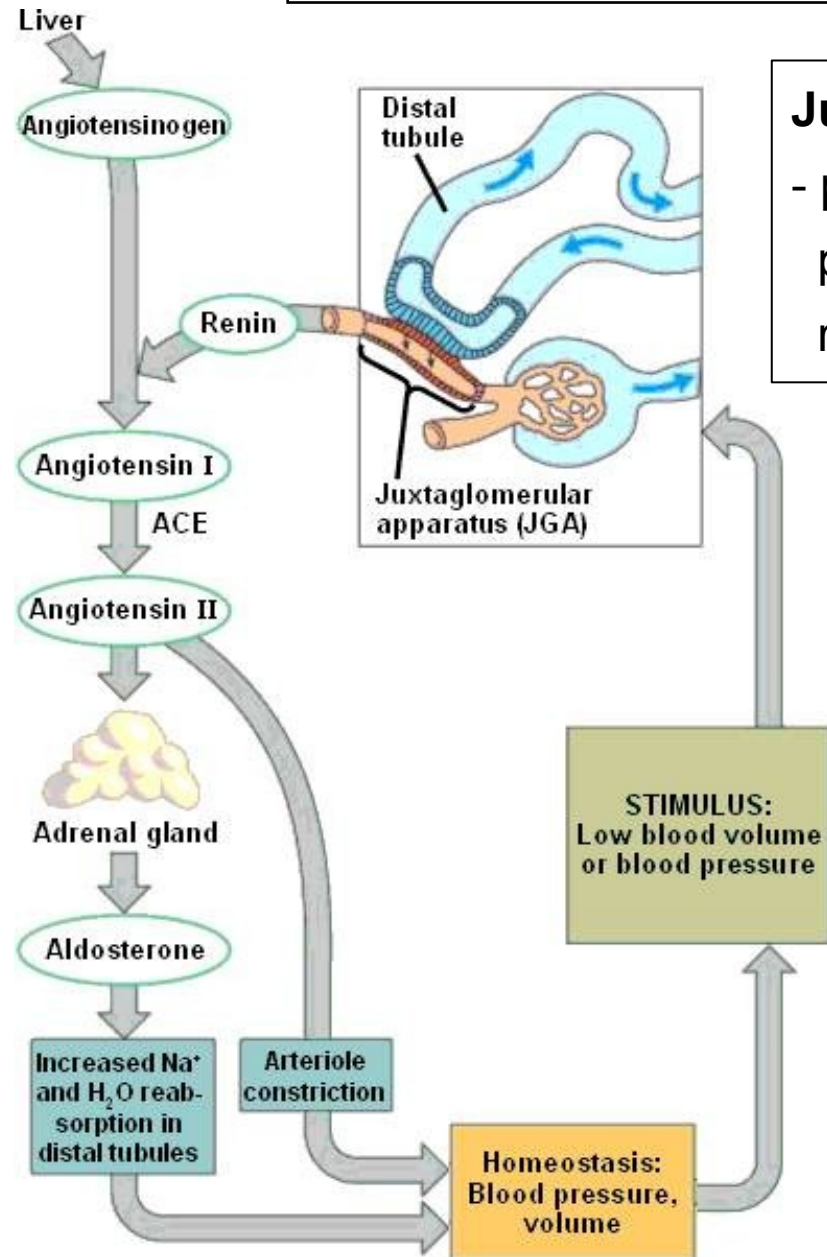
Obecně u mnoha druhů změny ve struktuře a aktivitě v závislosti na stadiu embryogeneze, pohlavním dospívání, graviditě

- často úloha LH nebo FSH
- přeměna NA buněk na A buňky
- vysoké hladiny steroidů indukují přeměnu NA na A

(phenylethanolamine-N-methyltransferase)

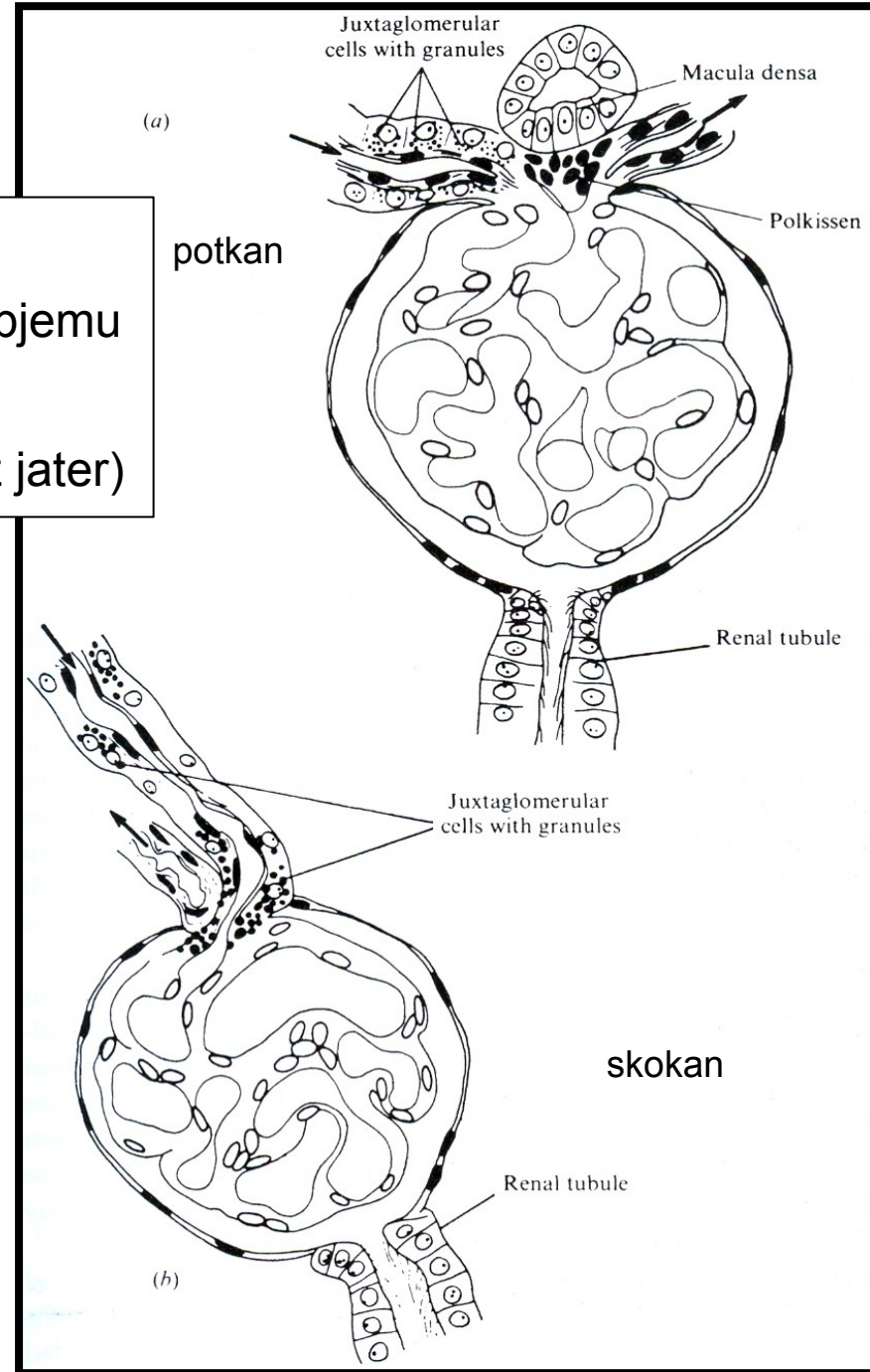


Renin - angiotenzin



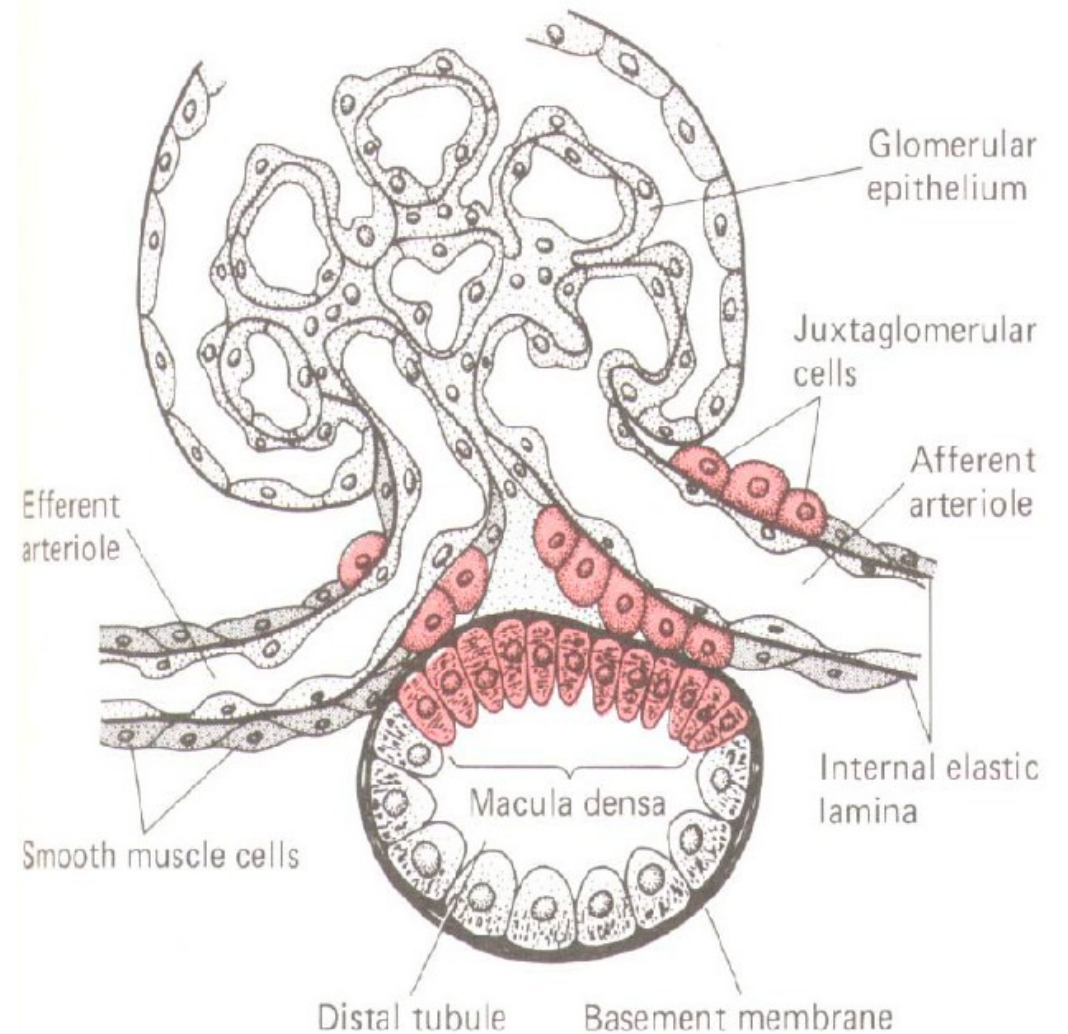
Juxtaglomerulární aparát (ledviny)

- produkce **reninu** (v důsledku poklesu objemu plasmy a krevního tlaku)
renin – proteáza pro angiotenzinogen (z jater)

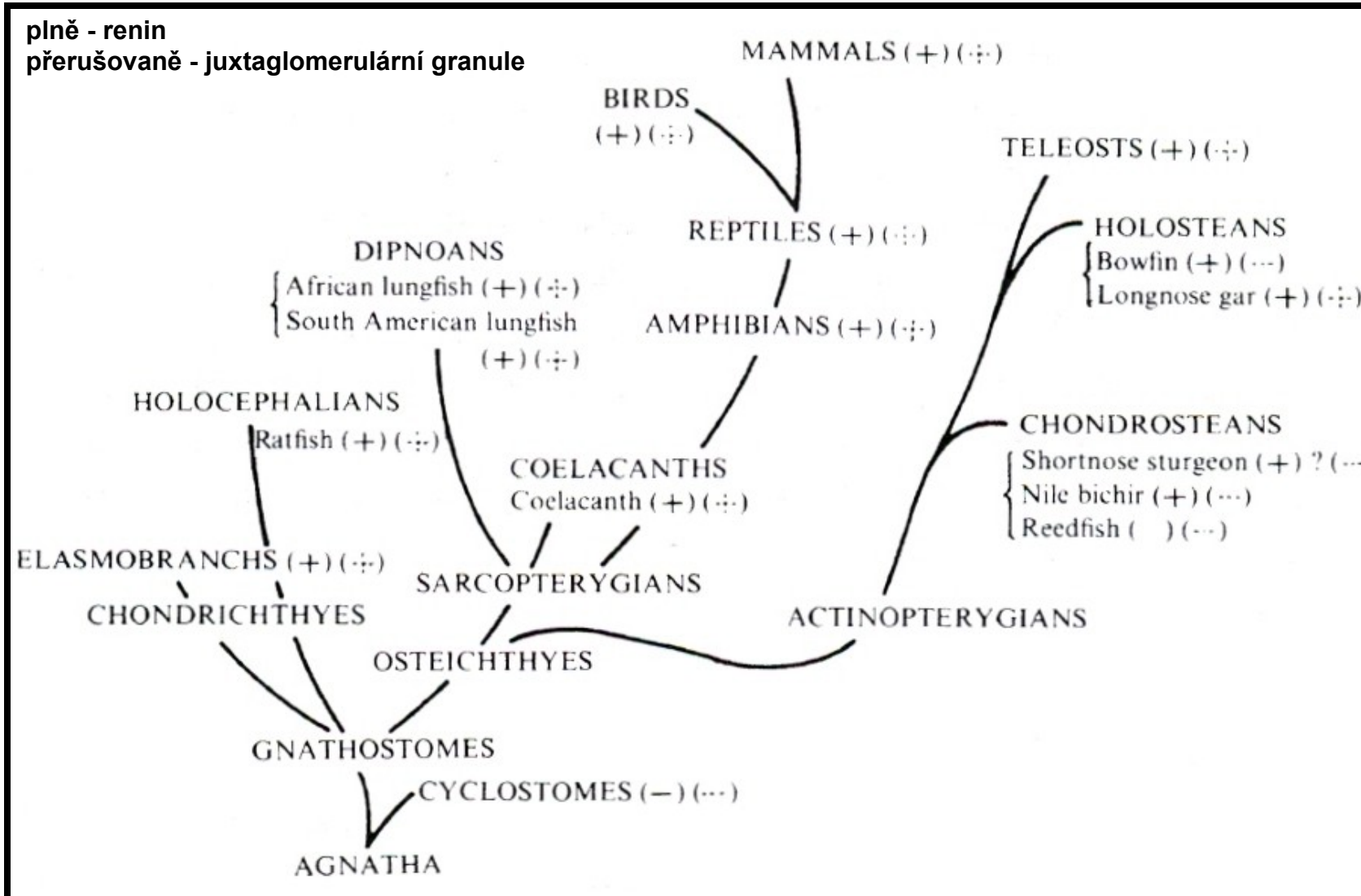


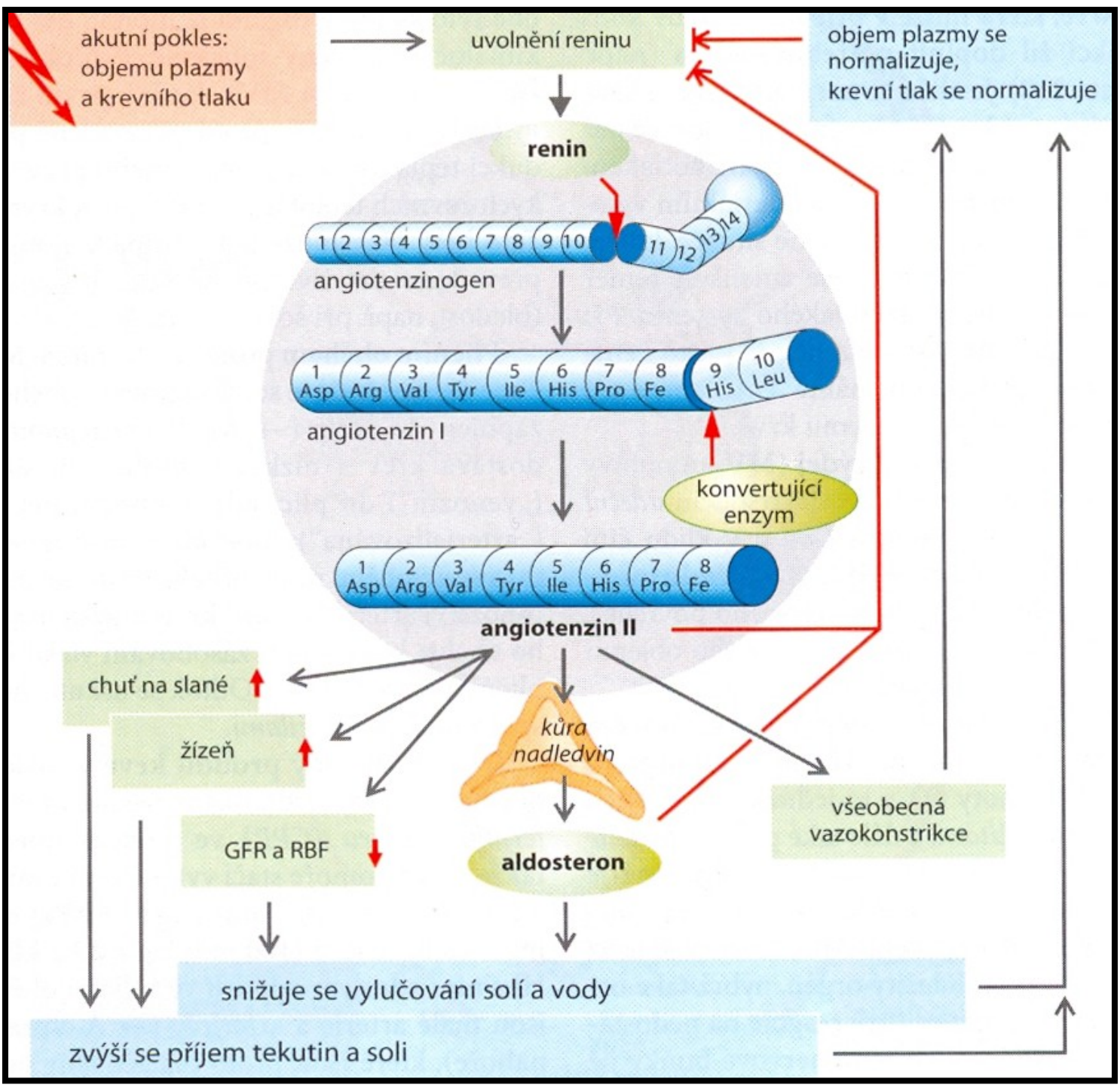
Juxtaglomerulární aparát

1. Granulární buňky – modifikované hladkosvalové buňky, syntetizují, uskladňují a produkují **renin**
2. Macula densa – receptce hladiny NaCl, modulace renálních arterií
3. Extraglomerulární mesangialní buňky - fagocyty



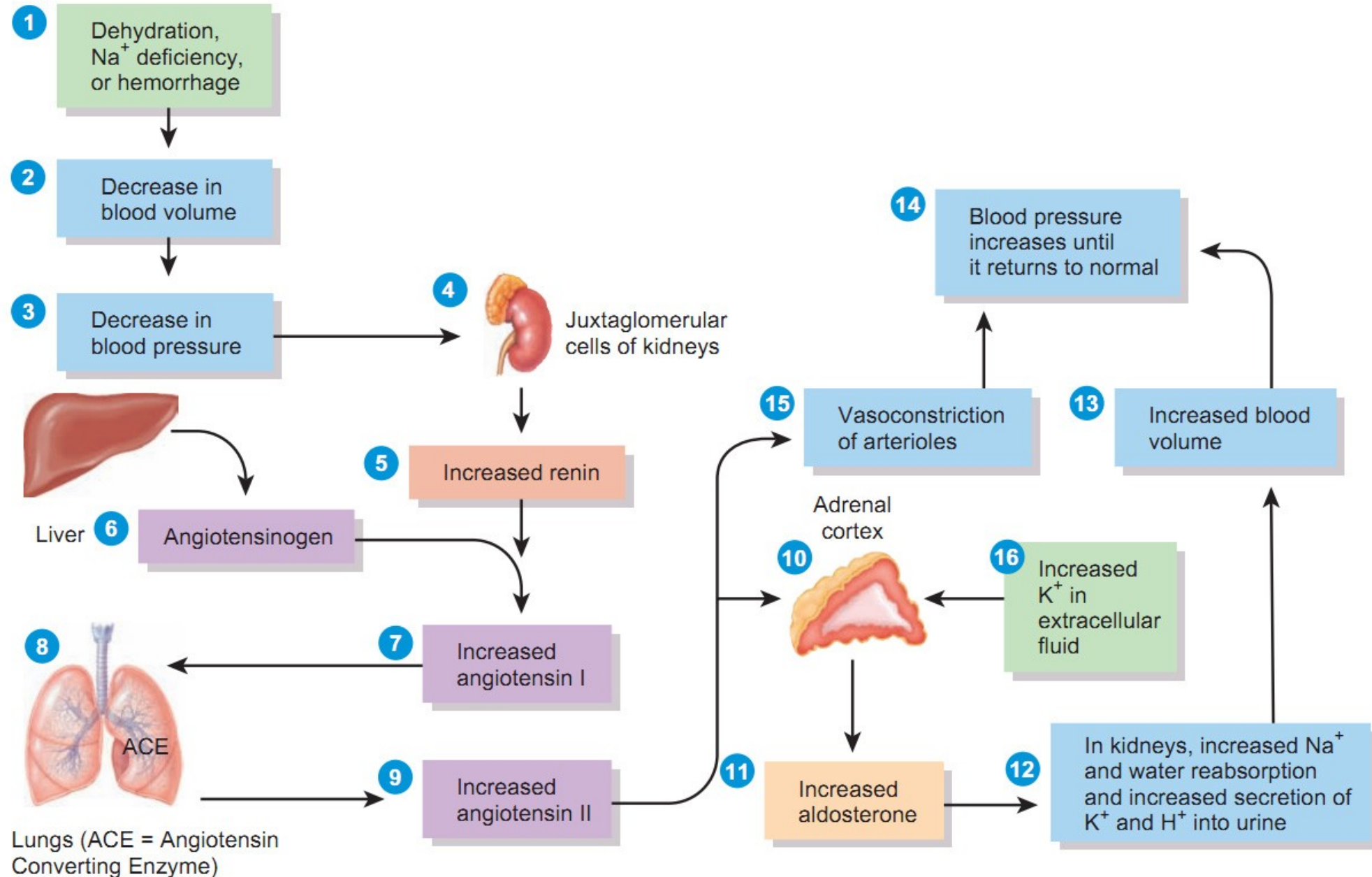
Juxtaglomerulární aparát (juxtaglomerulární buňky, *macula densa*, *polkissen*) – jen savci, náznak u ptáků, ostatní (plazi, obojživelníci, většina ryb) jen juxtaglomerulární buňky s granulemi barvitelnými dle Bowieho. *Chondrostei* a *Holosteii* nemají, i když renin ano.



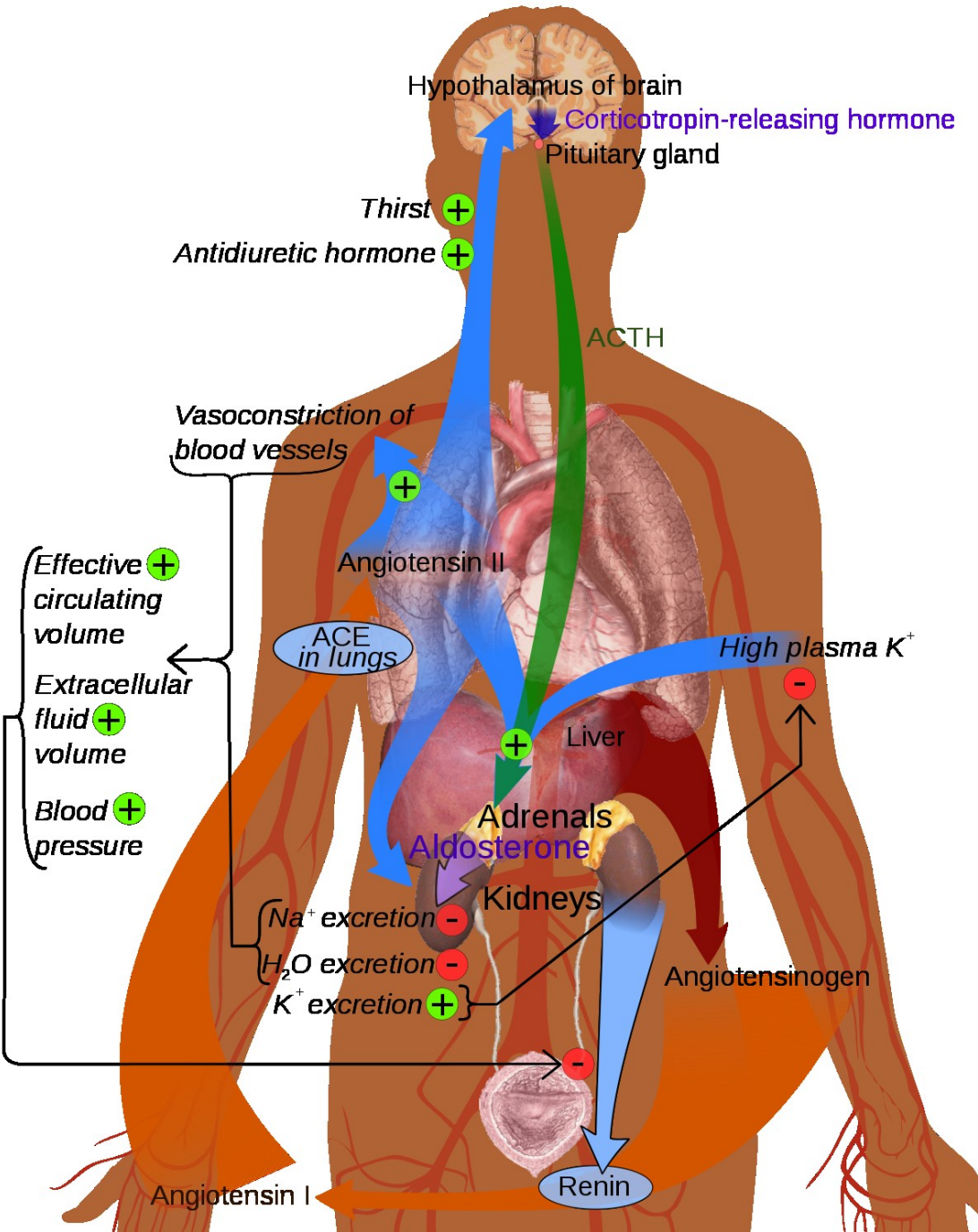


Regulation of aldosterone secretion by the renin–angiotensin–aldosterone (RAA) pathway.

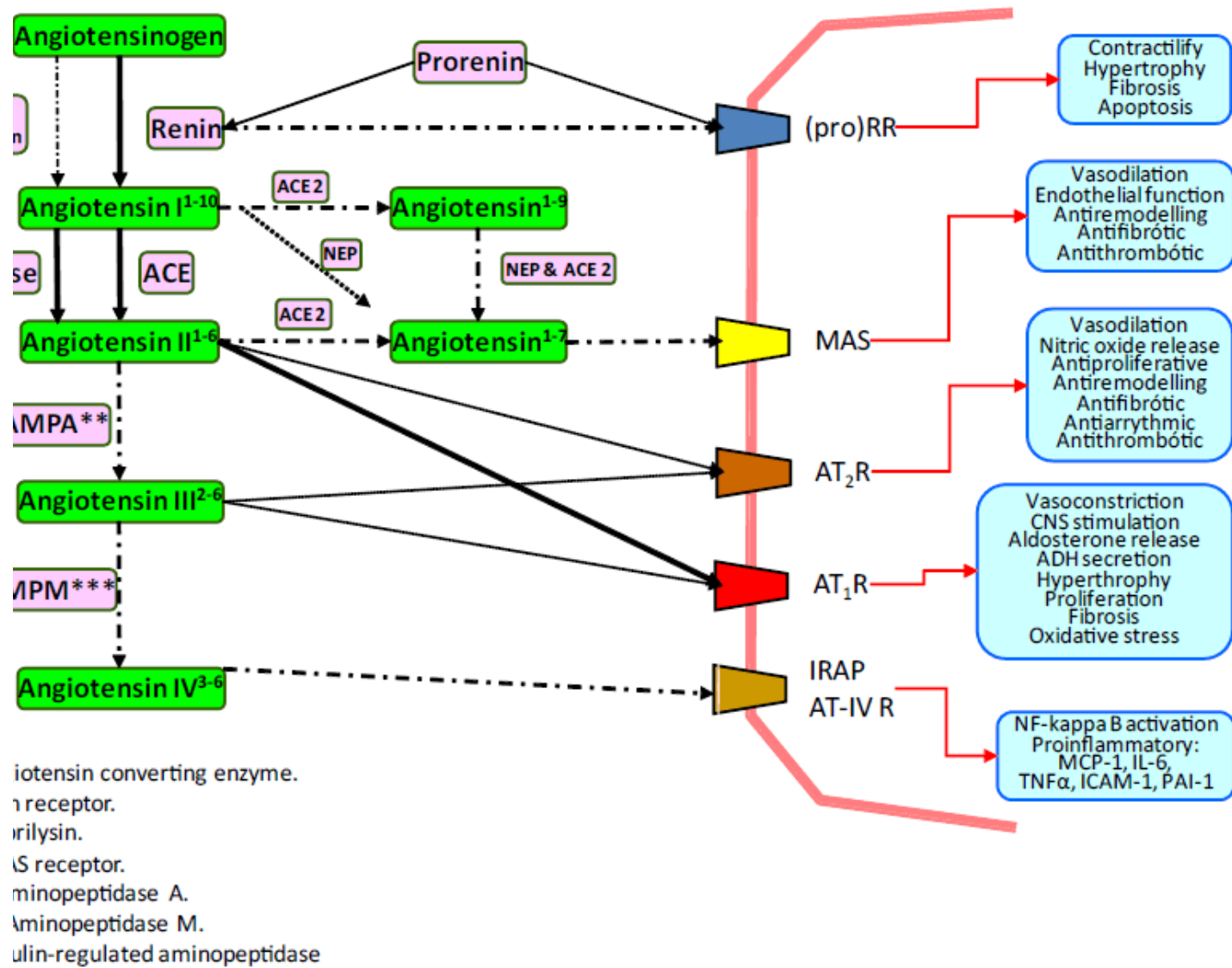
Aldosterone helps regulate blood volume, blood pressure, and levels of Na^+ , K^+ , and H^+ in the blood.

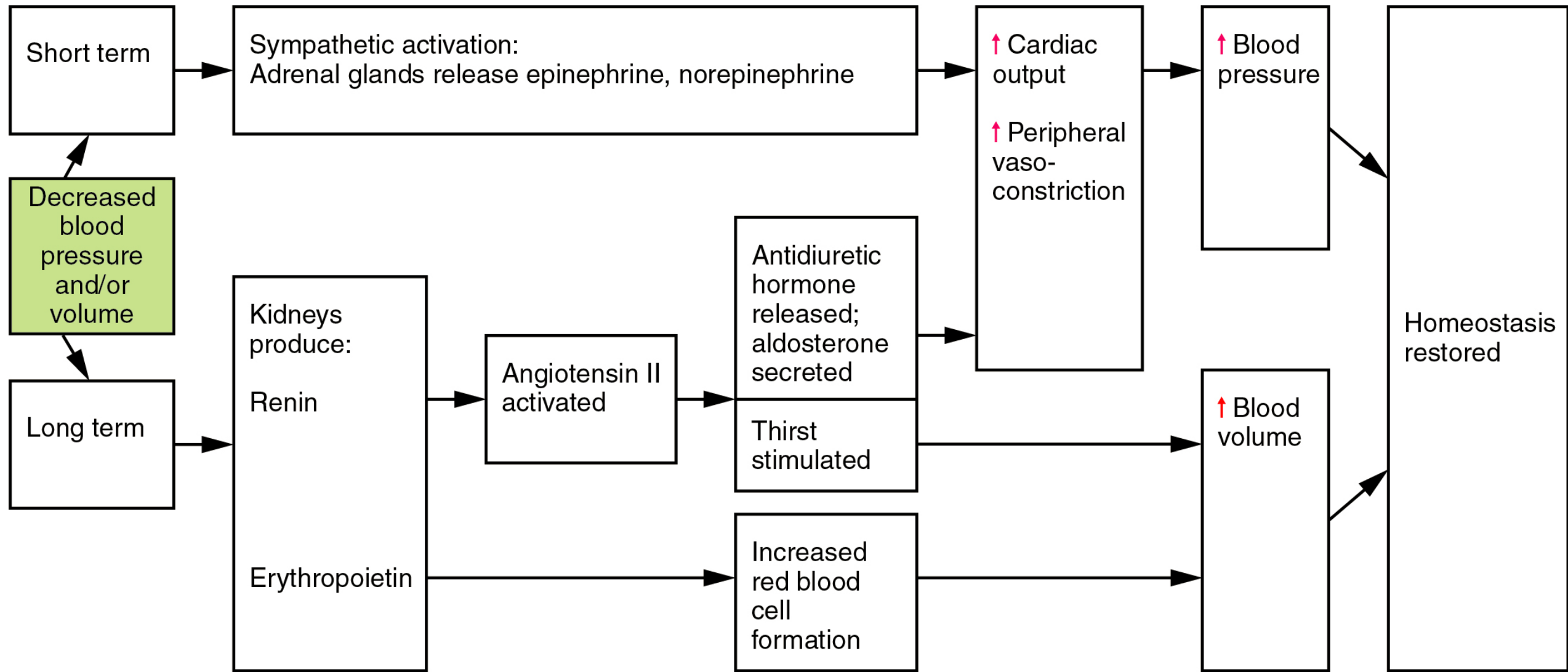


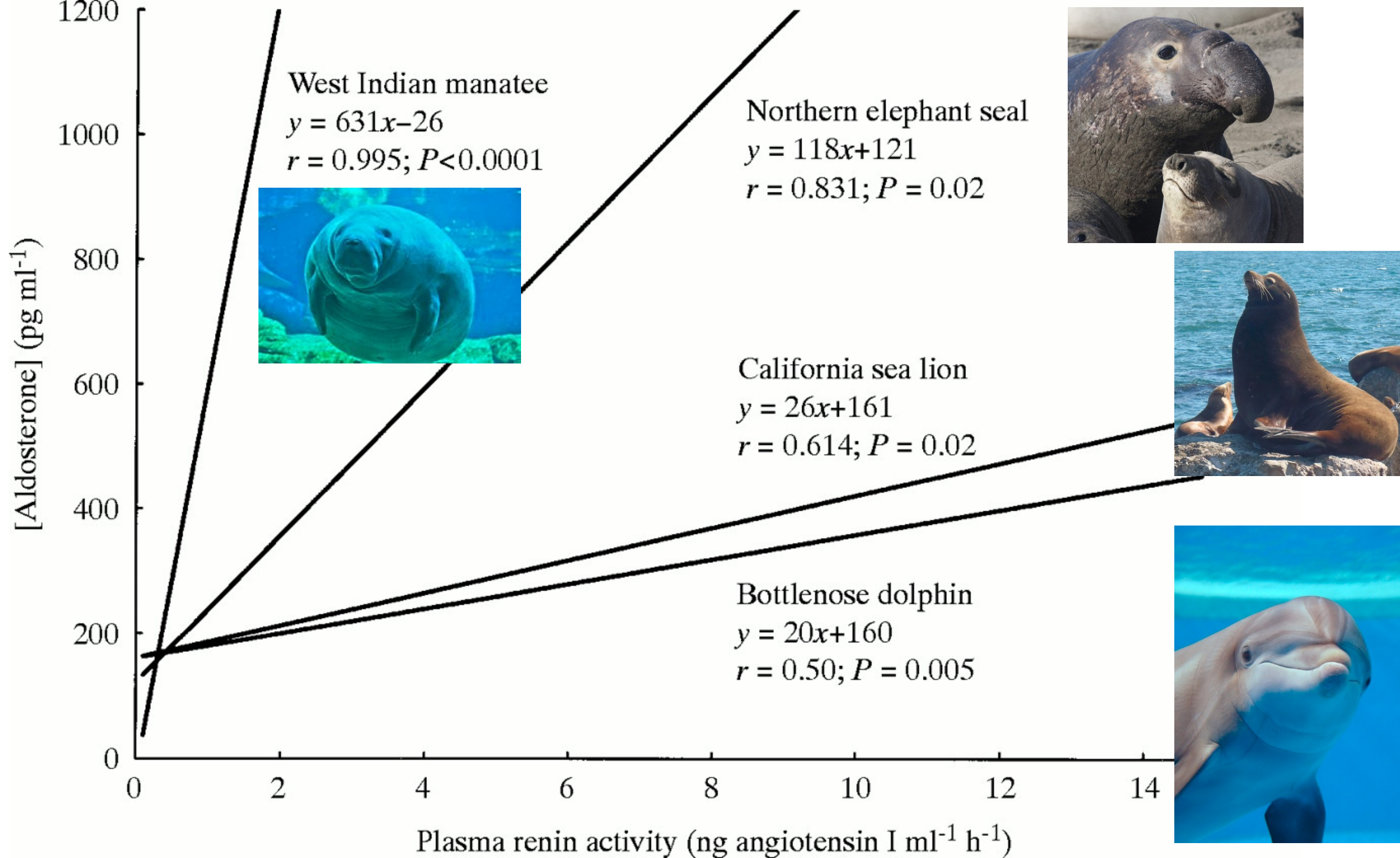
Renin-angiotensin-aldosterone system

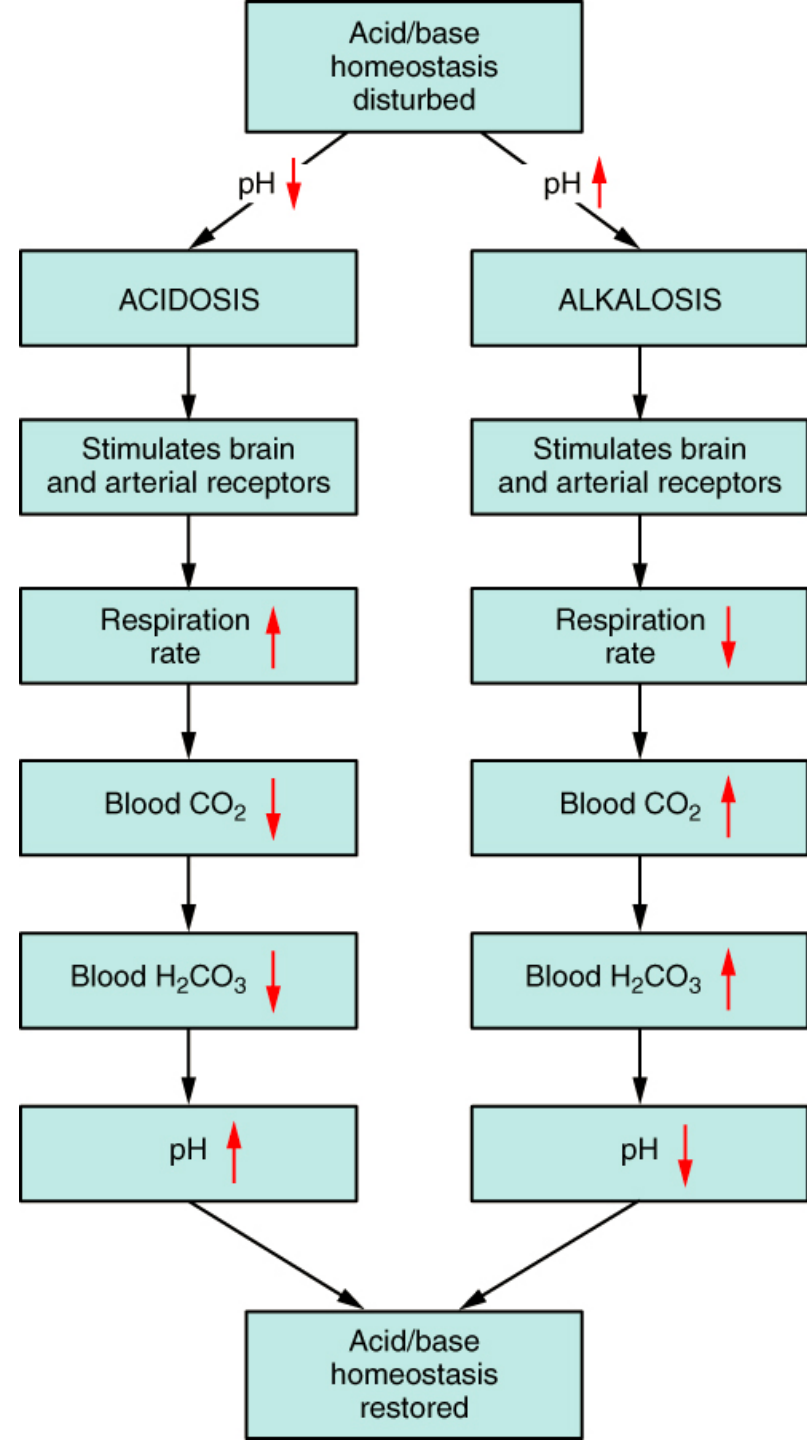
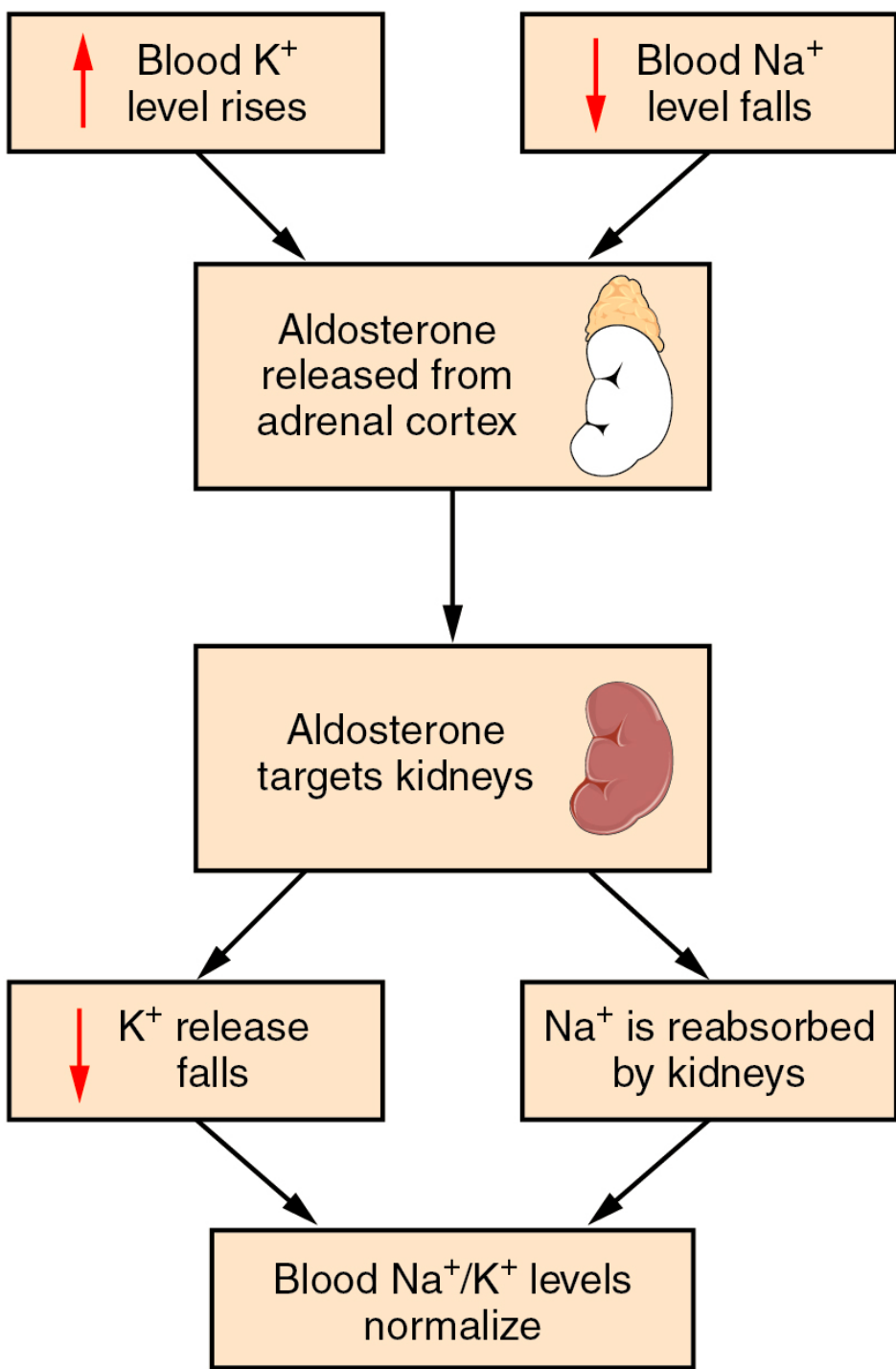


Angiotensin-Aldosterone System: A 2011 overview









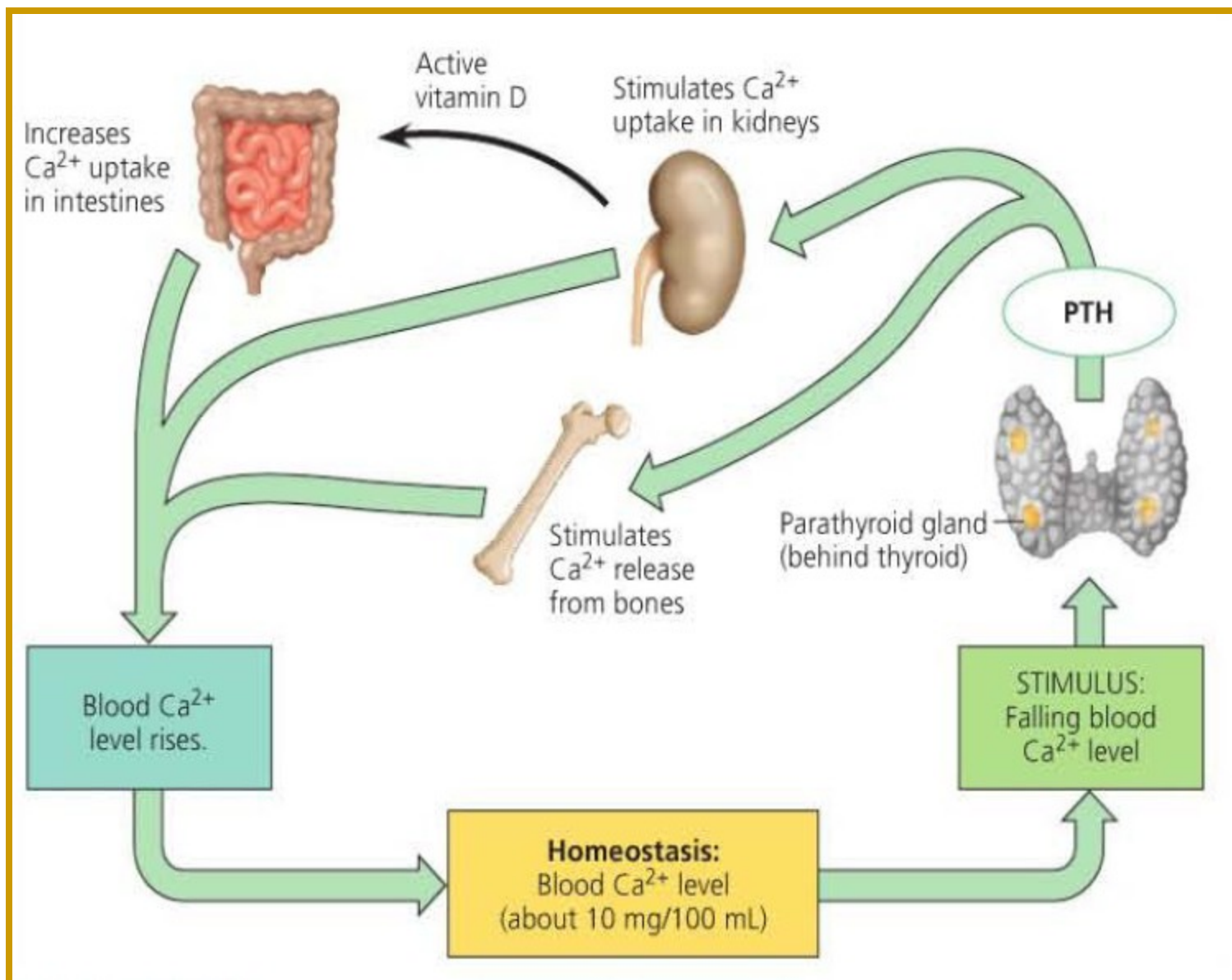
Parathyroidea a ultimobranchyální tělíska

- objevují u obojživelníků a dále jsou přítomna u plazů, ptáků a savců
- buď samostatné struktury nebo spojené s tyroideou
- vyskytují se v 1-3 párech
 - krokodýli 1 pár, želvy a hadi 2 páry, ještěři 1-3 páry
 - ptáci a savci 1-2 páry
- původ z žaberních oblouků -> ryby a vodní larvy obojživelníků je nemají



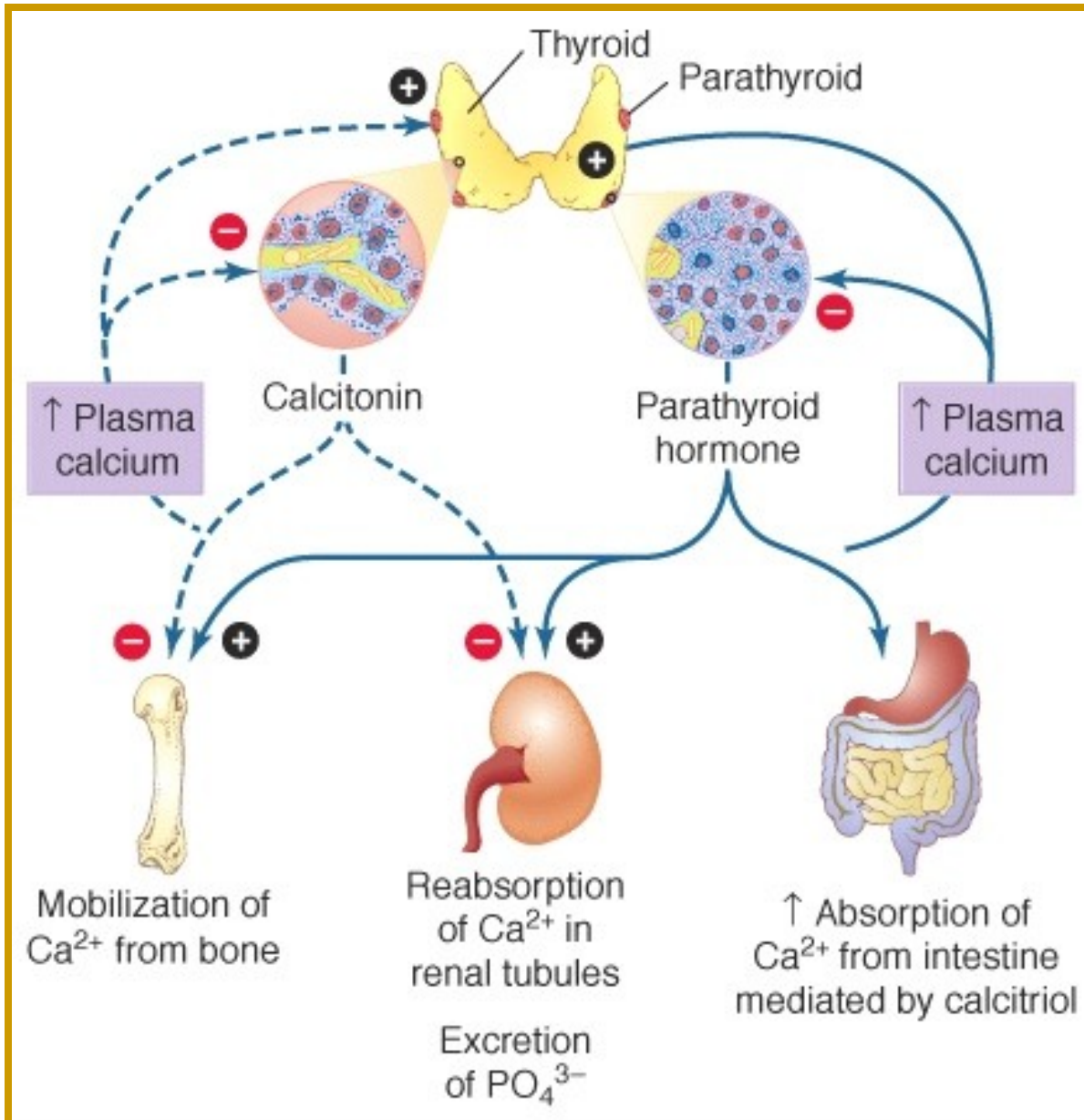
Parathyroidea – příštítná tělíska – parathormon (PTH, 84 AA)

- Metabolismus Ca^{2+} , PTH – zvýšení resorbce Ca^{2+} a jeho uvolňování z kostí (osteoklasty)



Kalcitonin (32mer peptid) – parafolikulární buňky tzv. C buňky tyroidei

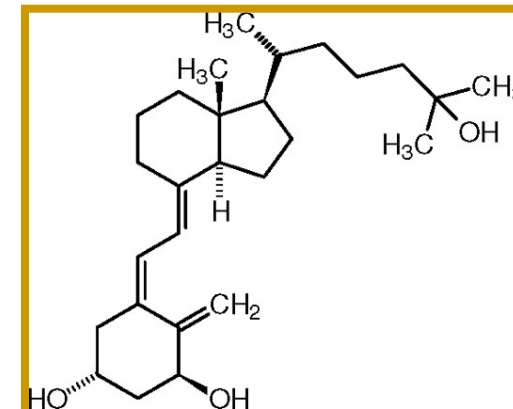
- Stimulace ukládání Ca^{2+} zejména do kostí

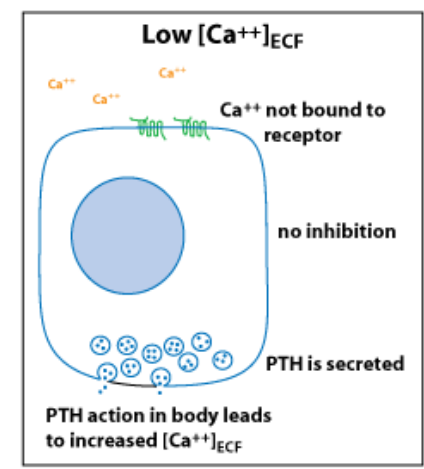
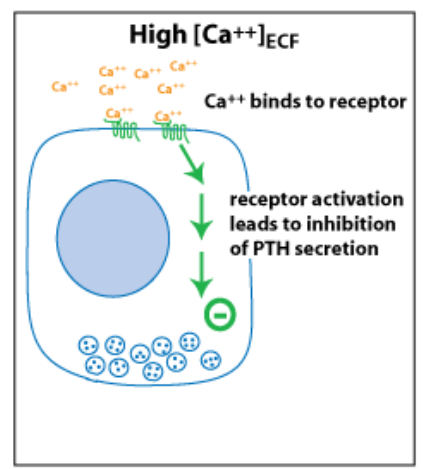
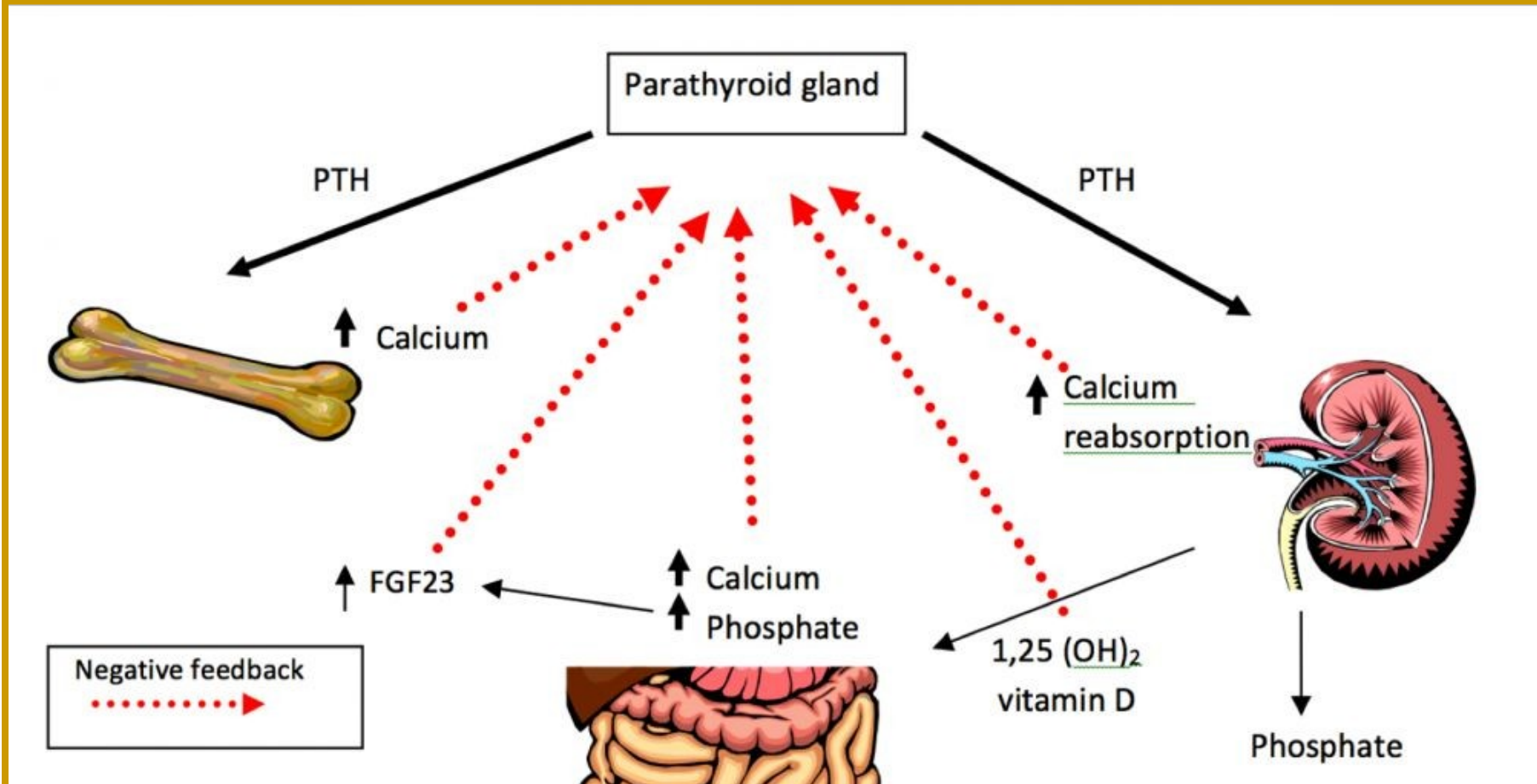


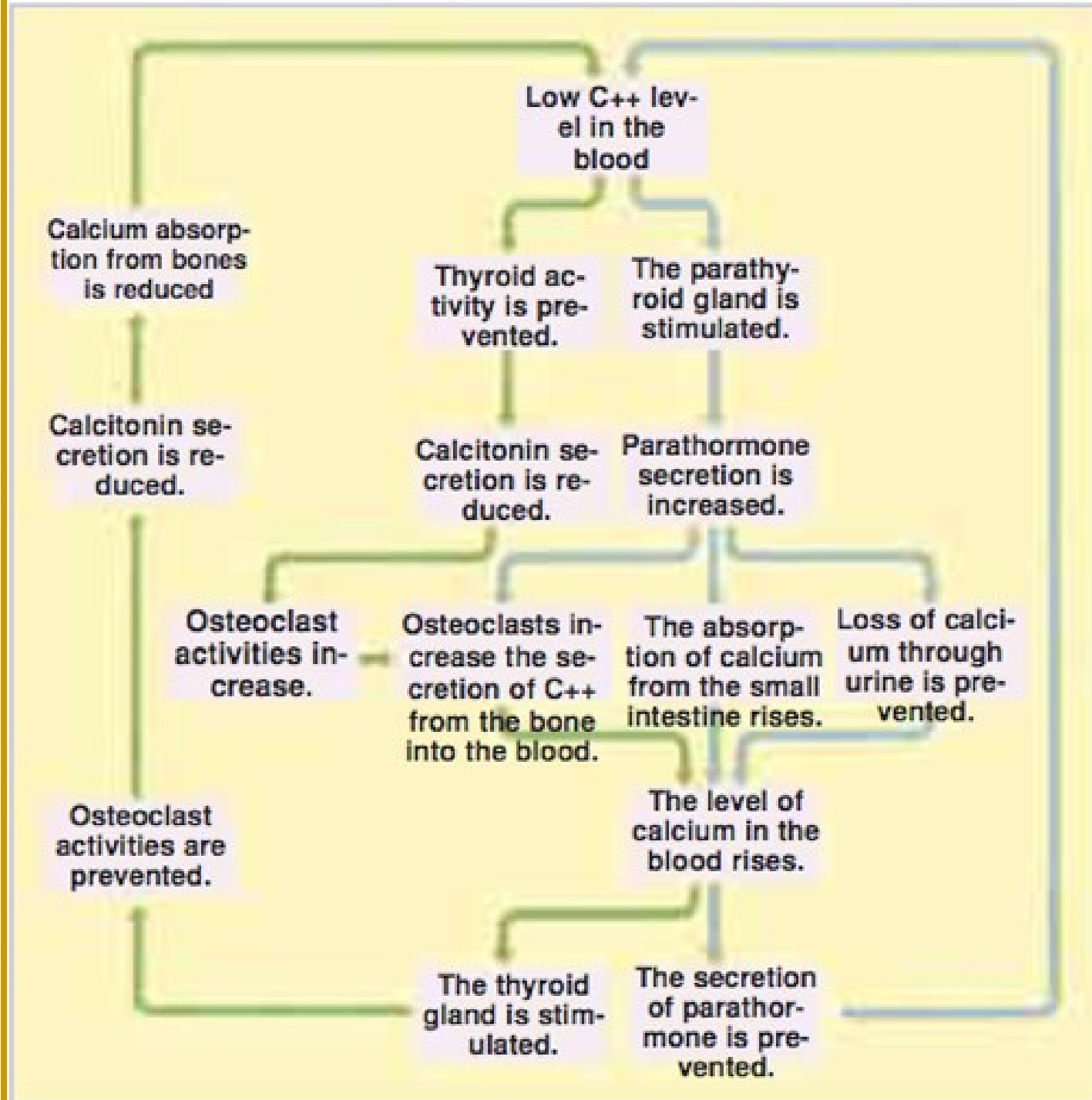
Kalcitrol

(1,25-(OH)₂-cholecalciferol)

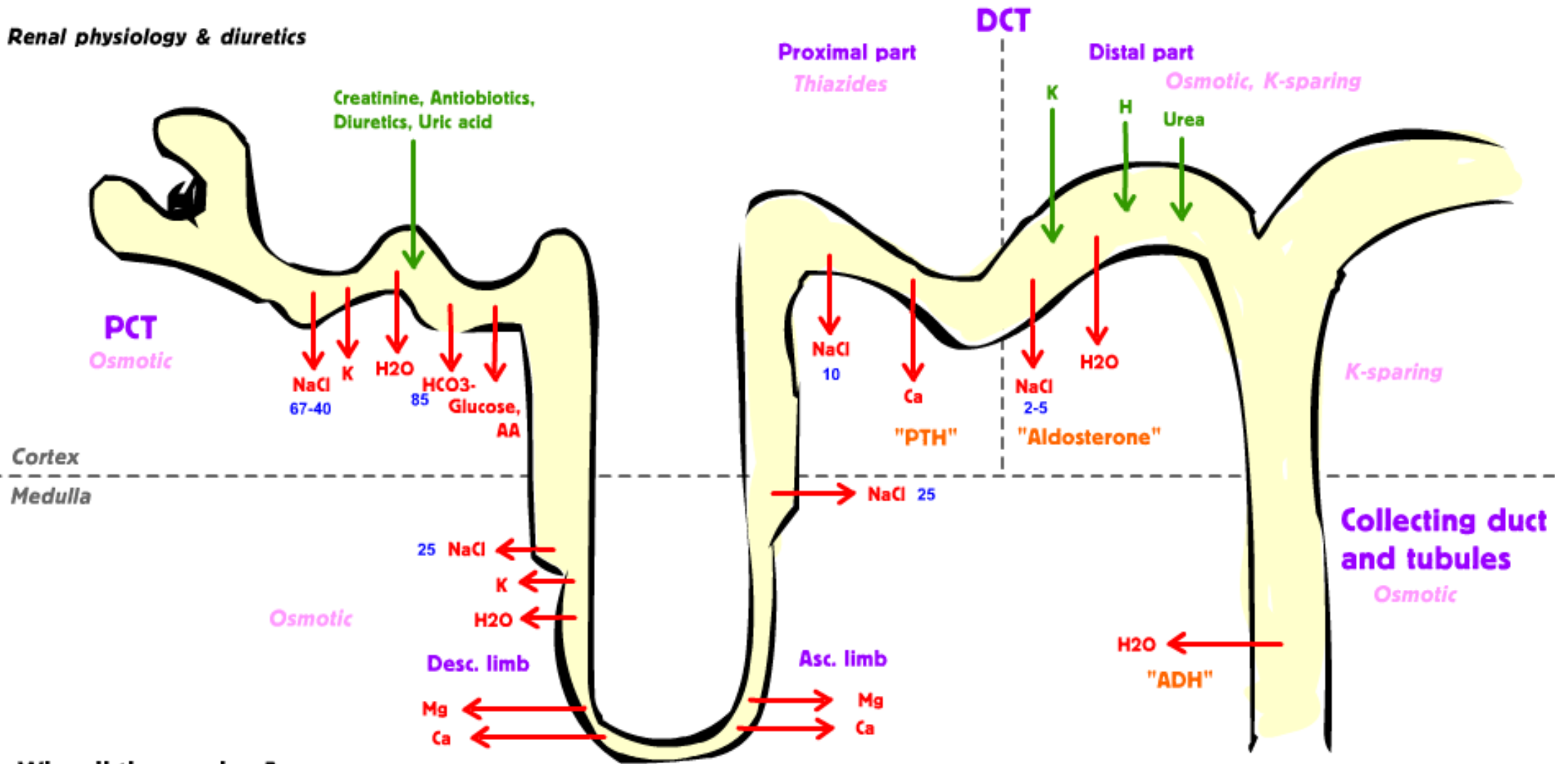
- z vit D (UV na kůži, potrava)
- hlavní regulace posledním krokem syntézy 1 α -hydroxylázou v ledvinách
- lipofilní, steroidům podobný
- indukce zejména Ca^{2+} vázajícího proteinu (CaBP) a Ca^{2+} -ATPazy
- resorpce a ukládání Ca^{2+}
- cílové orgány: **ledviny, střevo, kosti**, placenta, mléčné žlázy,...
- Předávkování => podpora PTH







Renal physiology & diuretics



Why all these colors?

Segment name in violet

Diuretic name in pink

Reabsorption in red

Secretion in green

Percentage in blue

Hormone in orange

Stanniusova tělíska

- na povrchu ledvin Holostei (kaproun, jehlice) a Teleostei, Chondrostei (jeseter) a ostatní obratlovci je nemají
- oválné žlázy v počtech od 1-2 (Teleostei) po až 50 (kaproun)
- původem snad z pronefros / mesonefros
- z buněk typu I (převažují) a typu II
- buňky typu I (se sekrečními zrny), produkce stanniocalcinu (hypocalcin, teleocalcin)
 - > snižování Ca^{2+} v plasmě, krvi
- indukce přenesením ryb (euryhalinních) ze sladké vody do slané
- někdy snad další glykoproteiny s funkcí hormonu
 - > teleocalcin, reninu podobný protein
- stanniocalcin byl nově detekován v plasmě žraloků, mloků, i člověka a potkanů (imunohistochemicky v buňkách ledviných tubulů)
mRNA v lidských ováriích, prostatě, thyroidei, mozku, svalech, plicích, STC1 a STC2, předpokládá se zejména parakrinní aktivita
- + reabsorbce fosfátů



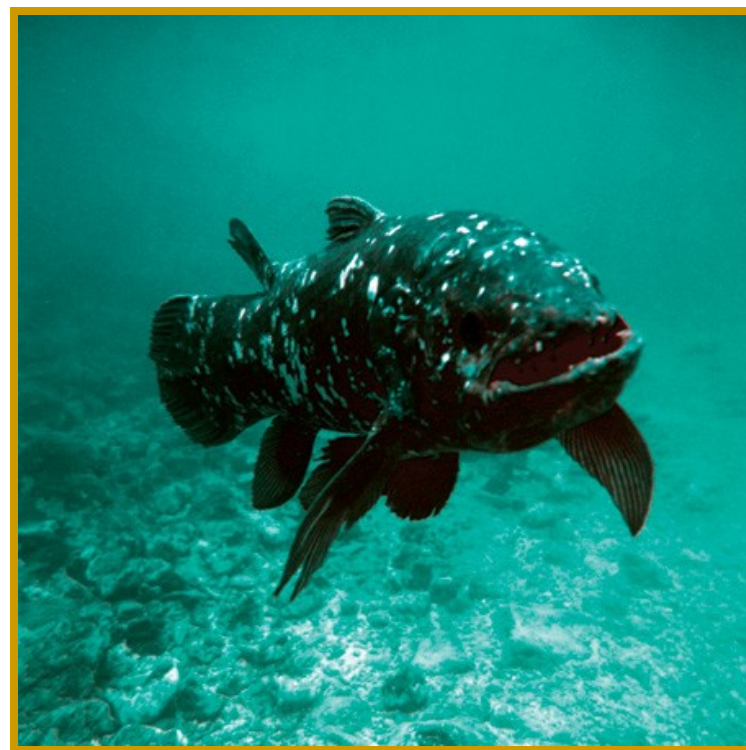
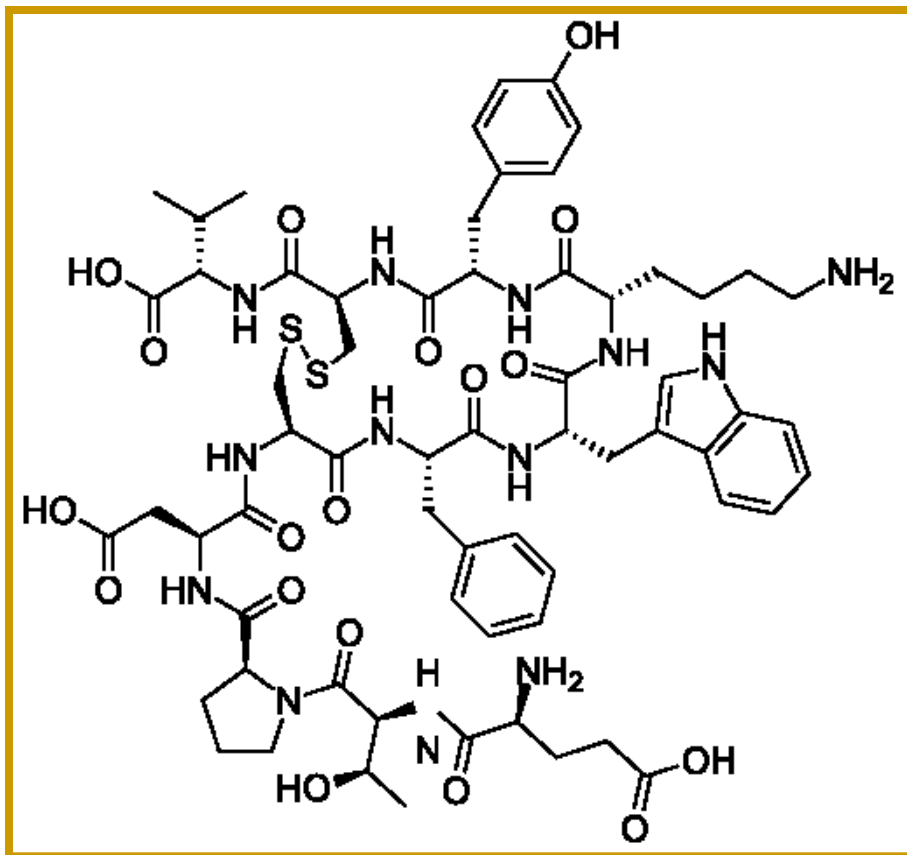
Urofýza

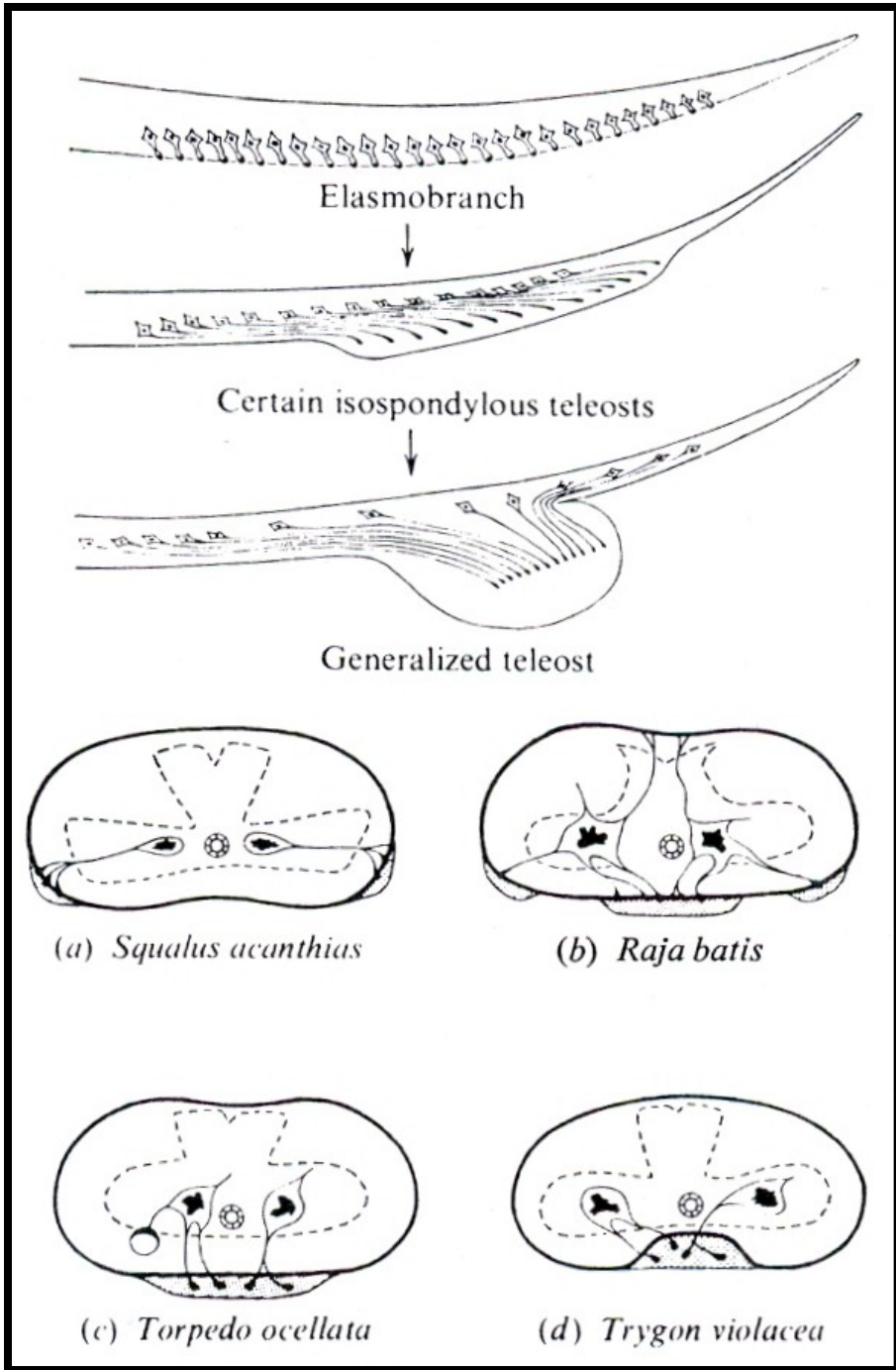


- známé pouze u kostnatých ryb
- funkce ne úplně jasná, pravděpodobně regulace osmoregulace a svalové kontrakce hladké svaloviny urogenitálního traktu
- podobně jako neurohypofýza složeno z nervové tkáně, těla nervů v míše
- axony v kontaktu s cévami procházejícími ledvinami
 - neurohemální spojení (sekrece do krevního oběhu)
- hormony **urotensin I a II** (peptidy), zdá se, že v jednom typu buněk, hormony jsou podobné kortikotropin-uvolňujícímu hormonu (I) a somatostatinu (II) mění:
 - permeabilitu membrán pro vodu a sodík
 - zvyšují krevní tlak (u potkana snižují ???)
 - indukují kontrakci hladké svaloviny (zejména urogenitální trakt)
- u paryb pravděpodobně v podobě jednotlivých neurosekrečních neuronů (20x větších než normální motoneurony), tzv. **Dahlgrenovy buňky**
- malé Dahlgrenovi buňky u *Holostei*, *Chondrostei* a *Dipnoi*, náznaky nebo nic u kruhoústých

Urotensin II

- U savců v srdci, cévách, mozku, endokrinní tkáně
- nejsilnější savčí peptidový vasokonstriktor, funkce ale není úplně známá
- aktivní peptid je 11 AMK peptid odštěpovaný z dvou isoform prepro-urotensinu II (prepro-urotensin II má 124 a 139 AMK, pro člověka)
- Koncový cyklický hexamer ((-CYS*-TRY-LYS-TRP-PHE-CYS*-), (*bridged CYS residues)) je konzervován od latimérie po člověka (odhadem 560mil. let)





Příklady hormonů asociovaných s tkání a ne přímo s konkrétní žlázou

- uvolňují se do oběhu a působí tak na velké vzdálenosti
- peptidové i steroidný typy

Pro osmoregulaci:

- Srdce** - *atriální natriuretický peptid* (ANP), syntéza svalem předsíně
- *mozkový natriuretický peptid* (BNP), syntéza svalem komory
 - stimulace vylučování Na^+ , antagonistické k renin-angiotensin
 - *adrenomedullin* (také v dřeni nadledvin a v endoteliích cév)
 - stimulace vasodilatace, vylučování Na^+ , vody

Hormony odvozené od aminokyselin

Katecholaminy (adrenalin x noradrenalin = epinephrin x norepinephrin, dopamin)

- odvozeno od katecholu, základem je molekula tyrosinu
- adrenalin častěji systémové účinky, noradrenalin častěji neurotransmitter
- hormony a neurotransmitery v mozku a sympatickém nervovém systému
- produkce tzv. chromafinní tkání
- tzv. adrenergní účinky

α_1 -adrenergní -> konstrikce hladké svaloviny (cévy + některé svaly), snížení uvolňování reninu, u některých druhů zvýšení jaterní glykogenolyze a produkce potních žlaz

α_2 -adrenergní -> konstrikce hladké svaloviny a snížení uvolňování inzulinu

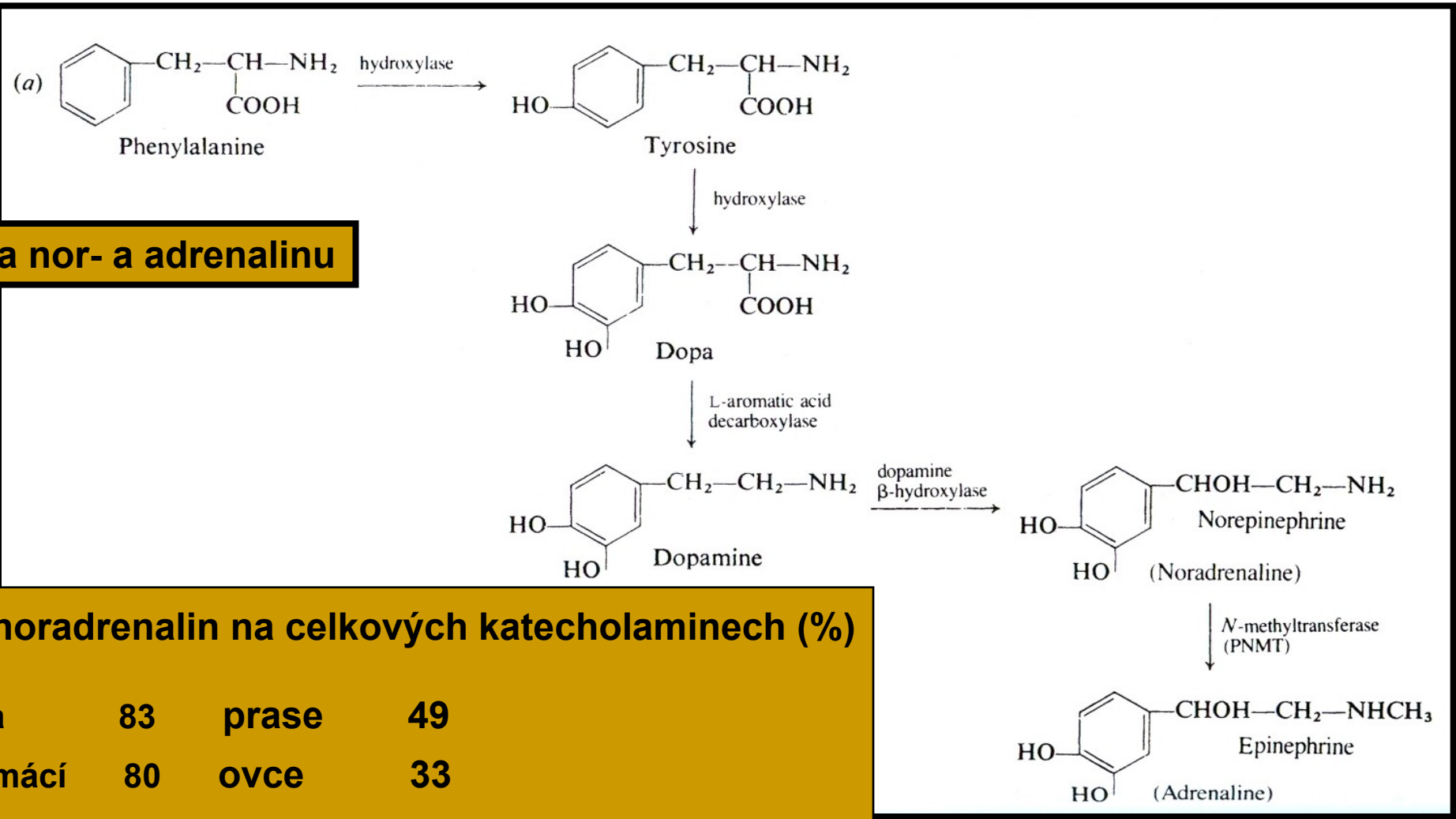
β_1 -adrenergní -> posílení srdeční kontrakce, zvýšení produkce reninu

β_2 -adrenergní -> uvolnění hladké svaloviny (bronchi, cévy), zvýšení glykogenolyze

β_3 -adrenergní receptor – lipolýza a oxidace mastných kyselin

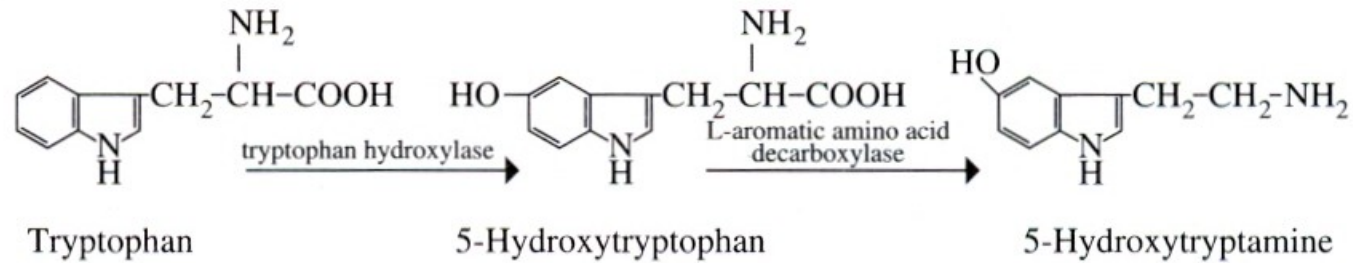
- receptory jsou spojeny s G-proteiny a mají 7 transmembránových domén
- tyto receptory patří do rodiny receptorů pro: kalcitonin, glucagon, sekretin, vasoaktivní intestinální peptid, vasopresin, oxytocin

Syntéza nor- a adrenalinu

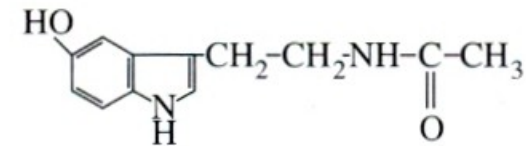


Podíl noradrenalinu na celkových katecholaminech (%)

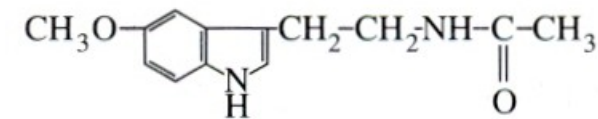
velryba	83	prase	49
kur domácí	80	ovce	33
žralok	68	tur	26
mořská želva	60	člověk	17
holub	55	potkan	9
Xenopus	55	králík	2
ropucha	55	morče	2



N-acetyltransferase (NAT)



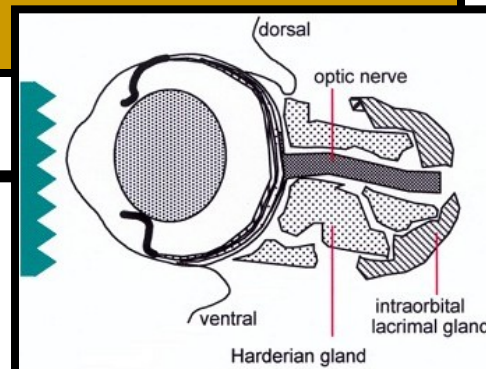
hydroxyindole-O-methyltransferase (HIOMT)



Melatonin

Melatonin (MT; N-acetyl-5methoxytryptamine)

- produkován zejména v epifýze pinealocyty
- produkce se rytmicky střídá s dnem a nocí (tma indukuje jeho produkci)
- nositel informace o střídání denní a roční doby pro ostatní žlázy a tkáně, regulace pigmentace obojživelníků (distribuce melaninu v melanocytech)
- výskyt také v retině, v střevě, v Harderianově žláze a některých dalších tkáních



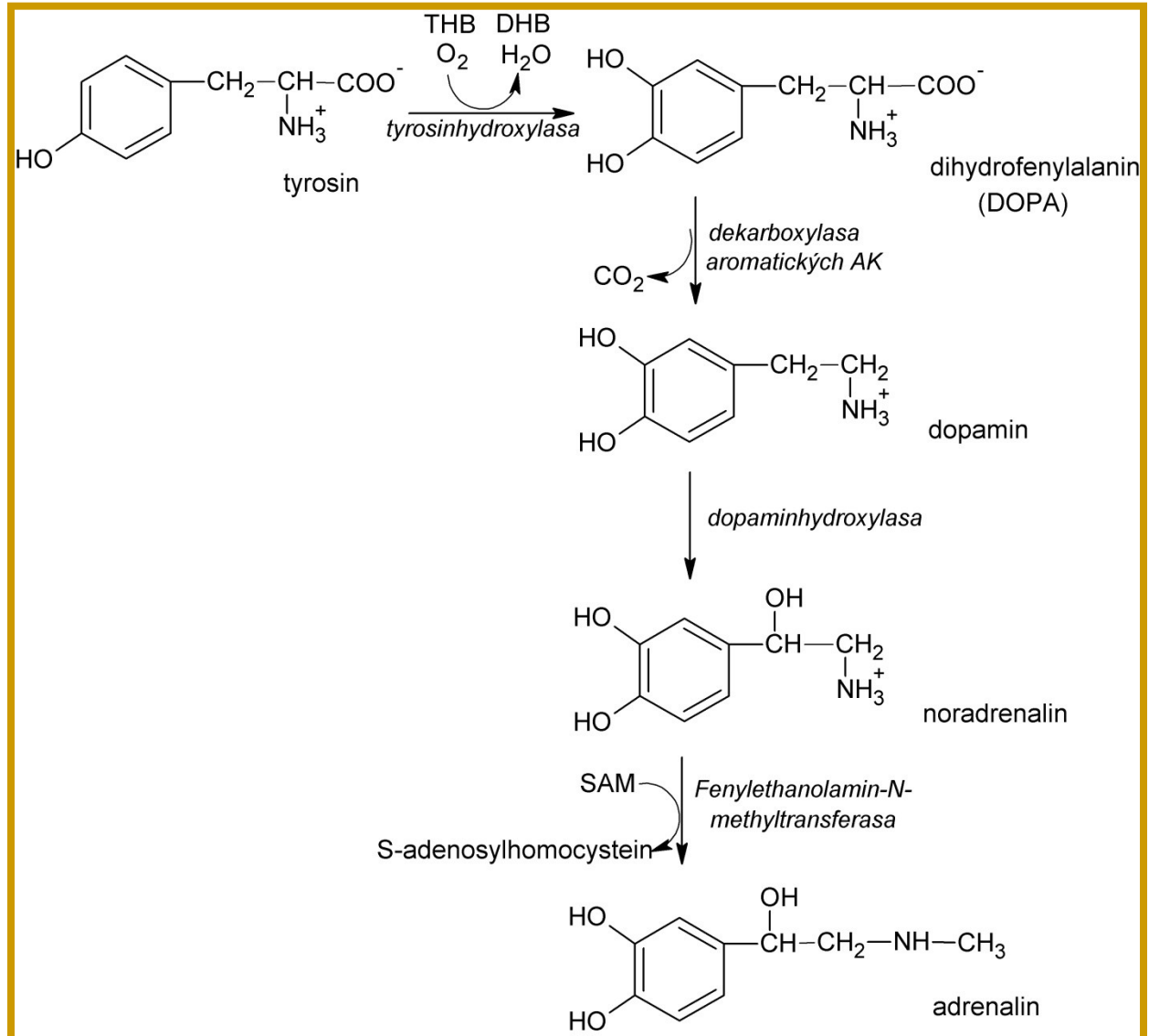
Dopamin

- faktor inhibující uvolnění prolaktinu – PIF (produkce hypotalamem, statin)

- obecně utlumující hormon v rámci endokrinního systému, podobné

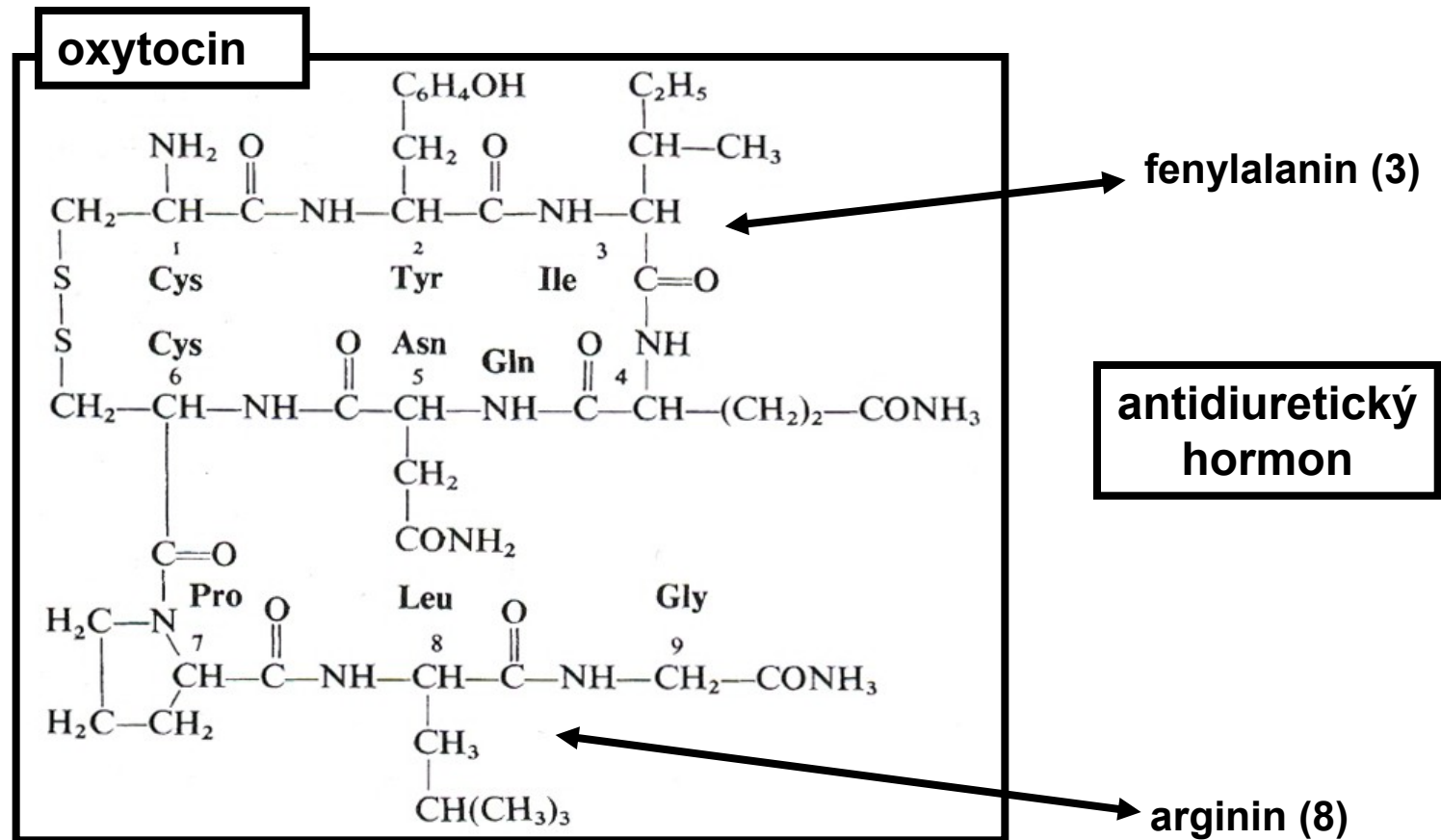
somatostatinu

- katecholamin, prekurzoch adrenalinu a noradrenalinu



Peptidové hormony neurohypofýzy

1. **antidiuretický hormon** -ADH (arginine-vasopresin AVP) – zvýšení resorbce vody v ledvinách a snížení tvorby moči
2. **oxytocin** – kontrakce dělohy a iniciace ejekce mléka, u samců snad ejakulace



Homologní hormony (~ 12) u všech obratlovců, u savců a ptáků často produkovány i ovárií a testes. Substituované molekuly v poyici 2, 3, 4, 8.

arginine vasopresin – savci

arginine vasotocin (kruh oxytocinu a postranní řetězec vasopresinu) – ostatní obratlovci
oxytocinu podobný peptid – 8 variant (u savců vzácně)

mesotocin (Ile na 8) – ptáci, plazi, obojživelníci, plicnaté ryby, klokani

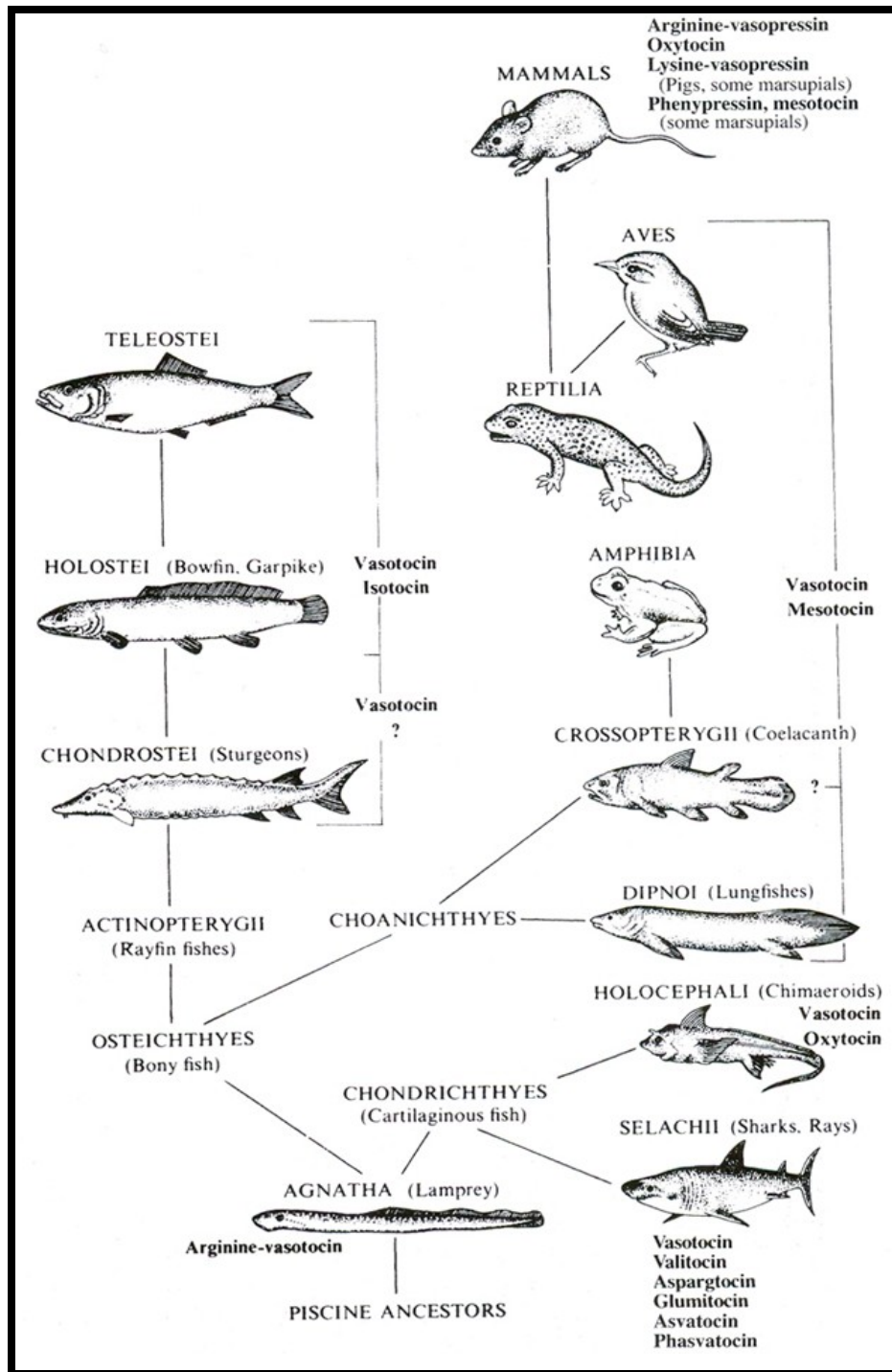
isotocin (Ile na 8, serin na 4) – mnohé kostnaté ryby

... **glumitocin, valitocin, aspargtocin, asvatocin, fasvatocin** (paryby)

Polymorfismus u nepřezvýchavých sudokopitníků (*Suiformes*)

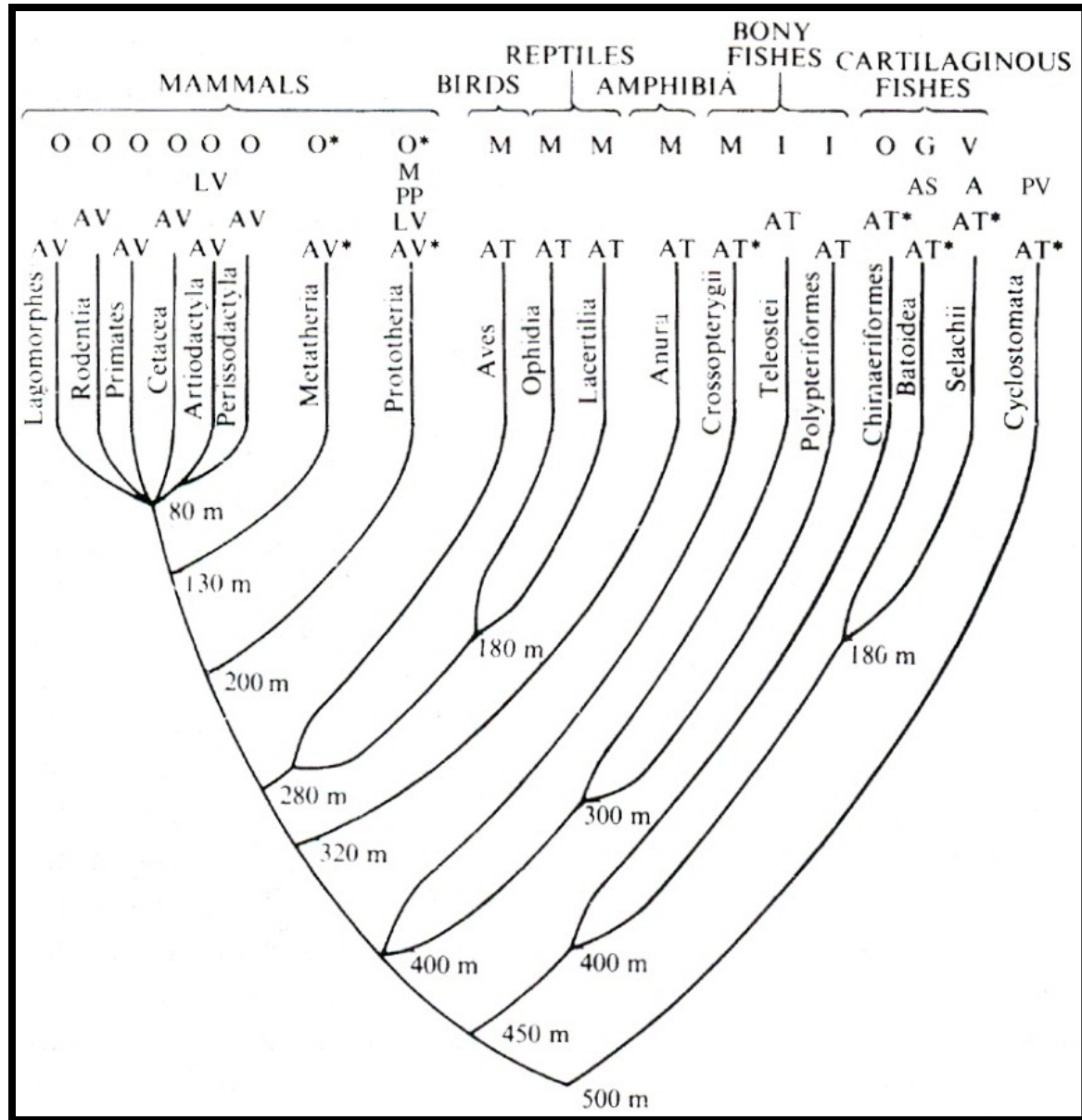
- mnozí vasopresin s lyzinem místo argininu (pozice 8) tzv. lyzin vasopresin
prase domácí má lyzin vasopresin a oxytocin, ostatní mohou mít oba
vasopresiny, případně jeden z nich (homozygoti, heterozygoti)





Hormony neurohypofýzy u různých skupin obratlovců

Evoluce hormonů neurohypofýzy

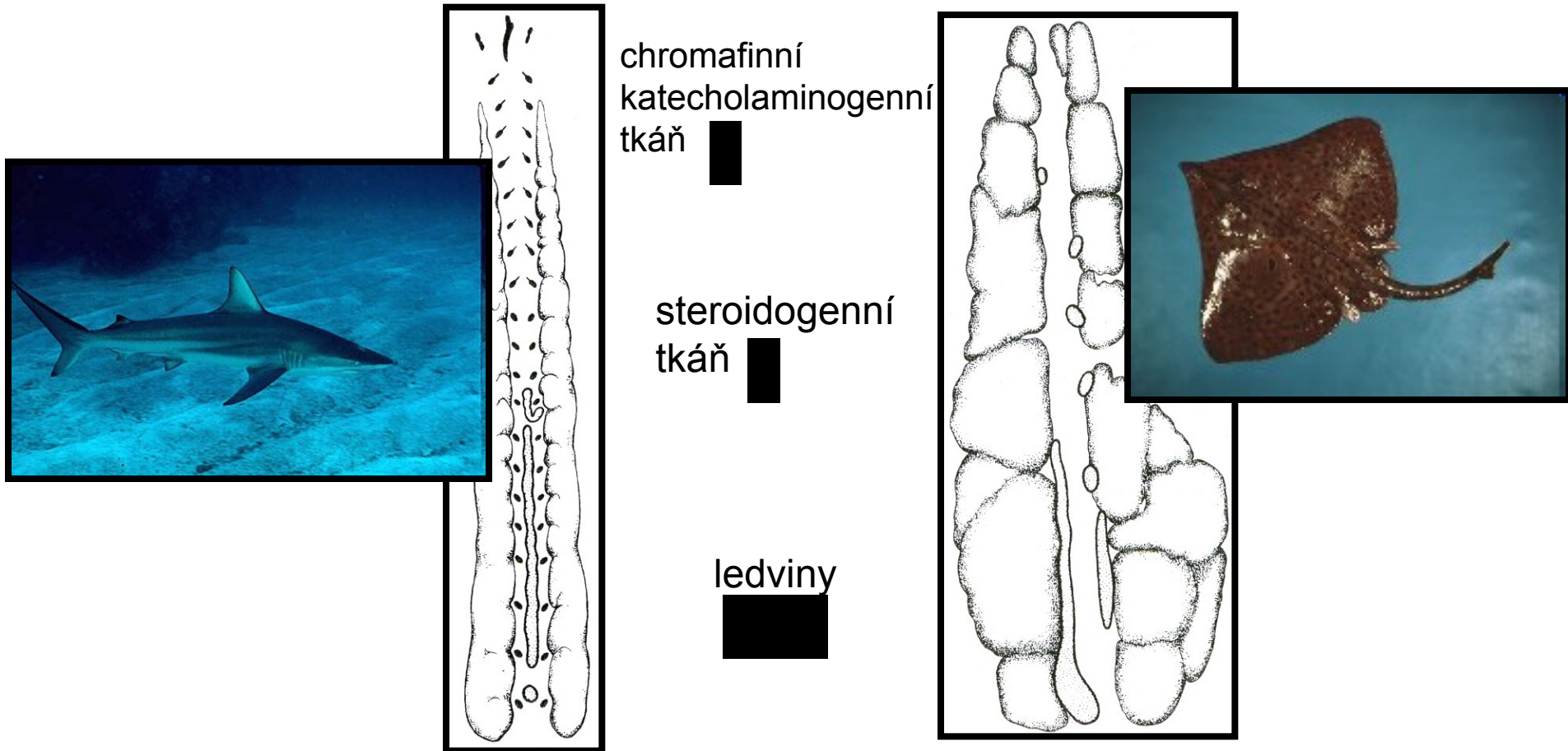


- A – aspargtocin
- AS – asvatocin
- AT – arginin vasotocin
- AV – arginin vasopresin
- G- glumitocin
- LV – lyzine vasopresin
- M – mesotocin
- O – oxytocin
- PP – phenypressin
- PV – phasvatocin

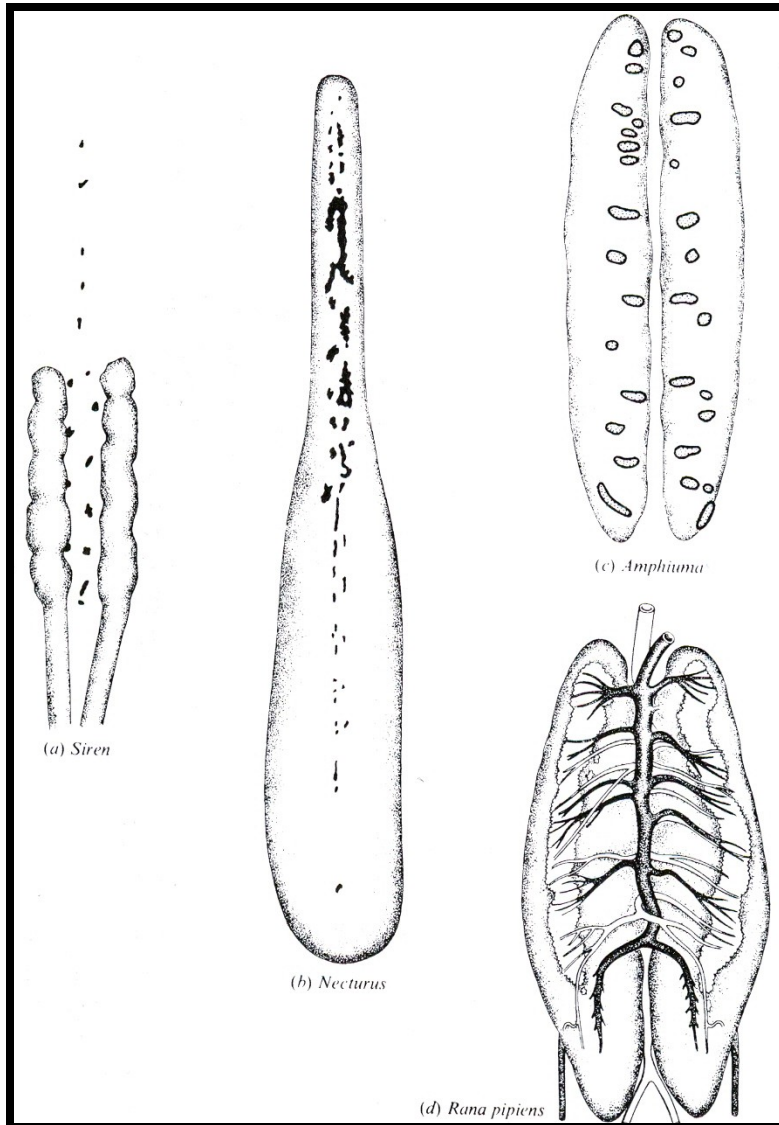
m ~ miliony let

Fylogeneze nadledvin

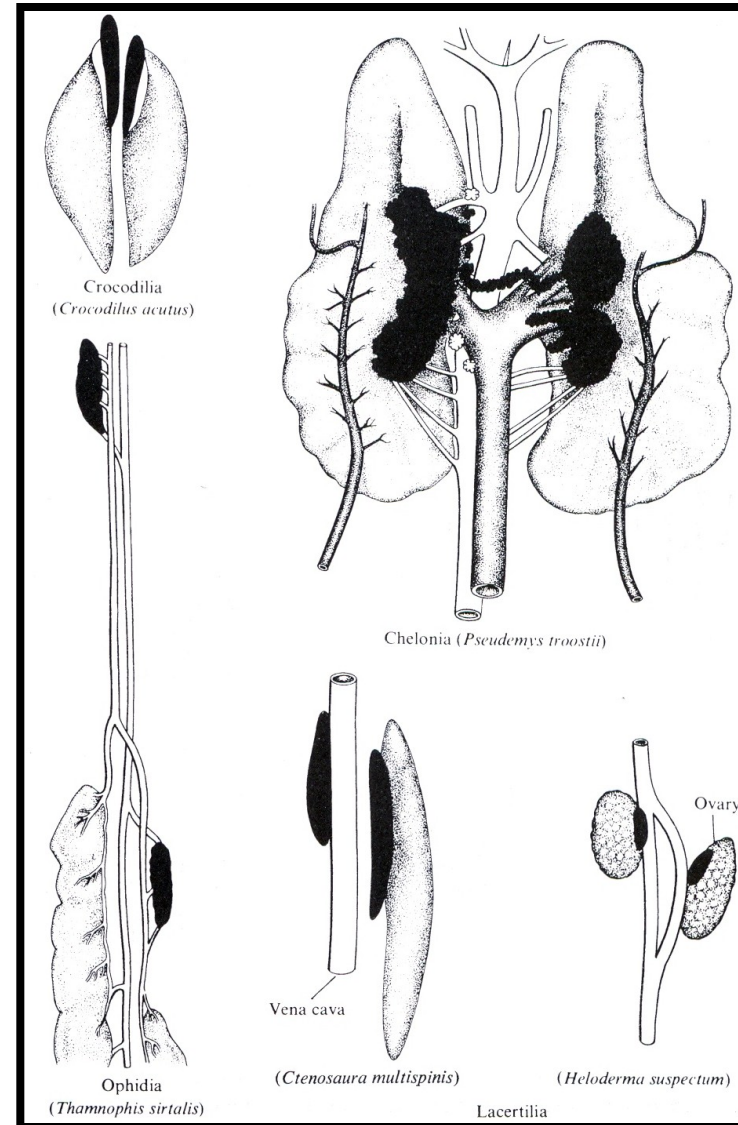
- vždy v zadní části těla v blízkosti ledvin
- s fylogenezí integrace chromafinní tkáně (dřeň) se steroidogenní tkání (kůra)



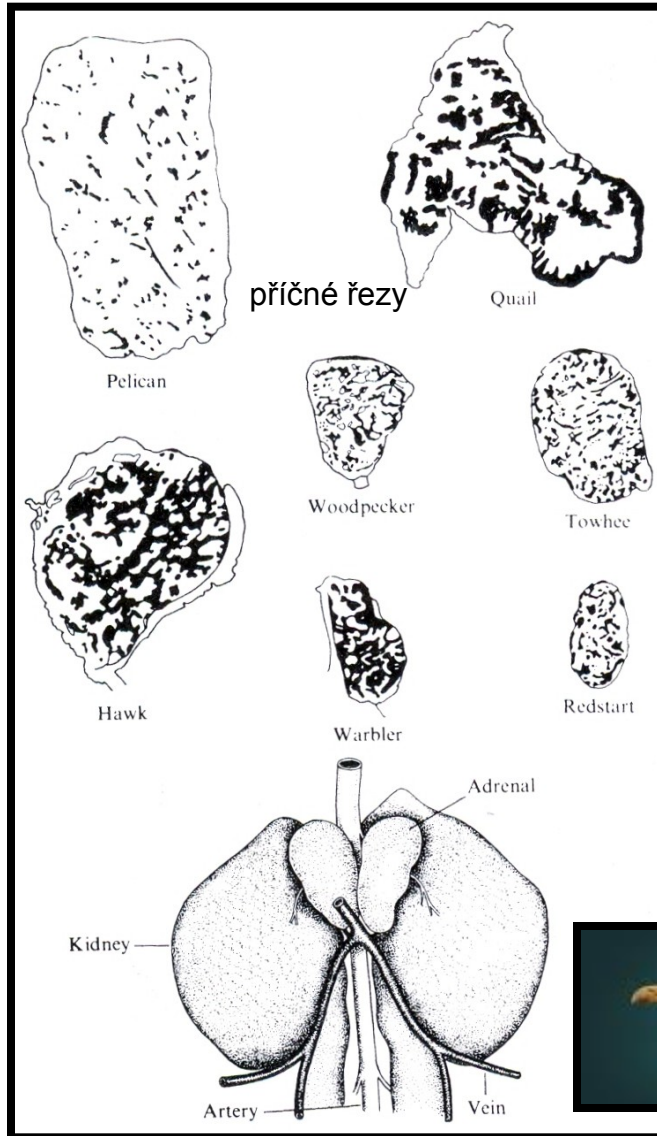
obojživelníci



plazi



ptáci



savci

