

# RACIONÁLNÍ VÝŽIVA

- Kvantitativní hledisko
- Kvalitativní hledisko
- Nadstavba**
- Estetické hledisko
- Socio-ekonomické hledisko

# VÝŽIVA

Vyvážená strava člověka musí obsahovat:

- cukry (50 –55 %)
- tuky (30 %)
- bílkoviny (15 –20 %)
- vitaminy, různé anorganické látky
- vodu - denní potřeba odpovídá 2,4 l
- Z tohoto objemu přijímá dospělý člověk
  - vodu v objemu kolem 1200 ml,
  - 900 ml je přijato ve stravě
  - 300 ml vody je vytvořeno během metabolické přeměny

Denní potřeba energie je:

- u dospělého muže ~12600 kJ
- u dospělé ženy ~9200 kJ
- skutečná potřeba však závisí na:
  - tělesné hmotnosti
  - rozsahu tělesné aktivity
  - dalších fyziologických a patofyziologických faktorech

# VODA, VITAMÍNY, MINERÁLY VE VÝŽIVĚ

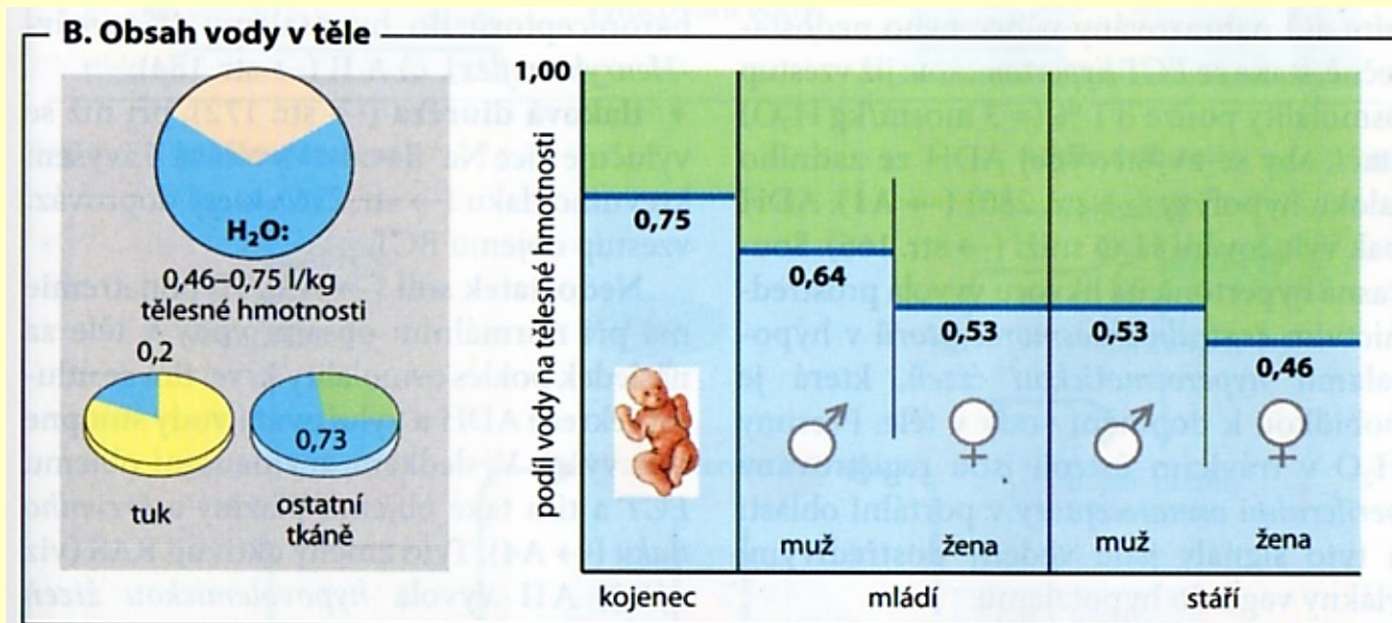
---

## VODA

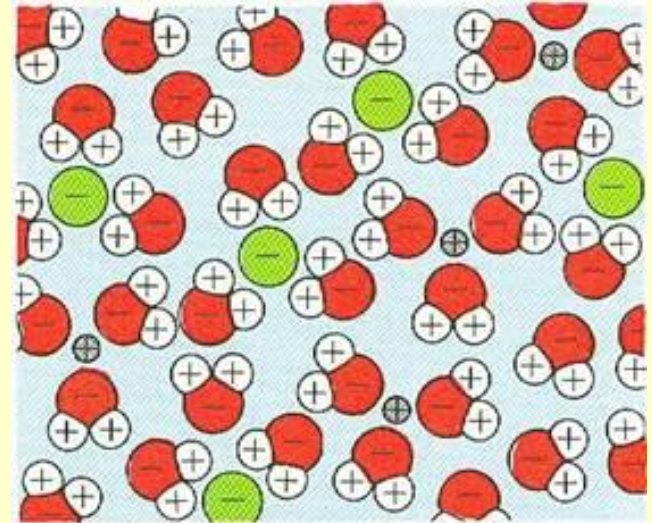
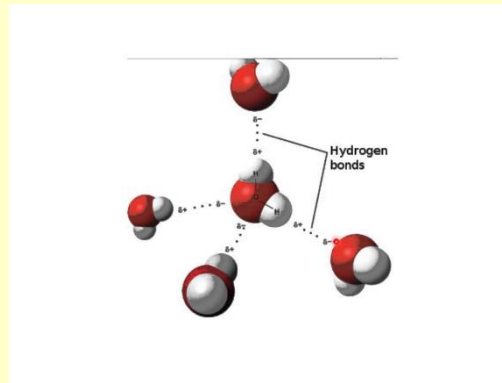
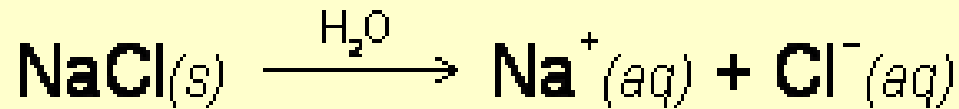
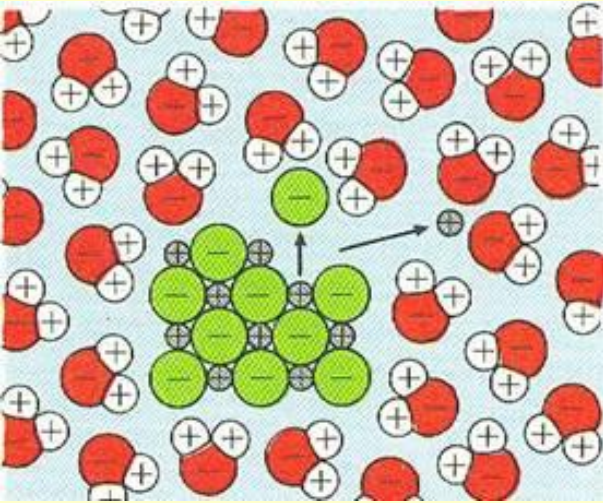
- 50-70% tělesné hmotnosti, novorozenci
- 2/3 intracelulárně, 1/3 extracelulárně
- Metabolismus
- kompartmentalizace
- fylogenetické hledisko

# Voda a její funkce v lidském těle

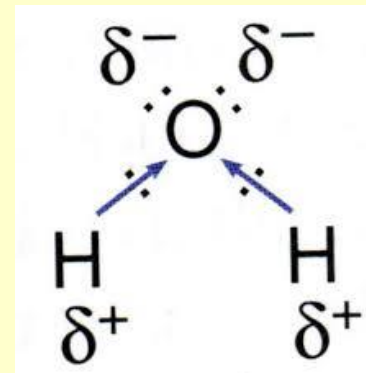
- Transportní prostředí, rozpouštědlo, zvlhčování a ochrana sliznic
- Věk, pohlaví, hmotnost



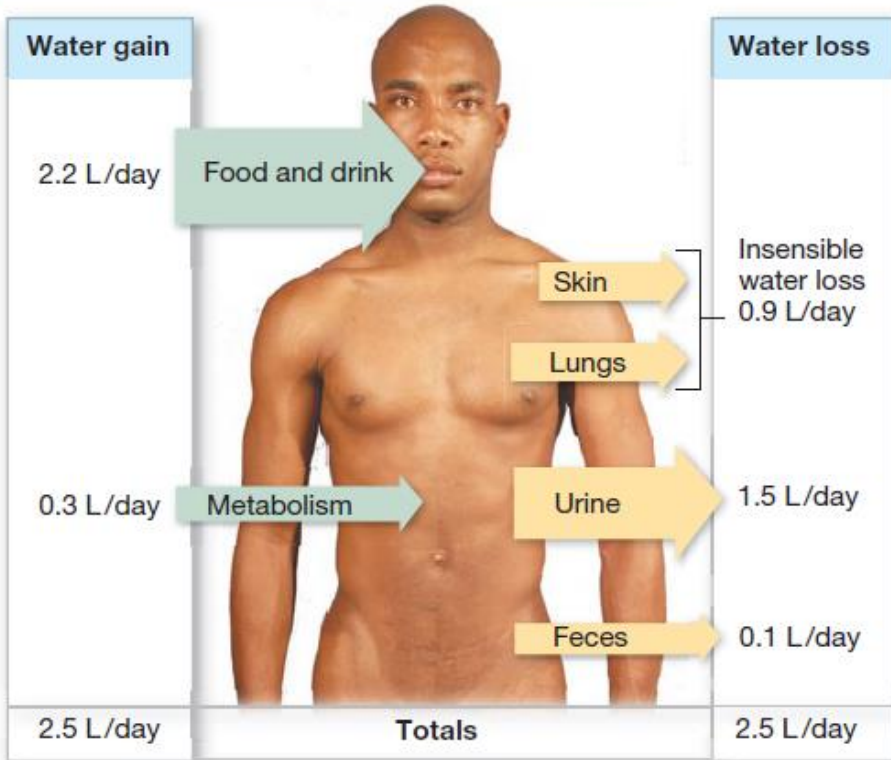
# Voda je polární rozpouštědlo



Dobře se rozpouštějí iontové sloučeniny a sloučeniny s polární vazbou a polárními skupinami v molekule (cukry, ethanol apod.)



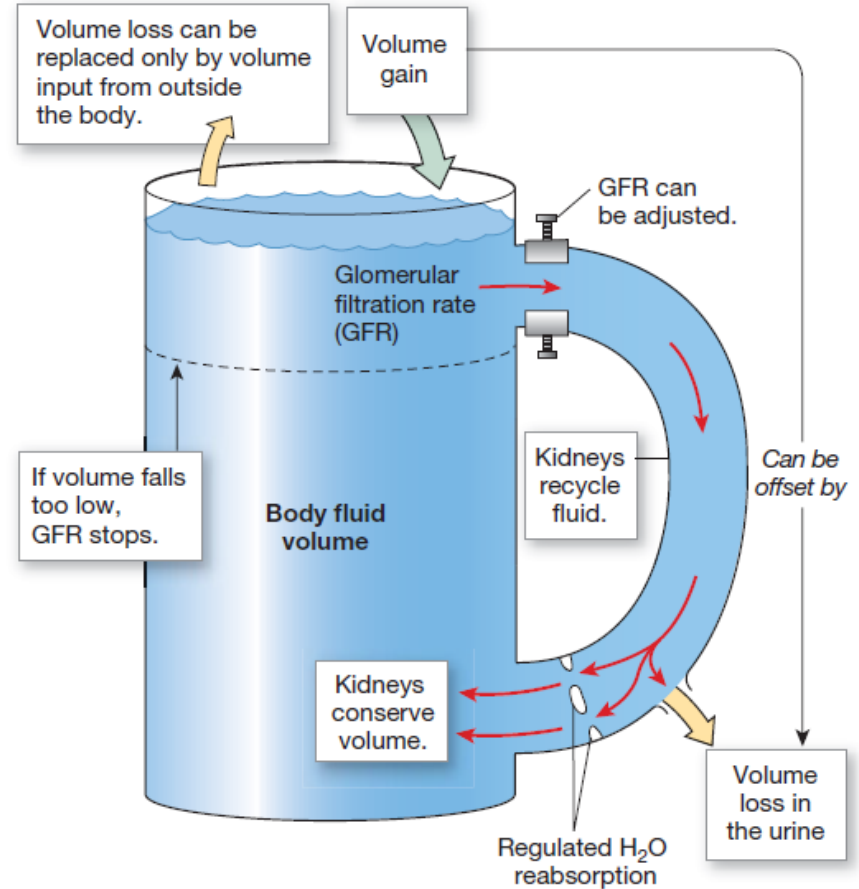
## WATER BALANCE IN THE BODY



$$\text{Intake } 2.2 \text{ L/day} + \text{Metabolic production } 0.3 \text{ L/day} - \text{Output } 2.5 \text{ L/day} = 0$$

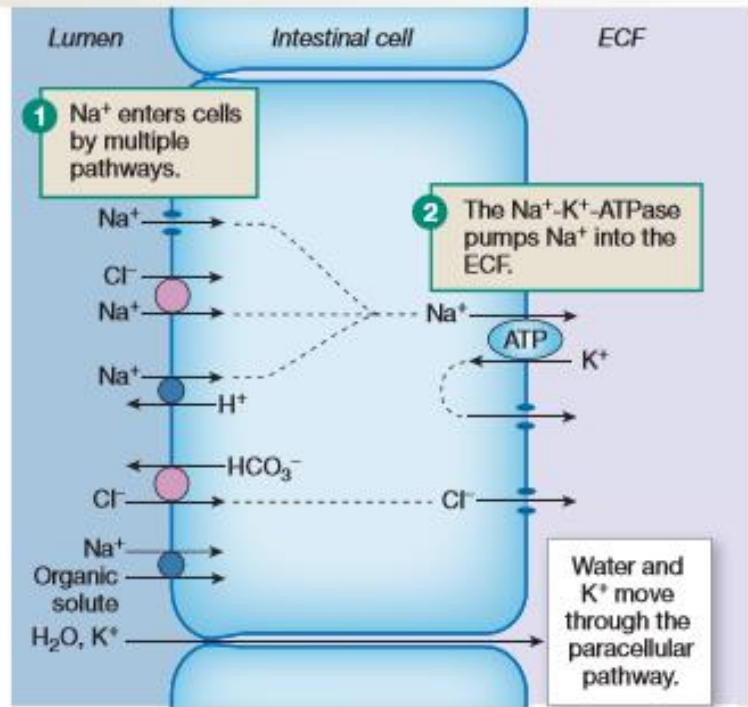
## THE KIDNEYS CONSERVE VOLUME

Kidneys cannot restore lost volume. They only conserve fluid.

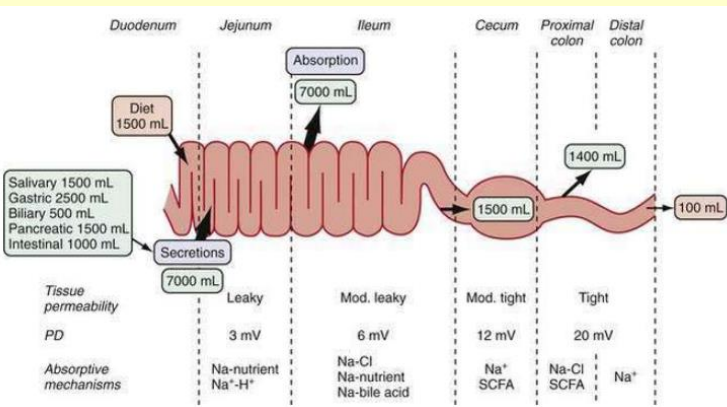
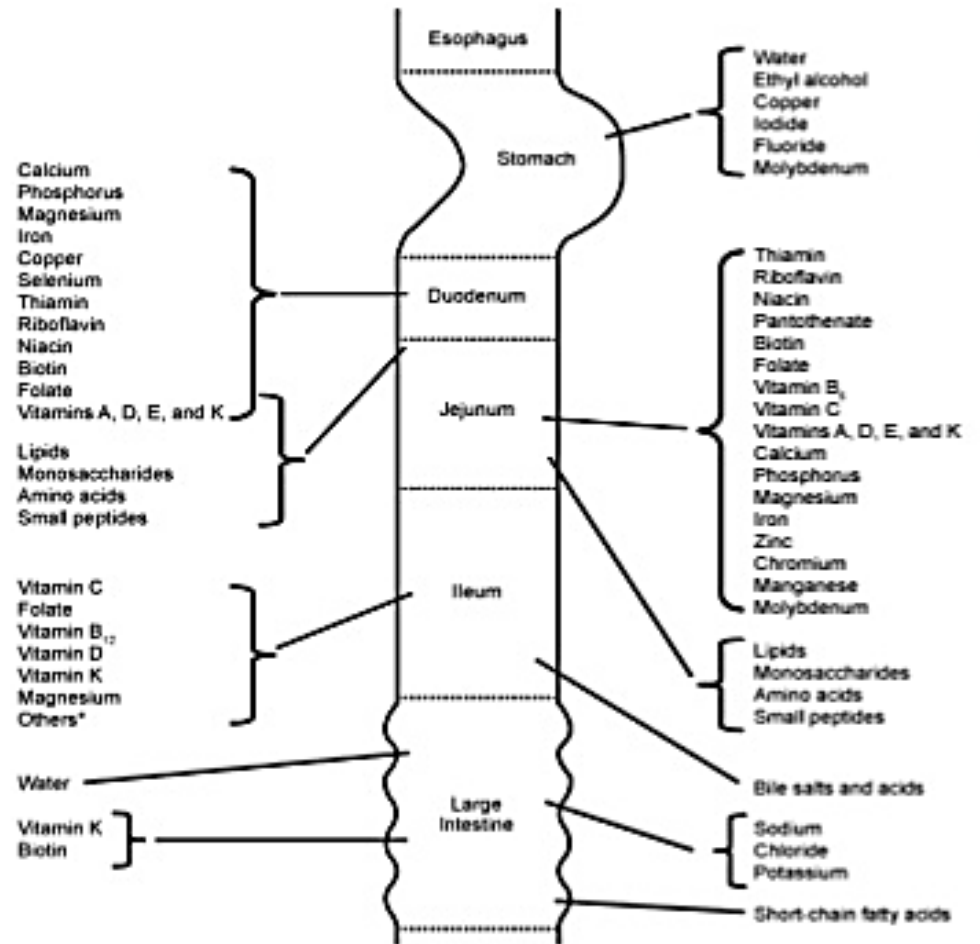




**(c) Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, and water absorption**



# ABSORPTION



## OBSAH VODY V RŮZNÝCH TKÁNÍCH (muž, 70 kg)

	% VODY
KREV	83%
SVALY	76%
KŮŽE	72%
KOSTI	22%
TUKY	10%
ZUBNÍ SKLOVINA	2%



# VODA

```
graph TD; VODA[VODA] --> ITC[INTRACELULÁRNÍ TEKUTINA]; VODA --> ETC[EXTRACELULÁRNÍ TEKUTINA]; ITC --- ITC_data["40% tělesné hmotnosti  
60% tělesné vody  
30 l"]; ETC --- ETC_data["20% tělesné hmotnosti  
40% tělesné vody  
15 l"];
```

## INTRACELULÁRNÍ TEKUTINA

40% tělesné hmotnosti

60% tělesné vody

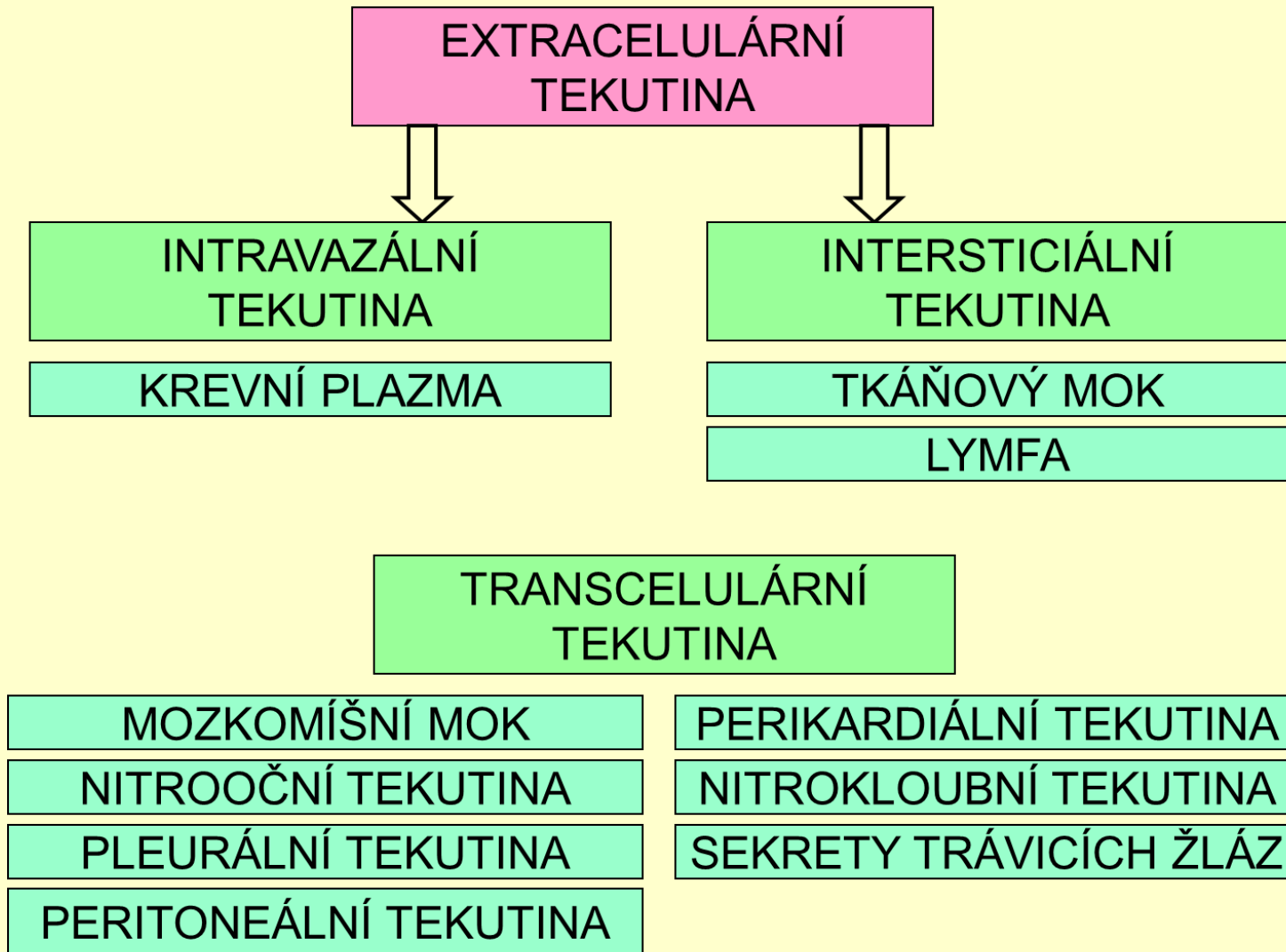
30 l

## EXTRACELULÁRNÍ TEKUTINA

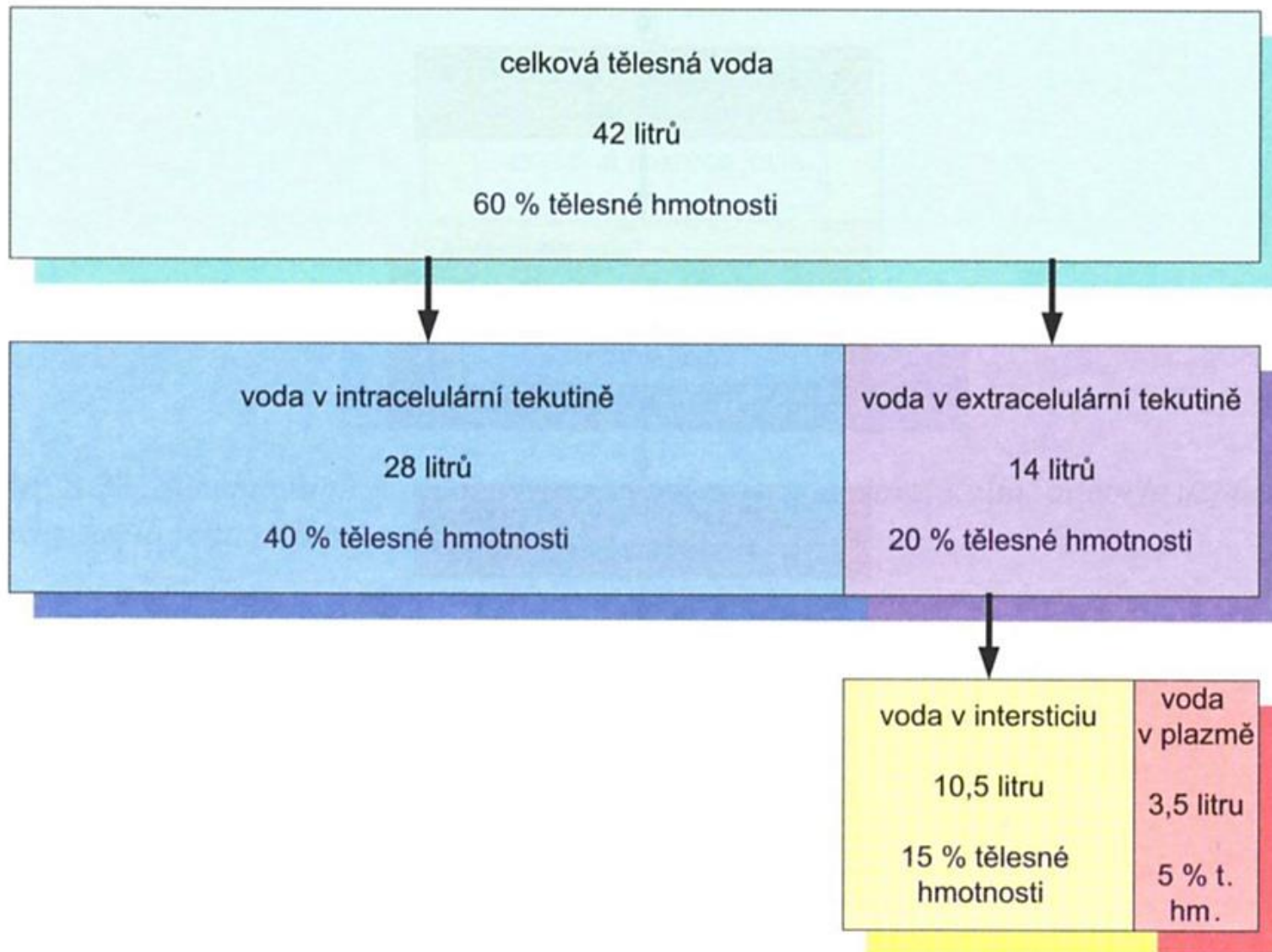
20% tělesné hmotnosti

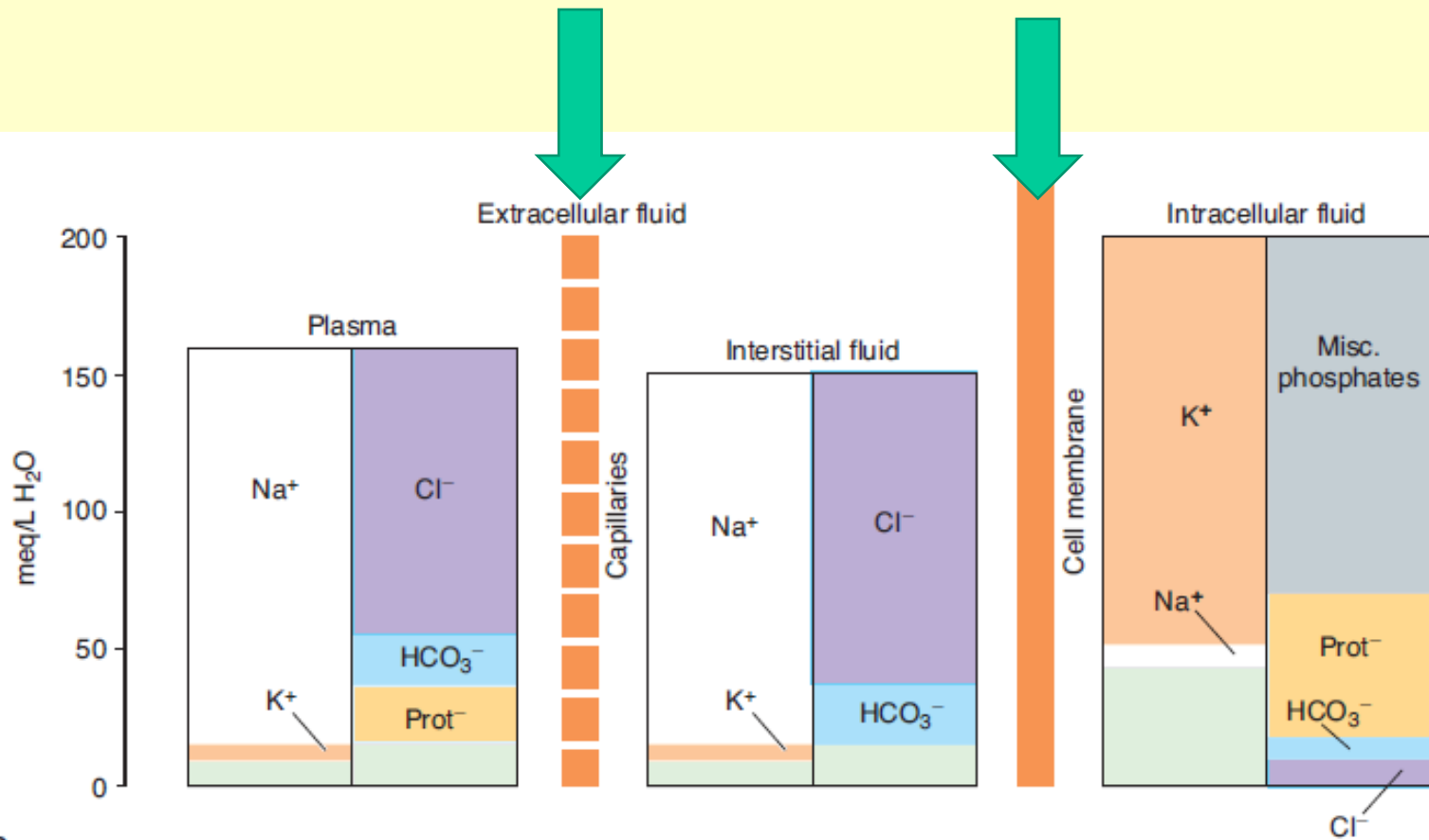
40% tělesné vody

15 l



**Klinická vyšetření:** hodnocení elektrolytů extracelulárně





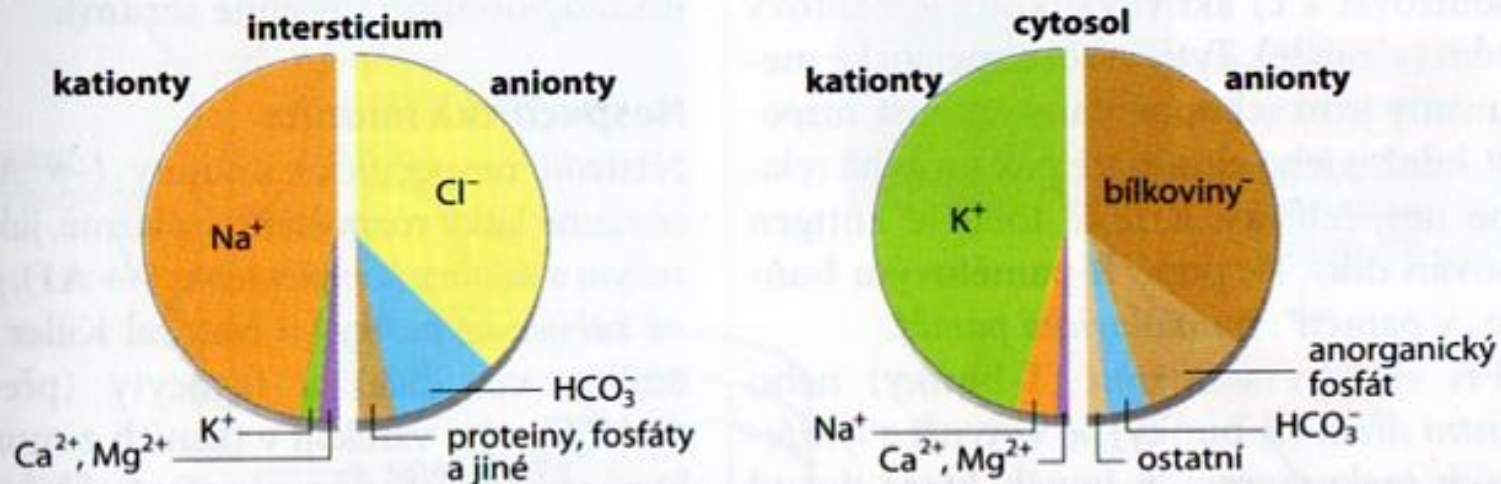
B

**FIGURE 1-1 Organization of body fluids and electrolytes into compartments.** A) Body fluids are divided into Intracellular and extracellular fluid compartments (ICF and ECF, respectively). Their contribution to percentage body weight (based on a healthy young adult male; slight variations exist with age and gender) emphasizes the dominance of fluid makeup of the body. Transcellular fluids, which constitute a very small percentage of total body fluids, are not shown. Arrows represent fluid movement between compartments. B) Electrolytes and proteins are unequally distributed among the body fluids. This uneven distribution is crucial to physiology. Prot<sup>-</sup>, protein, which tends to have a negative charge at physiologic pH.

Chemický gradient  
Elektrický gradient

Malé polární a nepolární molekuly  
Velké polární molekuly, ionty

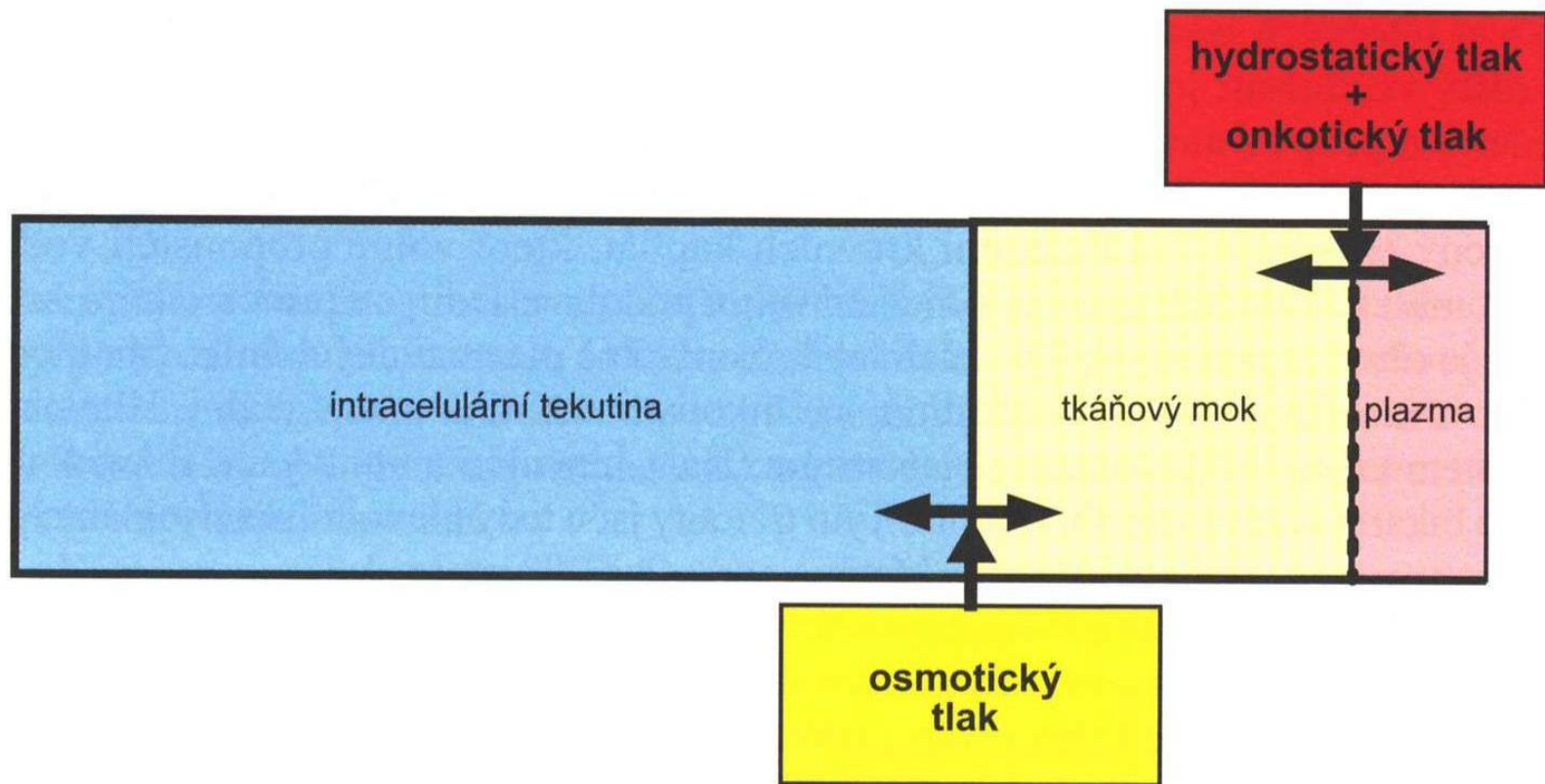
### C. Iontové složení tělesných tekutin



		mval/l (mmol/l)			
iont		plazma	voda plazmy	intersticiium	cytosol
kationty	Na <sup>+</sup>	142	153	145	okolo 12
	K <sup>+</sup>	4,3	4,6	4,4	okolo 140
	volné Ca <sup>2+</sup>	2,6 (1,3*)	2,8 (1,3)	2,5 (1,5)	< 0,001
	volné Mg <sup>2+</sup>	1,0 (0,5**)	1,0 (0,5)	0,9 (0,45)	1,6
	součet	150	162	153	oko 152
anionty	Cl <sup>-</sup>	104	112	117	okolo 3
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24	36	27	10
	anorganický fosfát	2	2,2	2,3	okolo 30
	bílkoviny	14	15	0,4	okolo 54
	jiné	5,9	6,3	6,2	okolo 54
	součet	150	162	153	okolo 152

\*) celkové Ca v plazmě 2,5 mmol/l; \*\*) celkové Mg v plazmě 0,9 mmol/l





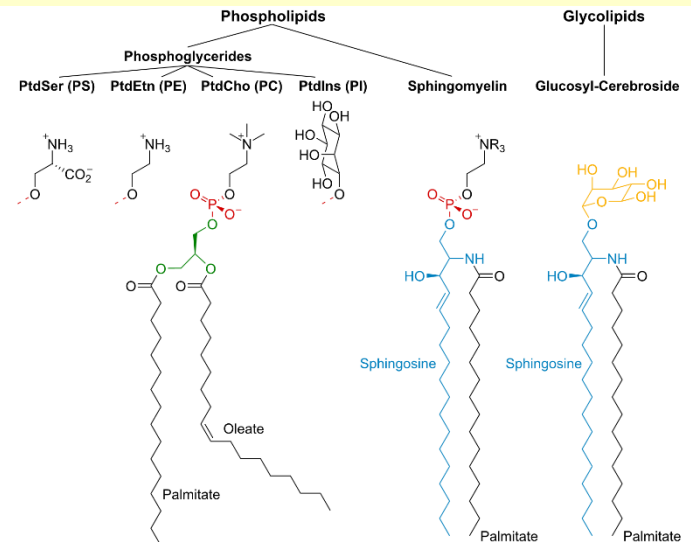
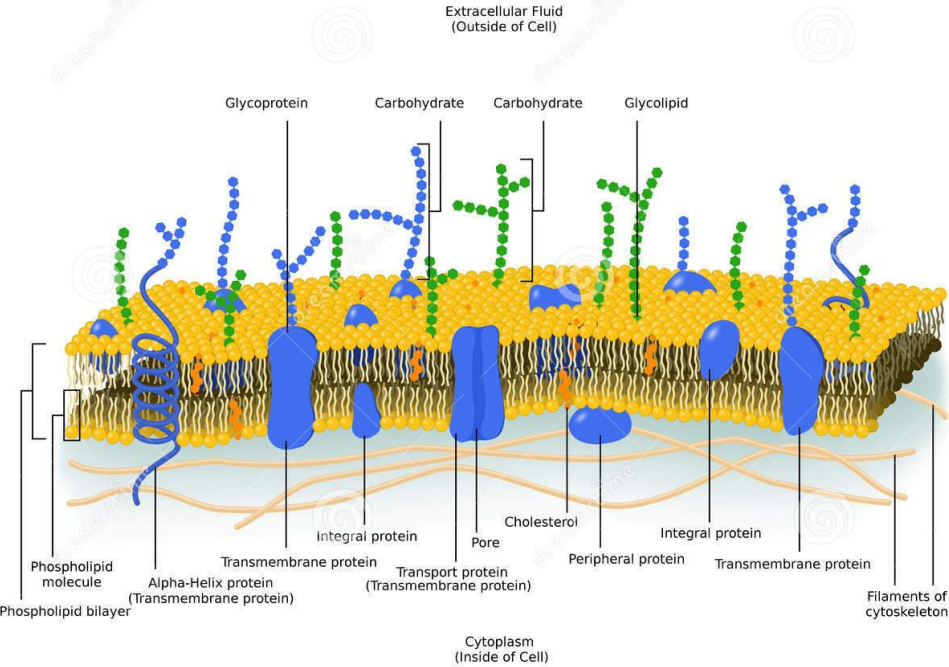
**Obr. 8.41** Síly zodpovědné za pohyb materiálu přes bariéry oddělující hlavní kompartmenty tělesných tekutin

- prostup iontů přes obě bariéry není stejný
- pohyb vody

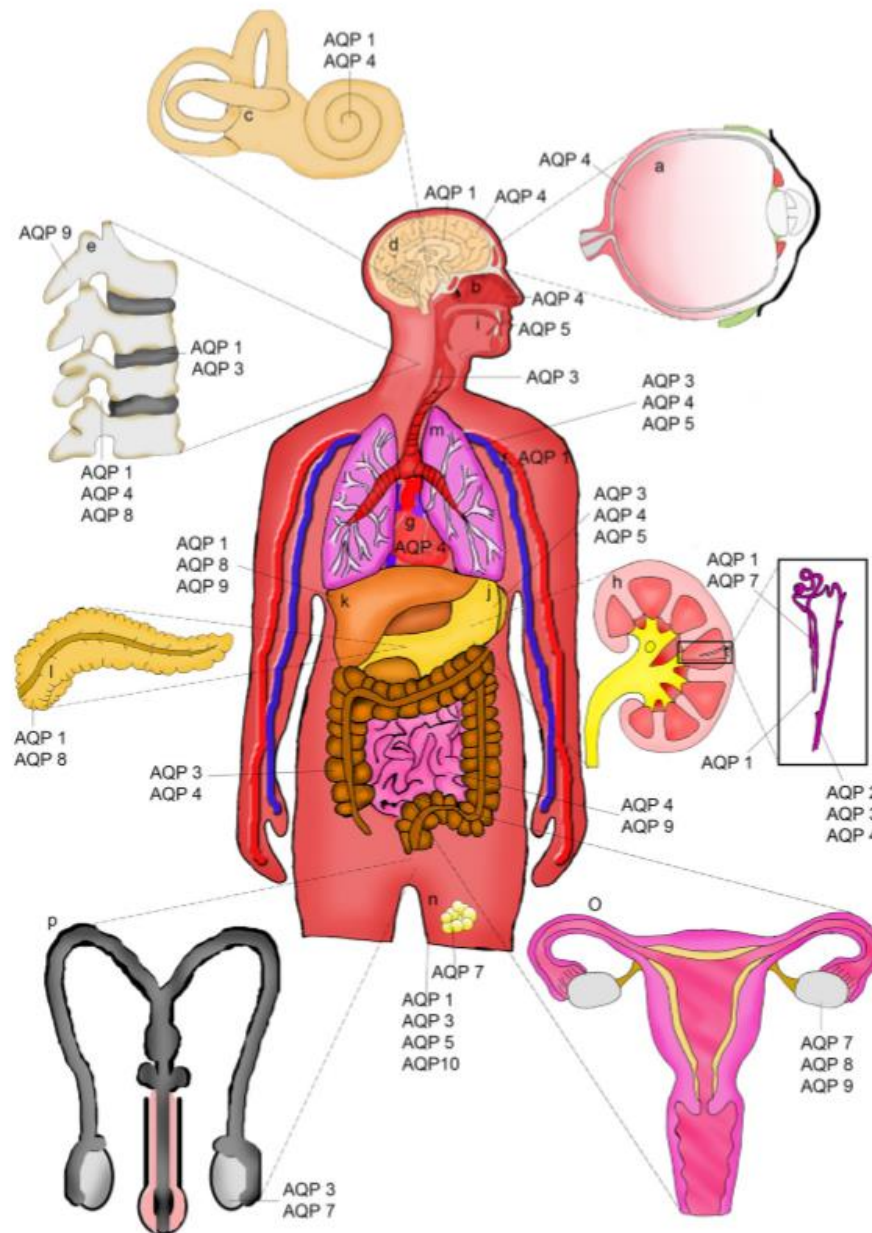
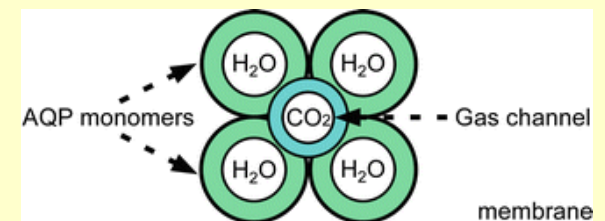
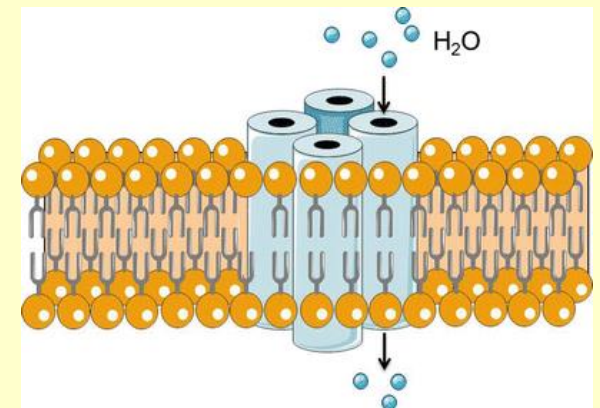
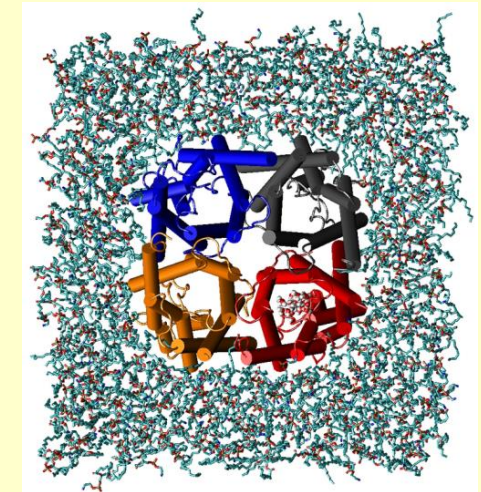


# Pohyb vody přes plasmatickou membránu

## Cell Membrane

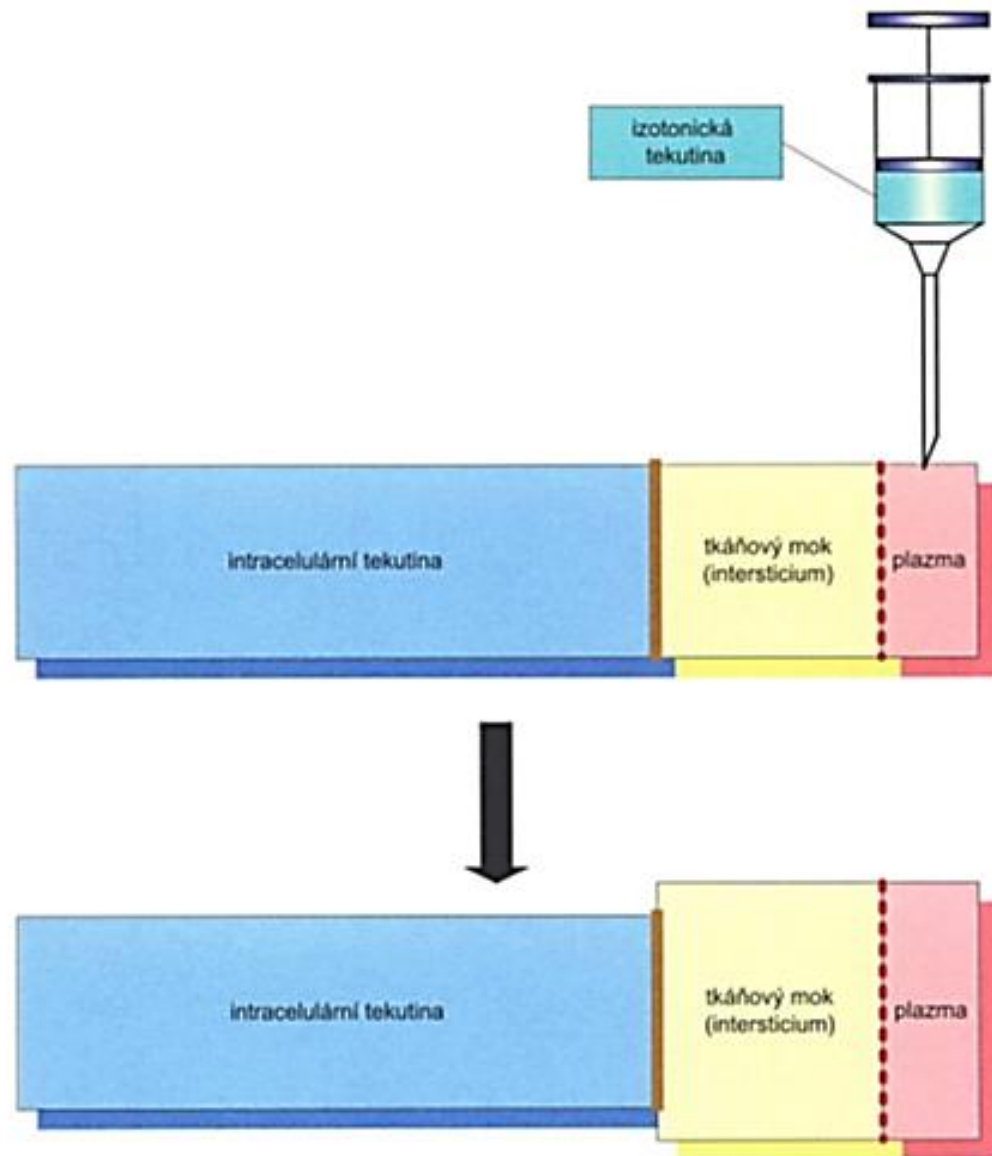


# Akvaporiny



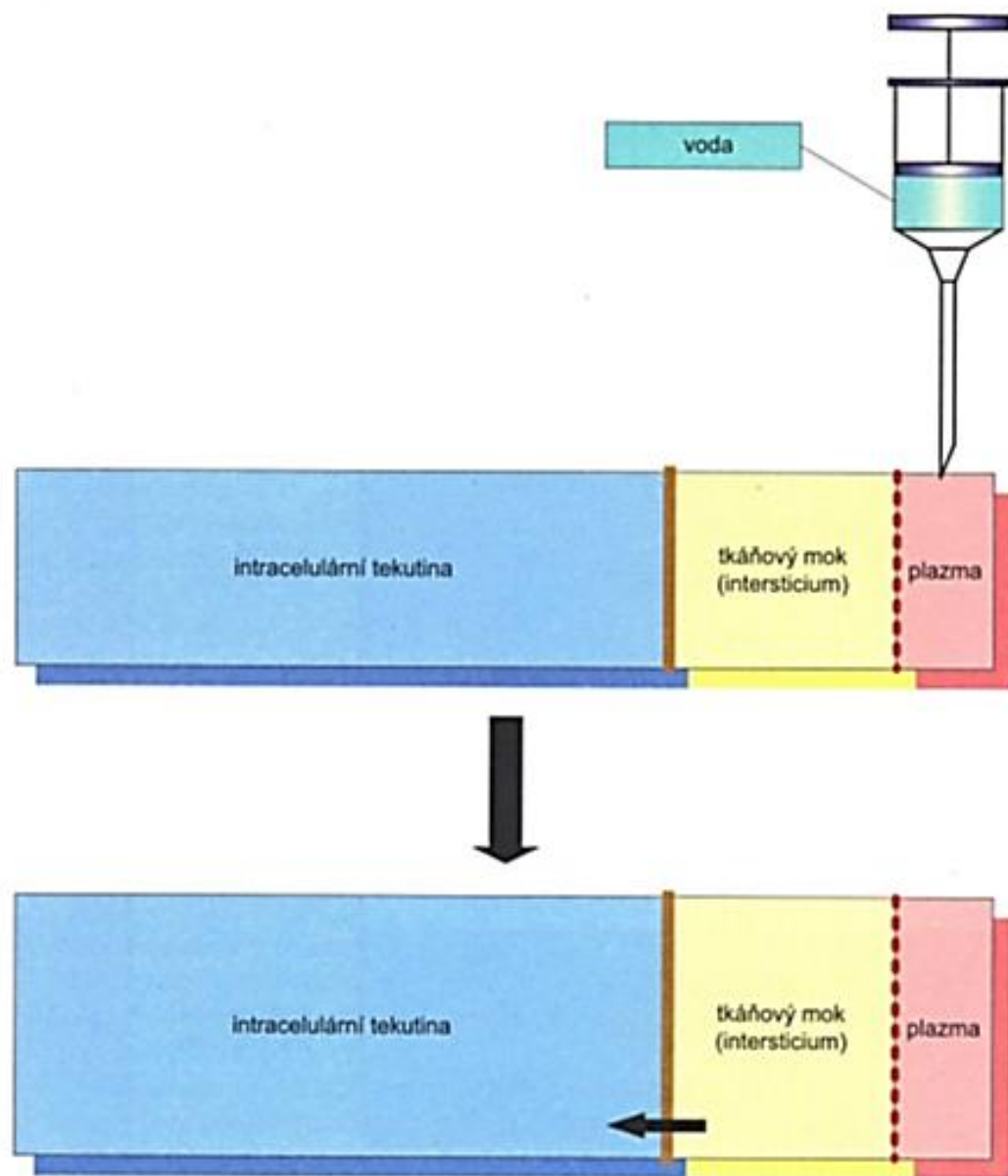
**Fig. 1.** Aquaporin expression in humans. The figure shows the wide distribution of AQP water channels throughout the human body. Organs are highlighted, starting at top right; within each organ, the major AQPs involved in transcellular water flow are denoted; a) Retina – AQP4, b) Olfactory epithelium – AQP4, c) The inner ear – AQP4 and AQP1, d) Brain – AQP4 in astrocytes and AQP1 in choroid plexus, e) Spinal cord – AQP1, AQP4 and AQP8; Nucleus pulposus cells of the intervertebral disc – AQP1 and AQP3; Osteoclasts – AQP9, f) Blood vessels – AQP1 in endothelial cells, g) Heart – AQP4, h) Kidney (showing the nephron in detail) – AQP1, AQP2, AQP3, AQP4 and AQP7, i) Salivary glands – AQP5, j) Gastrointestinal tract – AQP3, AQP4, AQP5 and AQP9, k) Liver – AQP1, AQP8 and AQP9, l) Pancreas – AQP1 and AQP8, m) Lungs – AQP3, AQP4, AQP5, n) Fat (adipocytes) – AQP7; Skin – AQP1, AQP3, AQP5 and AQP10, o) Female reproductive tract – AQP7, AQP8 and AQP9 in ovaries, and p) Male reproductive system – AQP3 and AQP7 in sperm cells.

System	AQP protein localisation	Role of aquaporins in transcellular water flow	References	
Nervous	Retina – AQP4	Suggested role in Muller cell water balance.	[64]	
	Olfactory epithelium – AQP4	Membrane permeability - link to olfaction.	[65]	
	Inner ear – AQP4 (hensons, claudius and Inner Succus cells), AQP1 (fibrocytes)	AQP4 mediated transcellular water flow in to Henson cells exiting via AQP4 on basal membrane of Claudius cells	[66]	
	Brain – AQP4 astrocytes, AQP1 (choroid plexus)	AQP4 at astrocyte end feet for BBB water permeability. AQP1 secretion of CSF, AQP4 absorption of CSF	[62,47]	
Renal (kidney)	Spinal cord – AQP1, AQP4, AQP8	Localisation of AQPs suggests transcellular water flow from perivascular space to interstitium, into central canal	[54]	
	Proximal tubule – AQP1 (apical and basolateral), AQP7 (apical of convoluted and straight)	Water reabsorption, importance of AQP7 unknown	[9,69]	
	Renal collecting duct cells – AQP2 (apical, sub apical vesicles), AQP3 and AQP4 (basolateral)	Urine concentration by AQP2 AVP mediated water absorption - AQP3 and 4 exit pathways into blood	[63,68]	
	Descending thin limb of henle – AQP1	Water reabsorption	[9]	
	Descending vasa recta – AQP1	Water reabsorption	[9]	
	Connecting tubule – AQP3	Water homeostasis	[9]	
	Integumentary	Skin – AQP1 (endothelia of dermis), AQP3 + 10 (keratinocytes of epidermis), AQP5 (sweat glands)	Homeostasis, glycerol or water transport for skin hydration, sweat excretion	[96–98]
Fat – AQP7 (adipocytes)		Glycerol transport	[102]	
Cardiovascular	Blood vessels – AQP1 strongly expressed in endothelia outside of brain	i.e. Airspace-Capillary osmotic water permeability and heart vasculature	[112]	
	Cardiomyocytes – AQP4	Absorption of excess water from interstitial space into to capillaries	[113]	
Respiratory	Lung alveolar epithelium – AQP5 (apical membrane)	Transcellular water flow route for water absorption and secretion in airway, Role in airway hydration	[117]	
	Airway epithelial lining – AQP3 and AQP4	Possibly provide route for water into capillaries of airway	[87]	
Reproductive	Airway sub-mucosal glands – AQP5 (apical membrane)	Fluid secretions into lumen of submusosal glands for mucous production and hydration	[119]	
	Ovarian granulosa cells – AQP7, AQP8, AQP9	Transcellular water flow in folliculogenesis	[2]	
	Epididymis	Transepithelial water transport and sperm concentration	[129,135,137,138]	
Digestive	Sperm – AQP3, AQP7	CVR to prevent swelling and to aid mobility	[41]	
	Salivary Glands – AQP5 (acinar cells, intercalated duct cells), AQP8 (myoepithelial cells)	Transcellular water transfer in process of primary saliva secretion	[87,147]	
	Oesophagus – AQP3 (stratified epithelia)	Intracellular osmolarity and CVR to water deprived cells	[143]	
	Stomach – AQP3 (stratified epithelia), AQP4 (BLM parietal cells), AQP5 (pyloric gland)	Provide water to cells facing harsh conditions, AQP4 - gastric acid secretion, AQP5 transcellular water secretion for mucous production	[141,143,144]	
	Small intestine – AQP4, AQP9 (goblet cells)	Transcellular colonic fluid transport, AQP9 aids in mucous secretion	[149]	
	Colon – AQP3 (simple + stratified epithelia of distal colon), AQP4 (surface epithelia)	Water absorption from intestine and colonic fluid transport	[144,149]	
	Liver – AQP1 (cholangiocytes), AQP8 (hepatocytes), AQP9 (sinusoidol membrane of hepatocyte)	AQP8 – osmotic driven water transfer and homeostasis, AQP9 – glycerol uptake from blood released by AQP7	[82,152]	
	Pancreas – AQP1 (inter/intralobular ducts), AQP8 (acinar cells)	AQP1 – Transcellular water transfer and pancreatic juice secretion, AQP8 – Pancreatic juice secretion	[146]	
	Musculoskeletal	Muscle fibres – AQP4	Contraction-induced muscle swelling	
		Articular cartilage – AQP1, AQP3	Involved in cell swelling during mechanistic load	[160]
Intervertebral disc – AQP1, AQP3 (nucleus pulposus cells)		AQP1 and 3 involved in NP cell swelling during mechanistic load	[159]	
	Osteoclasts – AQP9	AQP9 osteoclast differentiation and cell fusion – increase in cell volume	[154,156]	

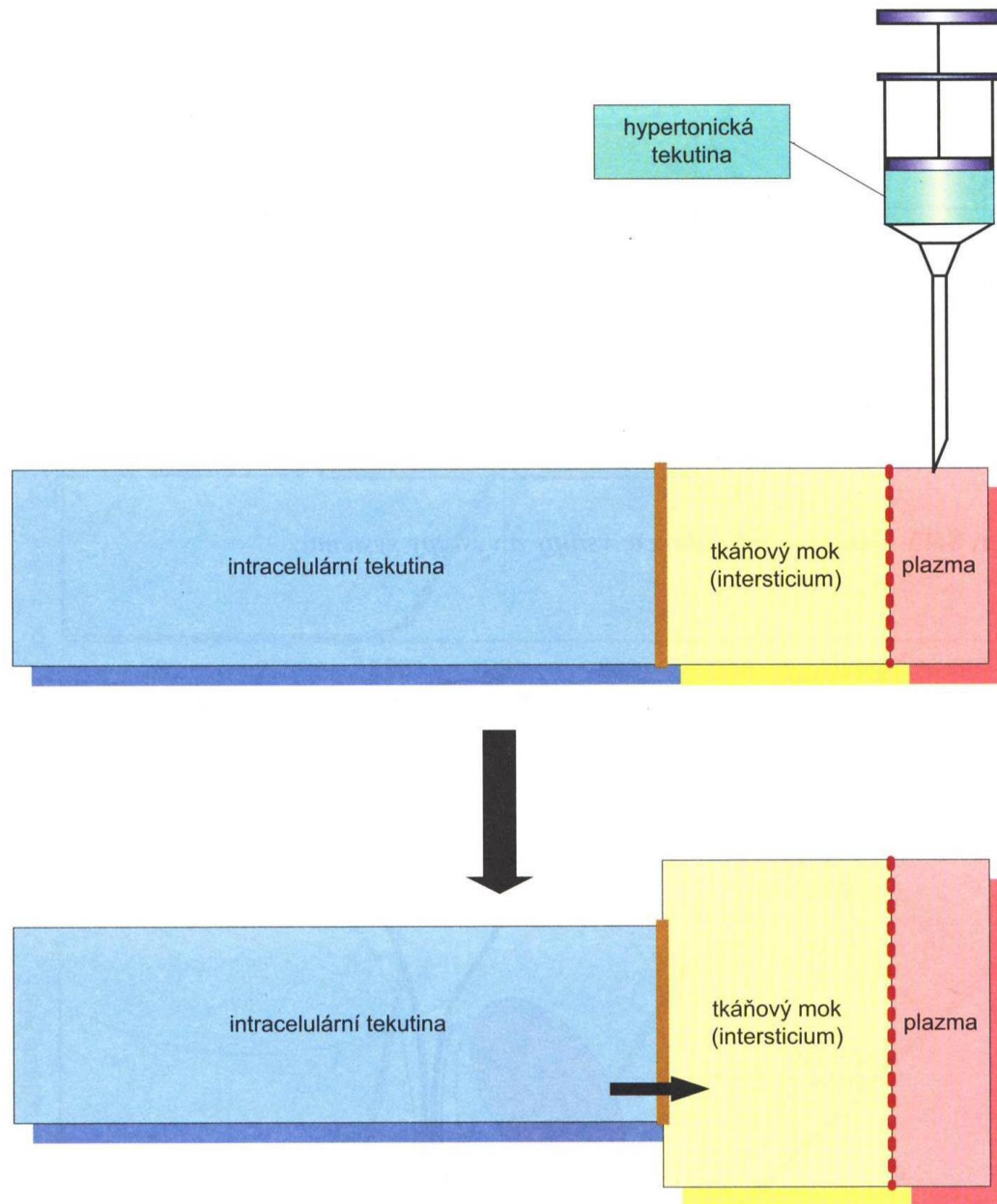


**Obr. 8.42** Při příjmu izotonické tekutiny se tekutina rozprostře mezi intravaskulární a extravaskulární část extracelulárního kompartmentu, do intravaskulárního kompartmentu tekutina nepřechází, protože bariéra je pro ionty nepropustná, a voda nepřechází, protože obě strany bariéry jsou izotonické





**Obr. 8.43** Při příjmu čisté vody se voda rozprostře do všech kompartmentů, aby vyrovnala jejich osmolaritu



**Obr. 8.44** Při příjmu hypertonické tekutiny přechází voda do extracelulárního prostoru z prostoru intracelulárního, aby vyrovnala osmolaritu obou kompartmentů



Body Fluid Compartment	Fraction of TBW*	Markers Used to Measure Volume	Major Cations	Major Anions
TBW	1.0	Tritiated H <sub>2</sub> O D <sub>2</sub> O Antipyrone		
ECF	1/3	Sulfate Inulin Mannitol	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Plasma	1/12 (1/4 of ECF)	RISA Evans blue	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Plasma protein
Interstitial	1/4 (3/4 of ECF)	ECF-plasma volume (indirect)	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
ICF	2/3	TBW-ECF (indirect)	K <sup>+</sup>	Organic phosphates Protein

\*Total body water (TBW) is approximately 60% of total body weight, or 42 L in a 70-kg man. ECF = extracellular fluid; ICF = intracellular fluid; RISA = radioiodinated serum albumin.

# HOMEOSTÁZA

- **Izoionie** – koncentrace iontů
- **Izotonie** – osmotická koncentrace
- **Izohydrie** – poměr kyselin a zásad
- **Izovolémie** – objem ECT (volumoreceptory nebo baroreceptory, RAS, ADH)

- Izovolémie
- **Hypovolémie (dehydratace)**
- Hypervolémie (hyperhydratace)

Příčina – následek

Komplexní poruchy!

## **VYŠETŘENÍ PŘI PORUCHÁCH HYDRATACE**

1. **Anamnéza** – nemoci ledvin, GIT, DM, DI, léky, příjem a výdej, změny hmotnosti, atd.
2. **Laboratorní vyšetření:** elektrolyty, osmolalita krve, červený obraz krevní, celková bílkovina v séru; Astrup (= vyšetření krevních plynů a acidobazické rovnováhy)

# OBJEKTIVNÍ VYŠETŘENÍ

1. Změny na kůži
2. Změny hmotnosti
3. Změny diurézy (oligurie, anurie, polyurie)
4. Poruchy dýchání (respirační acidóza, alkalóza; sekundární změny – Kussmaulovo dýchání)
5. Poruchy CNS (změny reflexů, svalového tonu, parestézie, poruchy vědomí, koma)
6. Změny centrálního žilního tlaku (náplň krčních žil)
7. Změny cirkulace: dehydratace – tachykardie, hypotonie

# PŘÍČINY PORUCH HYDRATACE

1. Narušení normálního příjmu vody a iontů
2. Poruchy normální cirkulace vody a iontů mezi ECT a GIT
3. Poruchy buněčného metabolismu
4. Poruchy vylučování vody a iontů
5. Nadměrné ztráty vody (i iontů) kůží

# DEHYDRATAČE

= snížení objemu tělesných tekutin doprovázené nedostatkem sodíku.

**HYPERTONICKÁ DEHYDRATAČE** = ztráta čisté vody

Větší nedostatek vody než sodíku. Poruchy příjmu a velké ztráty. Buněčná dehydratace. Žízeň. Pokleslý kožní turgor. Příznaky od CNS.

Zavodnění.

**IZOTONICKÁ DEHYDRATAČE** = izonatremická

Příčiny – krvácení, léčba diuretiky, „slepé prostory“

Hypovolemický syndrom: pokles diurézy, známky dehydratace.

**HYPOTONICKÁ DEHYDRATAČE**

Vždy větší deficit sodíku než vody.

Buněčná hyperhydratace.

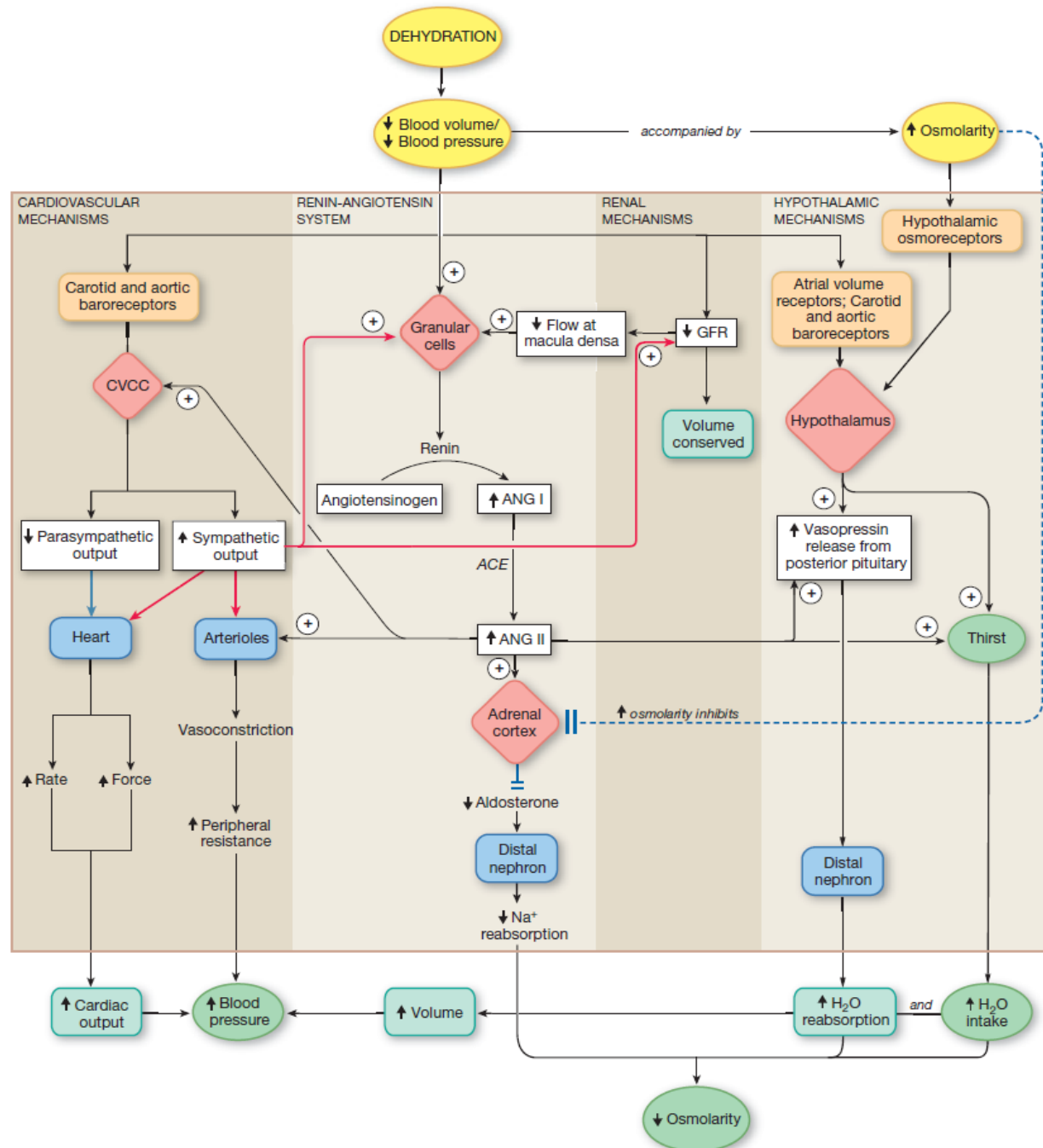
Ztráty GIT, ledvinami.

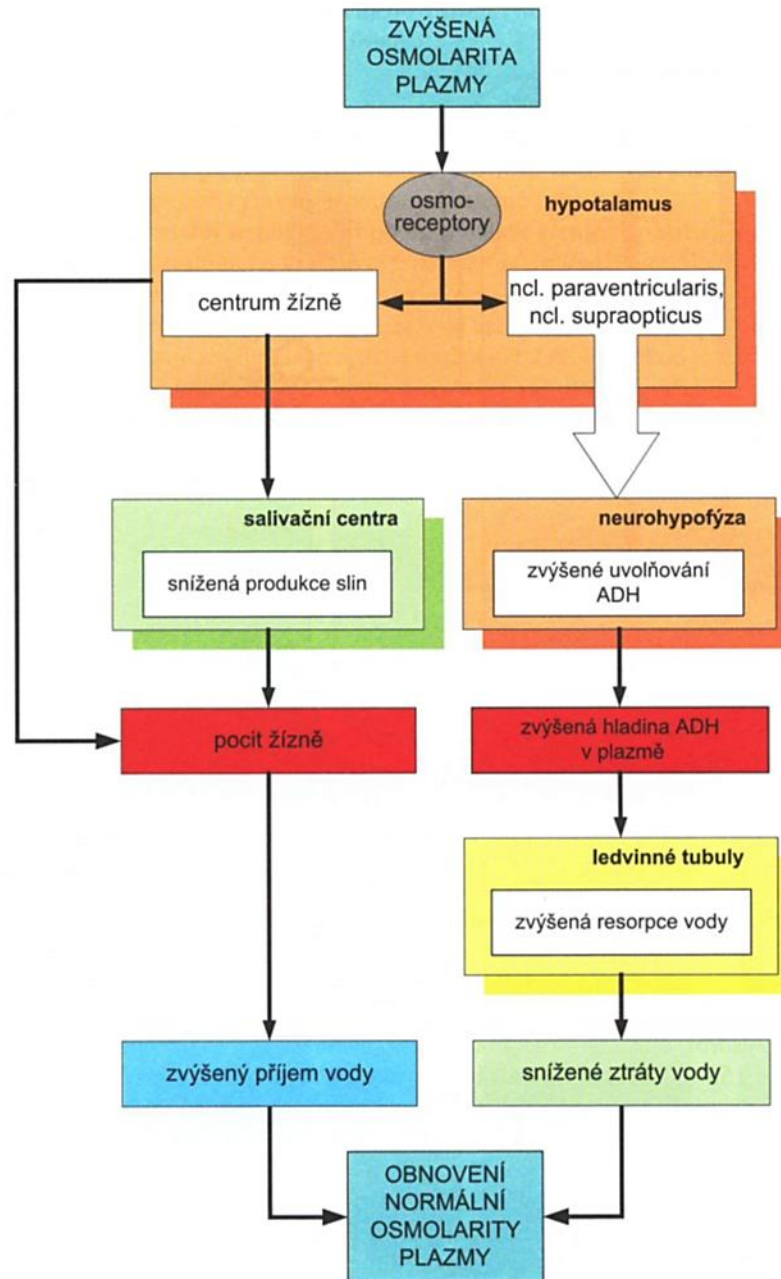
Hypovolemický syndrom, příznaky z CNS.



- hypertonická:**  $\downarrow$  ECT +  $\downarrow$  ICT  $\rightarrow$   $\downarrow\downarrow$  CTV  
**etiologie:**  $\downarrow$  přísun  $H_2O$ ,  $\uparrow$  ztráty hypotonické tekutiny při horečkách, zvracení, průjmeh, DM (glykosurie, ketonurie), DI, tracheostomii, pneumonii, renálním selhávání, osmotická diuretika  
**laboratorní projevy:**  $\downarrow$  CVP,  $\uparrow$  osmolalita moči,  $\uparrow$   $Na^+$  a  $\uparrow$   $Cl^-$  v moči,  $\uparrow$  urea,  $Na^+$ ,  $Cl^-$  v séru,  $\uparrow$  ery,  $\uparrow$  Hb,  $\uparrow$  bílkoviny  
 $\downarrow$  osmolalita moči u DI  
**příznaky:** žízeň,  $\downarrow$  hmotnost, apatie, neklid, halucinace, suchý jazyk,  $\downarrow$  kožní turgor,  $\uparrow$  teplota, oligurie, šok, koma
- izotonická:**  $\downarrow$  ECT + norm. ICT  $\rightarrow$   $\downarrow$  CTV  
**etiologie:** ztráty z GIT, zvracení, píštěle, ileus, krvácení, diuretika, popáleniny, pancreatitis, peritonitis, rychlá exsudace a transudace, izostenurie, polyurie, pocení, m. Addison  
**laboratorní projevy:**  $\downarrow$  CVP, norm. osmolalita moči,  $\downarrow$  vylučování  $Na^+$  a  $Cl^-$ ,  $\uparrow$  urea,  $\uparrow$   $K^+$ , norm.  $Na_s^+$ ,  $\uparrow$  ery,  $\uparrow$  Hb,  $\uparrow$  bílkoviny  
**příznaky:** žízeň, únava, apatie, průjmy, zvracení, meteorismus, oligurie,  $\downarrow$  turgor, svalová slabost,  $\downarrow$  tonus bulbů, šok, koma
- hypotonická:**  $\downarrow$  ECT +  $\uparrow$  ICT  $\rightarrow$  CTV ( $\downarrow$ , norm.,  $\uparrow$ )  
**etiologie:**  $\uparrow$  ztráty solutů – chronická pyelonephritis, chron. renální insuficience, osm. diuréza při DM, insuficience nadledvin, poruchy CNS, tumory rekta, diuretika, laxativa,  $\downarrow$  příjem solutů – neslaná dieta, příjem vody, hladovění  
**laboratorní projevy:**  $\downarrow$  CVP,  $\downarrow$  osmolalita moči,  $\downarrow$   $Na^+$  v moči i v séru,  $\uparrow$  urea,  $\uparrow$  ery,  $\uparrow$  Hb,  $\uparrow$  bílkoviny  
**příznaky:** není žízeň, měkké bulby,  $\downarrow$  turgor, oligurie, horečka, křeče, šok

# HOMEOSTATIC COMPENSATION FOR SEVERE DEHYDRATION





**Obr. 8.49** Schéma řízení stálé osmolarity extracelulární tekutiny antidiuretickým hormonem přes ovlivnění jak příjmu, tak výdeje vody

# **HYPERHYDRATAČE**

= zvýšení objemu mimobuněčné tekutiny

## **HYPOTONICKÁ HYPERHYDRATAČE – intoxikace vodou**

Buněčná hyperhydratace. Pokles osmolality.

Nadměrný příjem tekutin (dialyzovaný pacient, pac.s poruchou ledvin), nadprodukce ADH

## **IZOTONICKÁ HYPERHYDRATAČE**

Zvětšený objem ECT. Osmolalita zachována.

Srdeční nedostatečnost, nefrotický syndrom, jaterní cirhóza.

Otoky a zadržování vody v serózních dutinách.

## **HYPERTONICKÁ HYPERHYDRATAČE = hypernatremická**

Vzácná. Zvětšení ECT při nadbytku sodíku. Stoupá osmolalita.

Primární hyperaldosteronismus.

- hypertonická:**  $\uparrow$  ECT +  $\downarrow$  ICT  $\rightarrow$  CTV ( $\uparrow$ , norm.,  $\downarrow$ )  
**etiologie:** pití mořské vody (tonutí v moři, trosečníci), akutní glomerulonefritida, akutní selhání ledvin, tumory nadledvin, hypertonické roztoky i.v., léčba kortikosteroidy  
**laboratorní projevy:**  $\uparrow$  CVP,  $\downarrow$  diuréza,  $\uparrow$  osmolalita moči,  $\uparrow$   $\text{Na}_s^+$ ,  $\downarrow$  ery,  $\downarrow$  Hb,  $\downarrow$  bílkoviny  
**příznaky:**  $\uparrow$  hmotnost, žízeň, horečka, neklid, exantém, hyperreflexie, dušnost (edém plic, pleurální výpotek),  $\uparrow$  TK,  $\uparrow$  TF, srdeční selhání, delirium, koma
- izotonická:**  $\uparrow$  ECT + norm. ICT  $\rightarrow$   $\uparrow$  CTV  
**etiologie:** jaterní cirhóza s ascitem, srdeční insuficience, nefrotický syndrom, tumory nadledvin, i.v. soluty po operaci, traumatu  
**laboratorní projevy:**  $\uparrow$  CVP, norm. hodnoty iontů,  $\downarrow$  ery,  $\downarrow$  Hb,  $\downarrow$  bílkoviny  
**příznaky:**  $\uparrow$  hmotnost, edémy, výpotky, srdeční selhání
- hypotonická:**  $\uparrow$  ECT +  $\uparrow$  ICT  $\rightarrow$   $\uparrow\uparrow$  CTV „otrava vodou“  
**etiologie:** nadměrný příjem hypotonických roztoků, gastrická laváž vodou, jaterní selhání, anurie (renální selhání, šoková ledvina),  $\uparrow$  ADH (SIADH – Schwartz-Bartterův syndrom), m. Addison, pooperační stavy, morfin, barbituráty, oxytocin, TBC, tumory  
**laboratorní projevy:**  $\uparrow$  CVP,  $\downarrow$   $\text{Na}_s^+$ ,  $\downarrow$  ery,  $\downarrow$  Hb,  $\downarrow$  bílkoviny, hypotonická polyurie, anurie (osm. nefróza)  
**příznaky:** slabost, nauzea,  $\uparrow$  hmotnost,  $\downarrow$  TK,  $\downarrow$  TF, známky edému mozku, poruchy vědomí

# Regulace objemu ECT

- Změna kapacity krevního řečiště
- Změna náplně řečiště – přesuny vody, snížení/zvýšení diurézy
  
- Sympatikus
- RAS/aldosteron (mineralokortikoidy)
- ANP
- Dopamin (inhibice resorpce  $\text{Na}^+$  v proximálním tubulu)
- Urodilatin; guanylin, uroguanylin (střevní epitel – stimulace exkrece sodných a draselných iontů)



## Hormones and Autacoids That Influence Glomerular Filtration Rate (GFR)

### Hormone or Autacoid

Norepinephrine  
 Epinephrine  
 Endothelin  
 Angiotensin II  
 Endothelial-derived nitric oxide  
 Prostaglandins

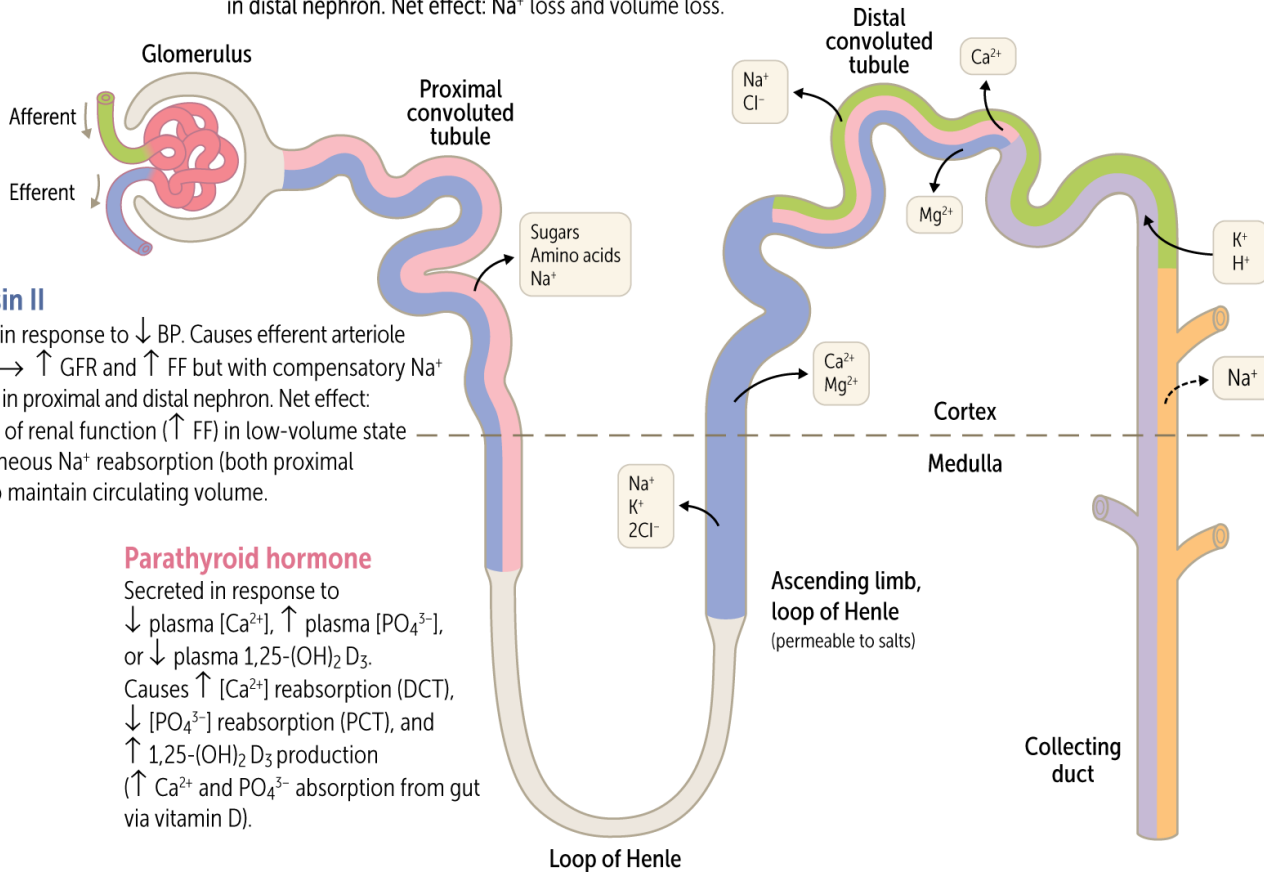
### Effect on GFR

↓  
 ↓  
 ↓  
 ↓  
 ↔ (prevents ↓)  
 ↑  
 ↑

## Hormones acting on kidney

### Atrial natriuretic peptide

Secreted in response to ↑ atrial pressure. Causes ↑ GFR and ↑ Na<sup>+</sup> filtration with no compensatory Na<sup>+</sup> reabsorption in distal nephron. Net effect: Na<sup>+</sup> loss and volume loss.



### Angiotensin II

Synthesized in response to ↓ BP. Causes efferent arteriole constriction → ↑ GFR and ↑ FF but with compensatory Na<sup>+</sup> reabsorption in proximal and distal nephron. Net effect: preservation of renal function (↑ FF) in low-volume state with simultaneous Na<sup>+</sup> reabsorption (both proximal and distal) to maintain circulating volume.

### Parathyroid hormone

Secreted in response to ↓ plasma [Ca<sup>2+</sup>], ↑ plasma [PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>], or ↓ plasma 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>. Causes ↑ [Ca<sup>2+</sup>] reabsorption (DCT), ↓ [PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>] reabsorption (PCT), and ↑ 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> production (↑ Ca<sup>2+</sup> and PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> absorption from gut via vitamin D).

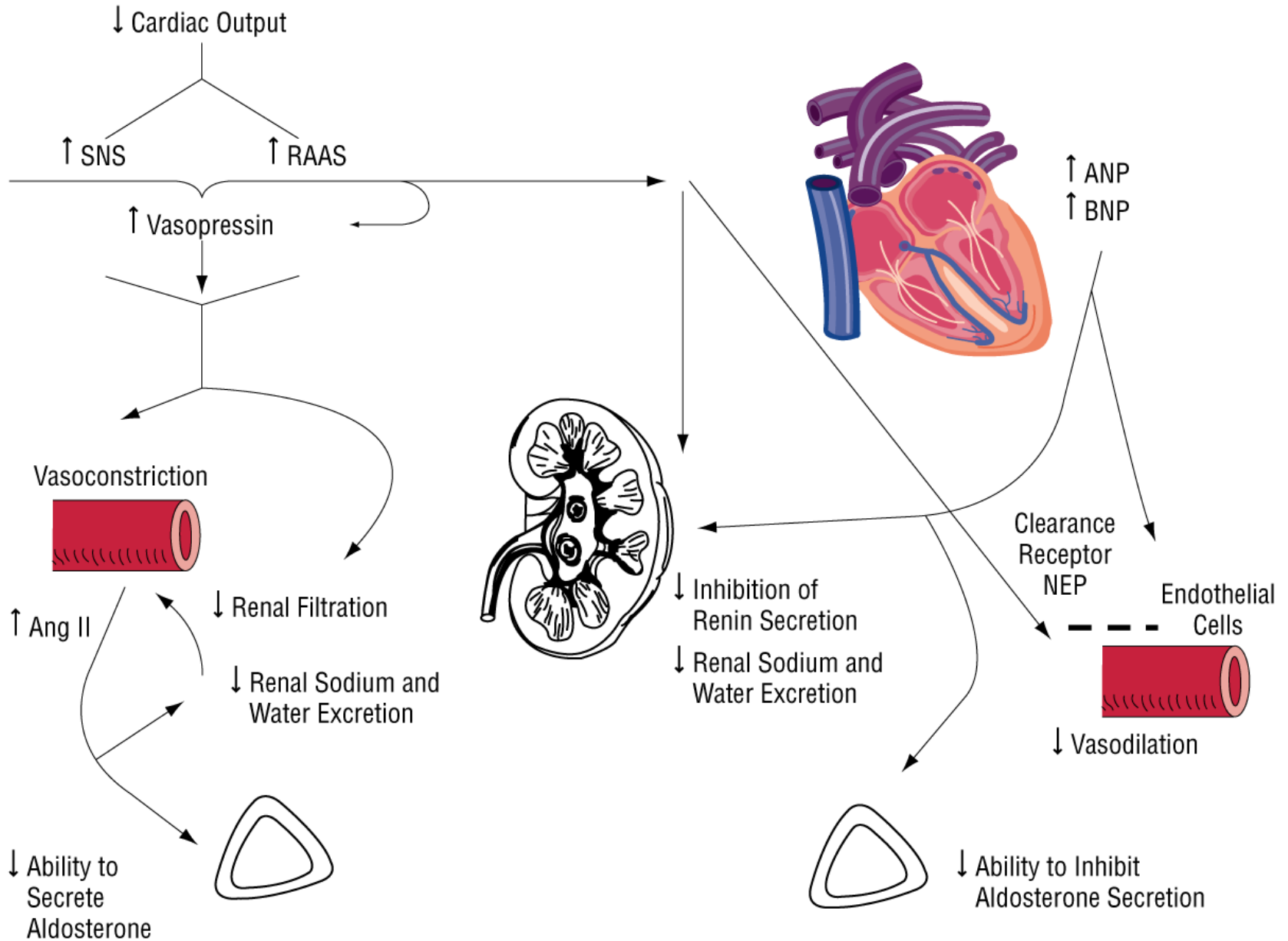
### Aldosterone

Secreted in response to ↓ blood volume (via AT II) and ↑ plasma [K<sup>+</sup>]; causes ↑ Na<sup>+</sup> reabsorption, ↑ K<sup>+</sup> secretion, ↑ H<sup>+</sup> secretion.

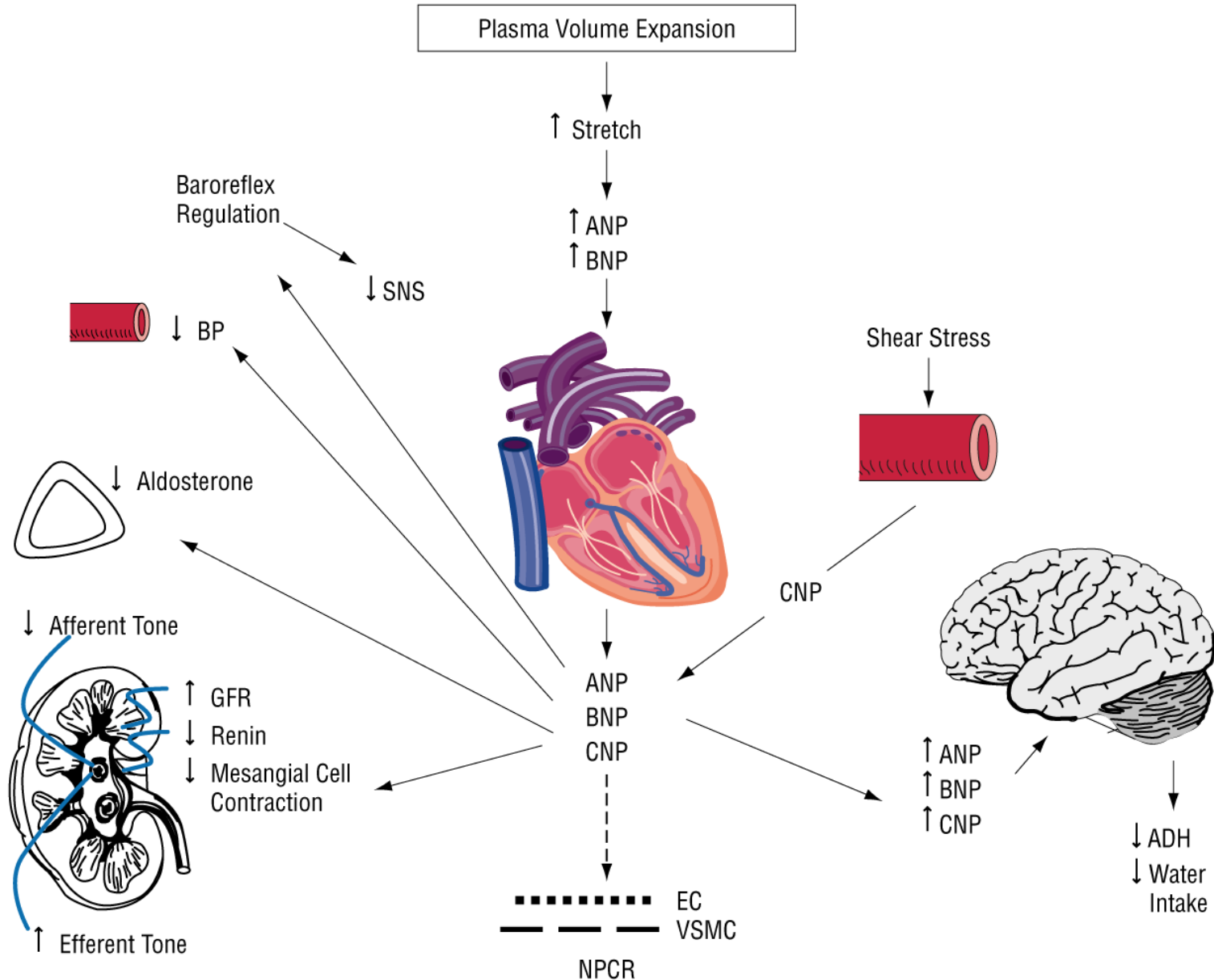
### ADH (vasopressin)

Secreted in response to ↑ plasma osmolarity and ↓ blood volume. Binds to receptors on principal cells, causing ↑ number of aquaporins and ↑ H<sub>2</sub>O reabsorption.

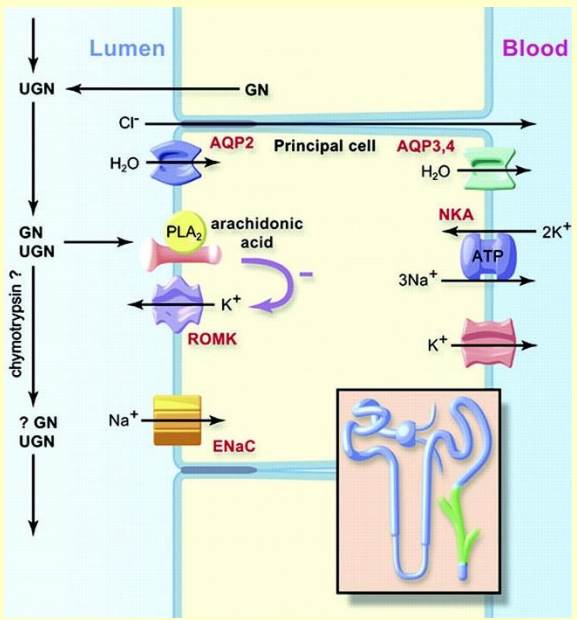
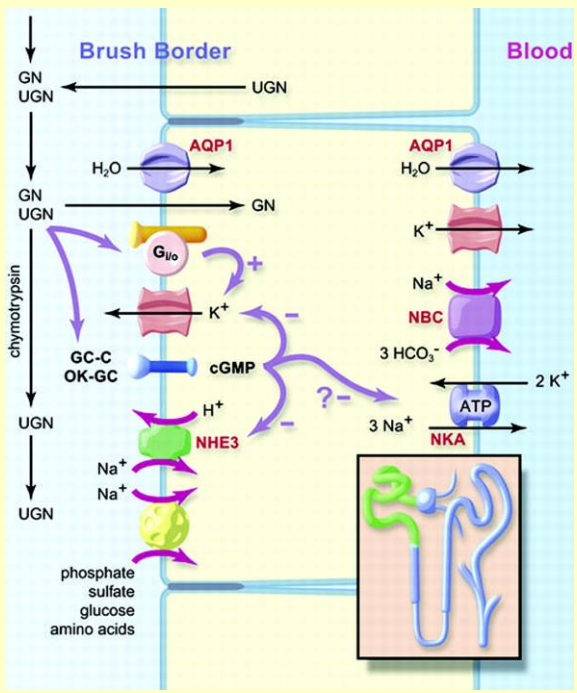
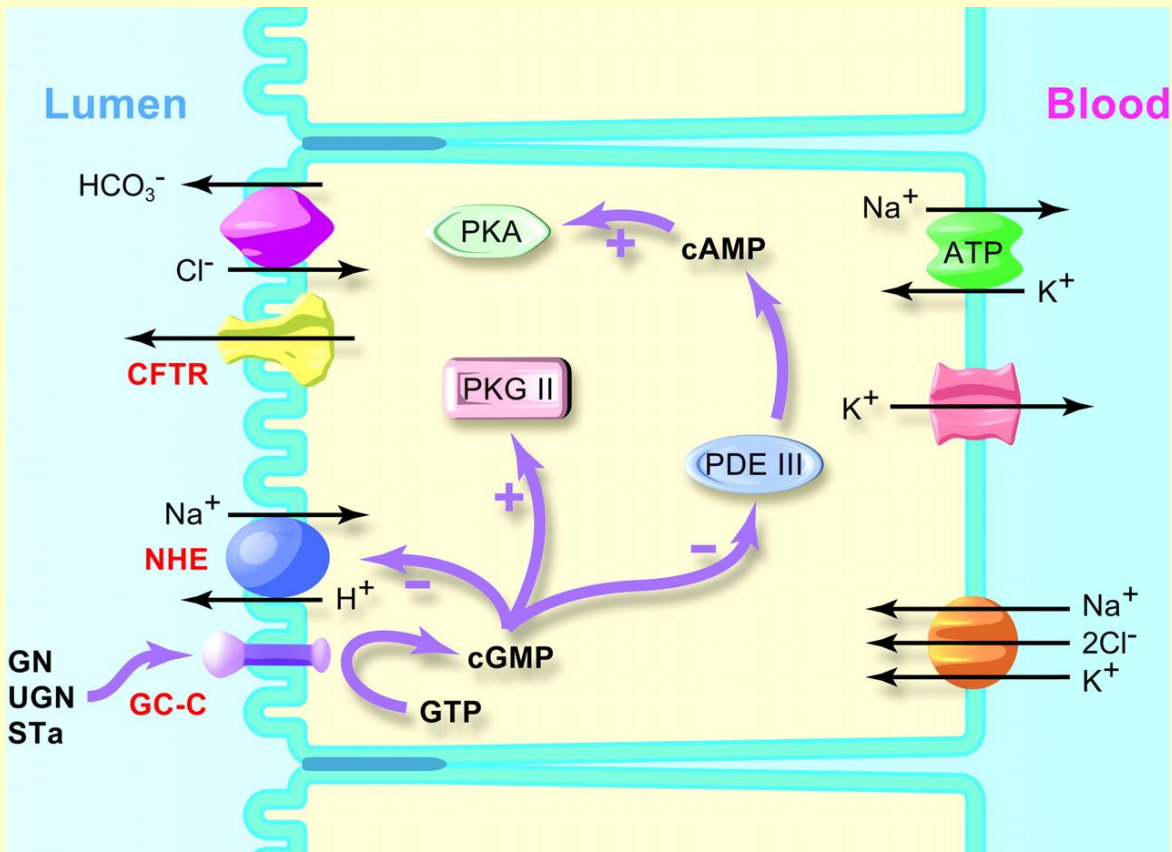
# RAAS



# Natriuretické peptidy



# Guanylin a uroguanylin



# VITAMÍNY

= všechny organické složky potravy, které jsou nezbytné pro život, zdraví a růst; nejsou zdrojem energie.

HYPOVITAMINÓZA (AVITAMINÓZA)  
HYPERVITAMINÓZA

1. Snížený obsah v potravě
2. Porucha příjmu potravy
3. Porucha vstřebávání
4. Zvýšená spotřeba
5. Onemocnění zásobního orgánu

1. Nadměrný přísun v potravě – většinou **iatrogenní**

**ROZPUSTNÉ**

**ve vodě:** difúze, facilitovaná difúze, sek. aktivní transport;  
**vit.B<sub>12</sub> - I**

**v tucích:** vstřebávání ohroženo při poruchách resorpce lipidů (chybí pankreat.enzymy či žluč)

## HYPOVITAMINÓZY

Kys.listová – poruchy vývoje embrya (rozštěpy)

B<sub>12</sub> – perniciózní anémie

C – skorbut (kurděje)

D – křivice

E – poruchy plodnosti

K - hemoragie

## HYPERVITAMINÓZY

A – teratogenní

D – selhání ledvin

K – anémie, poruchy GIT

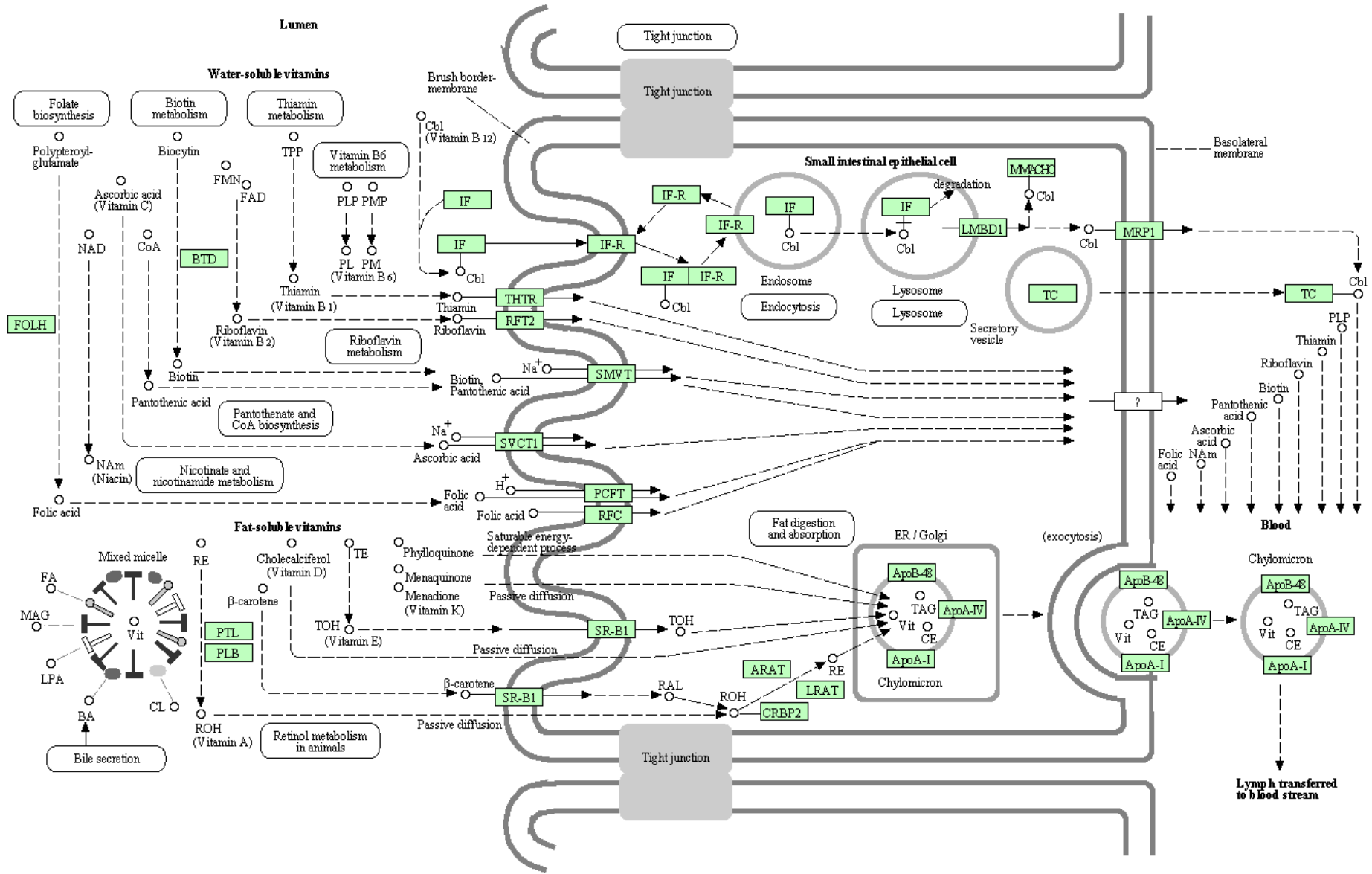
B<sub>6</sub> – periferní polyneuropatie

**Různá zásoba vitamínů v těle** – A (5 – 10 měsíců), D (2 – 4 měsíce), B12 (několik let), C (týdny?)

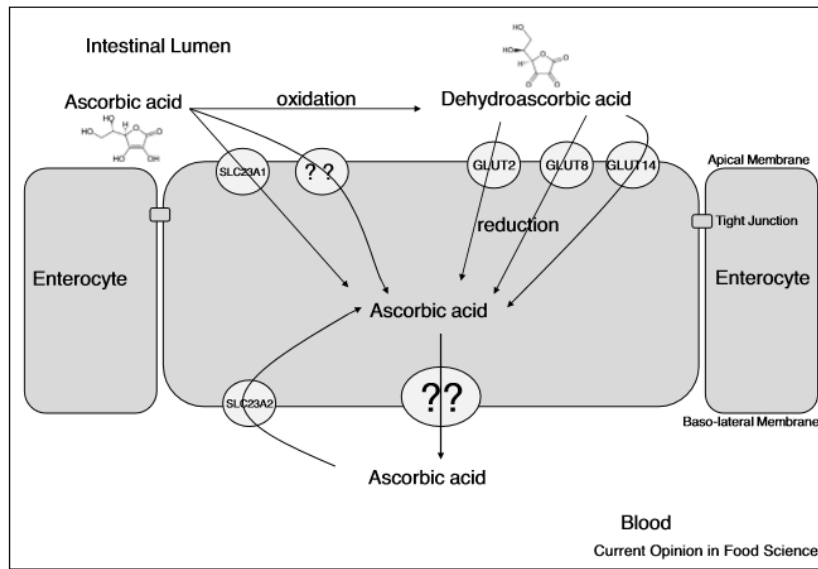


Vitamin	Živočišný druh	Místo resorpce	Transport mech.	Max.res. kapacita u člověka / den	Denní dávka
<b>C</b>	Člověk, morče	Ileum	Aktivní	>5000mg	<50mg
<b>Biotin</b>	Křeček	Tenké střevo	Aktivní	?	?
<b>Cholin</b>	Morče, křeček	Tenké střevo	Facilitovaná difúze	?	?
<b>Kys.listová (pteroylglutamát)</b>	Potkan	Jejunum	Facilitovaná difúze	> 1000μg (dávka)	100-200μg
<b>Kys.listová (5-metyltetrahydrofolát)</b>	Potkan	Jejunum	Difúze	> 1000μg (dávka)	100-200μg
<b>Kys.nikotinová</b>	Potkan	Jejunum	Facilitovaná d.	?	10-20mg
<b>Kys.pantotenová</b>		Tenké střevo	?	?	(?)10mg
<b>B<sub>6</sub> (pyridoxin)</b>	Potkan, křeček	Tenké střevo	Difúze	> 50mg (dávka)	1-2mg
<b>B<sub>2</sub> (riboflavin)</b>	Člověk, potkan	Jejunum	Facilitovaná d.	10-12mg (dávka)	1-2mg
<b>B<sub>1</sub> (thiamin)</b>	Potkan	Jejunum	Aktivní	8-14mg	cca 1mg
<b>B<sub>12</sub></b>	Člověk, potkan, křeček	<b>Distální ileum</b>	<b>Aktivní</b>	<b>6-9μg</b>	<b>3-7μg</b>

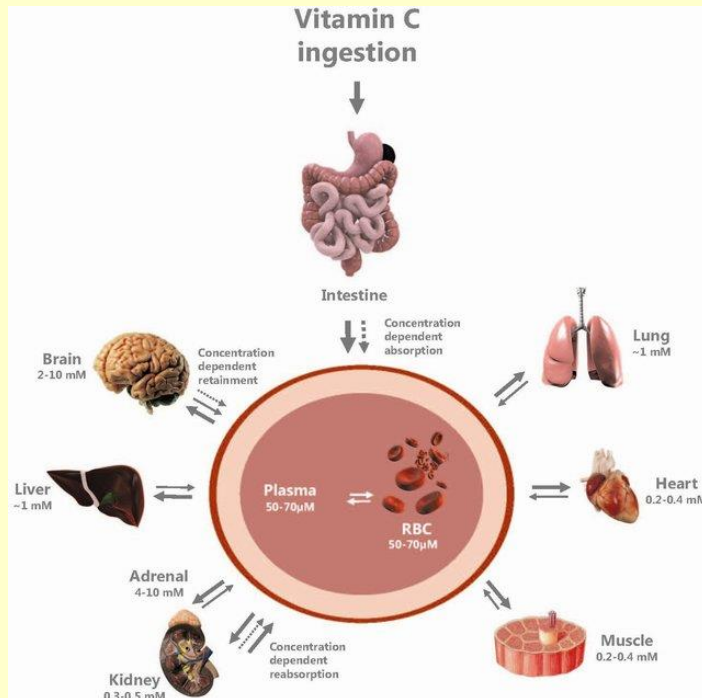
# VITAMIN DIGESTION AND ABSORPTION



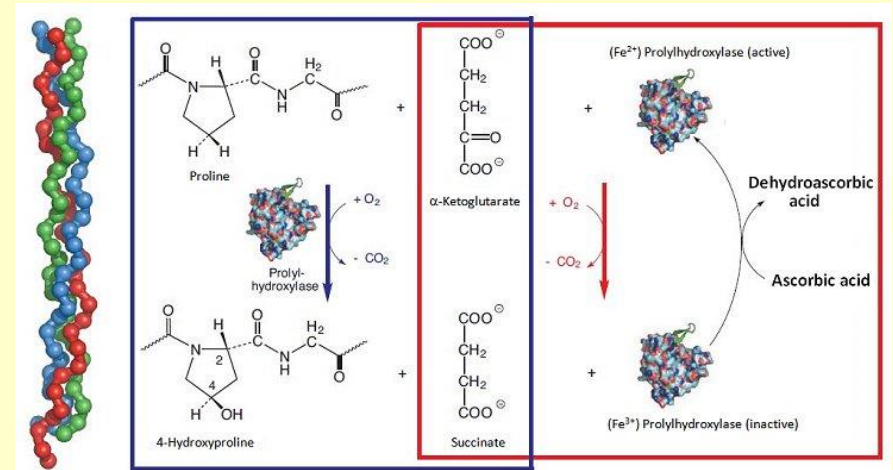
<b>Vitamin</b>	<b>Name</b>	<b>Active Form (co-factor)</b>	<b>Biochemical Function</b>	<b>Physiological/cellular Role</b>
<b>B<sub>5</sub></b>	Pantothenic Acid	Coenzyme A	Acyl Transfer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy production from foodstuff</li> <li>• Fatty acid synthesis</li> </ul>
<b>B<sub>6</sub></b>	Pyridoxine	Pyridoxal Phosphate (PLP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transamination</li> <li>• Racemization</li> <li>• Decarboxylation</li> <li>• <math>\beta/\gamma</math>-Elimination</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amino acid breakdown</li> <li>• Glycogen breakdown</li> </ul>
<b>B<sub>7</sub></b>	Biotin	Biotin	Carboxylation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glucose &amp; fatty acid synthesis</li> <li>• Leucine synthesis</li> </ul>
<b>B<sub>9</sub></b>	Folic Acid	Tetrahydrofolate (THF)	One-Carbon Group Transfer	Amino Acid & nucleotide synthesis
<b>B<sub>12</sub></b>	Cobalamin	Coenzyme B <sub>12</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intramolecular Rearrangements</li> <li>• Methyl transfer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nucleotide synthesis</li> <li>• Amino acid metabolism</li> <li>• Fatty acids breakdown</li> <li>• Folic acid regeneration</li> </ul>
<b>C</b>	Ascorbic Acid	Ascorbic Acid	Proline Hydroxylation	Collagen synthesis
			Reduction	Antioxidation
<b>D</b>	Calciferol	Calcitriol	Gene expression	Bone growth



Transport pathway for vitamin C in the intestinal epithelial cell (enterocyte). Cellular ascorbic acid uptake is mediated by SLC23A1 and SLC23A2. GLUT transporters mediate dehydroascorbic acid uptake as a minor pathway in conditions of oxidation.



# VITAMÍN C





# SKORBUT = KURDĚJE

20 – 30 týdnů



Scorbutic Gums



Dále:

- Poruchy růstu dlouhých kostí – poruchy osifikace – poruchy hojení fraktur
- Fragilita cévních kapilár
- Velmi závažné případy – horečka, smrt

# VITAMÍN B<sub>12</sub>

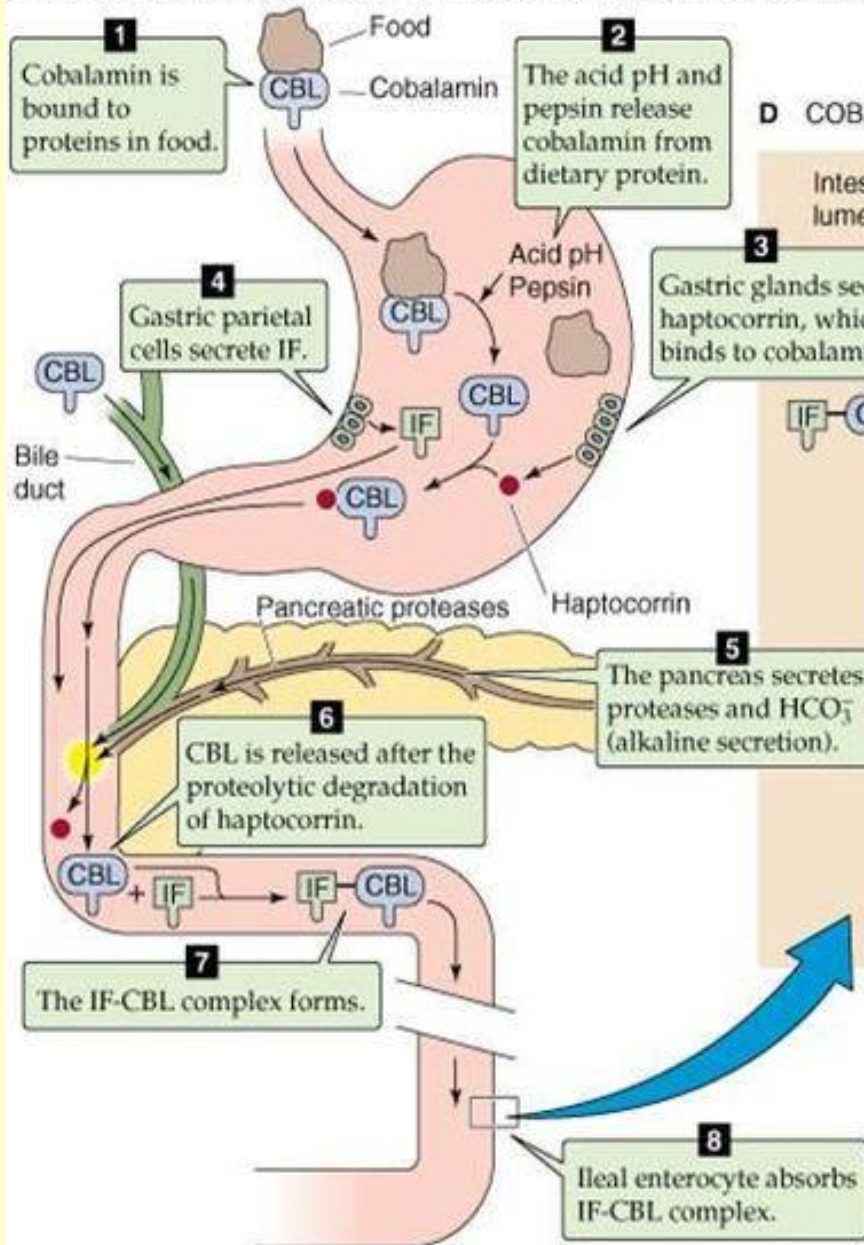
- Denní potřeba blízka resorpční kapacitě
- Syntetizován střevními bakteriemi v kolon – ALE zde není resorpční mechanismus
- Zásobárna v játrech (2-5 mg)
- Ve žluči 0,5-5 µg / den, reabsorbován
- Denní ztráta – 0,1% zásob → zásoby vydrží na 3-6 let

## RESORPCE

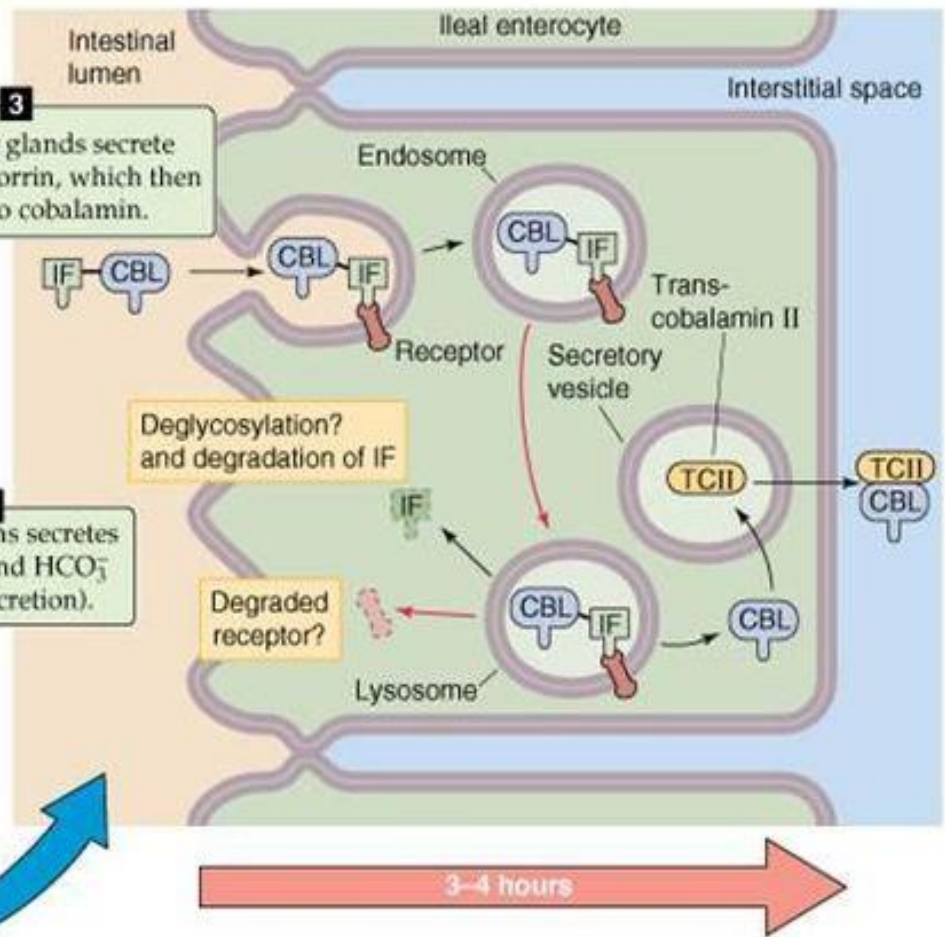
- 1. Gastrická fáze:** B<sub>12</sub> je vázán na proteiny, nízké pH a pepsin ho uvolní; vazba na glykoproteiny – **R-proteiny** (sliny, žalud.šťáva), pH téměř nezávislé; vnitřní faktor (**IF**) – parietální bb. žaludeční sliznice; většina vit. vázána na R-p.
- 2. Intestinální fáze:** pankreatické proteázy, rozštěpení R-B<sub>12</sub>, vazba na IF (rezistentní vůči pankr. proteázám).

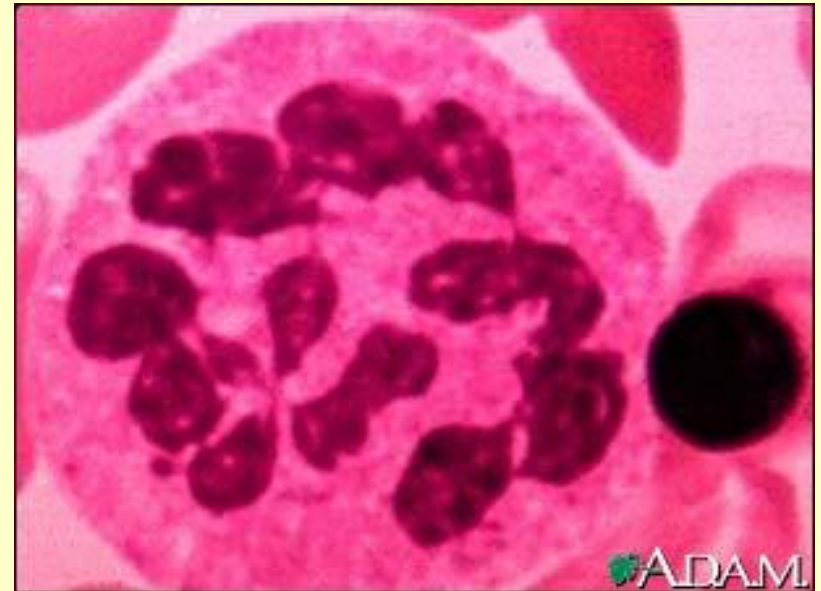
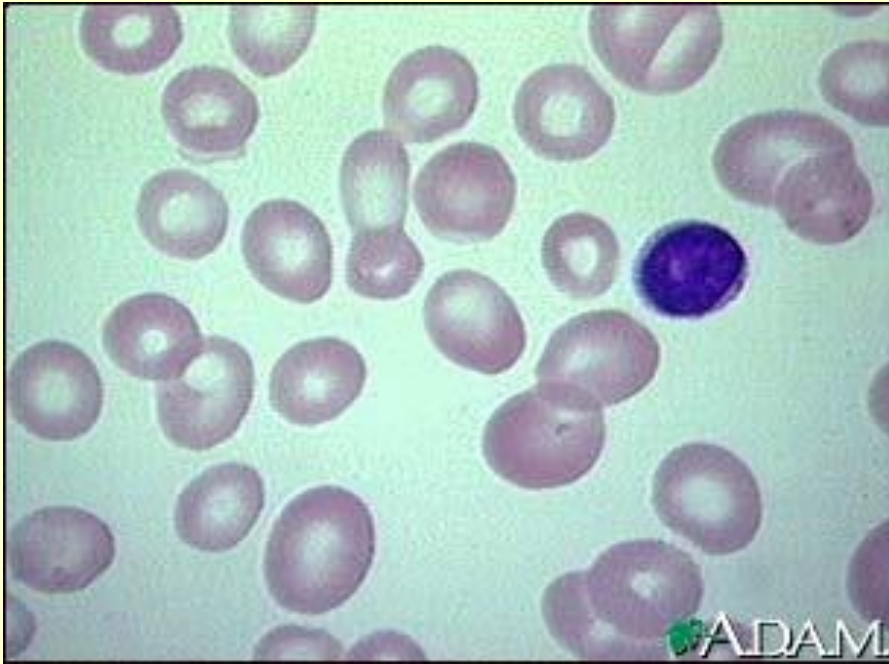


### C COBALAMIN HANDLING BY THE STOMACH AND PROXIMAL SMALL INTESTINE



### D COBALAMIN ABSORPTION BY ILEAL ENTEROCYTE

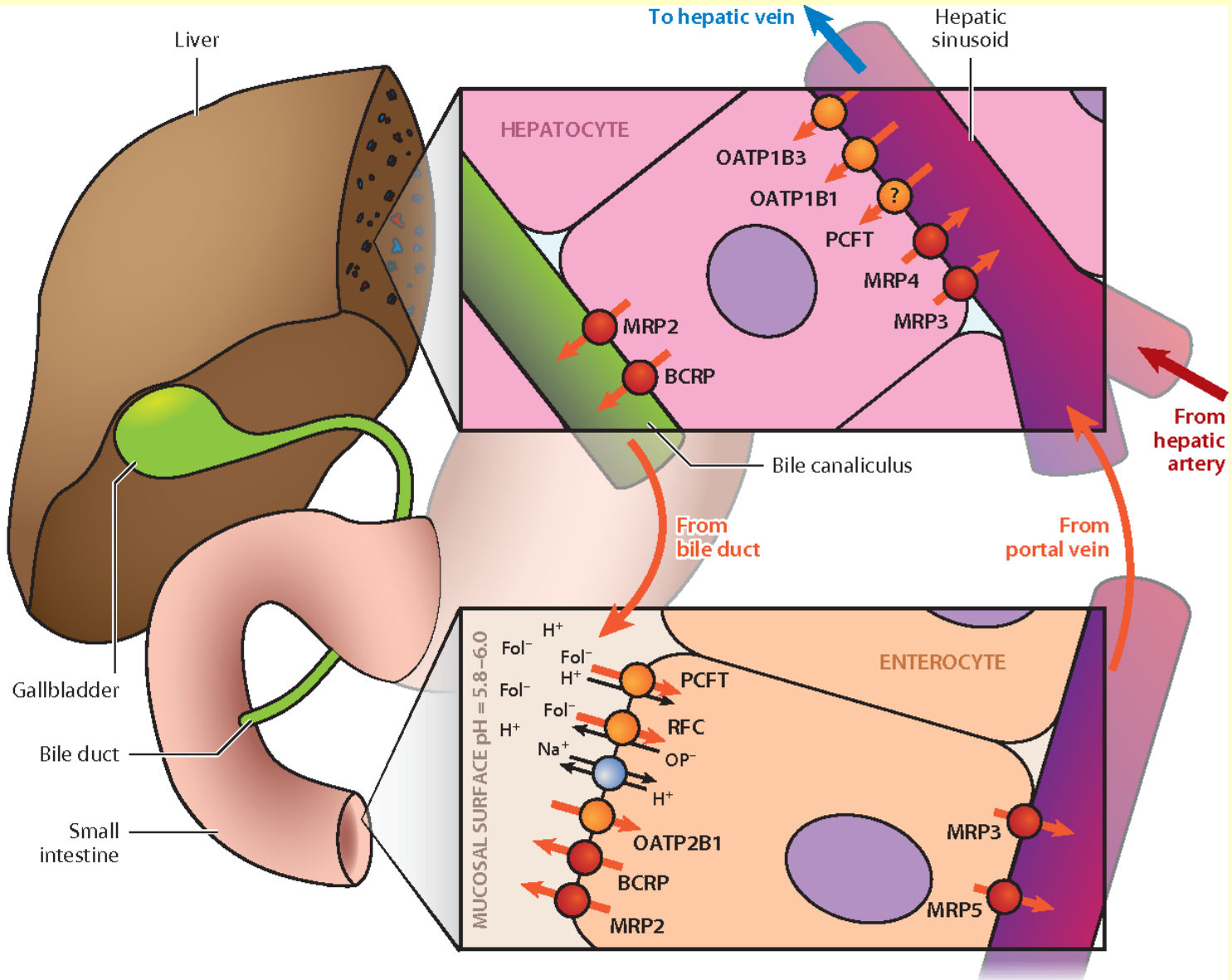




Pozn. Hypovitaminóza – demyelinizace míšních nervů, ztráta periferní citlivosti, paralýza

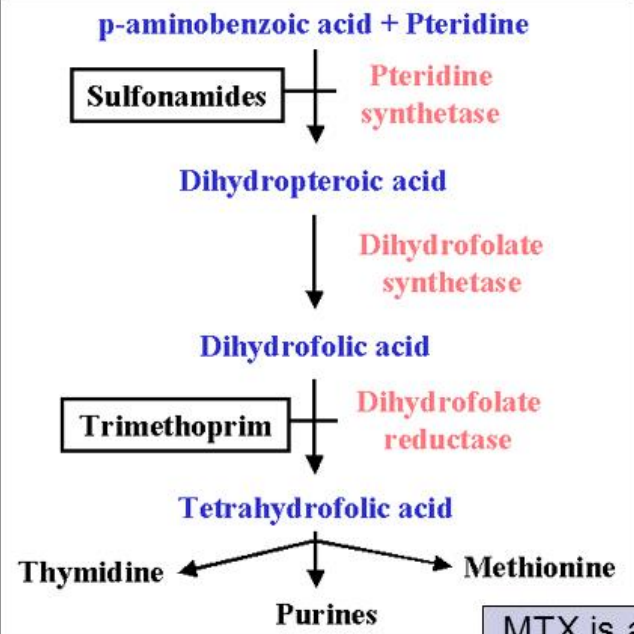
# Folát – kyselina listová

Annu. Rev. Physiol. 2014.76:251-274. Downloaded from www.annualreviews.org by Temple University Libraries on 09/30/14. For personal use only.

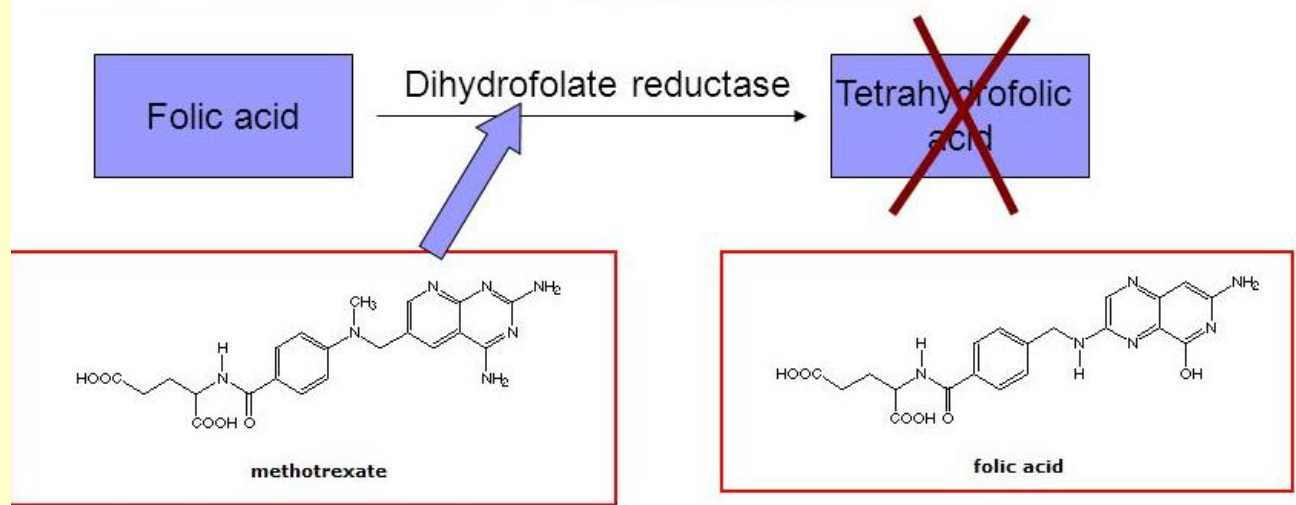




# Hypovitaminóza – snížená syntéza purinů a thyminu, makrocytární anémie



MTX is an **antifolate** belonging to the **antimetabolite** class of antineoplastic agents. MTX is a **cell cycle specific** chemotherapeutic agents that acts on **S-phase** & thus **inhibit DNA synthesis**

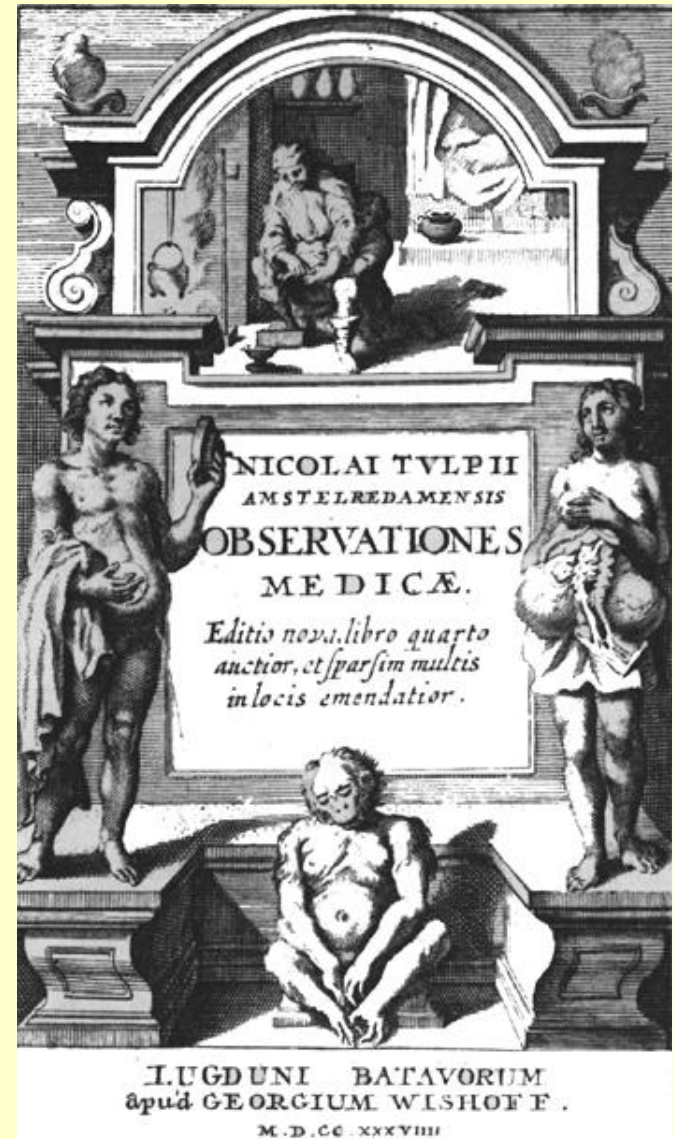


THF included at two stages in the biosynthesis of purines (adenine and guanine) and at one stage in the synthesis of pyrimidines (thymine, cytosine, and uracil)

# Thiamin

## BERI-BERI

"The first clinical descriptions of beriberi were by Dutch physicians, Bontius (1642) and Nicolaas Tulp (1652). Tulp treated a young Dutchman who was brought back to Holland from the East Indies suffering from what the natives of the Indies called beriberi or "the lameness." Tulp's description of beriberi was a detailed one, but he had no clues that it was a dietary deficiency disease. This discovery came more than two hundred years later. Nicholaas Tulp (1593-1674) is best remembered as the central figure in Rembrandt's famous painting, "The Anatomy Lesson" (1632).



Thiamin = koenzym karboxyláz („kokarboxyláza“) důležitých pro metabolismus glukózy a energetické zásobení nervových a svalových buněk

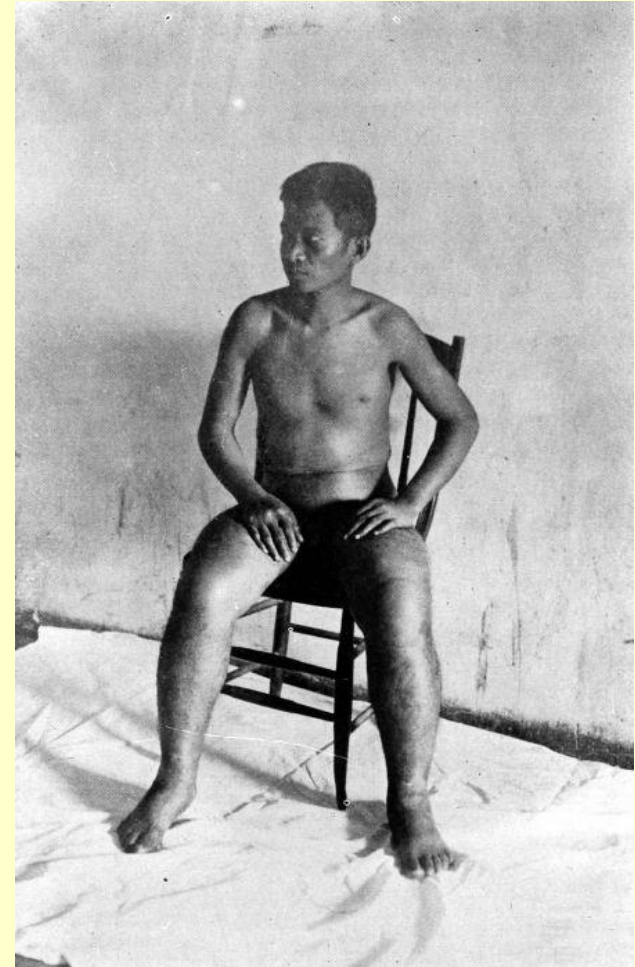
**Suché beri beri** = bilaterální polyneuritida (degenerace myelinových pochev, extrémní iritabilita, pokleslá zápěstí a chodidla), ztráta šlachokosticových reflexů, parestázie končetin, svalová slabost

**Vlhké beri beri** = otoky (obličej, dolních končetin, ascites), poruchy srdečního rytmu a kardiomyopatie. *Nemocní umírají na srdeční a plicní selhání* (periferní vazodilatace, zvýšený žilní návrat, srdeční selhání, společně s otoky).

Pozn. Alkoholici, karcinom žaludku

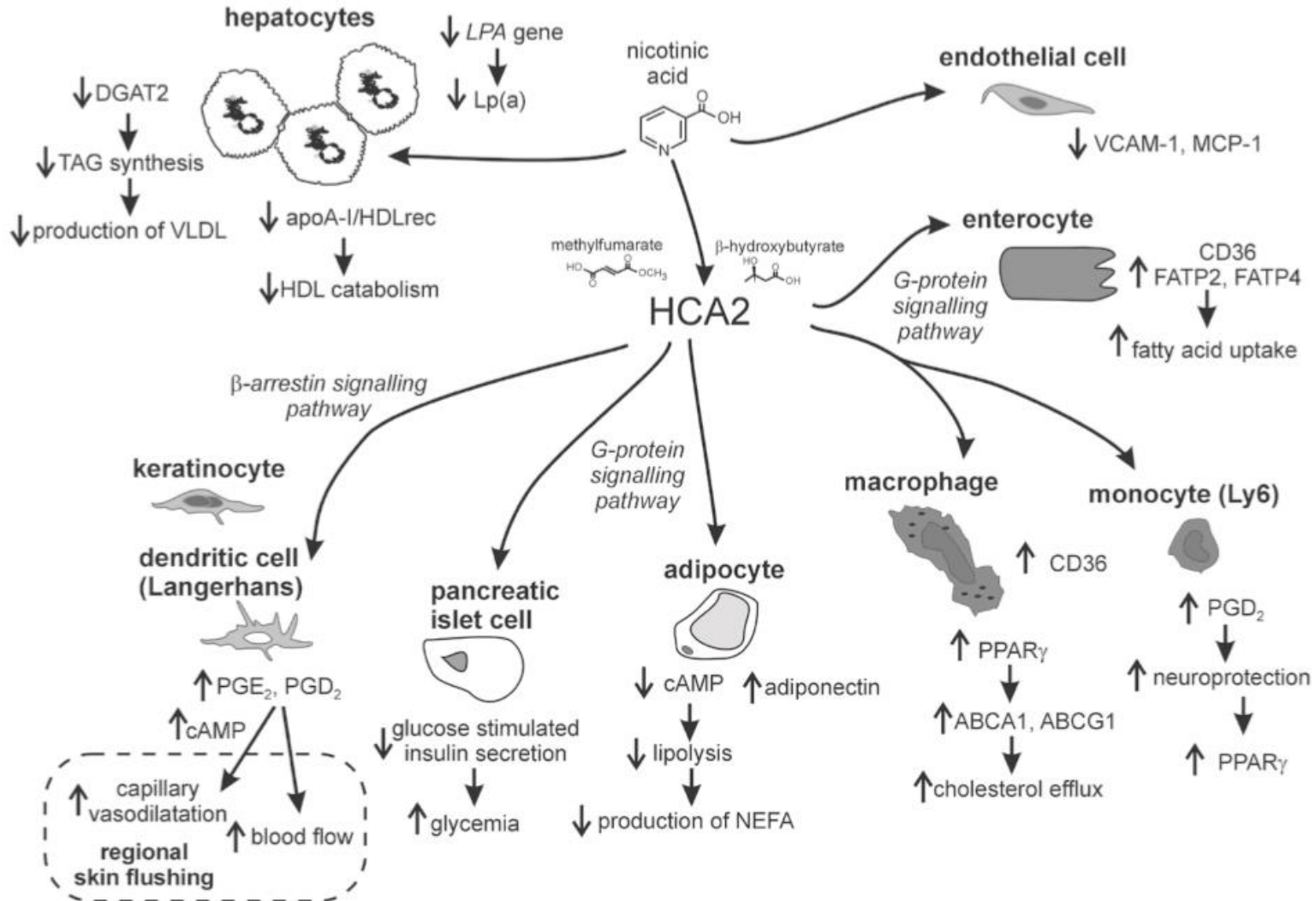
Pozn. „bílá rýže“

Pozn. Pokles utilizace Glu (o 50 – 60 %), vzestup utilizace ketoláték v CNS





# Niacin



HCA2 = hydroxycarboxylic acid receptor 2. Pozn. NAD/NADP

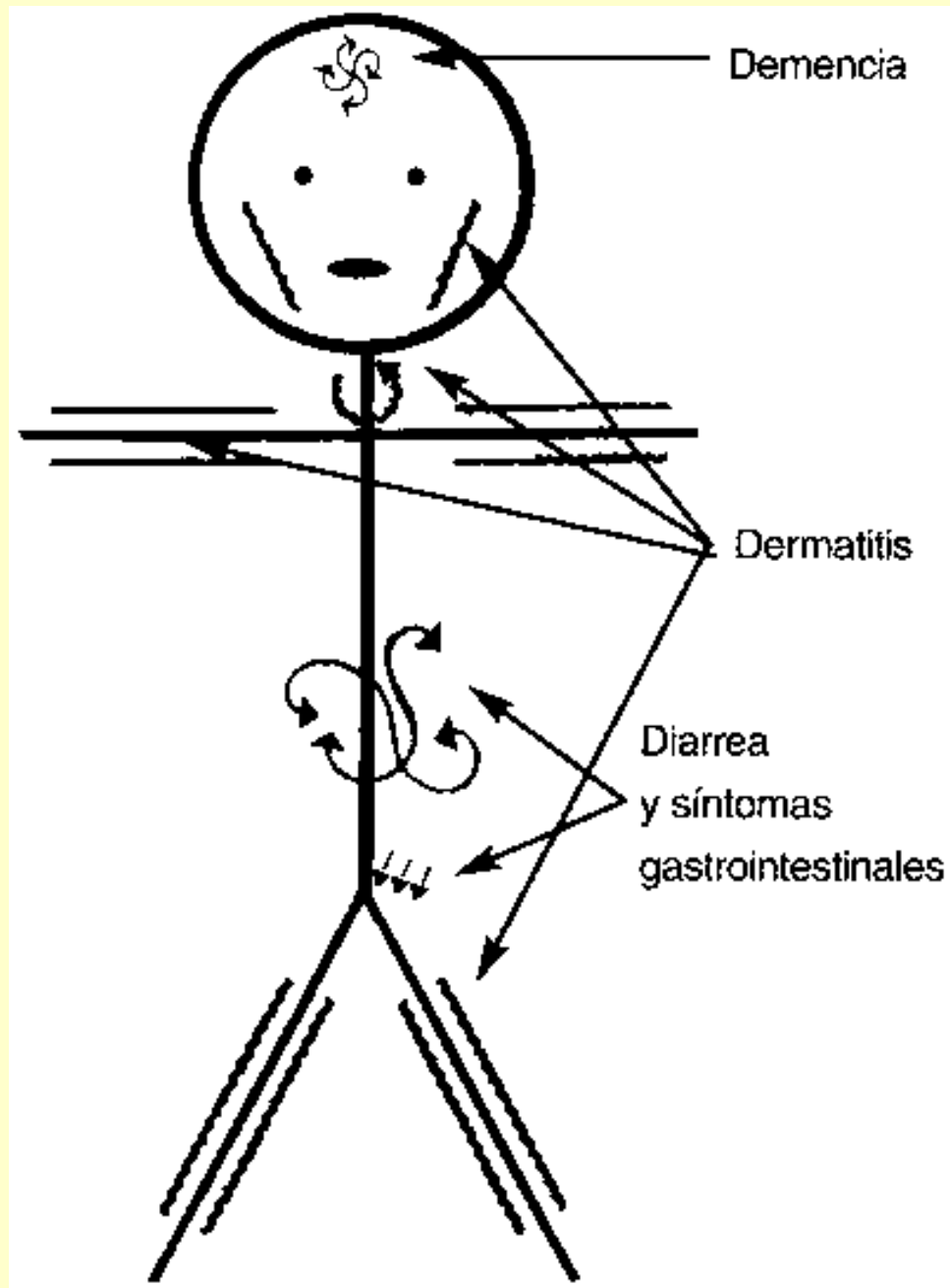
# PELAGRA

(nemoc 3 D nebo nemoc 4 D)

Narušení oxidativního metabolismu = „ztráta energie“

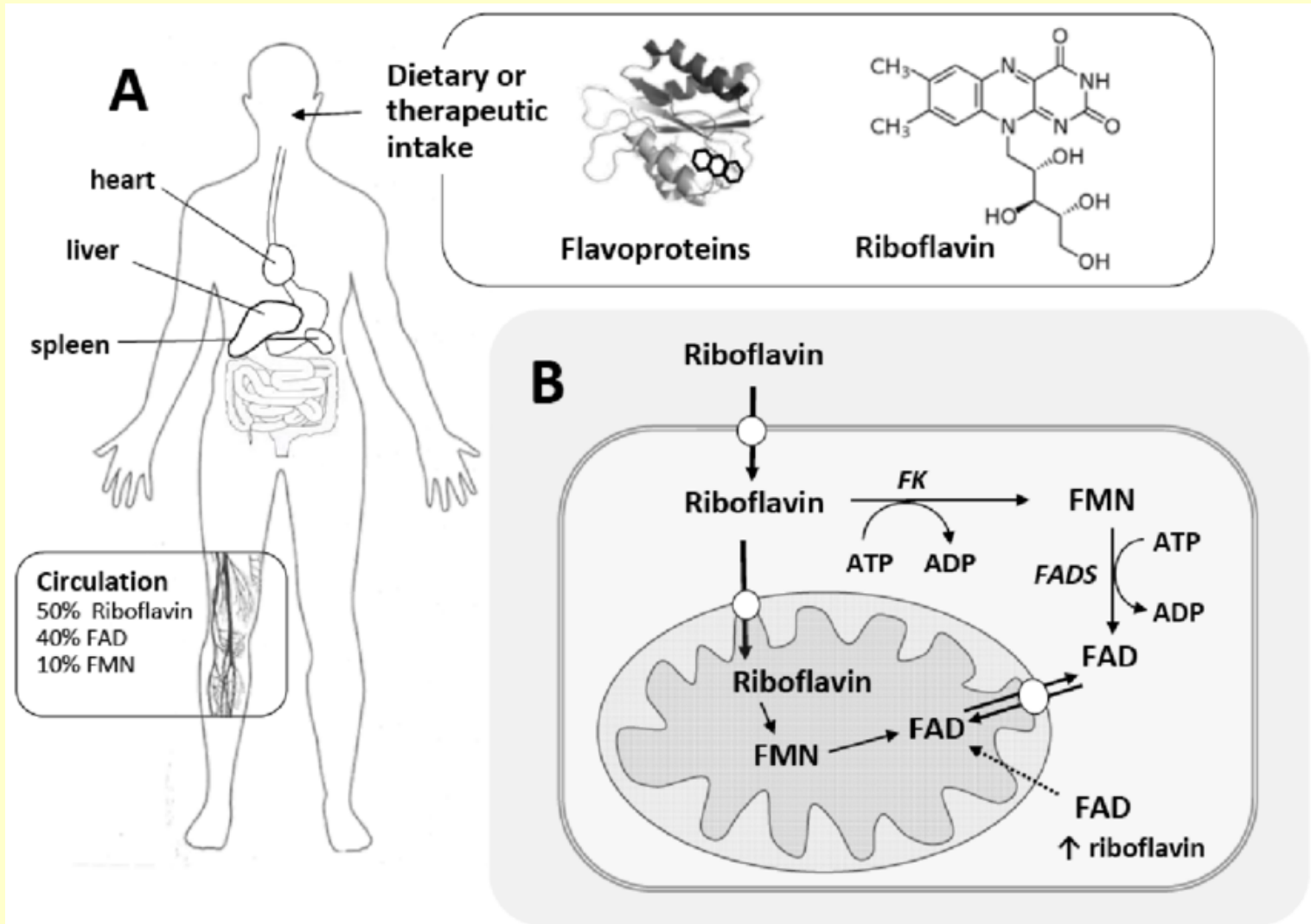
Snížení svalového tonu, snížená sekrece žláz, slizniční a kožní léze a záněty

Pozn. kukuřice ve výživě (Trp)





# Riboflavin

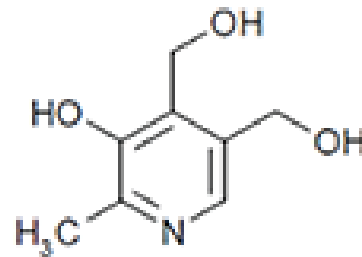


Hypovitaminóza – jen mírné projevy (poruchy trávení, kožní léze, „koutky“, bolest hlavy, nervové projevy)

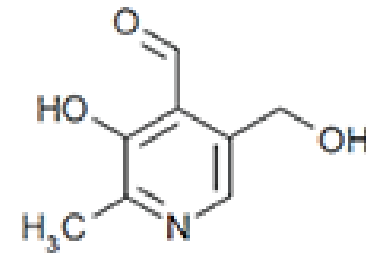
# Pyridoxin

Metabolismus  
aminokyselin a  
proteinů  
(transaminace)

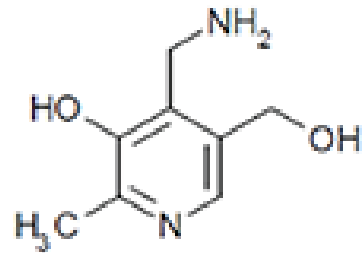
Hypovitaminóza –  
jen mírné projevy  
(dermatitida, GIT  
potíže – nevolnost,  
zvracení)



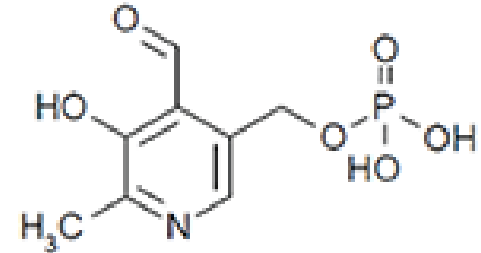
Pyridoxine



Pyridoxal



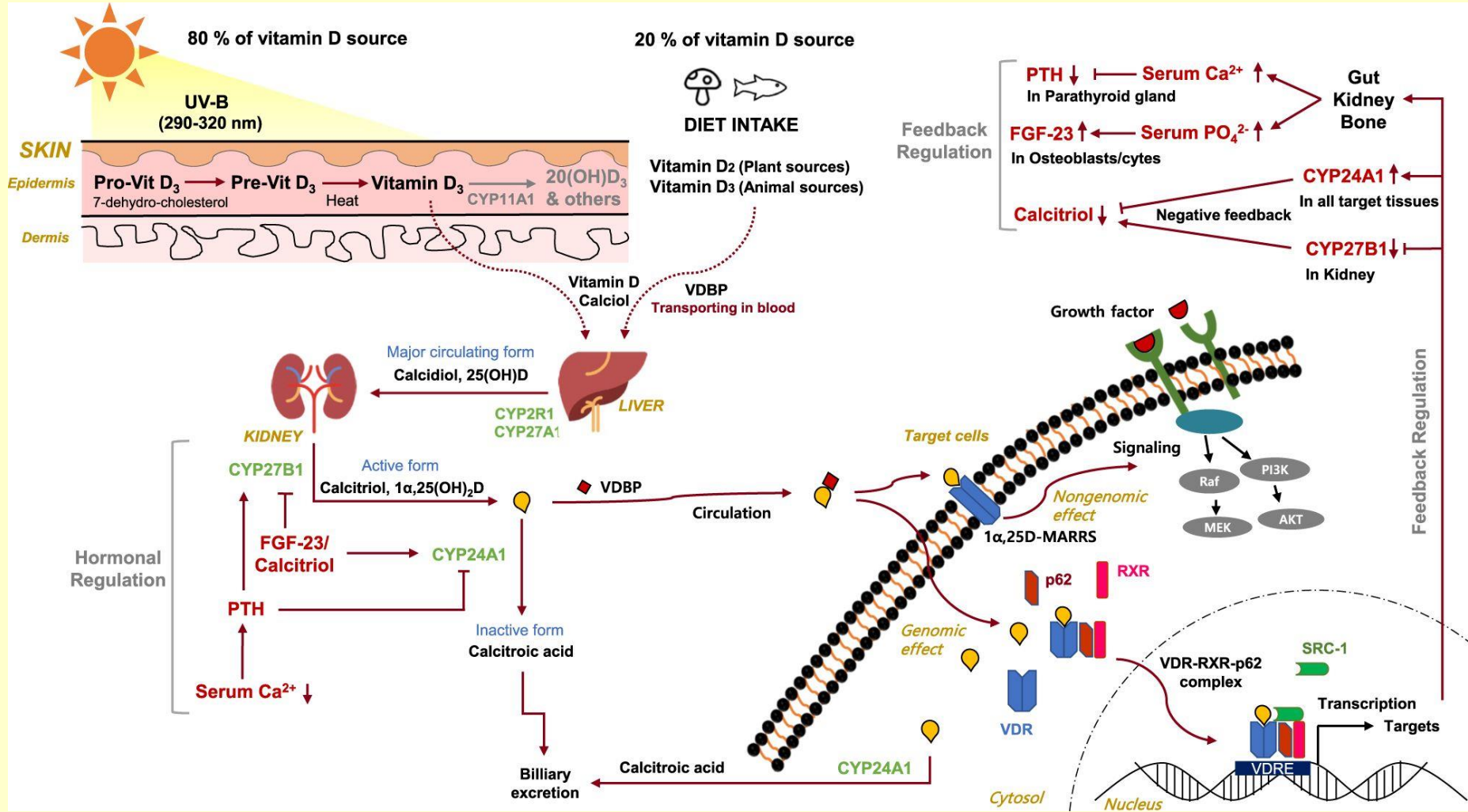
Pyridoxamine



Pyridoxal 5'-phosphate (PLP)

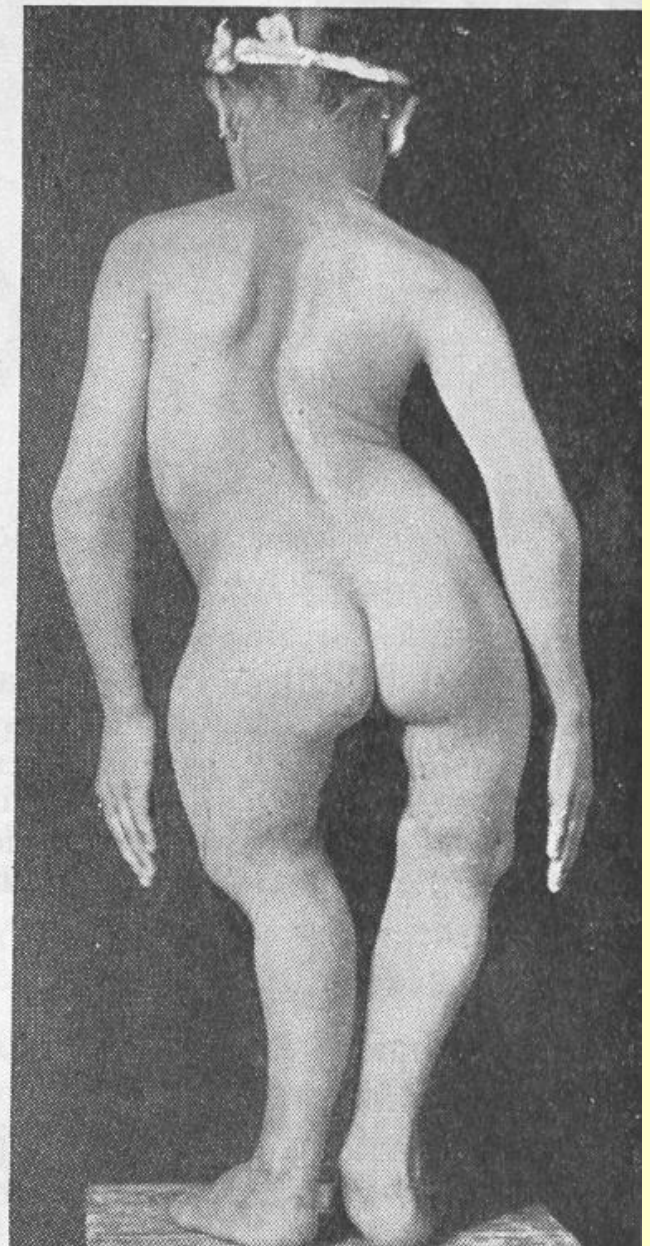
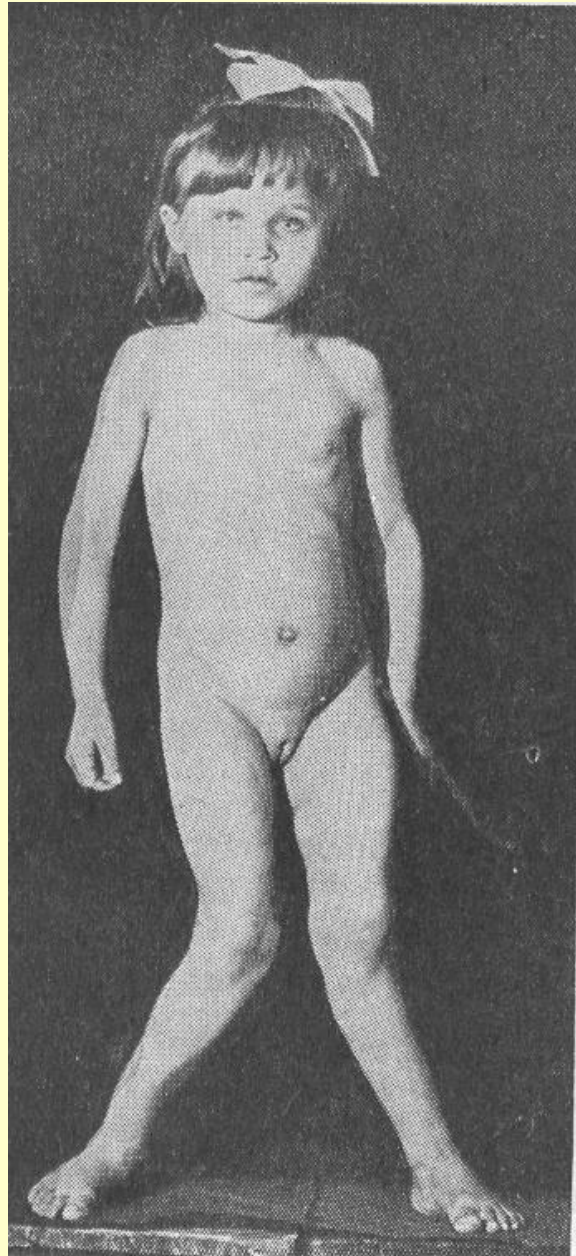


# Vitamin D

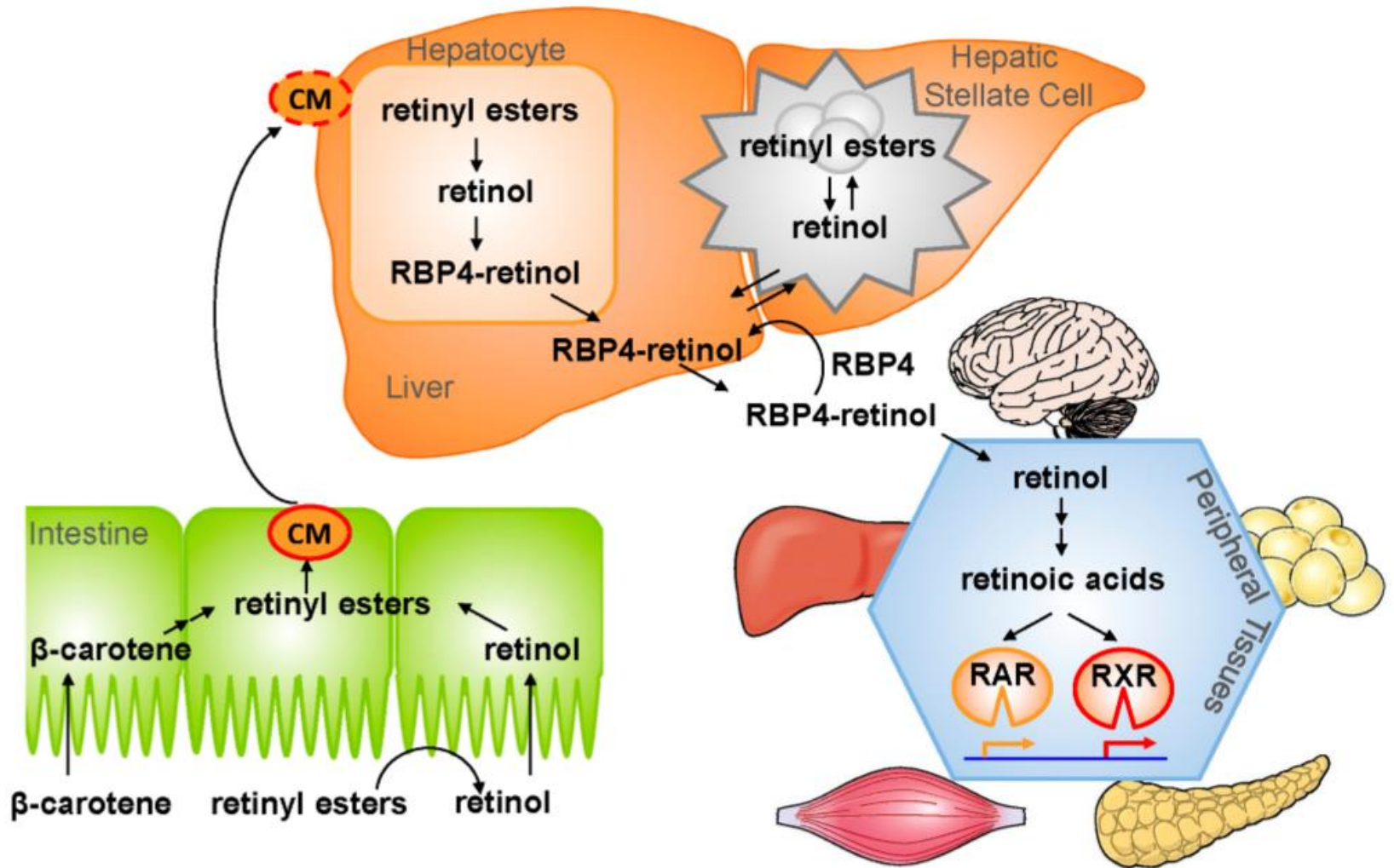




# RACHITIS

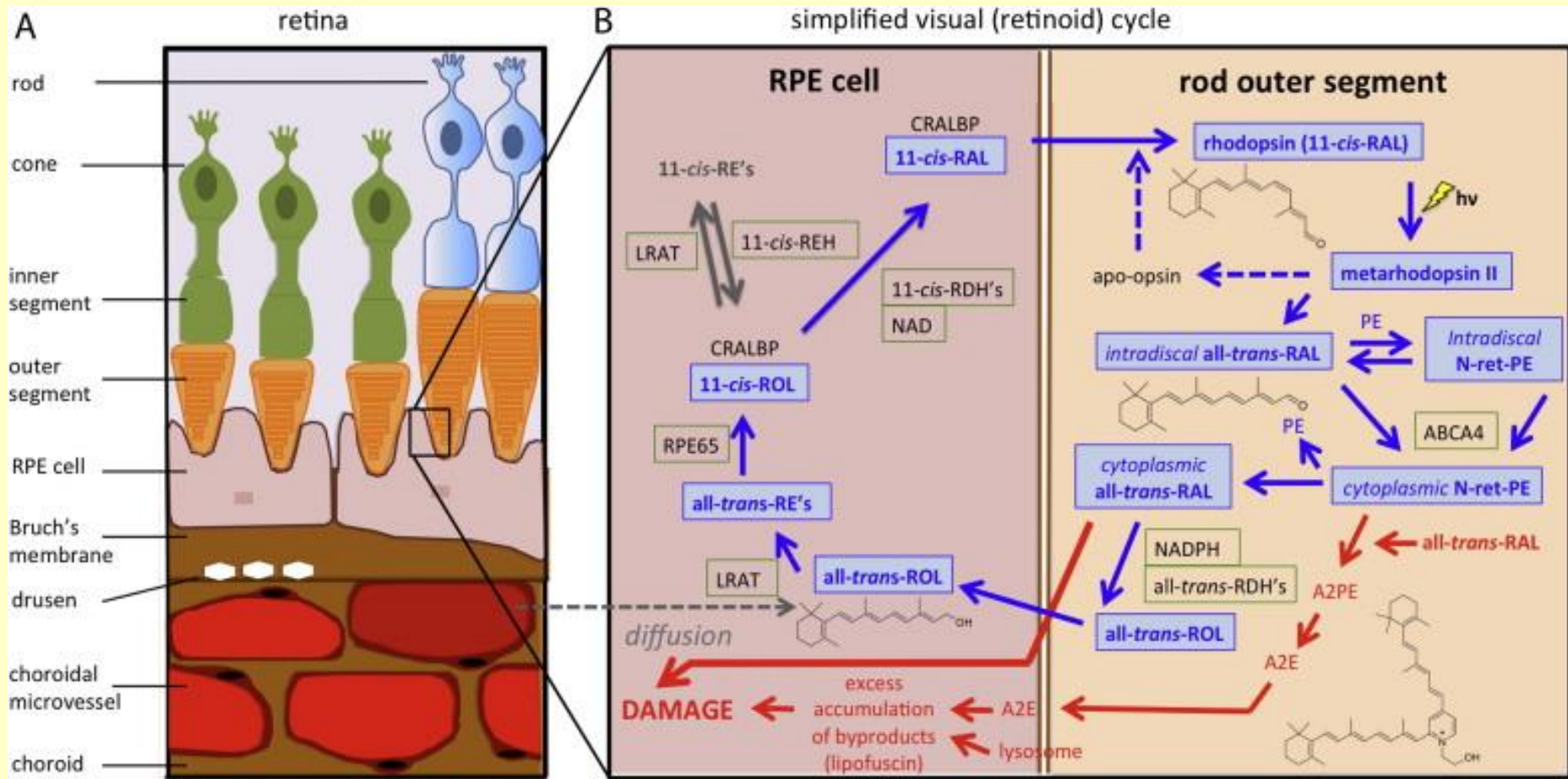


# Vitamín A



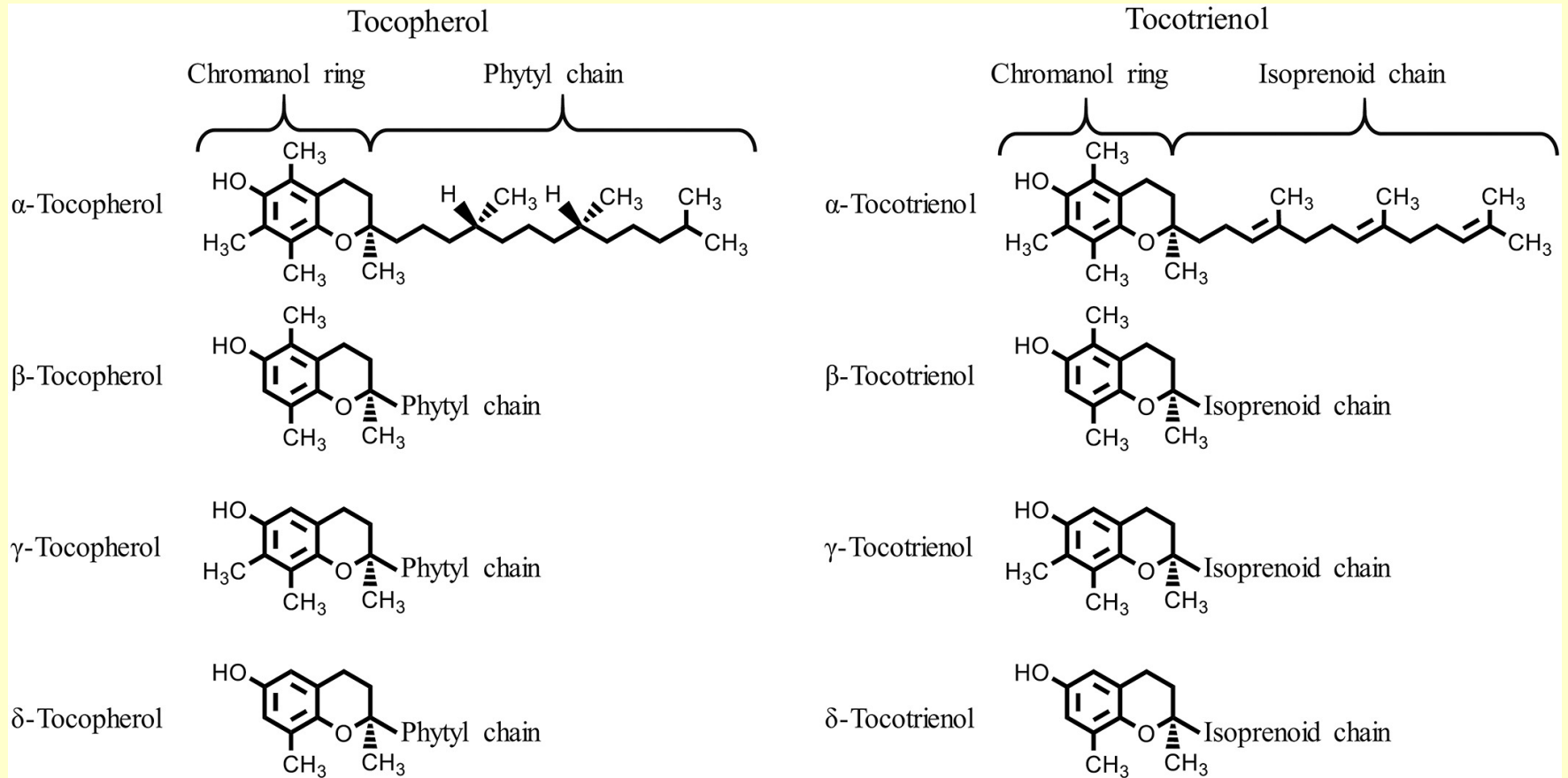
11-*cis*-retinal versus All-*trans*-retinová kyselina





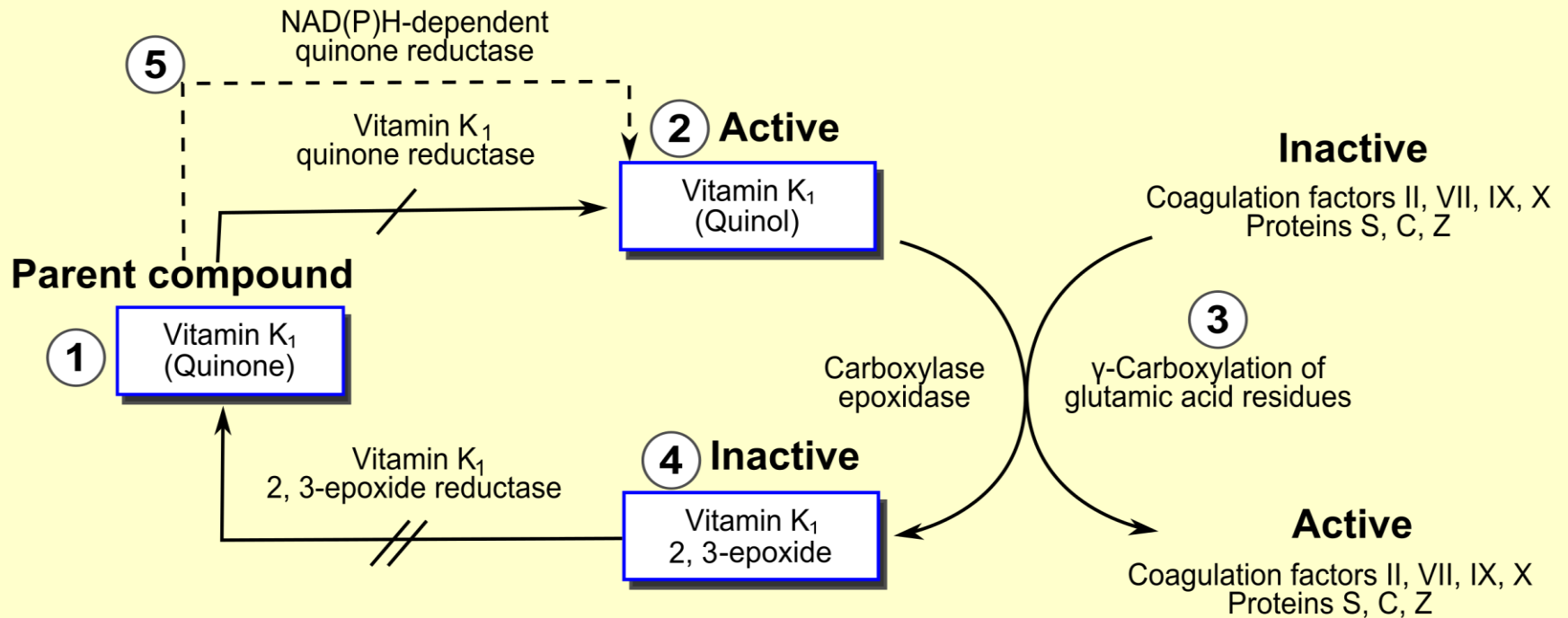
! Genomické účinky vitamínu A - růst a proliferace různých typů epiteliálních buněk

# Vitámín E



Hypovitaminóza – mužská sterilita?

# Vitamín K



Hypovitaminóza – je možná?

Minerál	Denní potřeba
Na	3,0 g
K	1,0 g
Cl	3,5 g
Ca	1,2 g
P	1,2 g
Fe	18,0 mg
J	150,0 µg
Mg	0,4 g
Co	?
Cu	?
Mn	?
Zn	15 mg

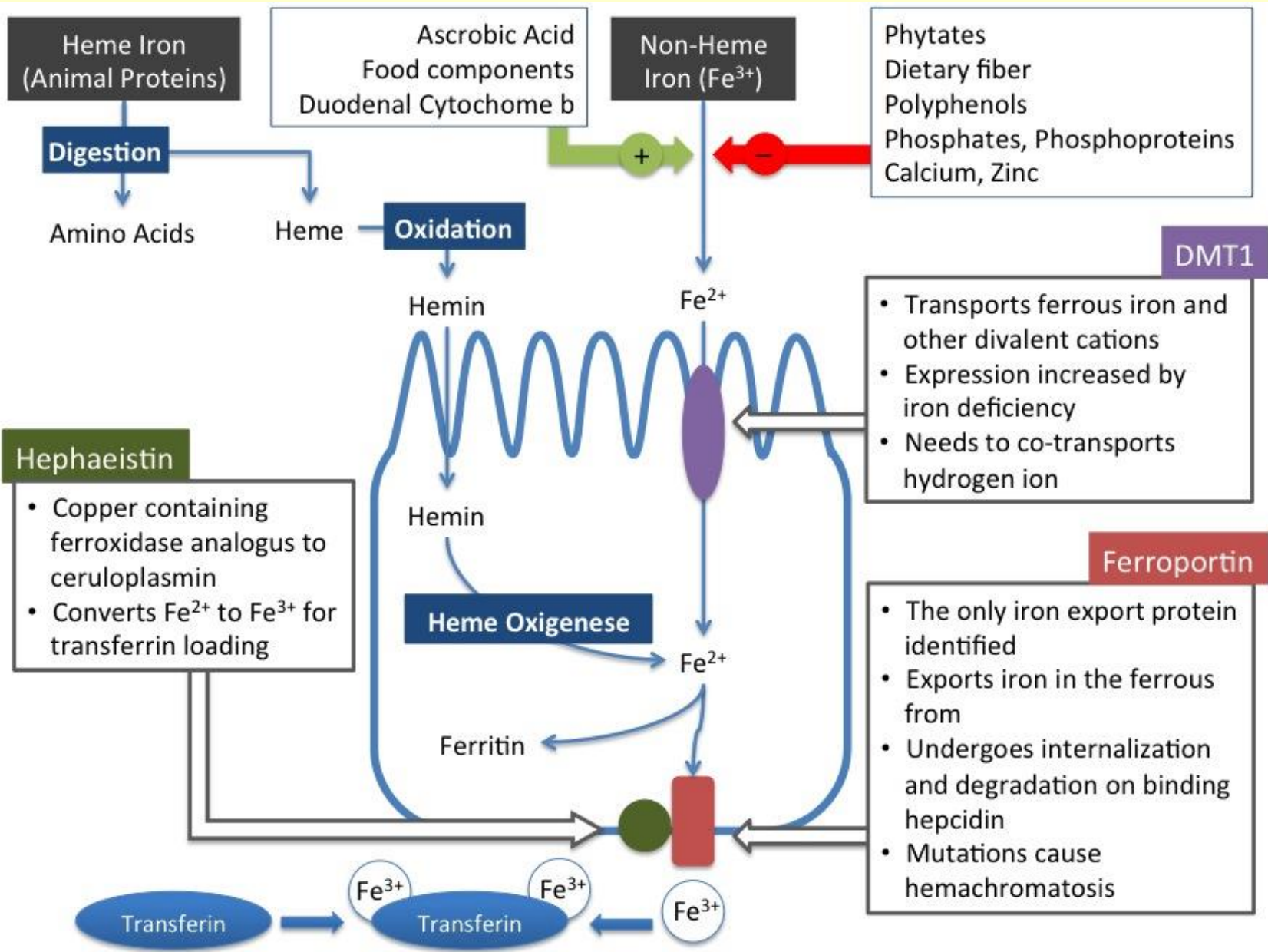
Koenzym reakcí metabolismu sacharidů; deficit – zvýšená iritabilita CNS, perif. vazodilatace, arytmie; nadbytek – potlačuje el. aktivitu CNS i kosterního svalu.

Součást enzymů (karboanhydráza v ery, laktátdehydrogenáza, peptidázy)



# STOPOVÉ PRVKY

1. Arsen
2. Chrom – experimentální deficit, glukozový orální test má diabetický charakter
3. Kobalt – součást enzymů, vit.B<sub>12</sub>; otrava kobaltem (pivo), kobaltová kardiomyopatie
4. Měď – postižení cytochromoxidázy (experiment), melanom – zvýšení radiosensitivity při depleci mědi; porušení cévní stěny
5. Fluor
6. Jod
7. Železo
8. Mangan – katalyzuje podobné reakce jako Mg, skladován v mitochondriích,  $\beta$ 1-globulintransmanganin
9. Molybden – v xantinoxidáze a flavoproteinech, u lidí deficit???
10. Nikl
11. Selen – antioxidant, v potravě vázán na bílkoviny (alkoholismus, jaterní cirhóza)
12. Křemík
13. Vanad
14. Zinek – součást metaloenzymů, proteosyntéza (ribosomy); deficit-Střední Východ (paraziti, fytáty ve stravě); atrofie varlat, poruchy imunity; u DM 50% zásob Zn (insulin skladován v pankreatu spolu se Zn)



# Iron: Factors Affecting Absorption

<b>Physical State (bioavailability)</b>	<b>heme &gt; Fe<sup>2+</sup> &gt; Fe<sup>3+</sup></b>
<b>Inhibitors</b>	phytates, tannins, soil/clay (pica), laundry starch, iron overload, antacids
<b>Competitors</b>	lead, cobalt, strontium, manganese, zinc
<b>Facilitators</b>	ascorbate, citrate, amino acids, iron deficiency, stomach acid, high altitude, exercise, pregnancy