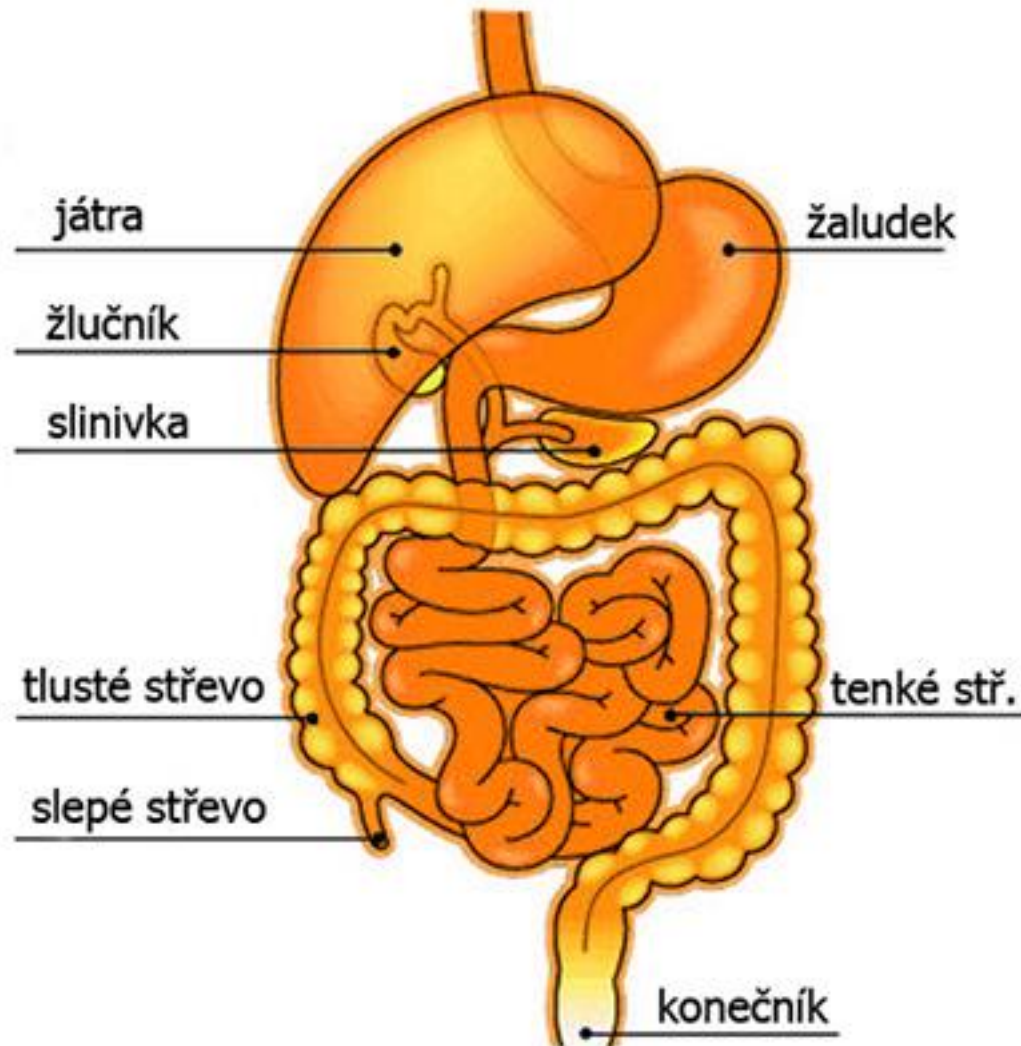


# **Fyziologie gastrointestinálního traktu**

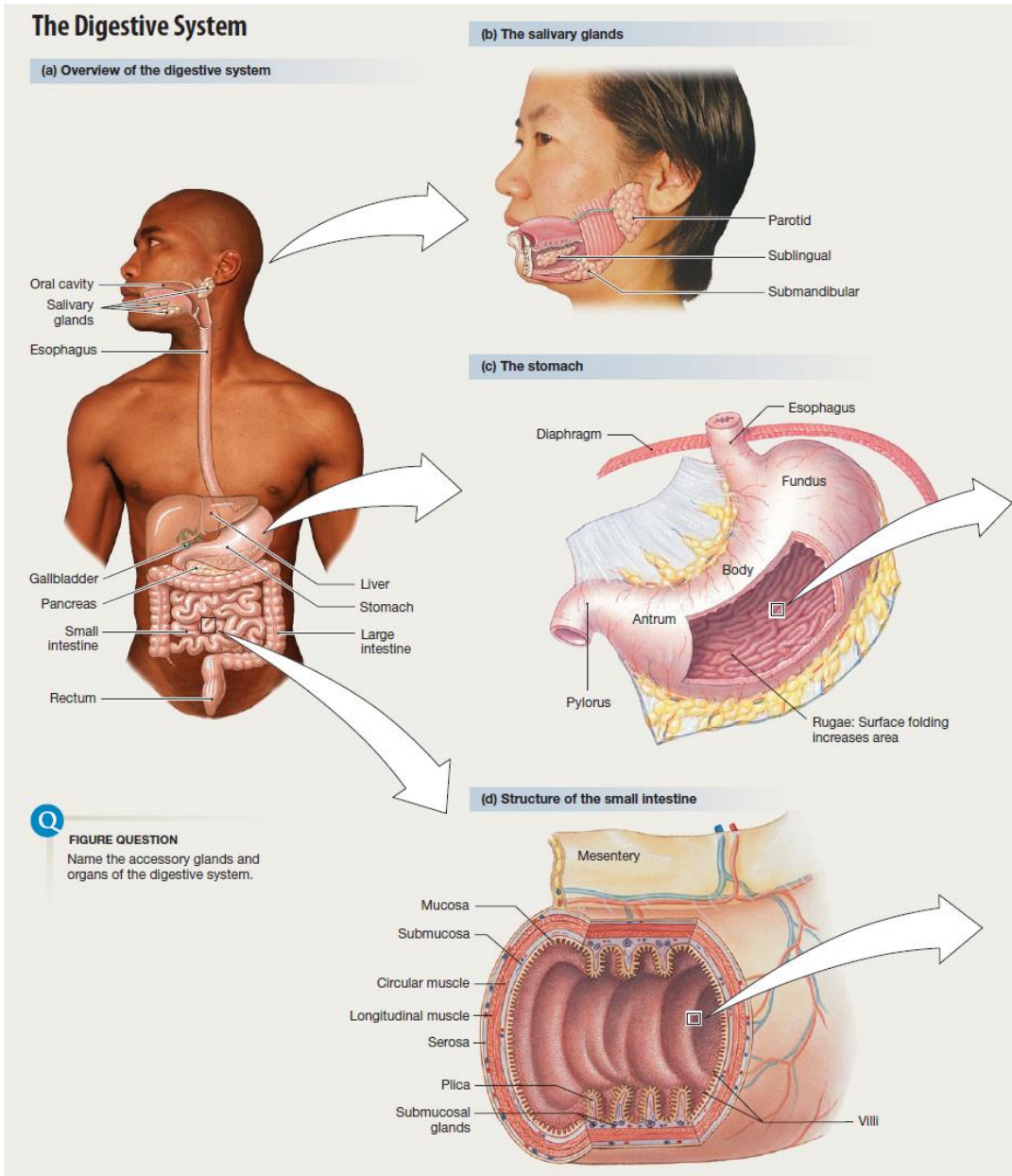
# Morfologie GIT

# Morfologie GIT

Trávicí soustava



# Morfologie GIT



- dutina ústní
- hltan, jícen
- žaludek
- střeva
- žlázy GIT

# Morfologie GIT

- *dutina ústní*
  - příjem a rozmělnění potravy
  - štěpení škrobů amylázou
- *hltan, jícen*
  - posun potravy
  - horní a dolní svěrač

# Morfologie GIT

- *žaludek*
  - hromadění a promíchávání potravy
  - kyselina chlorovodíková
  - žaludeční enzymy
- *střeva*
  - trávení a vstřebávání živin

# Morfologie GIT

- *žlázy GIT*
  - pankreas (pankreatická šťáva)
    - neutralizace střevního obsahu
    - enzymy štěpící jednotlivé živiny
  - játra (žluč)
    - trávení a absorpce tuků

# Struktura GIT

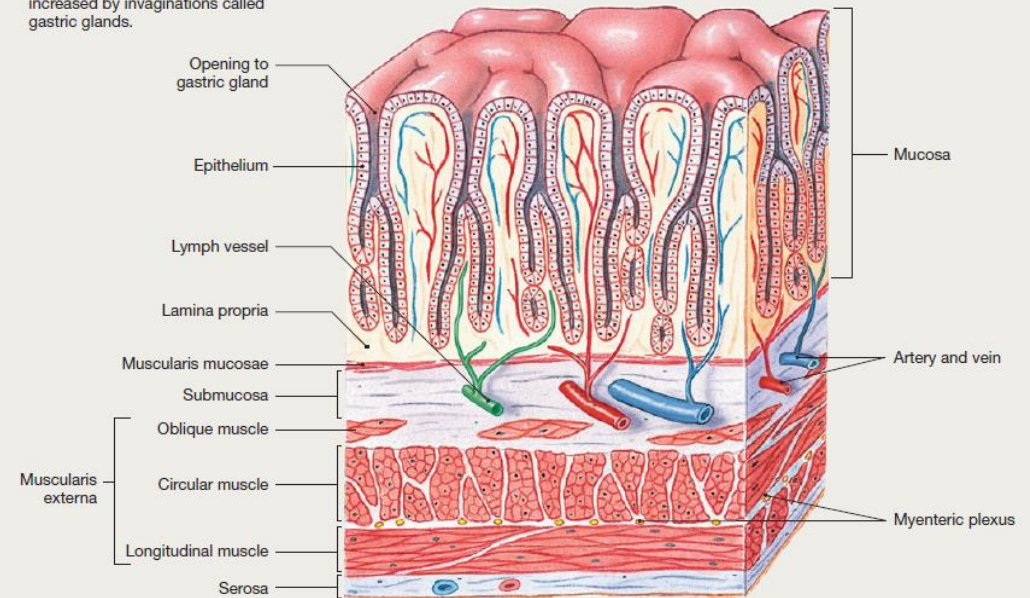


# Struktura GIT

- sliznice
- podslizniční vazivo
- svalovina
- vnější vrstva

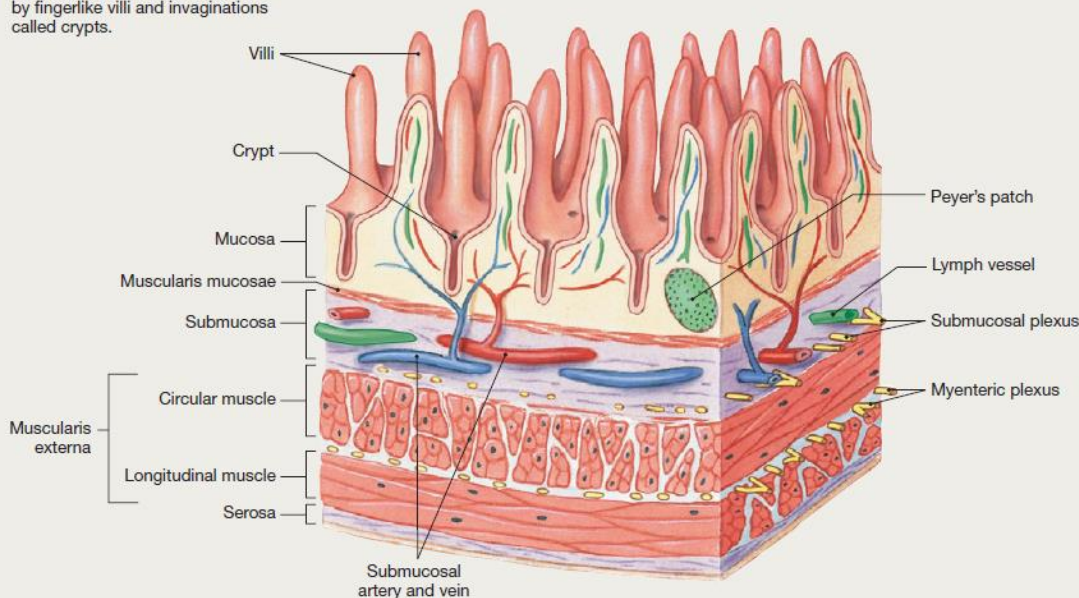
(e) Sectional view of the stomach

In the stomach, surface area is increased by invaginations called gastric glands.



(f) Sectional view of the small intestine

Intestinal surface area is enhanced by fingerlike villi and invaginations called crypts.



Převzato. Silverthorn, D. U. Human Physiology – an Integrated Approach. 6th. edition. Pearson Education, Inc. 2012.x

# Struktura GIT

- *sliznice*
  - epitel (sekreční/absorpční)
  - vlastní slizniční vrstva
  - svalová slizniční vrstva

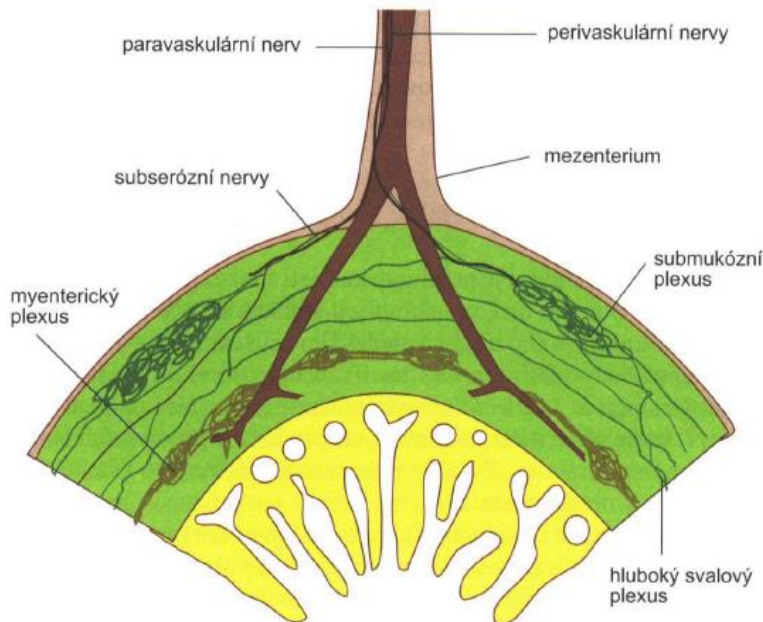
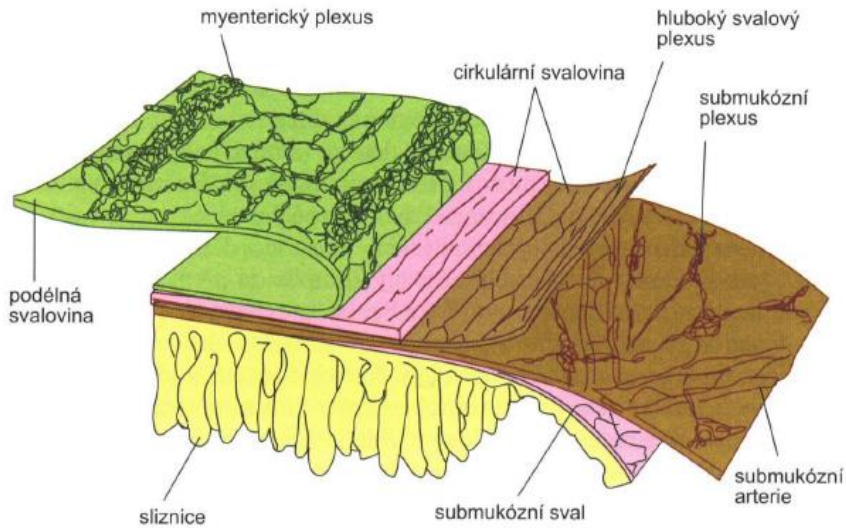
# Struktura GIT

- *svalovina*
  - příčně pruhovaná (začátek a konec)
  - hladká
    - vnitřní kruhová
    - vnější podélná
    - šikmá (v žaludku)

# Inervace GIT

# Inervace GIT

- *vnitřní* – enterický NS
  - myenterická pleteň,  
submukózní pleteň



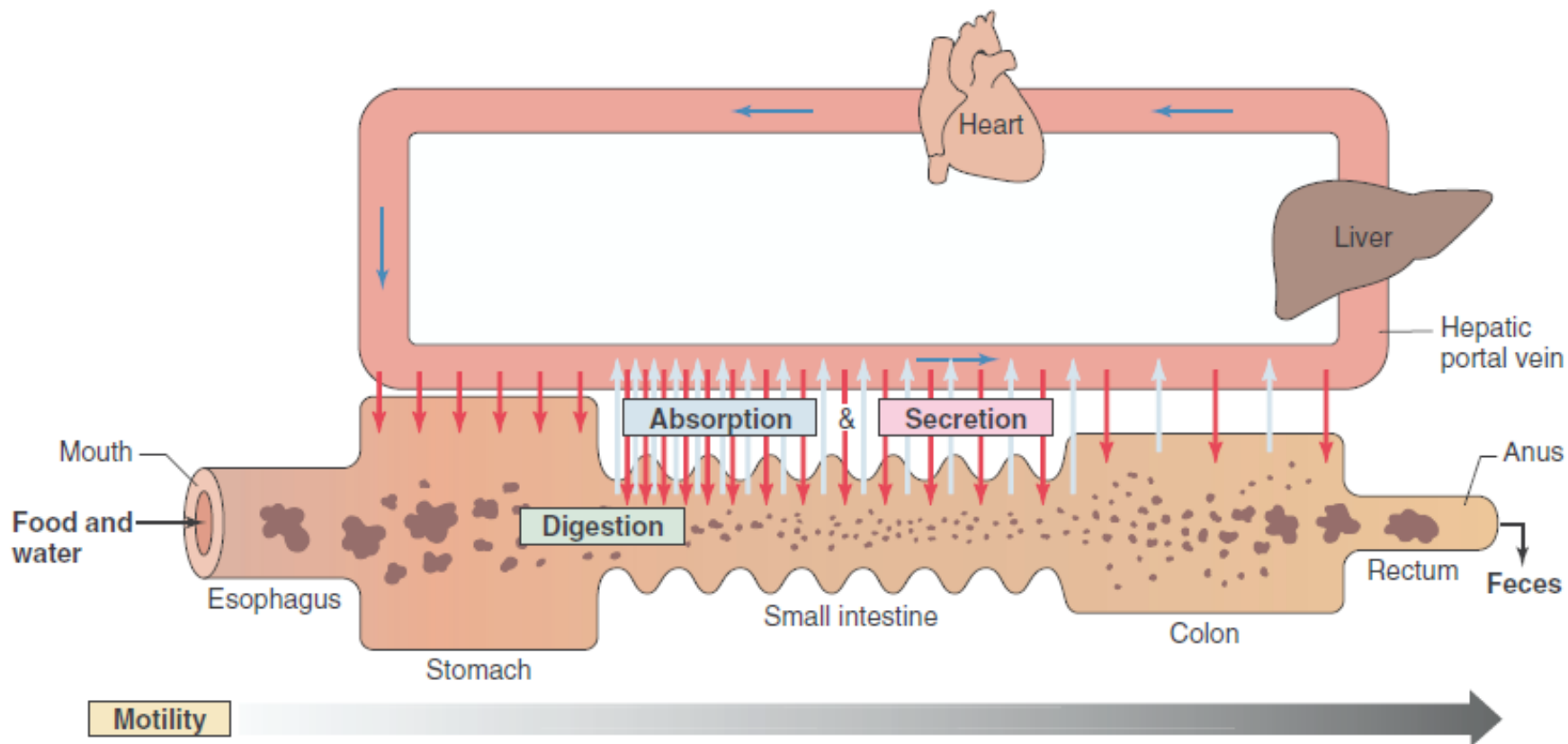
Převzato. Kittnar, O. a kolektiv.  
Lékařská fyziologie. 1. vydání.  
GRADA publishing, 2011.

# Inervace GIT

- *vnější* – sympatikus/parasymphatikus
  - aferentní/eferentní nervová vlákna
  - sympatikus: inhibiční vliv
  - parasymphatikus: stimulační vliv

# **Trávení a vstřebávání**

# Trávení a vstřebávání



**FIGURE 17-2**

Four processes carried out by the gastrointestinal tract: digestion, secretion, absorption, and motility.



# Trávení a vstřebávání

- **rozklad** (tuky, cukry, bílkoviny) na základní stavební jednotky (MK, jednoduché cukry, AMK)
  - difuze, či několik transportních systémů
    - anorganické látky rozpuštění a disociace
    - vitamíny – specifický mechanismus
- **absorpce** pomocí enterocytů do krve/lymfy

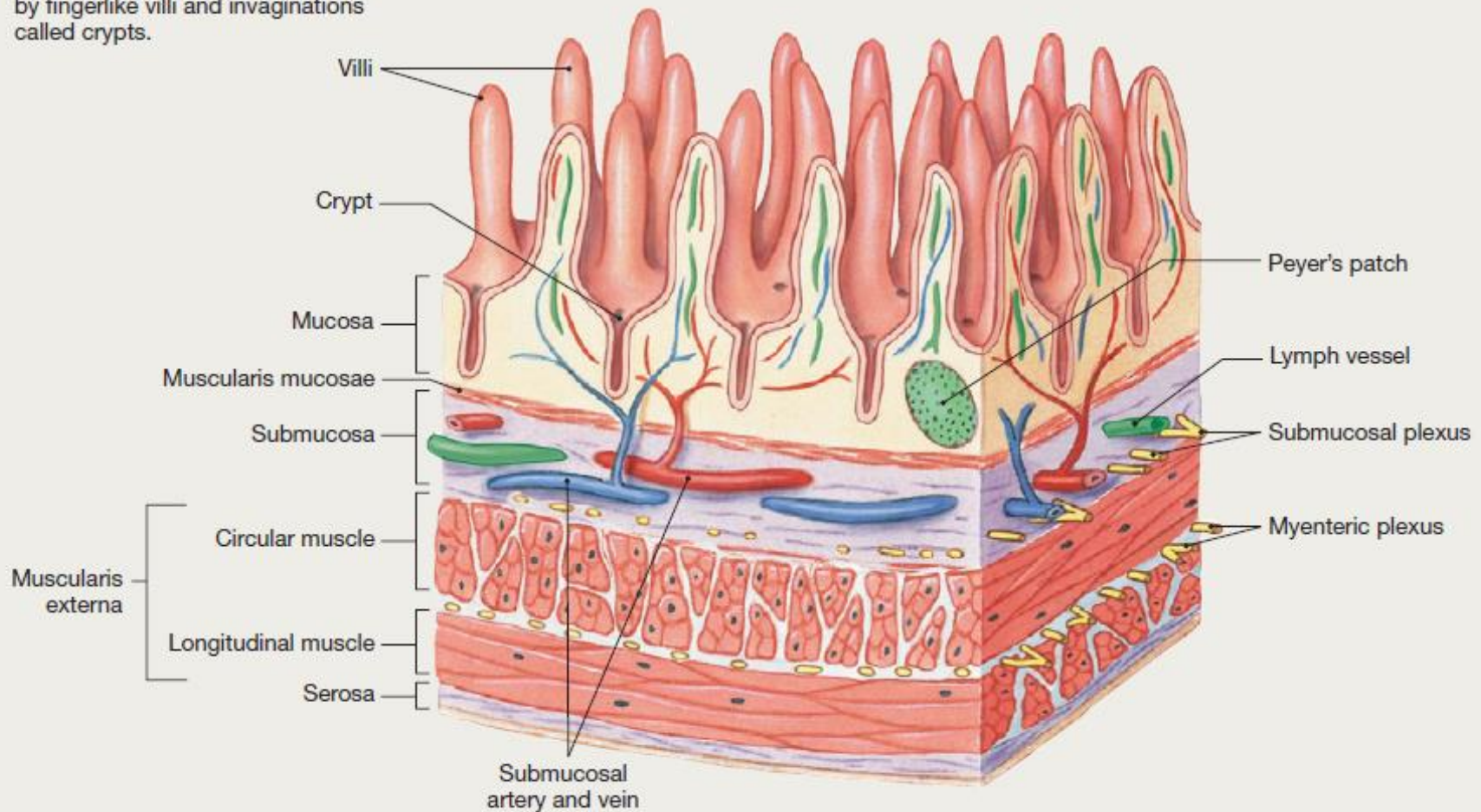
# Enterocyt

- bazální membrána prostupná pro velké molekuly
- krátká životnost (5 dnů)
- mikroklky kryje glykokalyx: obsahuje mukoproteiny → adsorpce enzymů

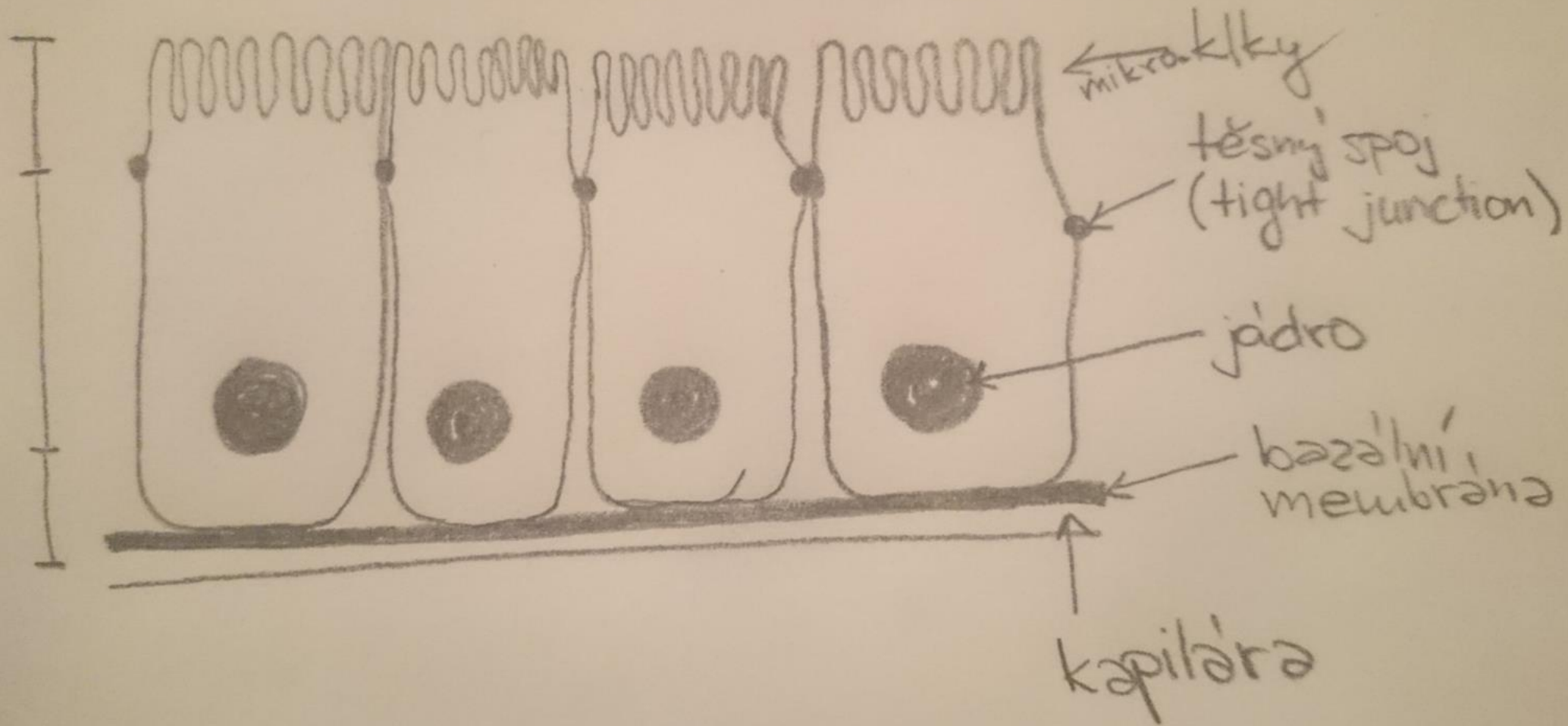
# Enterocyt

## (f) Sectional view of the small intestine

Intestinal surface area is enhanced by fingerlike villi and invaginations called crypts.



# Enterocyt



# Trávení a vstřebávání

- *transcelulární transport*

- luminální membrána

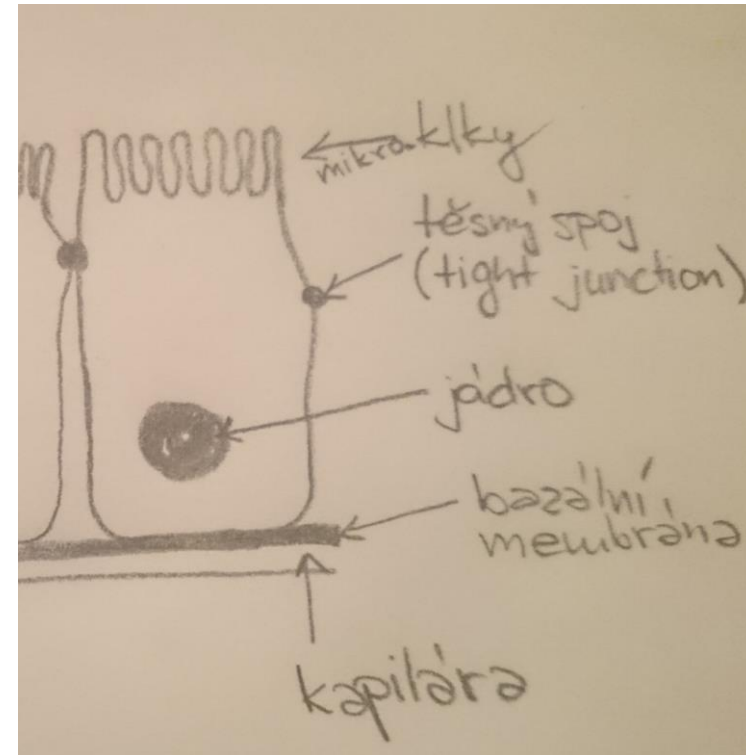
- cytoplazma

- bazolaterální membrána

- intersticiální prostor

- aktivní transport = dodat mtb **energii**

- **substrátová specifita**



# Trávení a vstřebávání

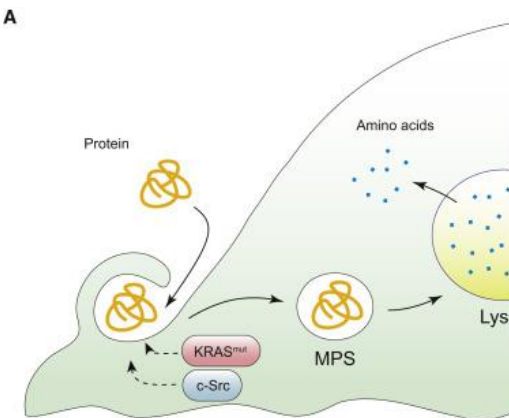
- *endocytóza*

= specializovaná molekula + přenašeč

→ specifický receptor

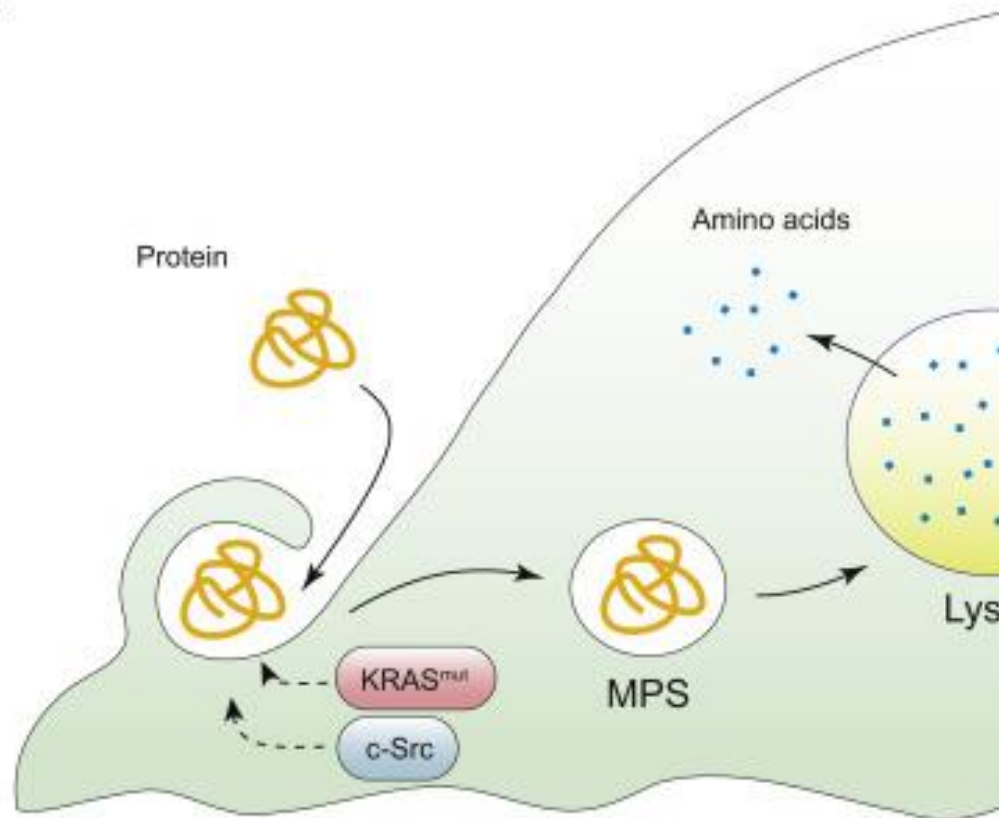
– z buňky v intaktním stavu, nebo splynutí s lysozomem a štěpení molekuly

– nutná **energie** (nejen pro činnost cytoskeletu)



# Trávení a vstřebávání

A



# Jednoduché cukry

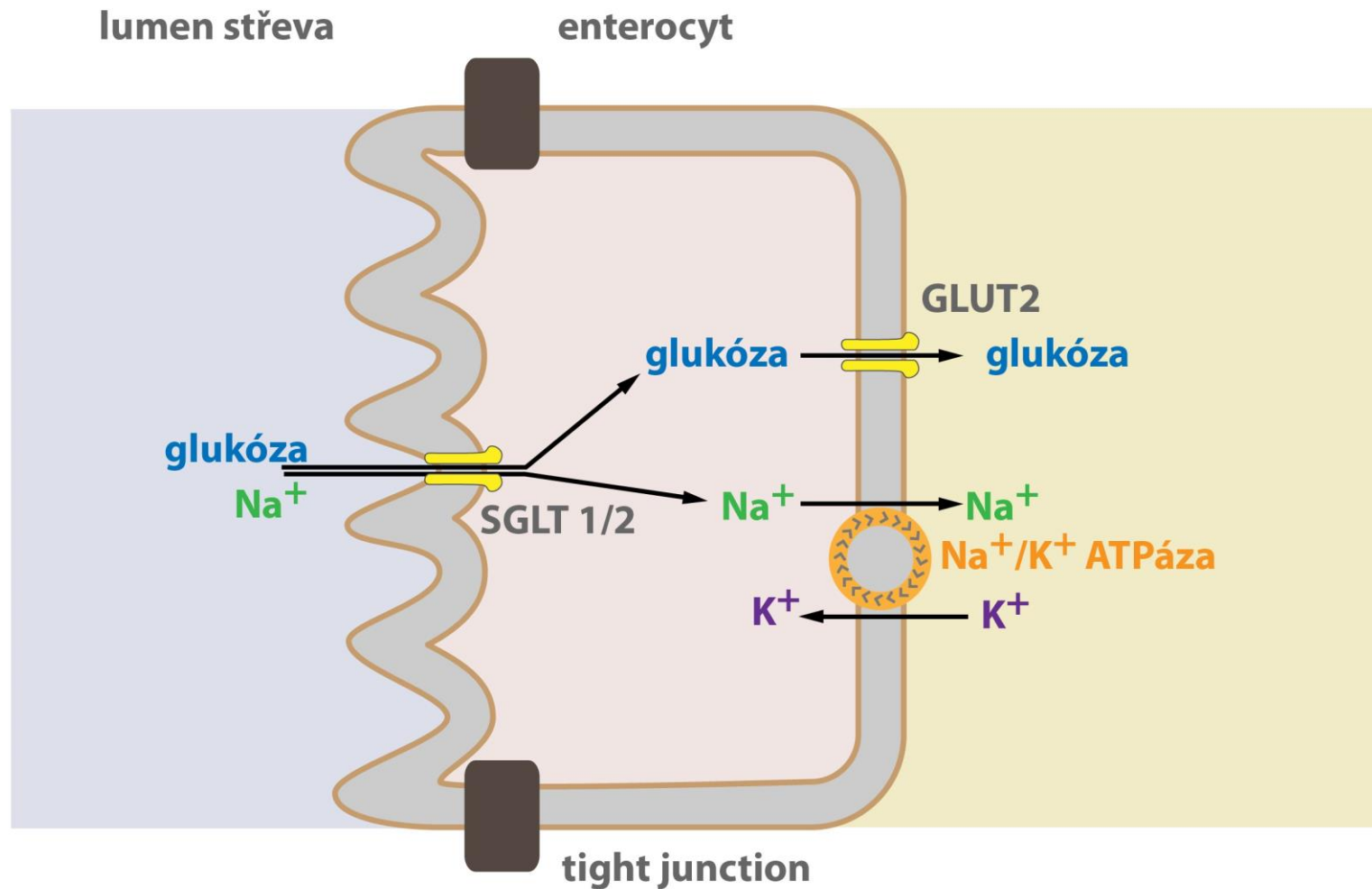
- facilitovaný transport (duodenum, jejunum)  
→ vrátnicový oběh → játra
- glukóza i kotransport s  $\text{Na}^+$  (vytvoření elektrochemického gradientu:  $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPáza}$ )
- vstřebávání glukózy **nezávisí** na přítomnosti inzulinu



## \* **Facilitovaný transport**

- nutná účast integrálního **membránového proteinu** (zajistí přestup přes membránu)
- transport látek **po elektrochemickém gradientu**
- přenašeč umožňuje přestup hydrofilnějších látek pasivním způsobem, bez vynaložení energie (rychlejší přestup, než prostou difuzí)
- **saturabilita přenašeče**
- možnost **inhibice transportu** jiným substrátem či inhibítorem s afinitou k přenašeči

# Jednoduché cukry



# Bílkoviny

- AMK do buňky – specifické přenašeče (specifický **aktivní transport**)
  - využití elektrochemického gradientu pro  $\text{Na}^+$
  - část jako di/tripeptidy – sekundární aktivní transport
  - bazolaterální membrána **propustnější pro AMK**
- = uplatnění difuze

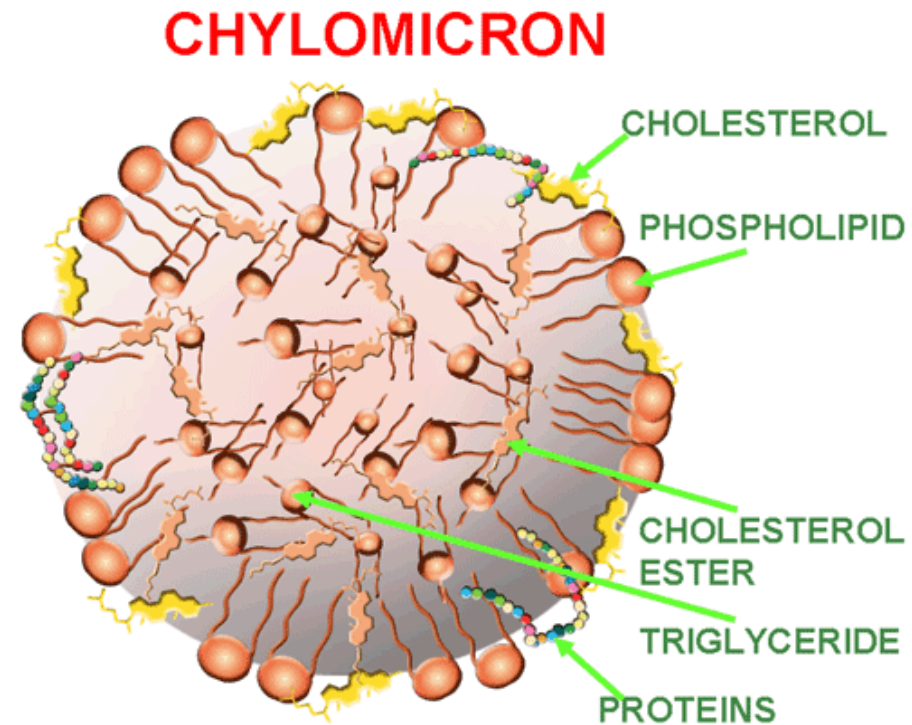
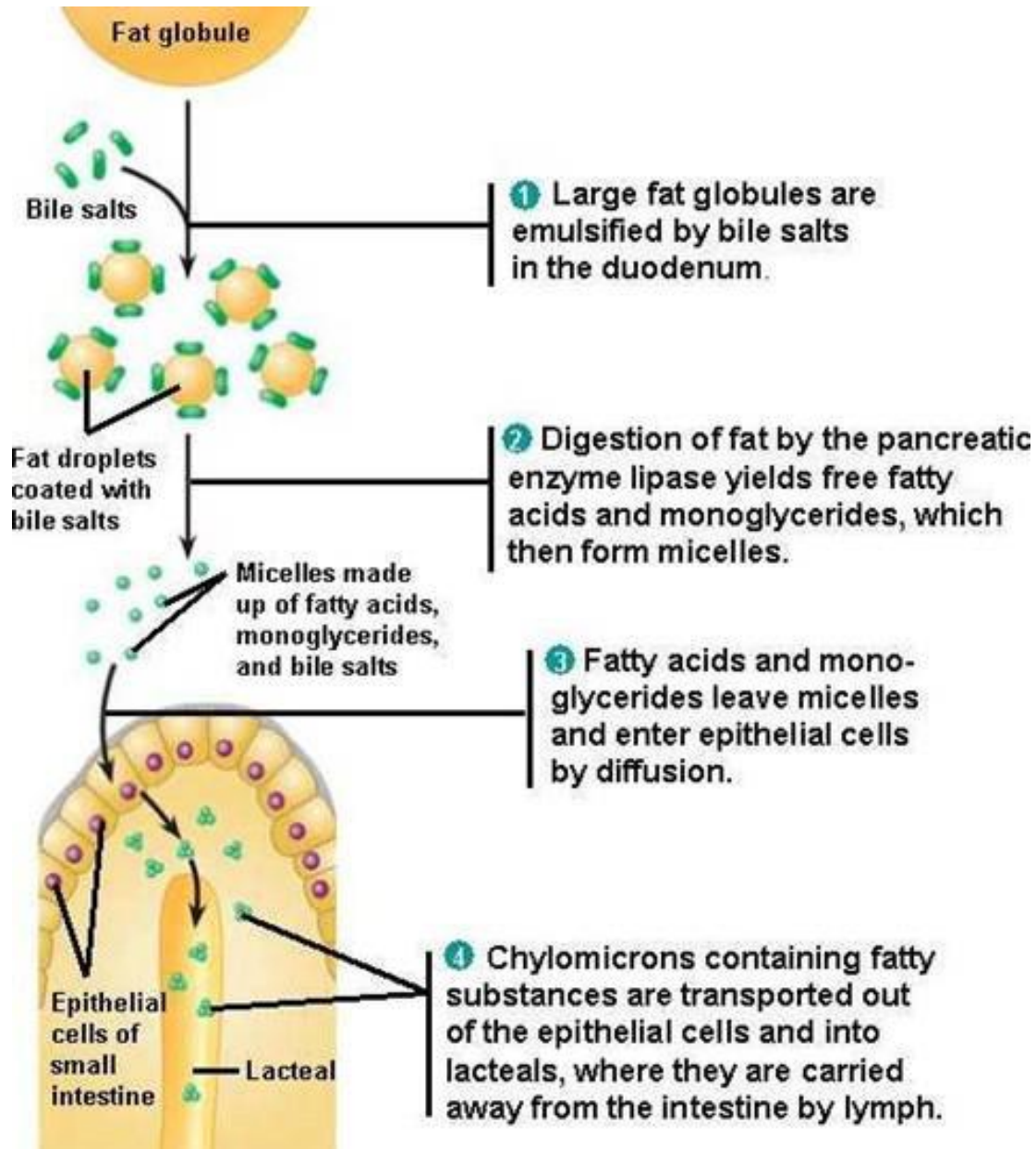
# Bílkoviny

- Speciální bílkoviny

# Tuky

- emulgace – soli žlučových kyselin a pankreatická lipáza
  - mono/diacylglyceroly, MK, fosfolipidy, cholesterol → micely
  - difuze komponent přes membránu → sER
  - lipidy pokryté fosfolipidy (= chylomikrony)
  - exocytóza → mízní kapiláry → do krve

# Tuky



# Tuky

- zbylé žlučové kyseliny
  - vstřebání v ileu
  - difuze/aktiví transport do enterocytů
  - krev → portální oběh
  - játra → znovu do žluče

# Vitamíny

- *rozpustné v tucích*
  - do micel → sdílí jejich osud
  - vit. E – napomáhají žlučové kyseliny



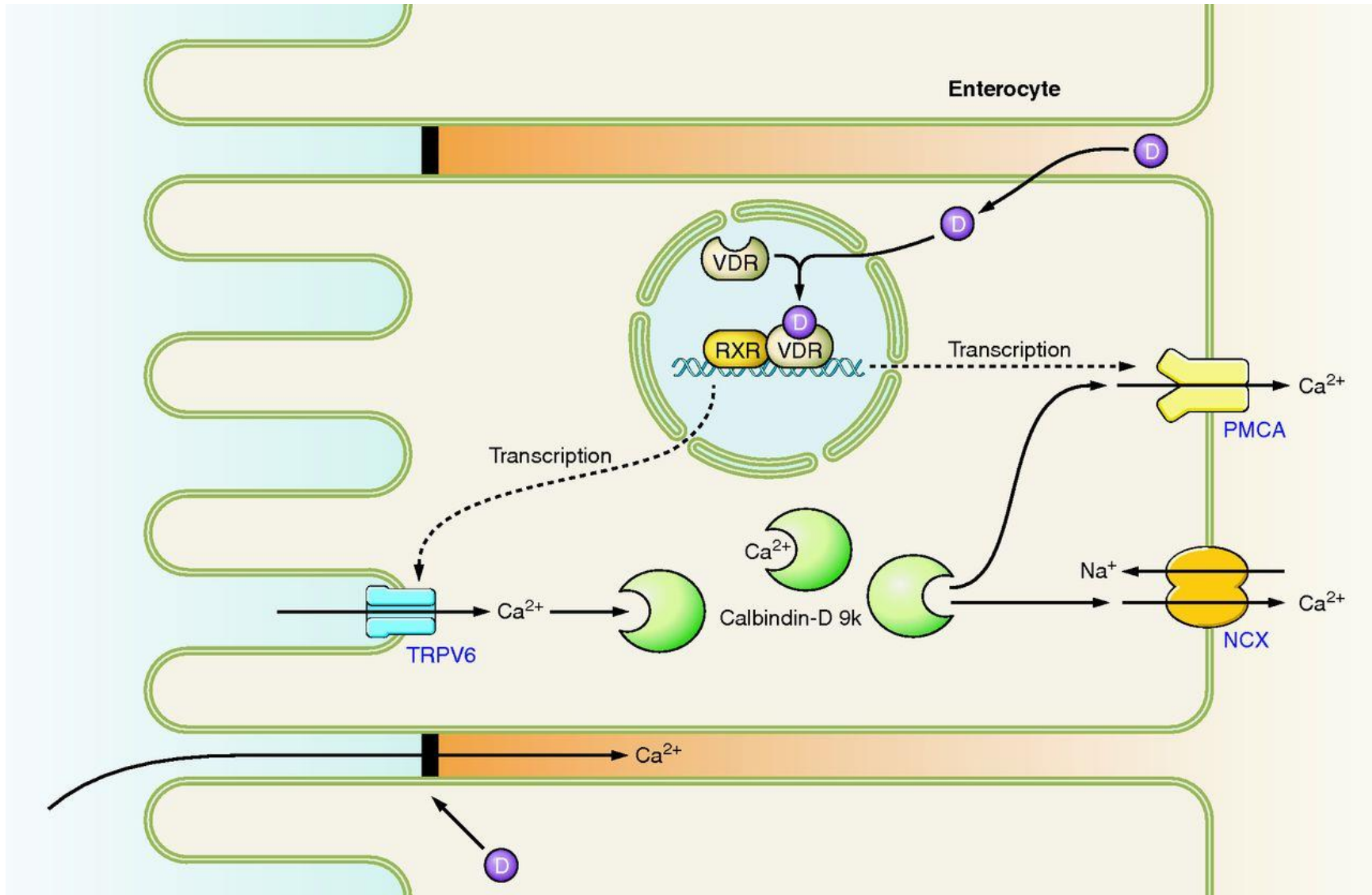
# Vitamíny

- *rozpuštěné ve vodě*
  - proximální část tenkého střeva
  - vyšší koncentrace ve střevě → difuze
  - nižší koncentrace → aktivní transport (kotransport s  $\text{Na}^+$ )
  - $\text{B}_{12}$ : vazba na vnitřní faktor → endocytóza  
→ aktivně přes bazoleterální membránu

# Vápník

- vstřebává ve všech oddílech střeva
- $\text{Ca}^{2+}$  + specifický protein v luminální membráně → translokace do cytoplasmy
  - + cytoplazmatický kalcium-vazný protein
  - aktivní transport **proti** elektrochemickému gradientu
- řízeno **vit. D** a parathormonem

# Vápník



Převzato z: Kopic, S. and J. P. Geibel (2013). "GASTRIC ACID, CALCIUM ABSORPTION, AND THEIR IMPACT ON BONE HEALTH." *Physiological Reviews* **93**(1): 189-268.

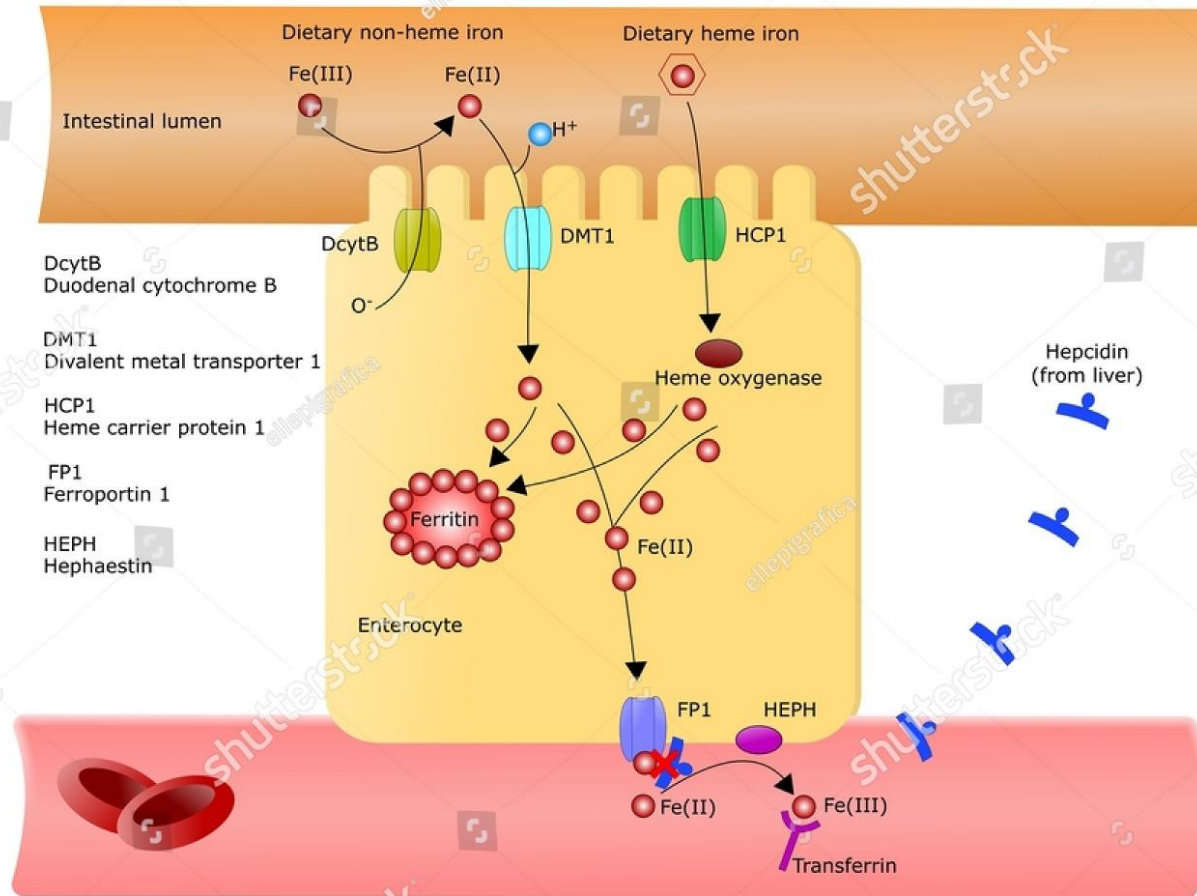
# Železo

- z potravy využije jen malé množství
- železo z hemu využitelnější → facilitovaný transport celého hem-komplexu
- ve střevu vázáno na transferin
  - specifický receptor → endocytóza
  - uvolnění a vazba na cytoplazmatický feritin
  - část aktivní transport do krve
  - plazmatická transferin

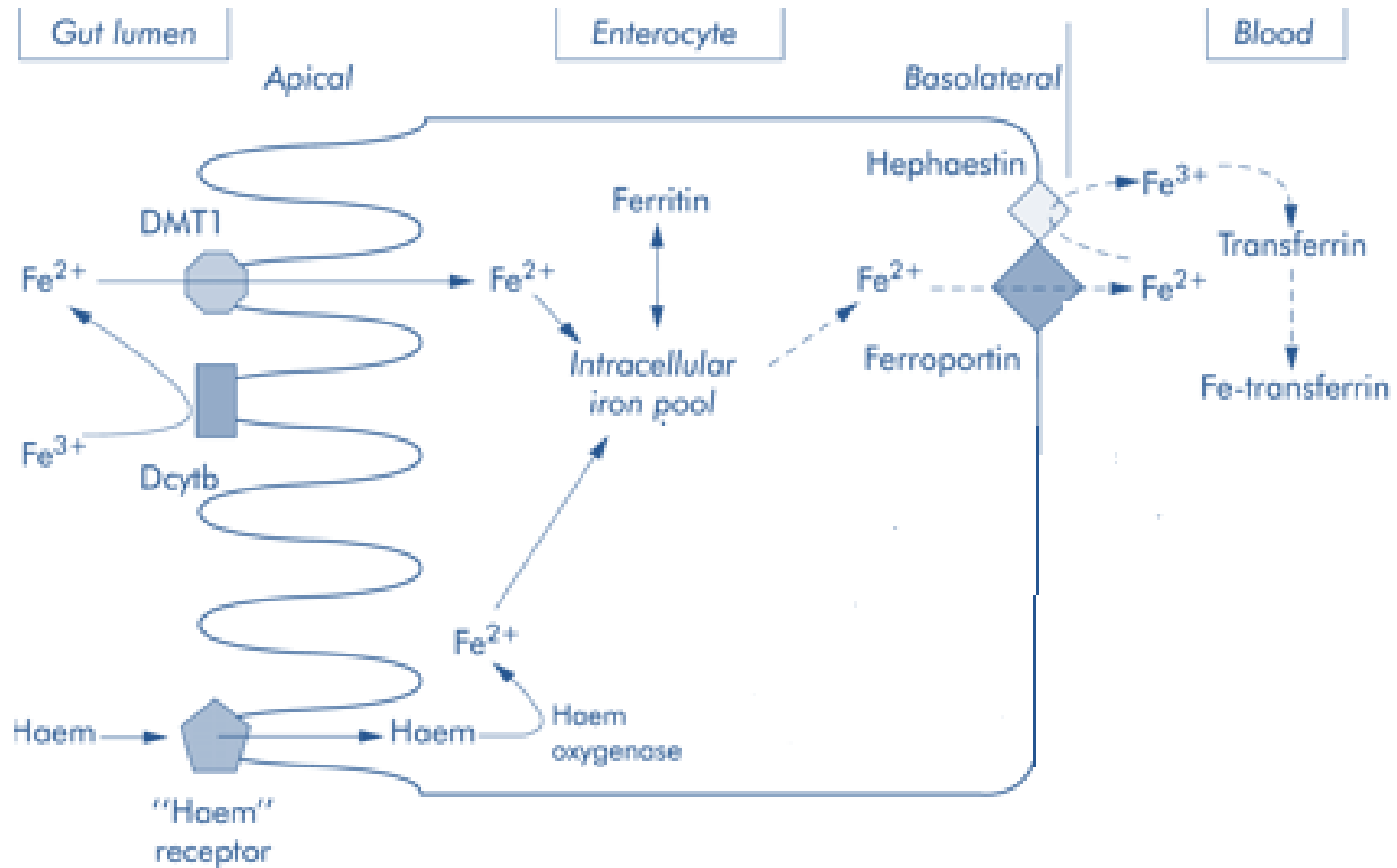
# Železo

- železo s feritinem → obnova epitelu  
→ do střevního obsahu → vyloučení
- regulační mechanismus = volná kapacita plazmatického feritinu

# Železo



# Železo



# Voda

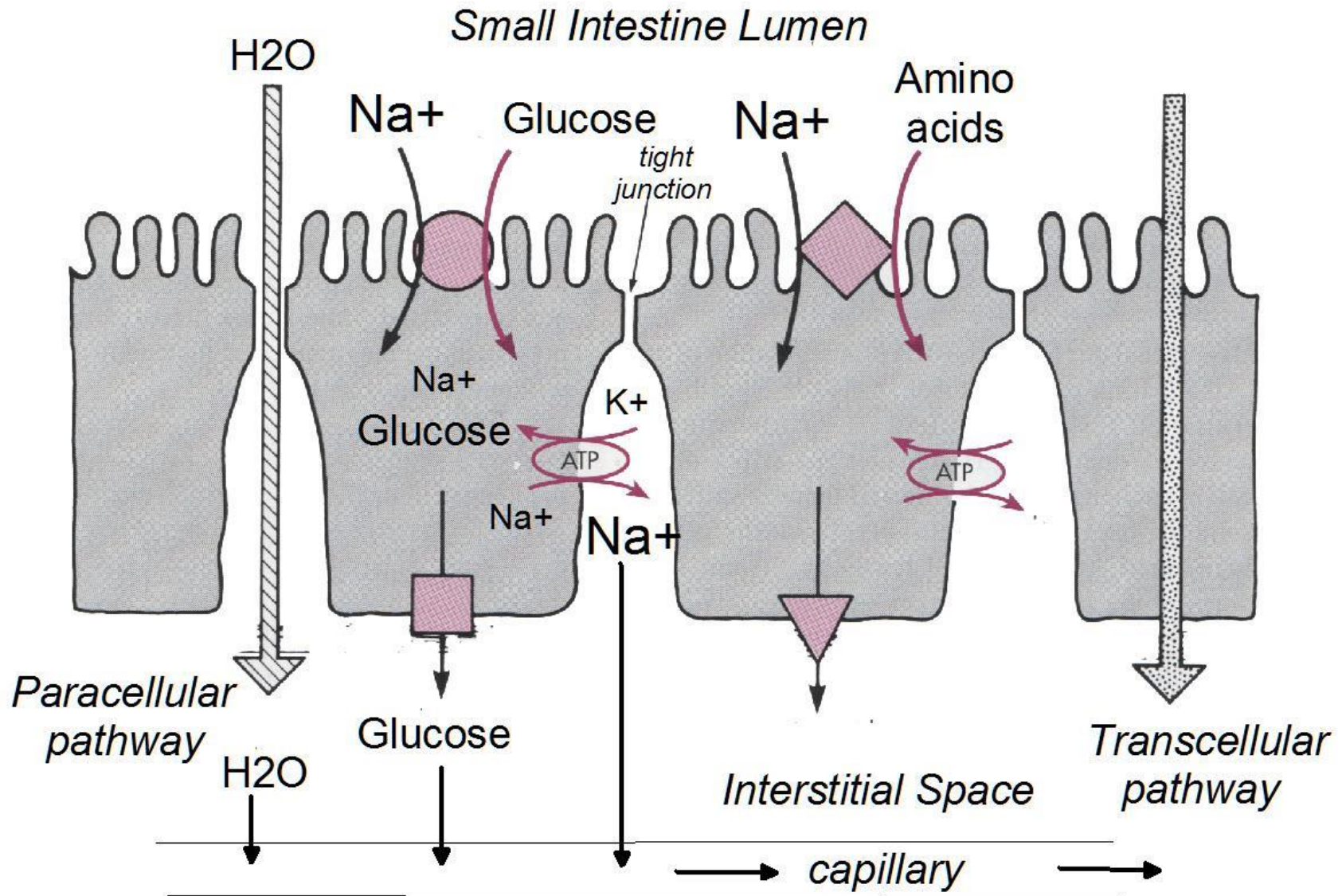
- přes stěnu GIT **pasivně** oběma směry
- hybná síla = osmotický gradient
  - koncentrační spád sodíku (navozen aktivním transportem  $\text{Na}^+$ )
- do bazolaterálního prostoru paracelulární cestou → zvýšení hydrostatického tlaku
- voda do subepitelových kapilár



# Voda

- *tenké střevo*
  - propustnost těsných buněčných spoj relativně veliká
  - osmolalita tekutiny v bazolat. Prostorech vyrovnána tokem vody
  - vstřebaná tekutina izotonická

# Voda



# Voda

- *tlusté střevo*

- propustnost spojů nižší = tok vody do intersticia menší
- vstřebaná tekutina hypertonická
- střevní obsah (vůči plazmě) hypotonický

**Sekreće**

# Trávicí šťávy

- buňky žláz ve sliznici/specializované žlázy
- sekreční produkty tvořeny ER
- sekreční granula v apikální části buněk
- uvolnění (exocytóza) po specifickém podnětu

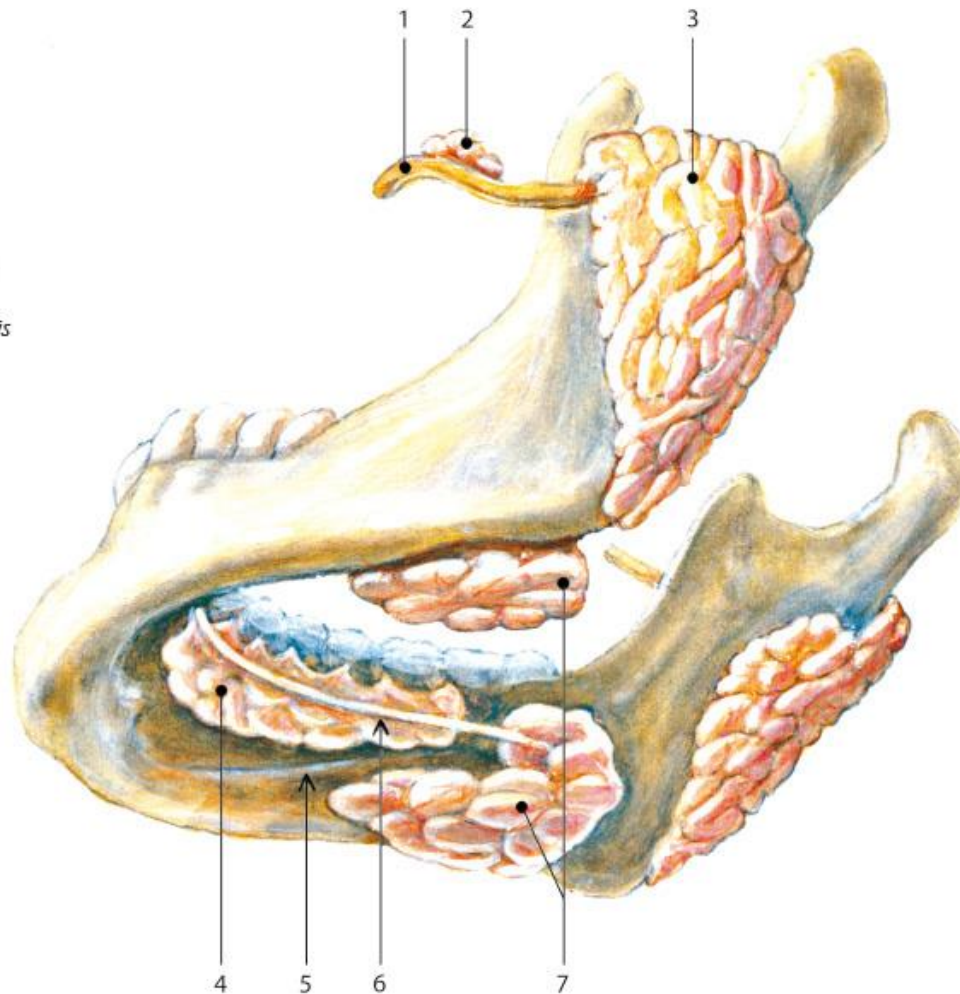
# Sliny

- drobné žlázy ve sliznici dutiny ústní
  - permanentní tvorba
- velké párové žlázy
  - příušní, podčelistní, podjazykové
  - příjmu potravy

# Sliny

## 15. Velké slinné žlázy a jejich uložení – glandulae salivatorii majores

- 1 Vývod příušní žlázy  
*Ductus parotideus*
- 2 Žláza příušní přídavná  
*Glandula parotis accesoria*
- 3 Žláza příušní  
*Glandula parotis*
- 4 Žláza podjazyková  
*Glandula sublingualis*
- 5 Jazykočelistní čára  
*Linea mylohyoidea mandibulae*
- 6 Vývod žlázy podčelistní  
*Ductus glandulae submandibularis*
- 7 Žláza podčelistní  
*Glandula submandibularis*



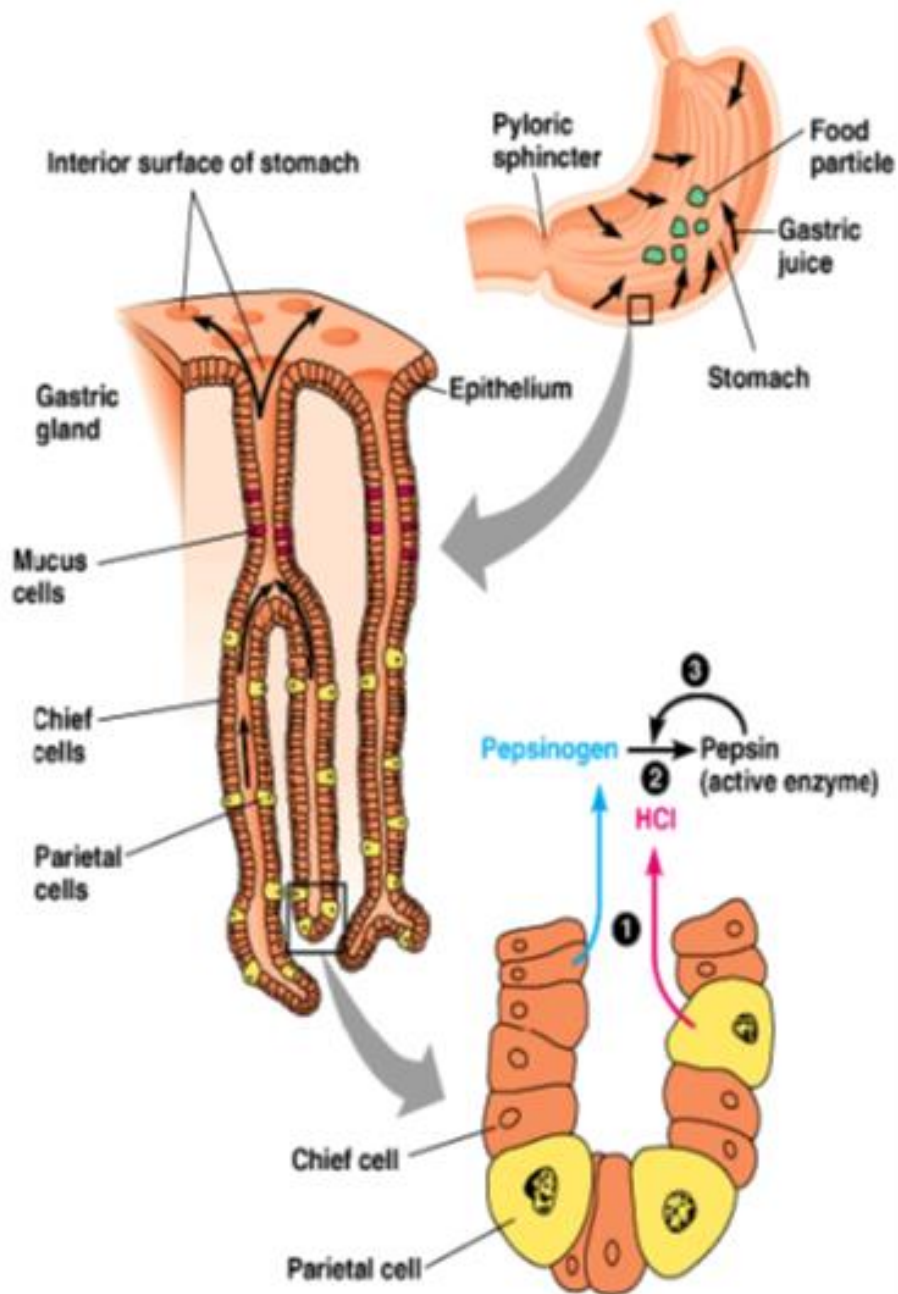
# Sliny

= voda,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  
antibakteriální látky, hlen, amyláza

Přibližně neutrální pH



# Žaludeční šťáva



- žlázy sliznice žaludku
- **parietální b.** = HCl a vnitřní faktor
- **hlavní b.** = pepsinogen
- **mucinózní b.** = hlen

# Žaludeční šťáva

- *HCl*

- přenos  $H^+$  ( $H^+-K^+-ATPázová$  pumpa) membránou kanálků parietálních b.
- na bazolat. straně směna z  $Cl^-$  za  $HCO_3^-$
- difuze  $Cl^-$  do kanálků parietálních b.
- HCl do žaludku

# Žaludeční šťáva

- *sekrece*
  - fáze
    - cefalická
    - gastrická
    - Intestinální
  - sympatikus inhibice (somatostatin)

# Žaludeční šťáva - sekrece

## cefalická fáze

- řízena reflexně (parasymptický systém vagových vláken)
  - nepodmíněné reflexy (chuť, čich)
  - podmíněné reflexy (čas, zrak, imaginace)

# Žaludeční šťáva - sekrece

## gastrická fáze

- reflexně (chemoreceptory sliznice žaludku)
- humorálně
  - gastrin, histamin – ze sliznice žaludku

# Žaludeční šťáva - sekrece

## intestinální fáze

– humorálně

- sekretin, histamin, cholecystokinin

– změna hladiny vstřebaných látek (AMK)

# Pankreatická šťáva

=  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ , zymogeny (trypsinogen, chymotrypsinogen, proelastáza, prokarboxypeptidáza), enzymy (amyláza, lipáza, nukleáza)

→ aktivace enteropeptidázou v tenkém střevě

- zahájení sekrece řízeno sekrecí žaludeční šťávy během cefalické fáze

**Děkuji za pozornost!**