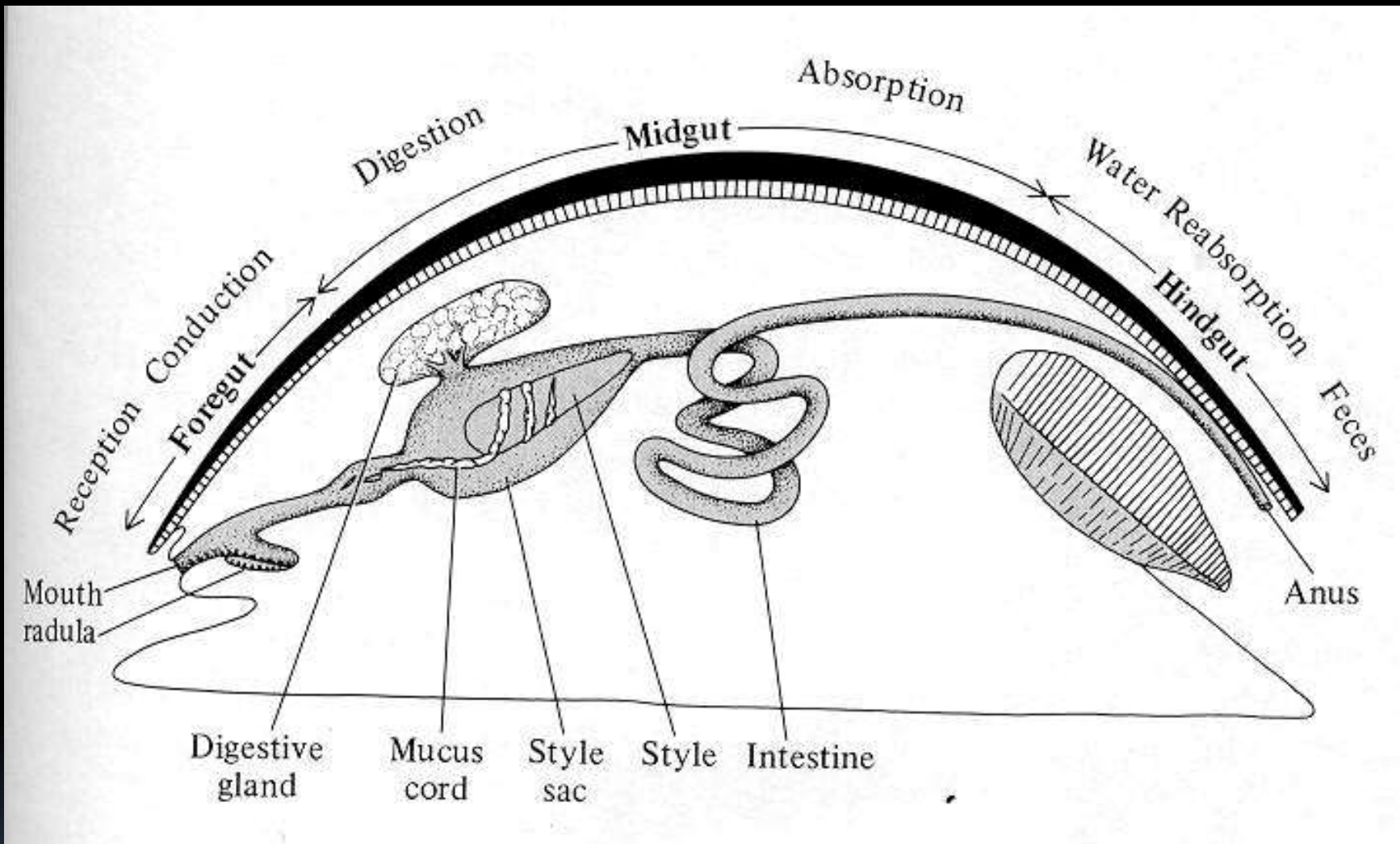


Trávení

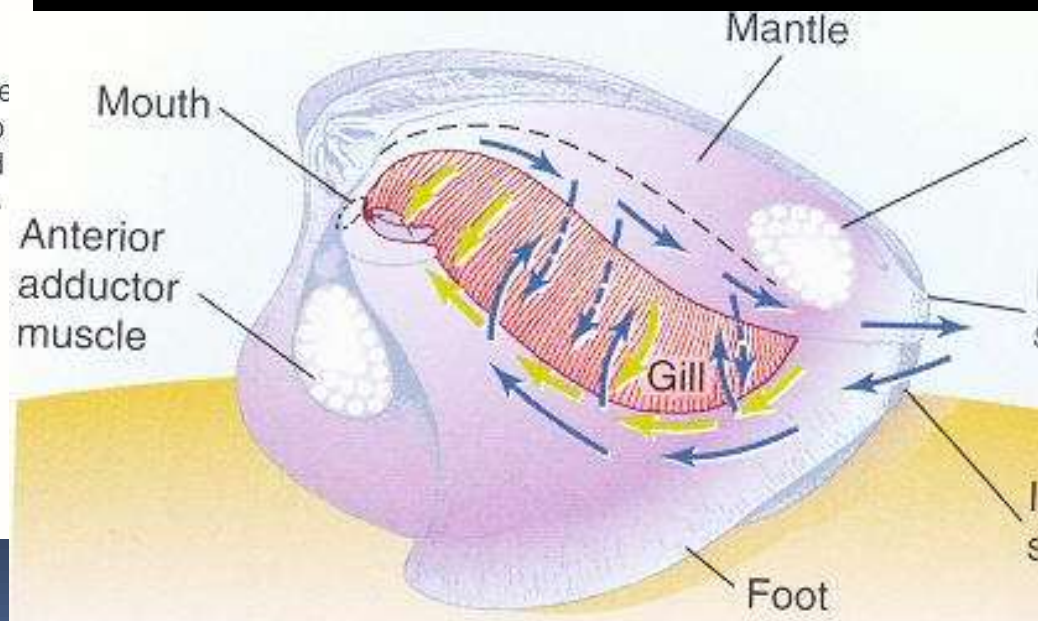
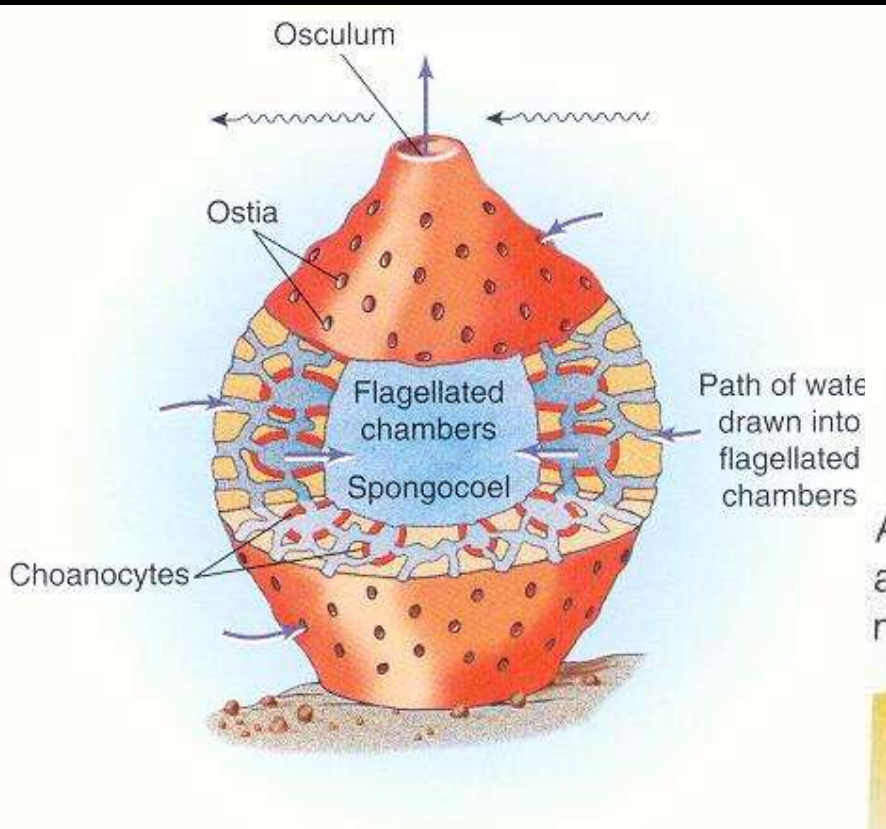


Jak se dostat k energii chemických vazeb a k stavebním látkám?

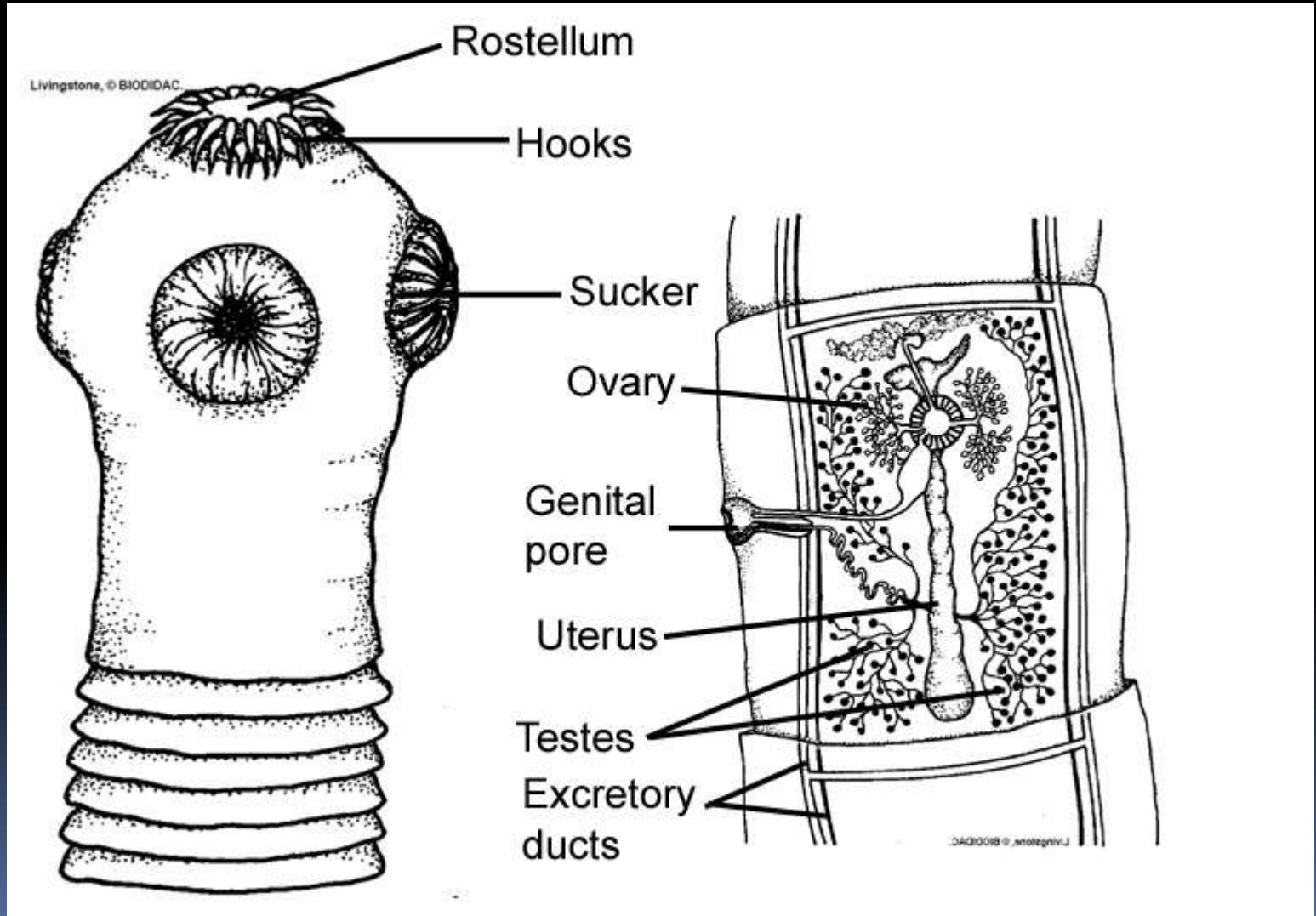


4 hlavní fáze vstupu živin: přijímání a mechanické zpracování (rozmělnění), trávení, vstřebávání (resorpce) a odstranění zbytků (defekace).

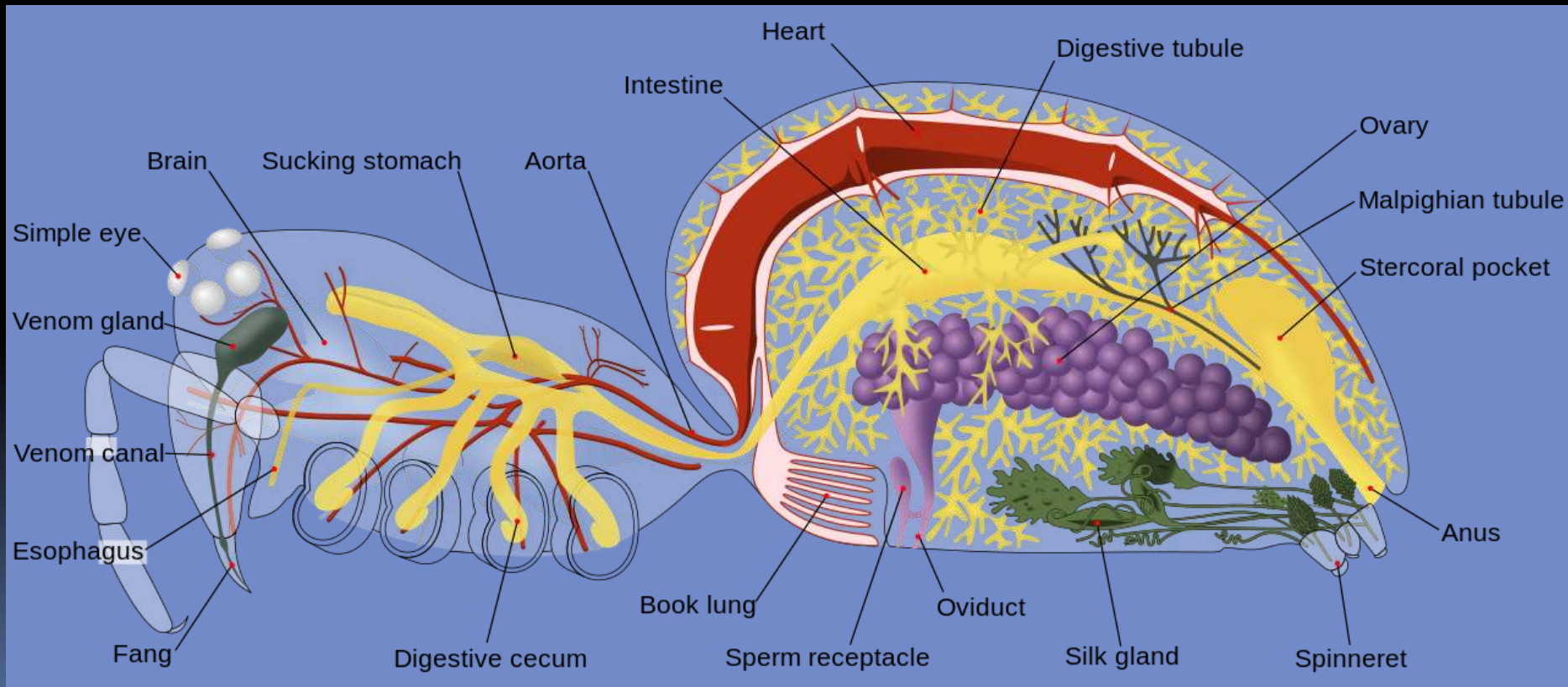
Jak se k potravě dostat: Obrovská rozmanitost velikosti, tuhosti, složení potravy – a tedy i způsobů příjmu otravy
Proudění vody u filtrujících živočichů: řasinky a mikroskopická potrava



Druhotná specializace parazitů: Tasemnice je zcela bez trávicí soustavy



Mimotělní trávení – štěpení makromolekul ještě mimo střevo



Přechody mezi intra a extracelulárním trávením.

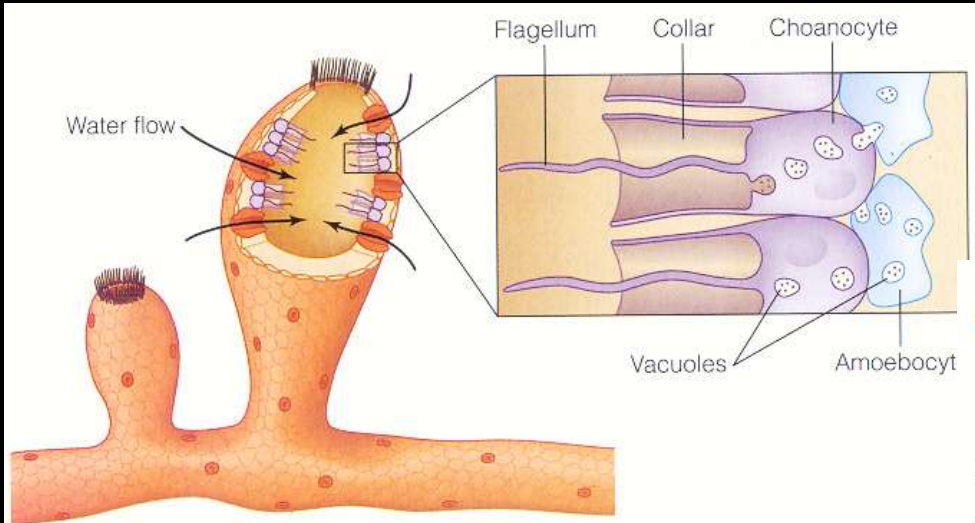


Figure 11.8 Sponge digestion Water is brought through channels by the flagellated choanocytes. Food particles are phagocytosed by choanocytes and amoebocytes.

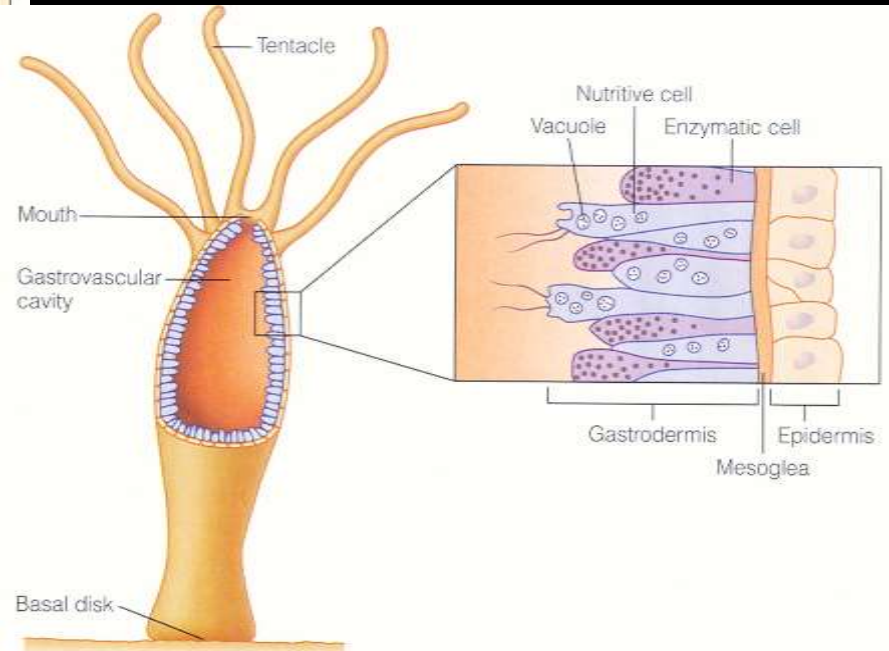
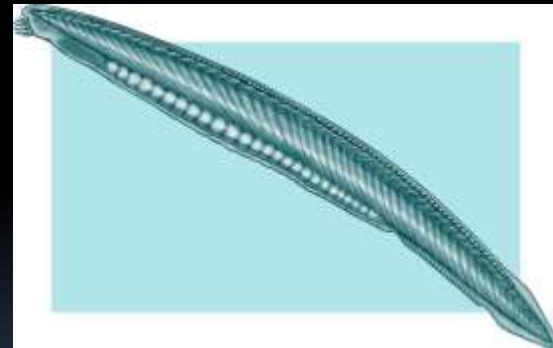
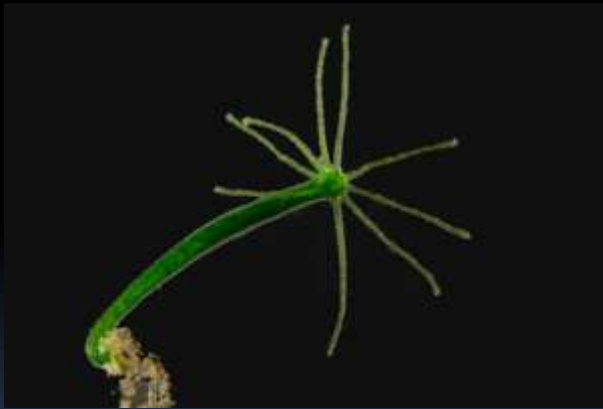


Figure 11.9 Cnidarian digestive system A cnidarian, such as *Hydra*, captures food with its tentacles, and carries it to the mouth in mucous streams. The food passes through the open mouth into the gastrovascular cavity for digestion. Particles are phagocytosed by nutritive cells lining the cavity, and digested in endocytic vacuoles. Nutrients can then diffuse from the nutritive cells of the gastrodermal layer to the other cells of the gastrodermis [gland cells] and epidermis [sensory cells, nematocytes, epithelial cells].

Intracelulární trávení je fylogeneticky starší způsob štěpení živin a vyskytuje se u **jednobuněčných** i některých **mnohobuněčných** organismů, kdy jsou drobné částice potravy **fagocytovány** buňkami.

Vývojově pokročilejší je trávení **extracelulární**, kdy se do trávicí dutiny vylučují enzymy štěpící živiny na látky jednodušší, které se pak resorbují a dále zpracovávají. Tento způsob trávení nalézáme jako typický u **vyšších bezobratlých** a u **obratlovců**. Přechody mezi oběma typy jsou opět plynulé: už nezmar tráví do jisté míry extracelulárně a naopak u kopinatce ještě existuje i intracelulární trávení.



Celkově mají trávicí soustavy **bezobratlých** tyto charakteristické rysy:

1. Značně je rozšířeno intracelulární trávení. U plžů, mlžů zachováno intracelulární v hepatopankreasu za účasti fagocytů. U ostnokožců, hlavonožců a hmyzu je trávení extracelulární, občas i extraintestinální.
2. Nejsou příliš zřetelně odděleny okrsky secernující od resorbujících.
3. Trávicí enzymy jsou většinou obsaženy v jediné šťávě produkované do jediného prostoru
4. Proteolytické enzymy mají pH optimum v alkalické až neutrální oblasti (tripsin, chymotripsin).
5. Obrovská různorodost podle typů potravy (parazitismus, specializace na typ potravy).

Výhody extracelulárního trávení a trávicí trubice

- 1) Možnost trávit částice potravy mnohem větší než jsou vlastní buňky.
- 2) Umožňuje, aby se skupiny buněk nebo celé oddíly trávicího traktu specializovaly na dílčí trávicí funkce – zásobárna, sekrece, trávení, resorpce.
- 3) Umožňuje prostorově oddělit různé pochody při trávení – kyselý proces štěpení proteinů v předním střevě od alkalického nebo neutrálního trávení – štěpení sacharidů a lipidů ve středním.

3 typy reaktorů:

- i) dávkový, Optimální retenční čas – nesmí trvat ani krátce ani dlouho.
- ii) zásobníkový (průtok substrátů a produktů – typ bachor, slepé střevo),
- iii) průchozí reaktor - Průtok pomocí svalových kontrakcí umožňuje přijímat i trávit zároveň.

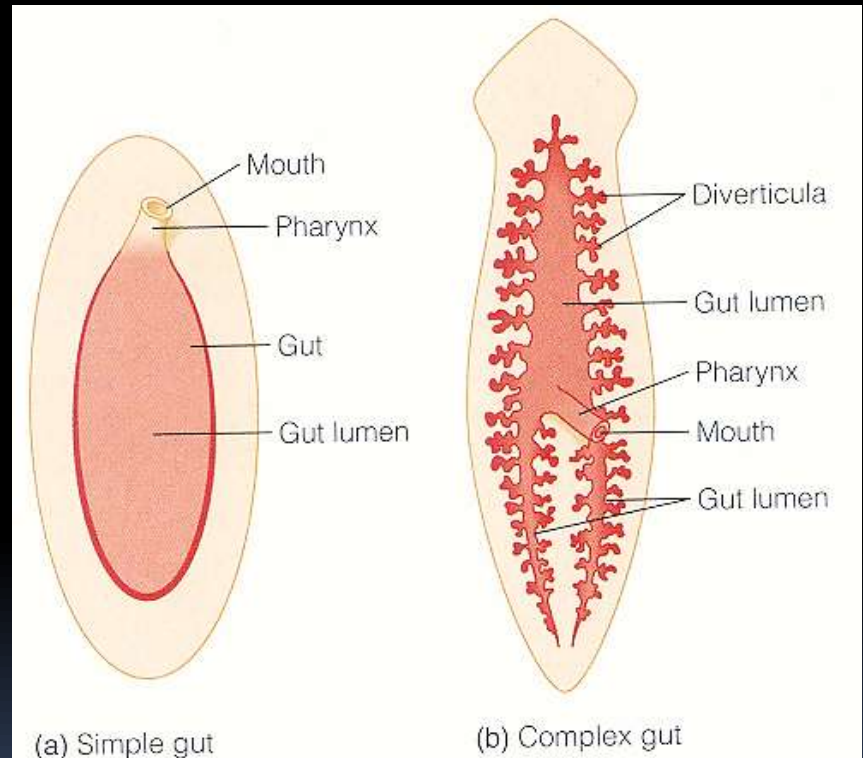
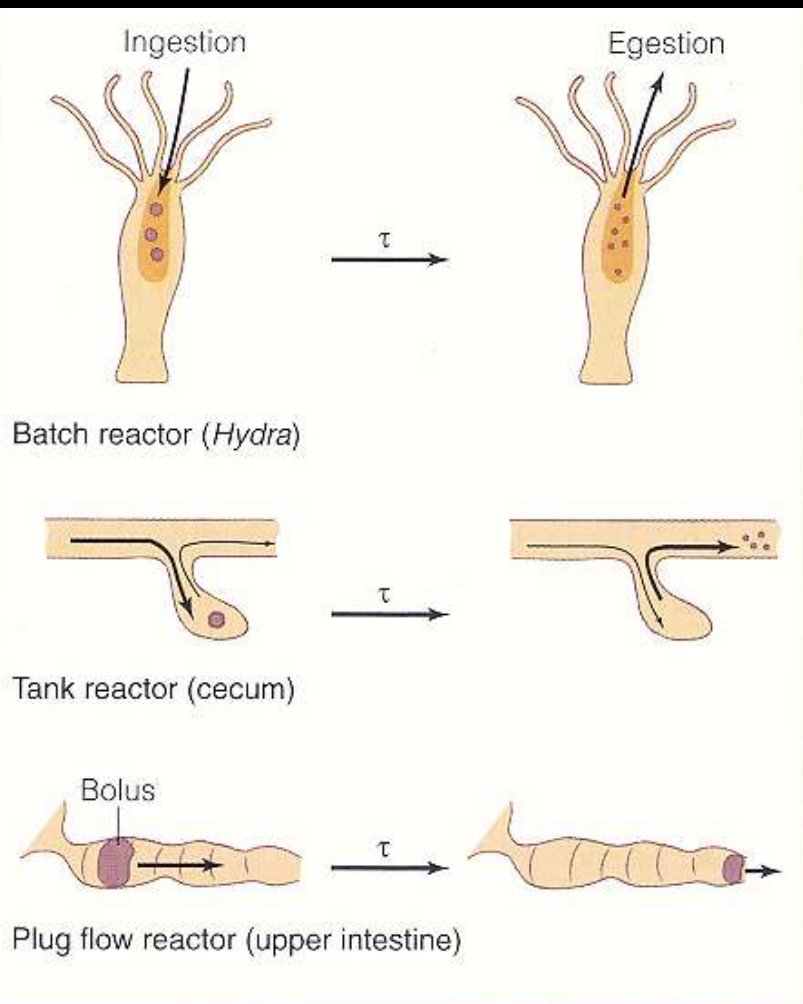


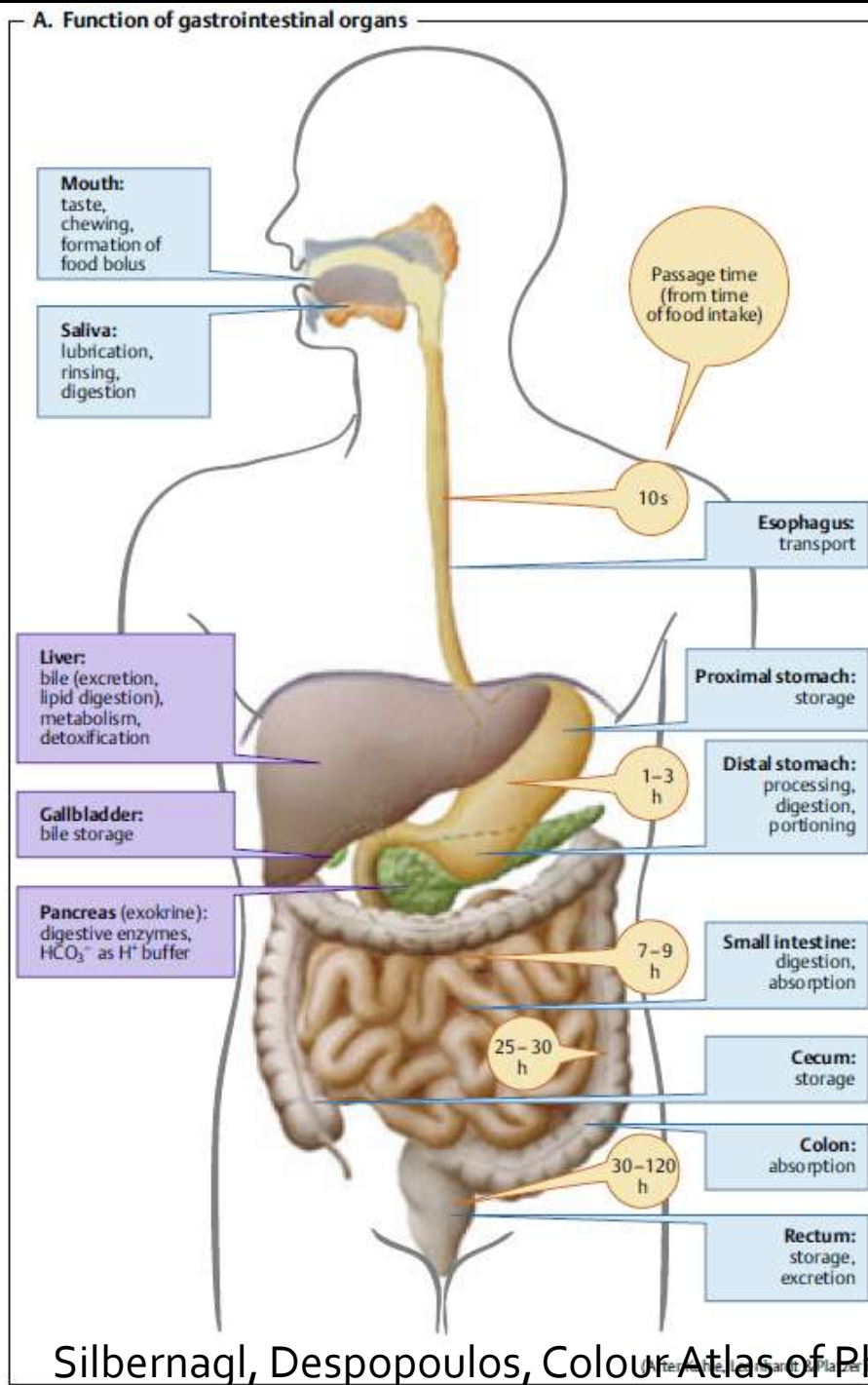
Figure 11.13 Flatworm GI tracts Like the simple animals, such as sponges and cnidarians, the flatworms have two-way guts. **(a)** Most flatworms, such as *Macrostomum*, possess a simple gut with a single sac. **(b)** In some larger flatworms, such as *Dugesia*, the gut can have three or more side branches with lateral diverticula.

Symbionti trávicích soustav

- Problém celulózy – jen málo živočichů má vlastní celulázy – mikrobiální fermentace
- Vitaminy a Imunita díky střevní flóře
- Cékotrofie - králík opakovaným přijetím řídkých výkalů získá vitamíny, aminokyseliny a bílkoviny, které ve slepém střevě vytvořily endosymbiotické bakterie
- Fermentační oddíly střeva



Člověk jako model všežravého savce

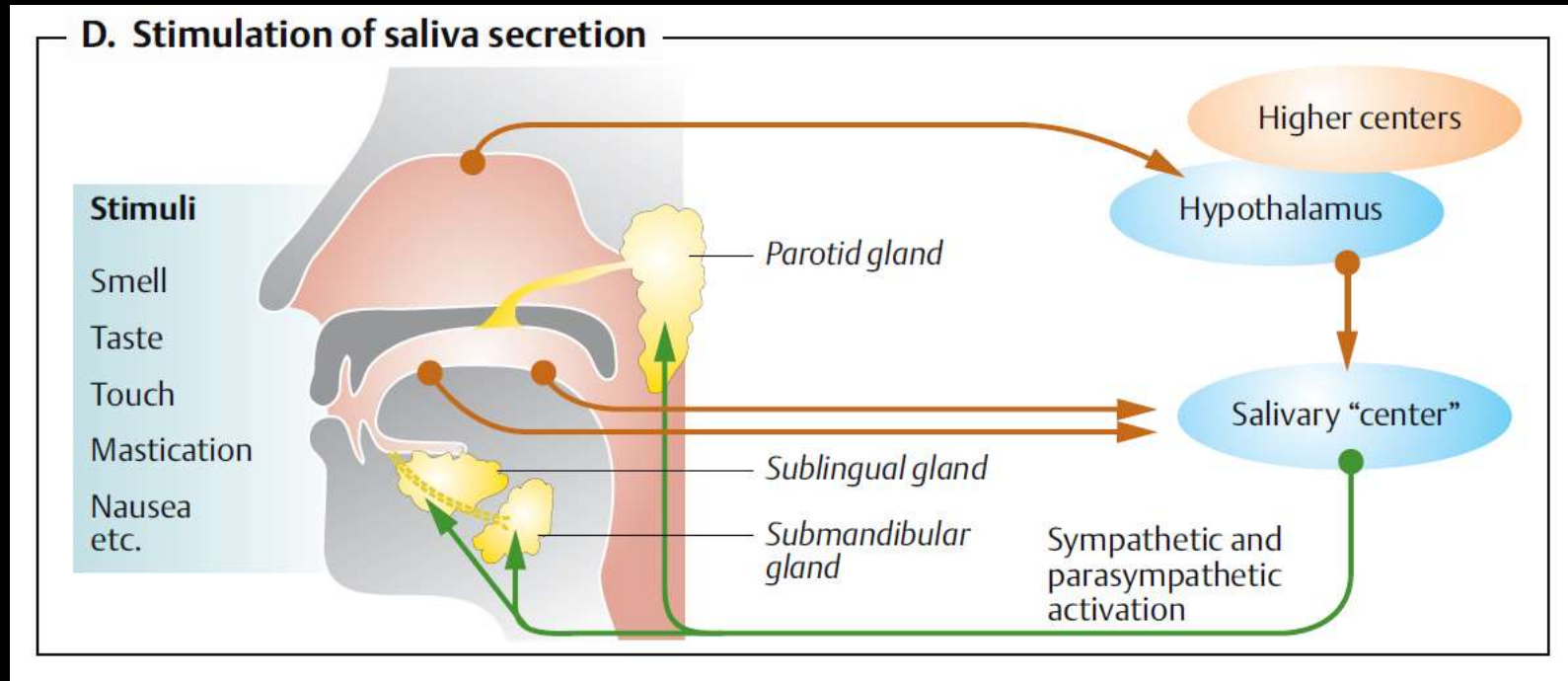


Trávicí šťávy

Tab. 13.1 Sekrece a složení trávicích šťav u člověka

Oblast	Vylučuje	Složení	Denní množství (l)	pH
slinné žlázy	sliny	amyláza, hydrogenuhličitany , lysozym, mucin	1 a více	7
žaludek	žaludeční šťávy	pepsinogen, HCl, lipáza, mucin, renin (u dětí)	1–3	asi 1,5
pankreas	pankreatickou šťávu	trypsinogen, chymotrypsinogen, peptidázy, lipázy, amylázy, hydrogenuhličitany	1	7–8
žlučník	žluč	mastné kyseliny, žlučové soli, cholesterol	asi 1	7–8
tenké střevo	střevní šťávu	enterokináza, karboxy- a aminopeptidázy, maltáza, laktáza, sacharáza, lipázy, nukleázy	asi 1	7–8

Stimulace sekrece slin a slinné žlázy



Nepodmíněně **reflexní sekrece slin** je vyvolána žvýkacími pohyby, mechanickým drážděním ústní sliznice a chemickým drážděním chuťových receptorů. Podněty jsou přenášeny do slinného ústředí v prodloužené míše. Parasympatická inervace se uskutečňuje prostřednictvím nervů lícního a jazykohltanového (VII. a IX. Mozkový nerv). Podmíněně reflexní reakce slin vzniká až v průběhu ontogeneze.

Žaludek

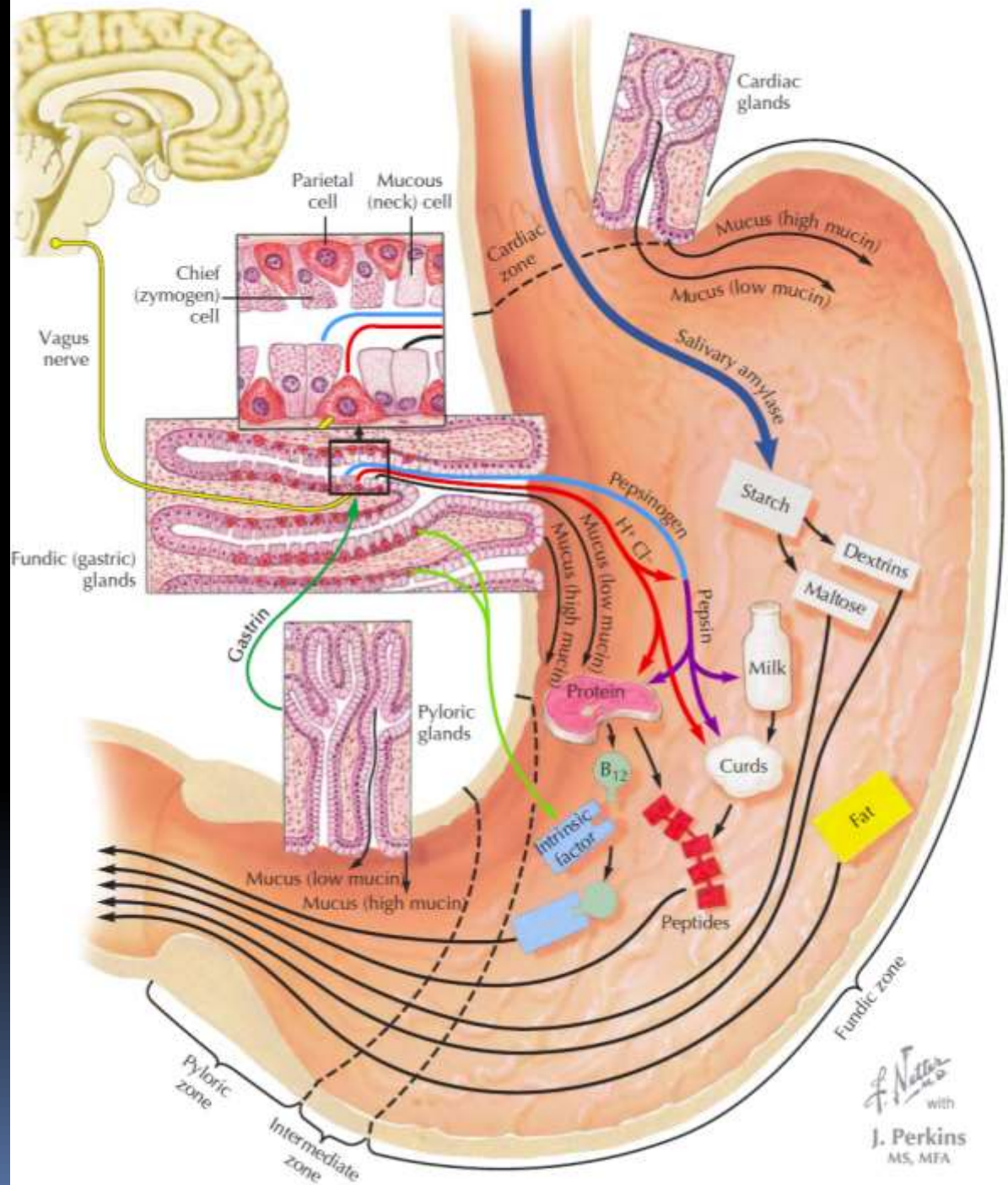
Sekretuje HCl štěpící potravu a aktivující pepsin a lipázu.

Fe^{3+} na Fe^{2+}

Faktor chrání B12 před proteázami

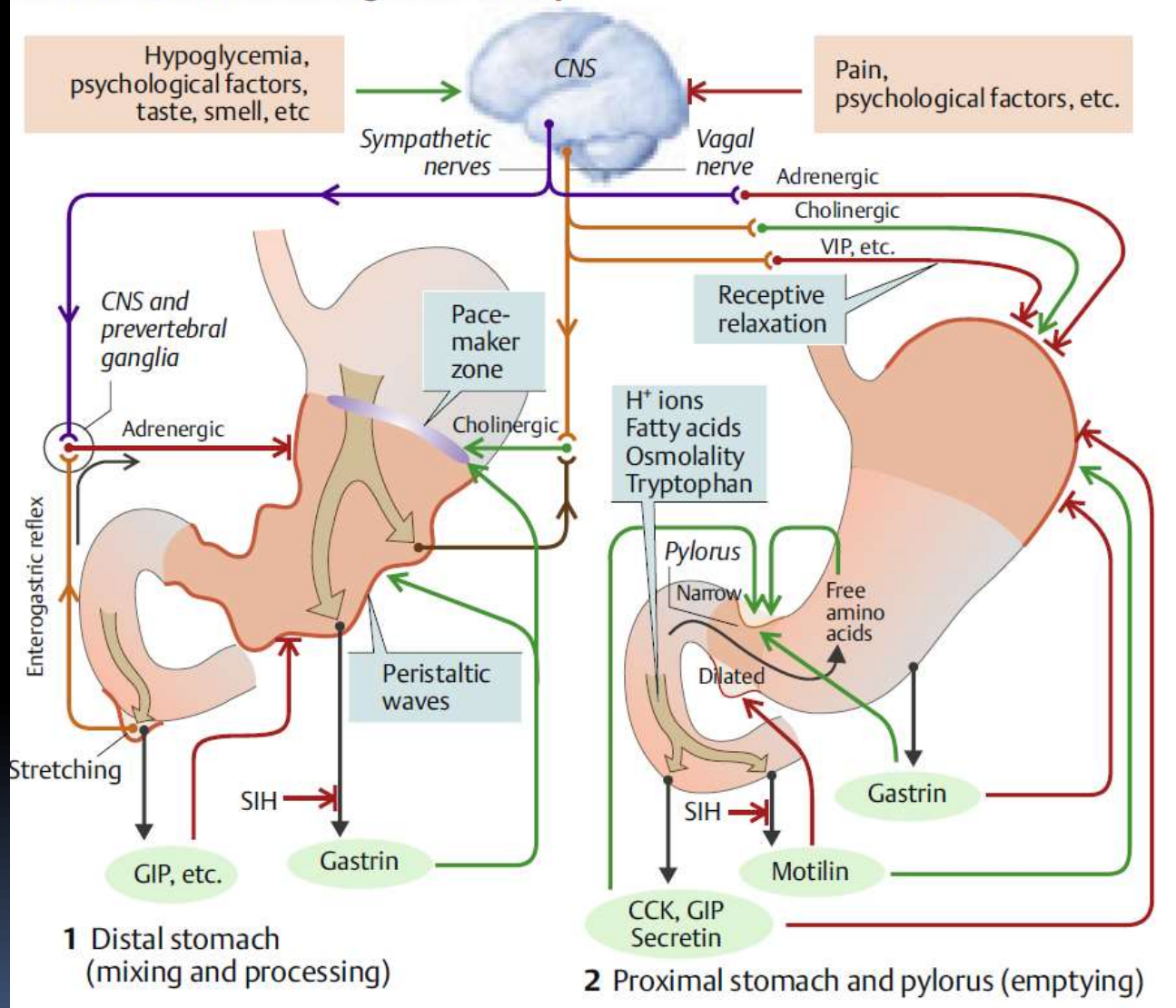
Mucin

25% trávení v žaludku



Faktory ovlivňující motilitu žaludku

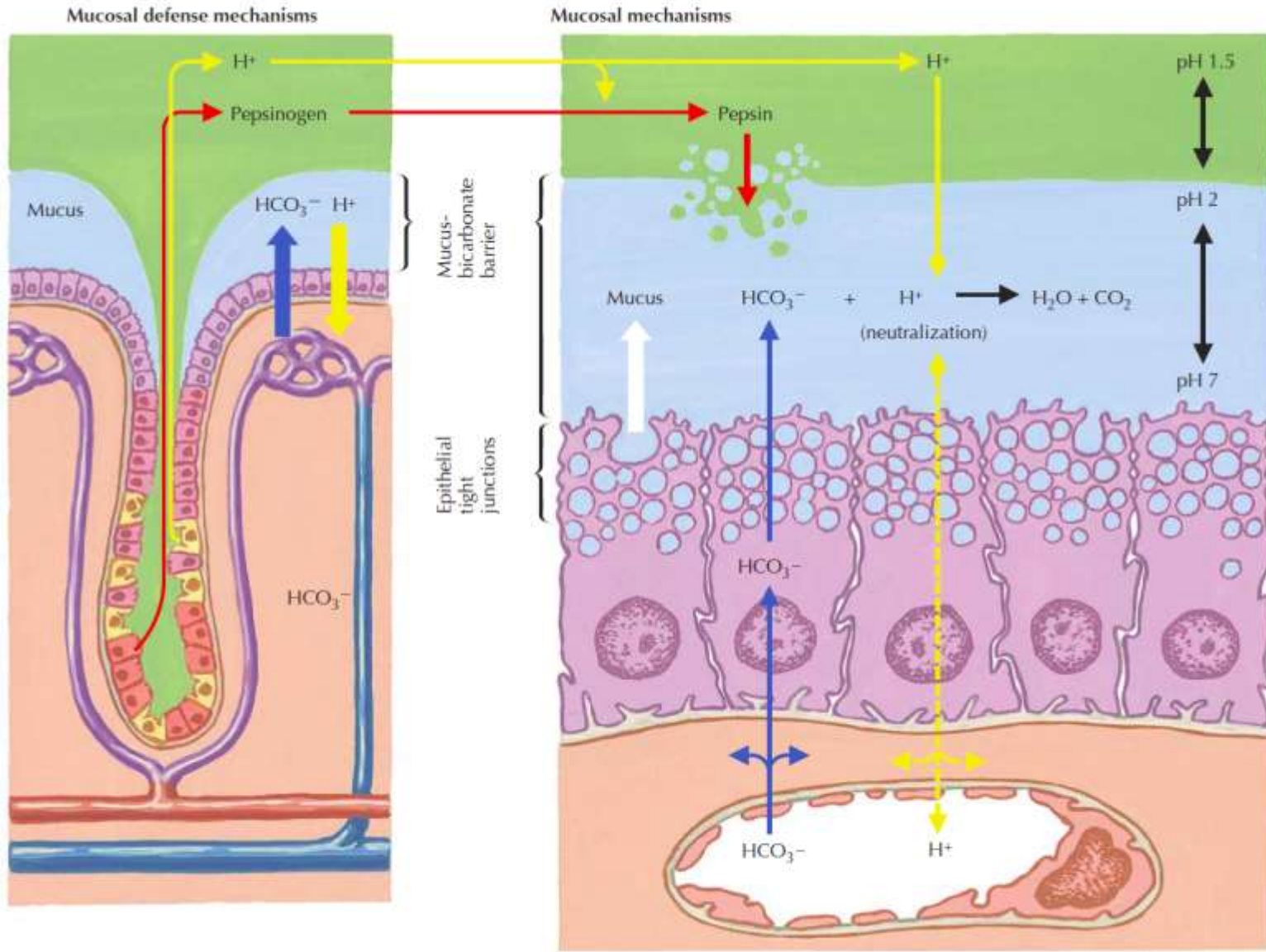
D. Factors that influence gastric motility



Proximální žaludek
odpovídá za vyprazdňování
Distální za míchání a trávení

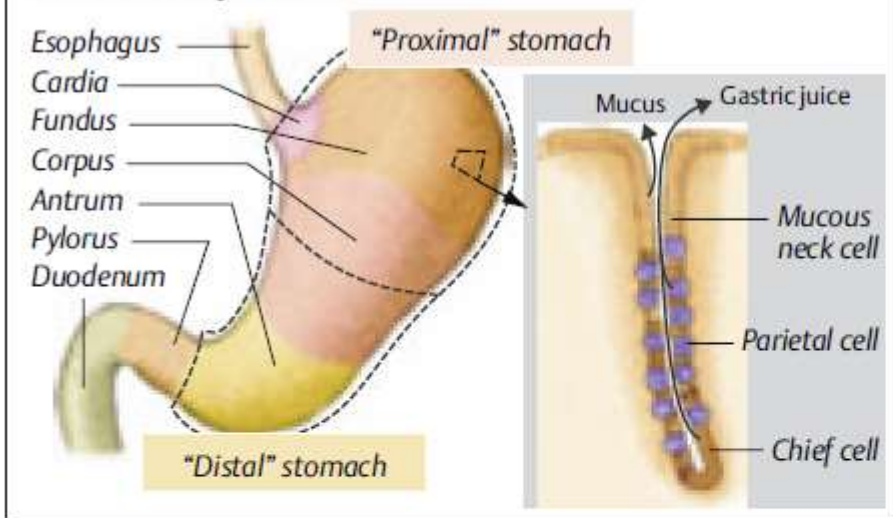
Sympatikus při stresu tlumí

Ochrana žaludečního epitelu

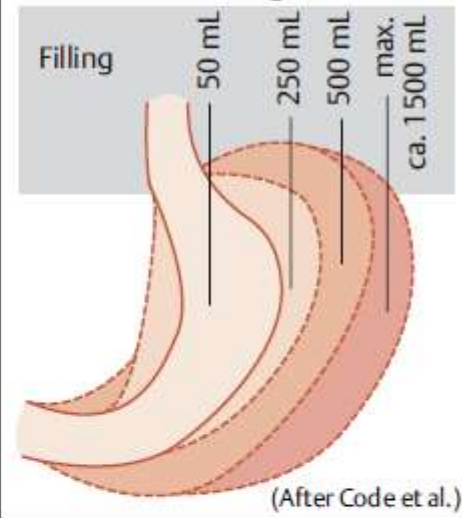


Gastric mucosa and submucosa protected from chemical injury by mucus-bicarbonate surface barrier that neutralizes gastric H^+ and by epithelial "tight junctions" that prevent H^+ access to subepithelial tissue

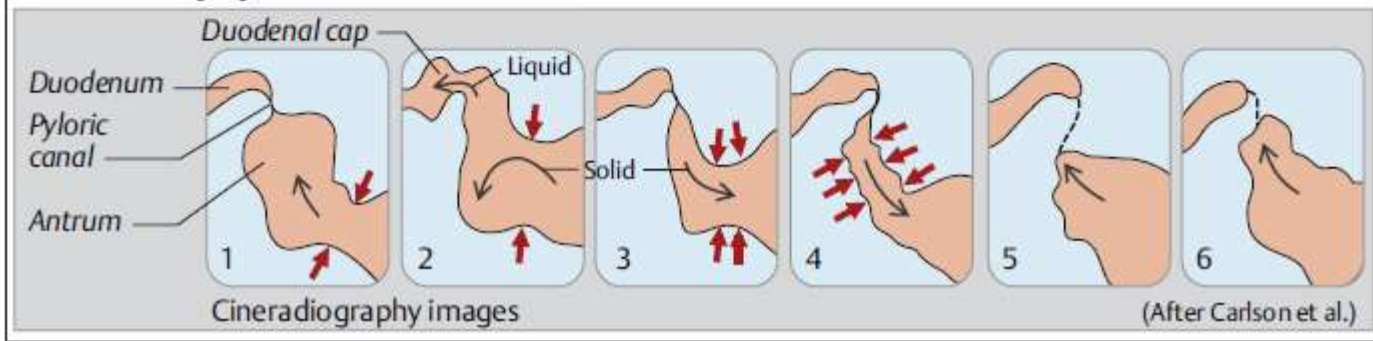
A. Anatomy of the stomach



B. Gastric filling



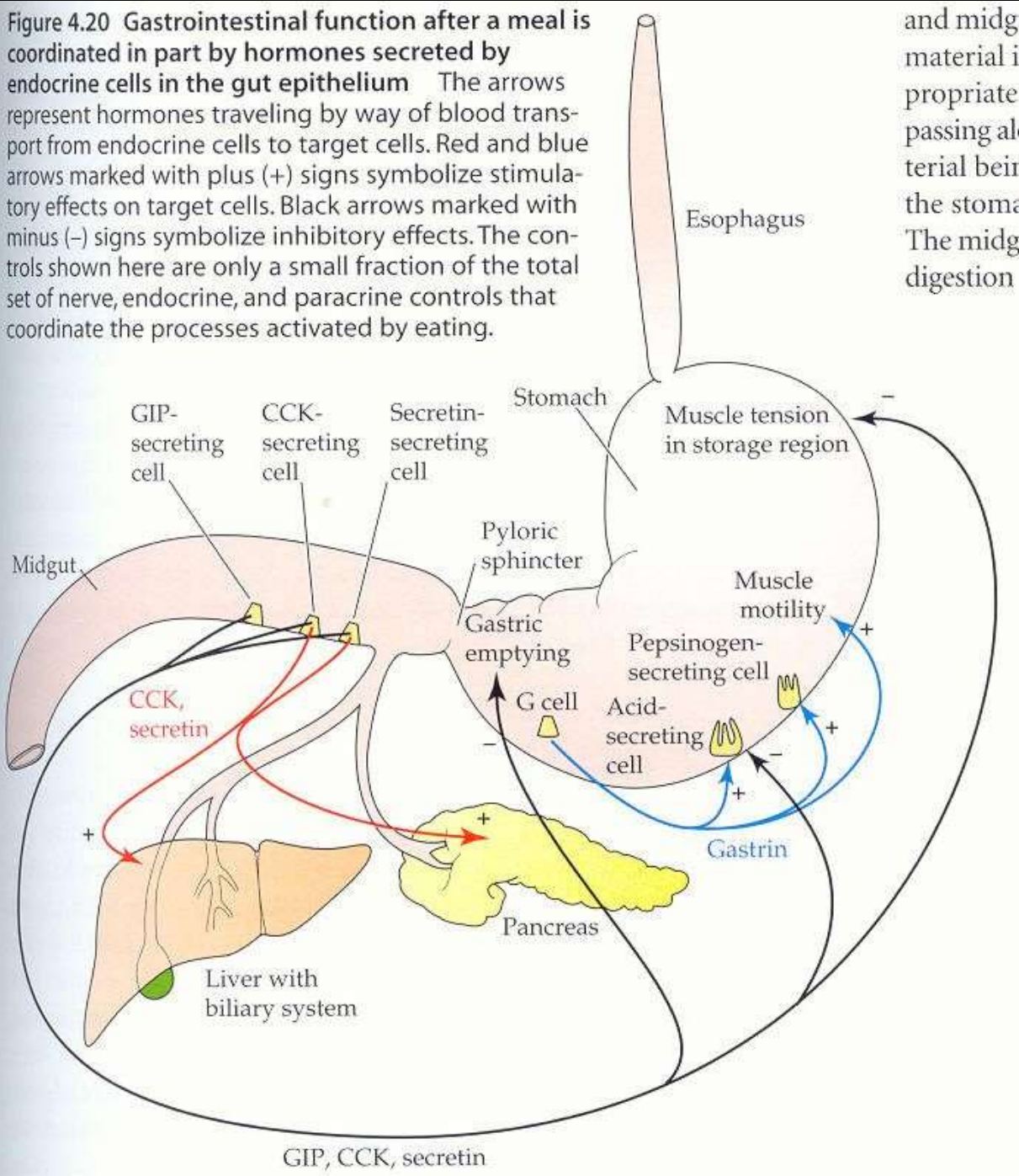
C. Motility cycle of distal stomach



Motilita žaludku řízena mechanicky, chemicky, nervově, endokrinně i parakrinně. Postupně propouští tráveninu.

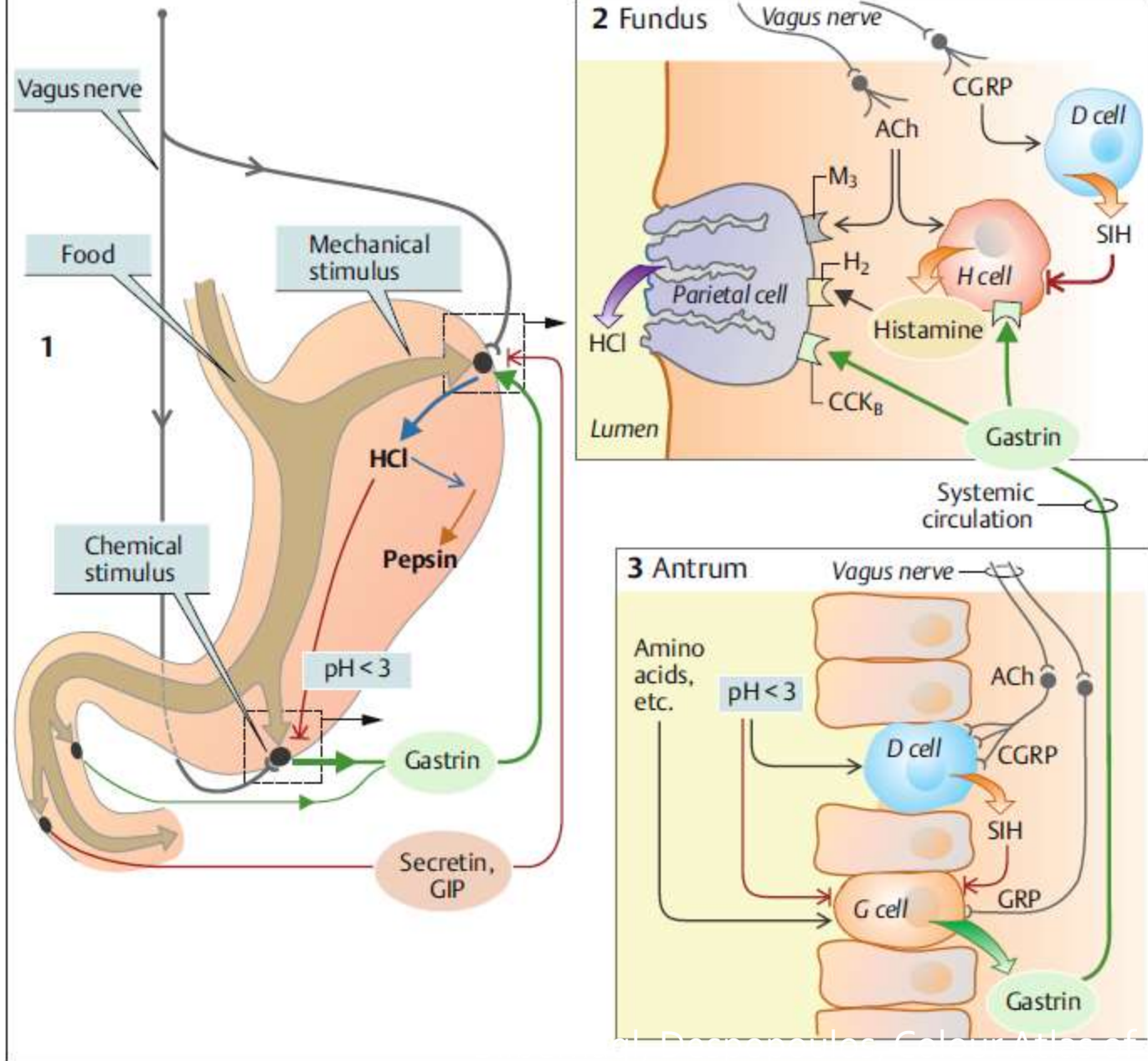
Dvanáctník a střevo kontrolují sekreci šťav a přísun tráveniny

Figure 4.20 Gastrointestinal function after a meal is coordinated in part by hormones secreted by endocrine cells in the gut epithelium. The arrows represent hormones traveling by way of blood transport from endocrine cells to target cells. Red and blue arrows marked with plus (+) signs symbolize stimulatory effects on target cells. Black arrows marked with minus (-) signs symbolize inhibitory effects. The controls shown here are only a small fraction of the total set of nerve, endocrine, and paracrine controls that coordinate the processes activated by eating.



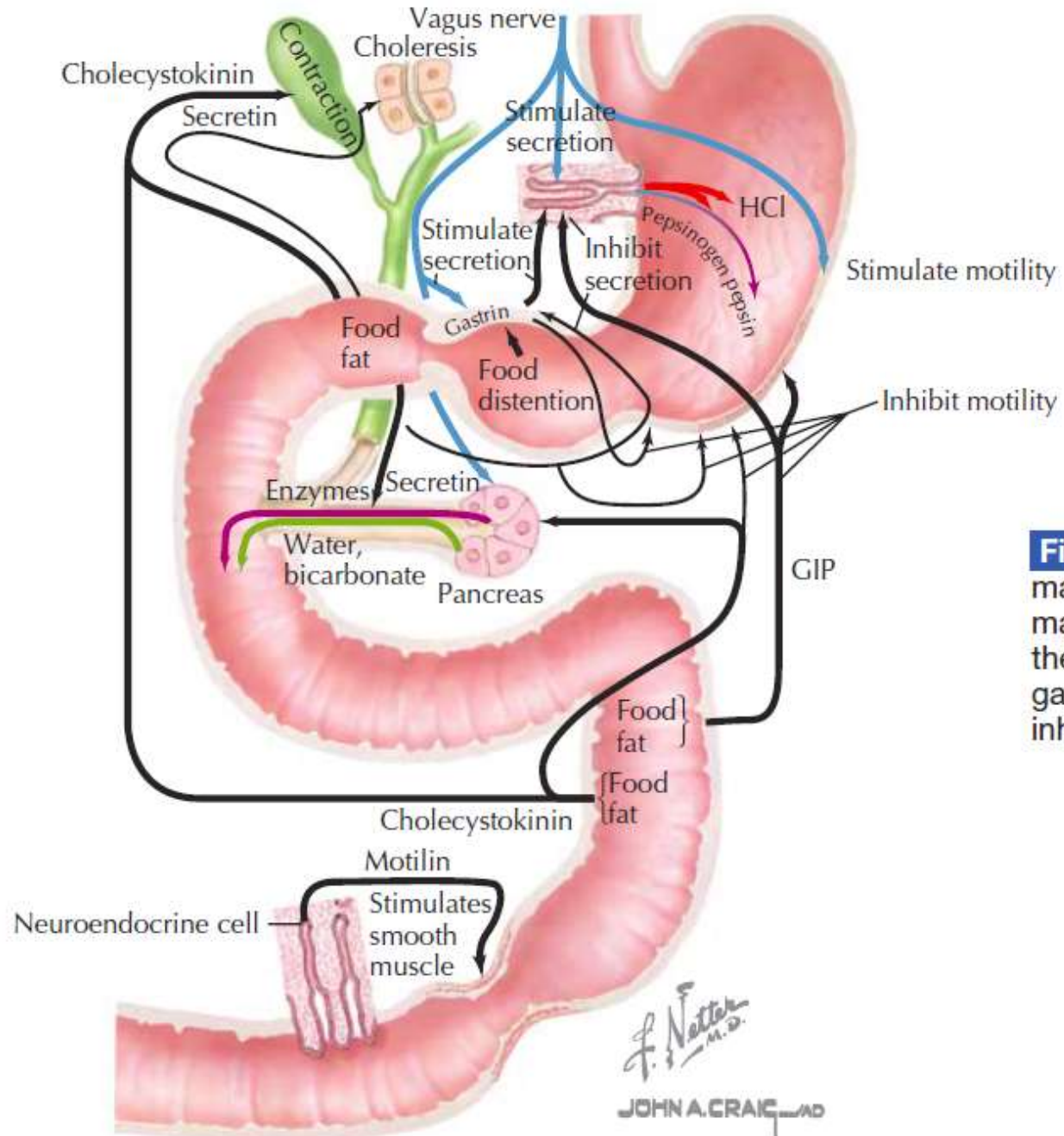
and midgut material is appropriate passing along the arterial being the stomach. The midgut digestion

B. Regulation of gastric acid secretion



Dvanáctník a střevo kontrolují sekreci šťav a přísun tráveniny

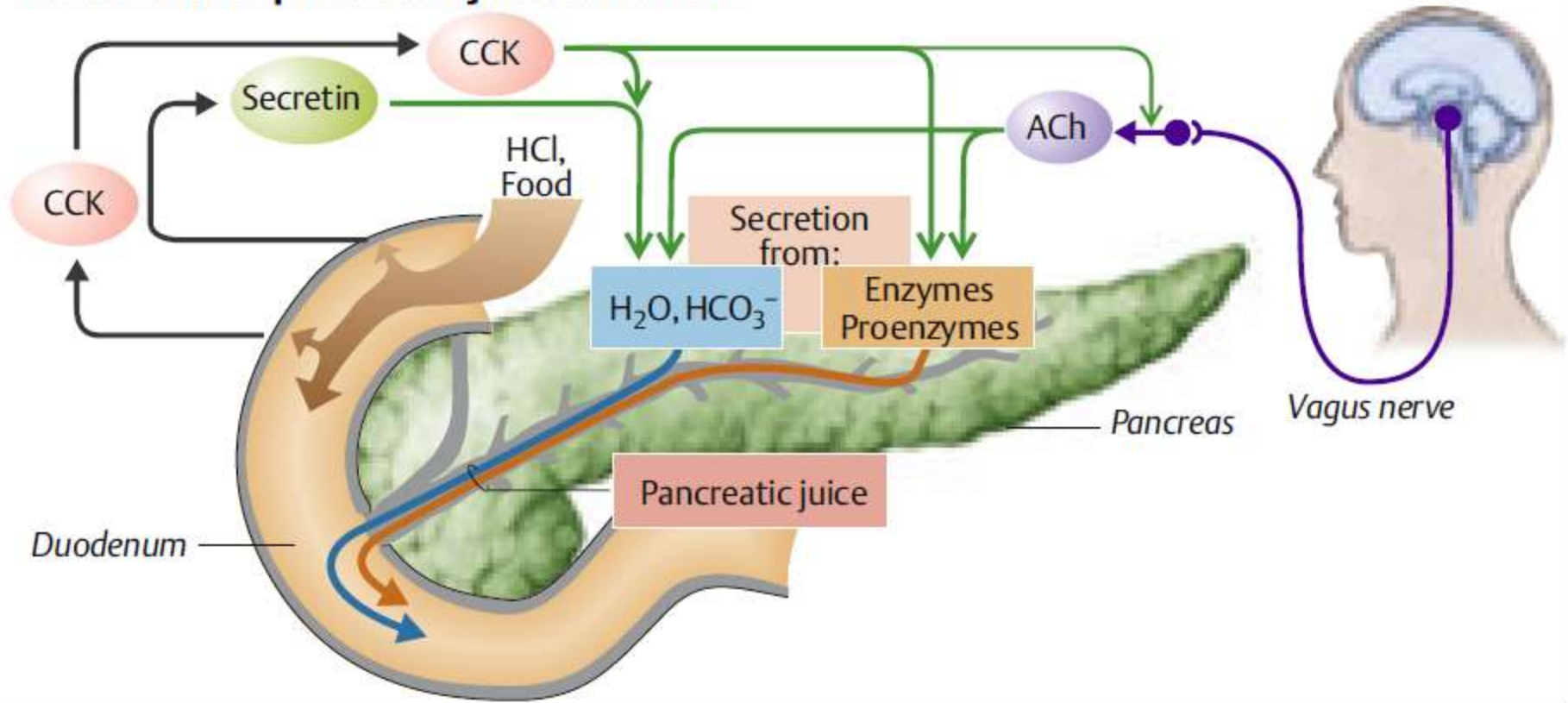
Vagus trávení stimuluje
Motilin podporuje peristaltiku



Pankreas – slinivka břišní

Řízení produkce pankreatické šťávy: sekrečním nervem pankreatu je zejména **nerv bloudivý**. Vyměšování trávicí šťávy vyvolávají hlavně chemické podněty působící na sliznici dvanáctníku a střeva. Humorální řízení je zajišťováno hormonem **sekretinem** a hormonem **cholecystokininem** z tenkého střeva které sekreci pankreatických trávicích enzymů podporují. Pankreas kromě trávicích enzymů vylučuje důležité hormony – inzulín a glukagon.

C. Control of pancreatic juice secretion

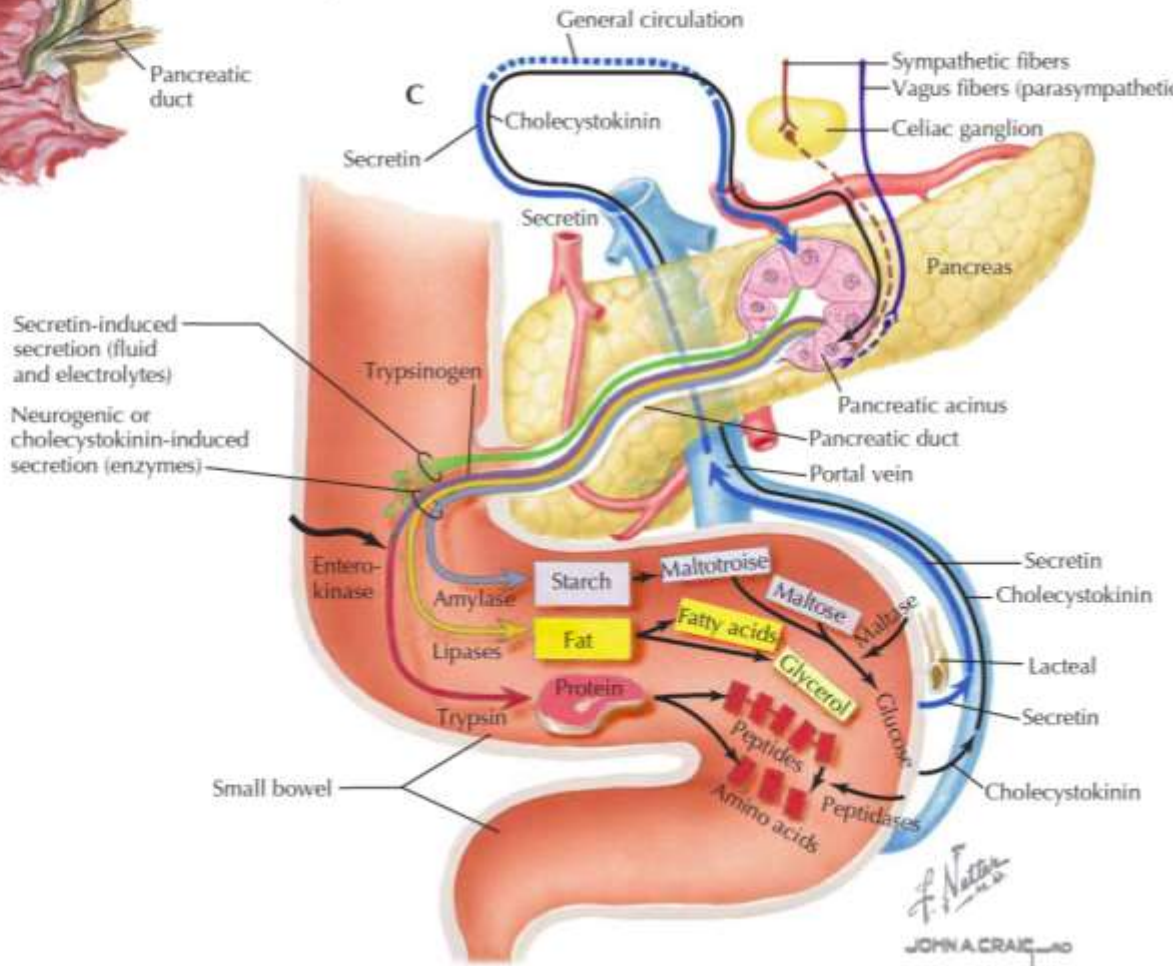
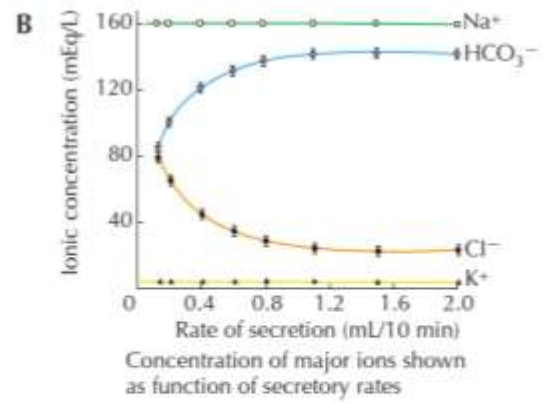
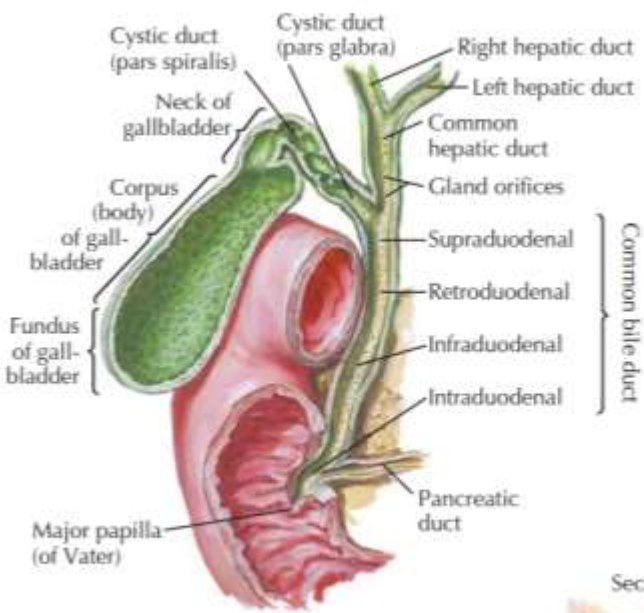


Pankreas – slinivka břišní

Řízení produkce pankreatické šťávy:

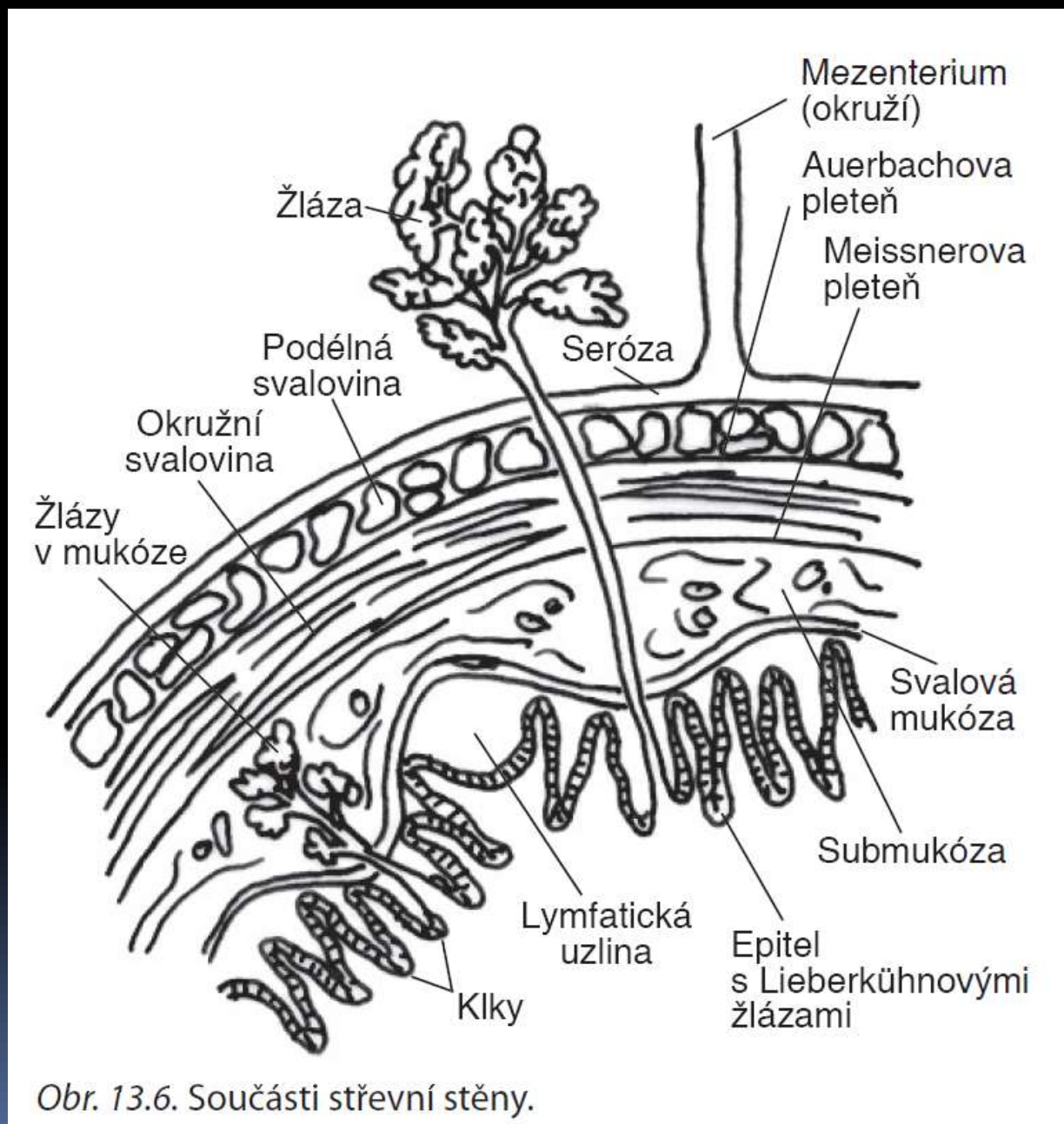
- stimuluje nerv bloudivý.
- chemické podněty
- Humorální řízení sekretinem a cholecystokininem z tenkého střeva které sekreci podporují

Pankreas kromě trávicích enzymů vylučuje důležité hormony – inzulín a glukagon.



JOHN A. CRAIG, MD

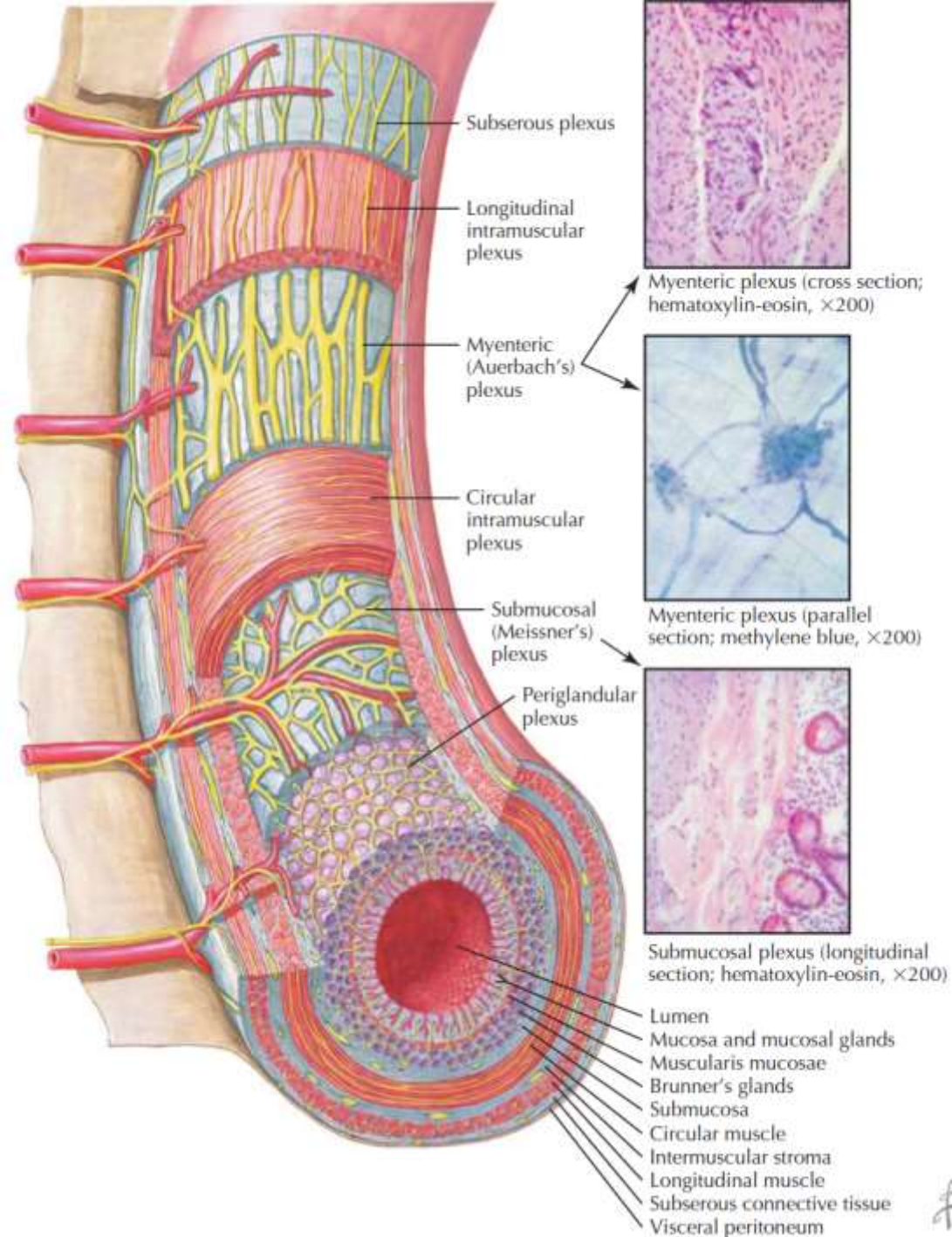
Tenké střevo



Obr. 13.6. Součásti střevní stěny.

Mezi podélnou a cirkulární svalovinou je myenterický Auerbachova pleteň – nervová síť ovlivňující kontrakce

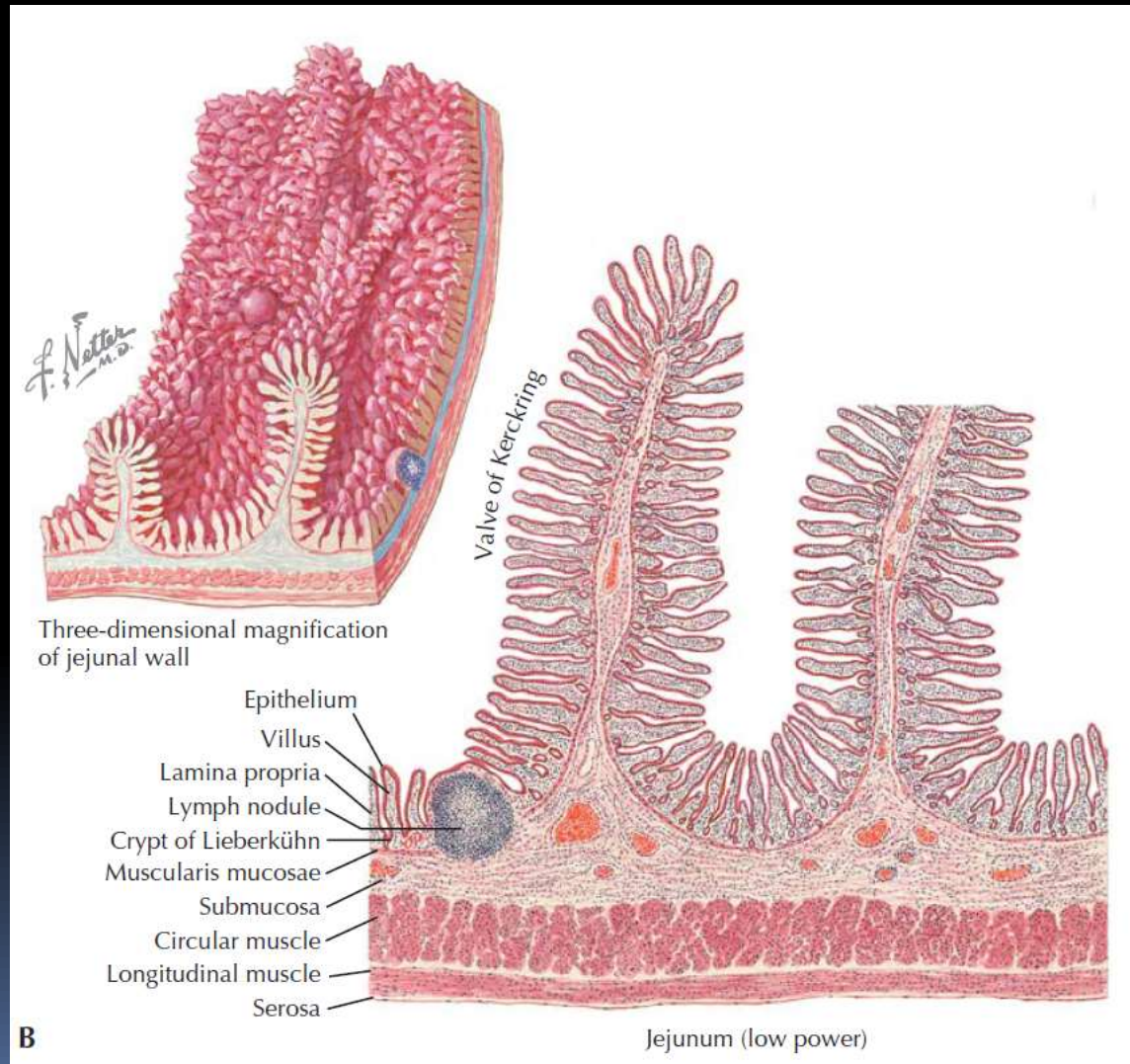
Pod cirkulární svalovinou je Meissnerova pleteň řídící sekreci šťav



F. Netter M.D.

Kartáčový epitel –
mikrokly – povrch 600 x
větší než rovná trubka –
200 m²

Lieberkühnovy krypty



Střevní šťáva

Je vylučována **Lieberkühnovými žlázami** tenkého střeva nepřetržitě při jejich chemickém, nebo mechanickém dráždění potravou. Obsahuje chloridy, **uhličitan sodný**, mucin, málo leukocytů a odloupnuté epitelové buňky.

Buňky vrcholů klků tenkého střeva se neustále odlupují a dorůstají (celý epitel se vymění asi za 2 dny). Odloupané epitelie se v dutině střeva rozpadají a uvolňují trávicí **enzymy**.

Ve střevní šťávě je obsažena směs **proteolytických enzymů**, štěpících polypeptidy až na aminokyseliny. Enzymy **nukleázy** štěpí nukleové kyseliny na nukleotidy. Dále pak enzym **sacharáza** štěpí sacharózu na glukózu a fruktózu, **maltáza** maltózu na dvě molekuly glukózy, **laktáza** štěpí laktózu na glukózu a galaktózu.

Střevní **lipáza** hydrolyzuje tuk na glycerol a mastné kyseliny a **střevní enteropeptidáza** aktivuje pankreatický trypsinogen na aktivní trypsin

Kaskáda proteolytických enzymů pankreatu

Trypsinogen je aktivován enterokinázou

Ten aktivuje chymotripsinogen a prokarboxypeptidázu

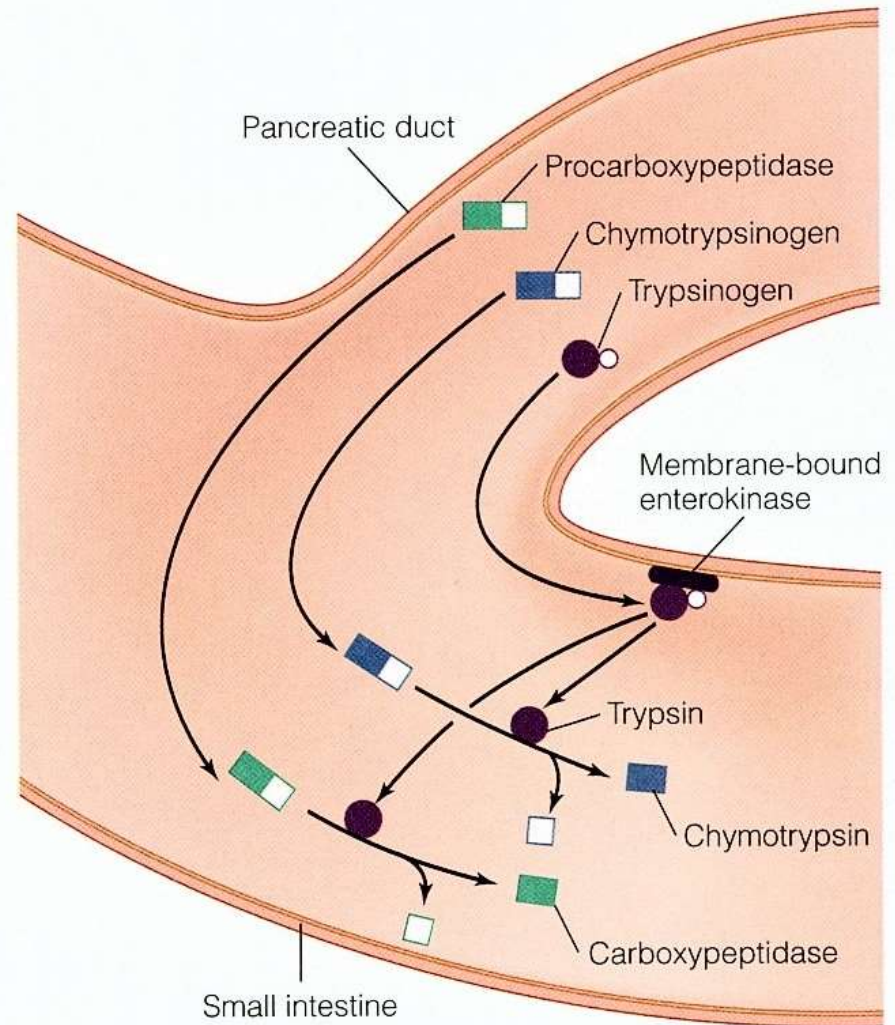
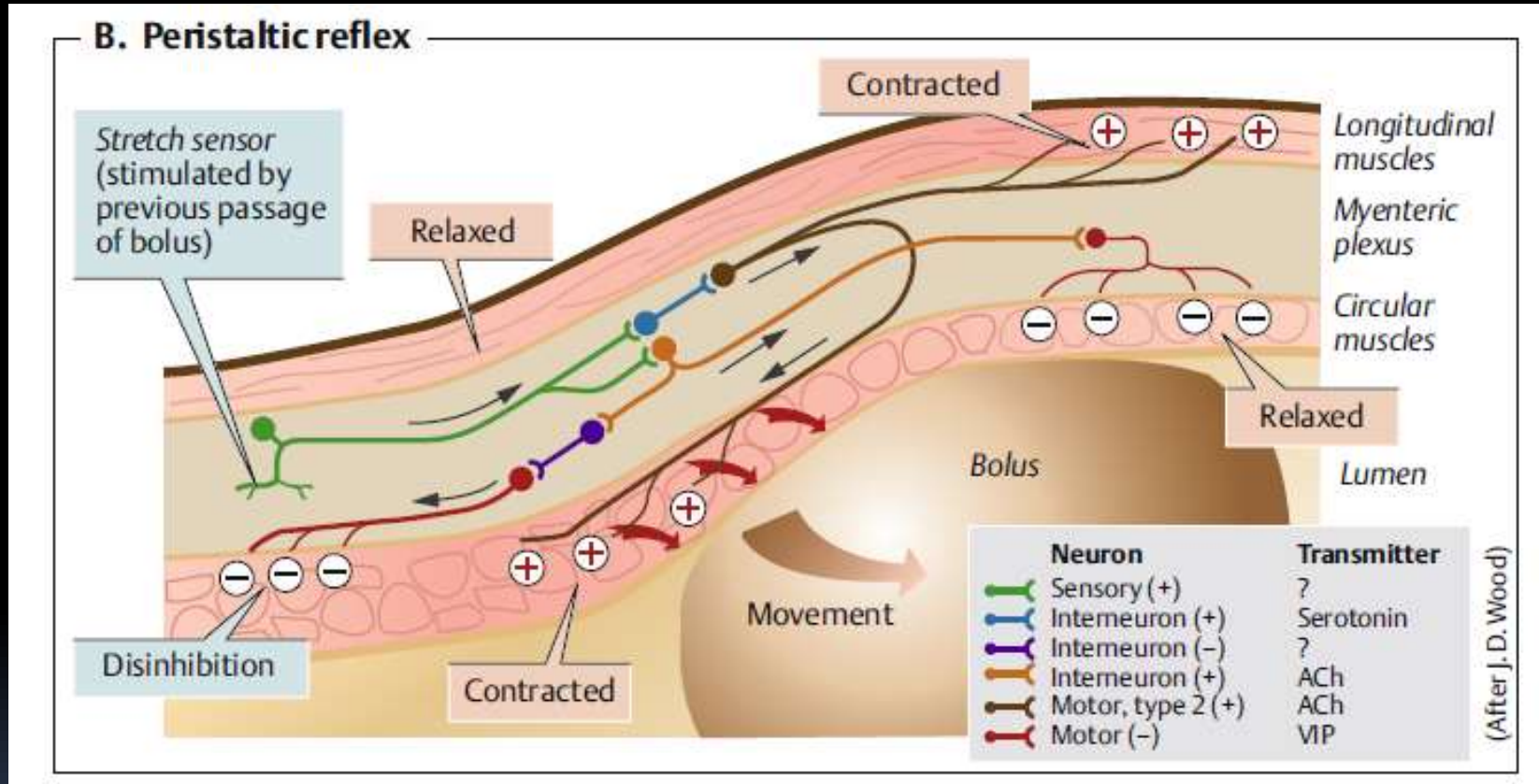


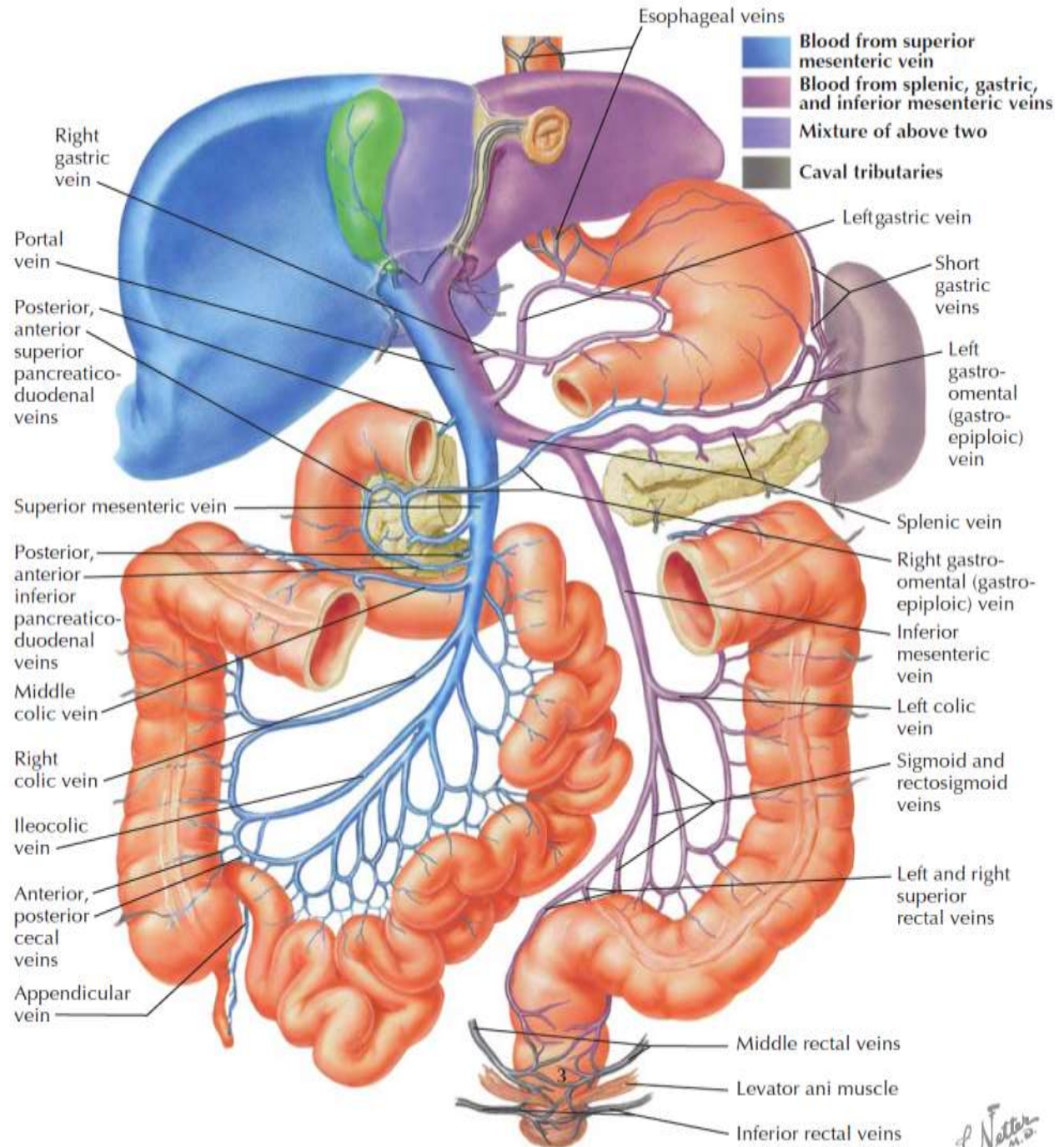
Figure 11.25 Trypsinogen cascade The pancreas secretes three important proteases, all in inactive forms. Trypsinogen is activated by proteolytic cleavage by enterokinase. The activated trypsin then activates chymotrypsinogen and procarboxypeptidase by proteolytic cleavage.

Střevní peristaltika zajištěna spoluprací podélné a příčné svaloviny



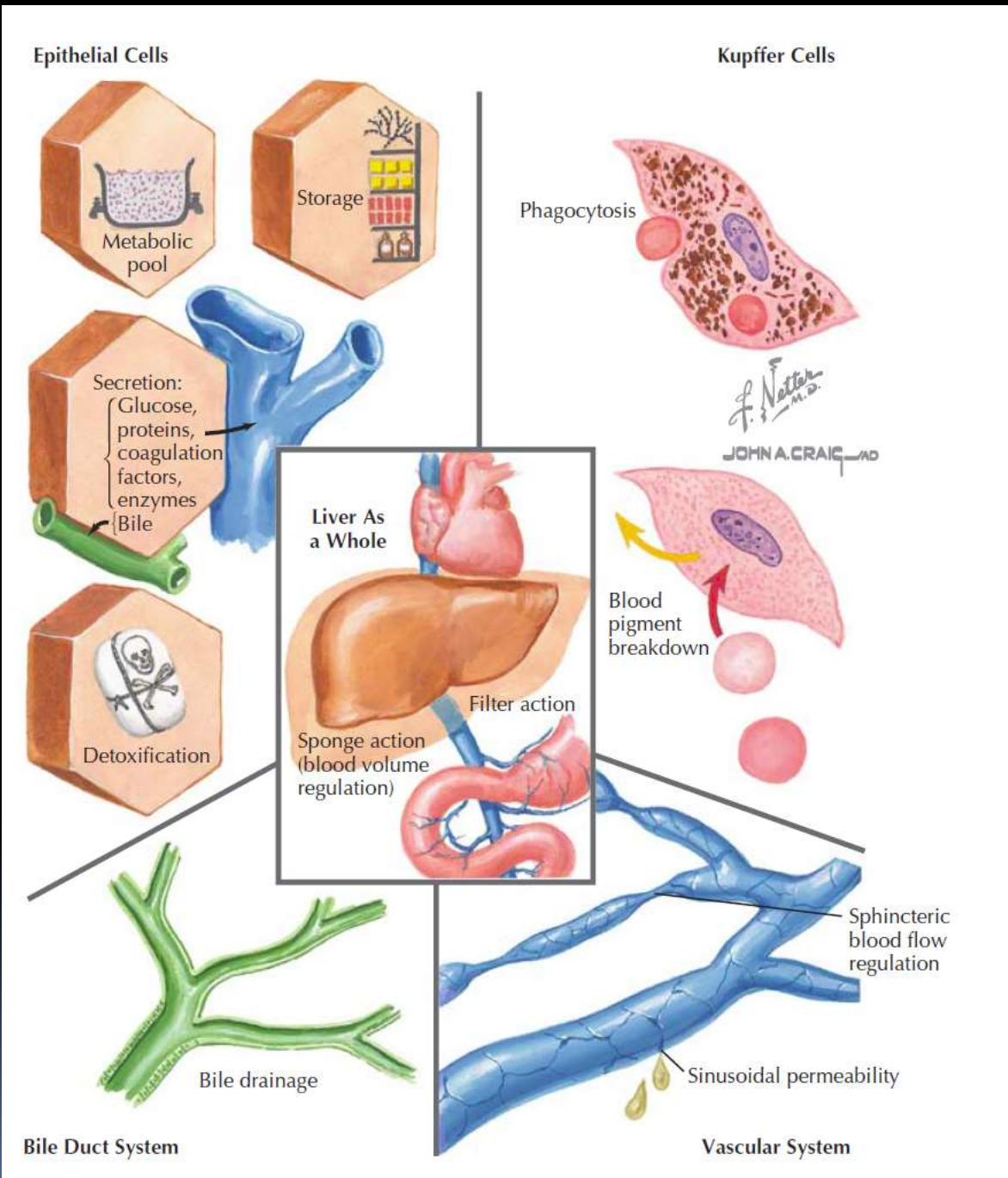
Játra a žluč

Živiny je třeba předat ke zpracování do jater –
vrátnicová žíla (vena porte)



Základní funkce jater:

- 1) Vytvářejí žluč
- 2) Přetvářejí se v nich všechny živiny ze střeva.
- 3) Ukládá se zde glykogen
- 4) Tvoří se zde bílkoviny krevní plazmy.
- 5) Vzniká zde močovina
- 6) Detoxifikace
- 7) Orgánem termoregulace
- 8) Ve fetálním období krvetvorným orgánem
- 9) Regulují objem krve v oběhu
- 10) Fagocytují erytrocyty
- 11) Ukládají vitaminy

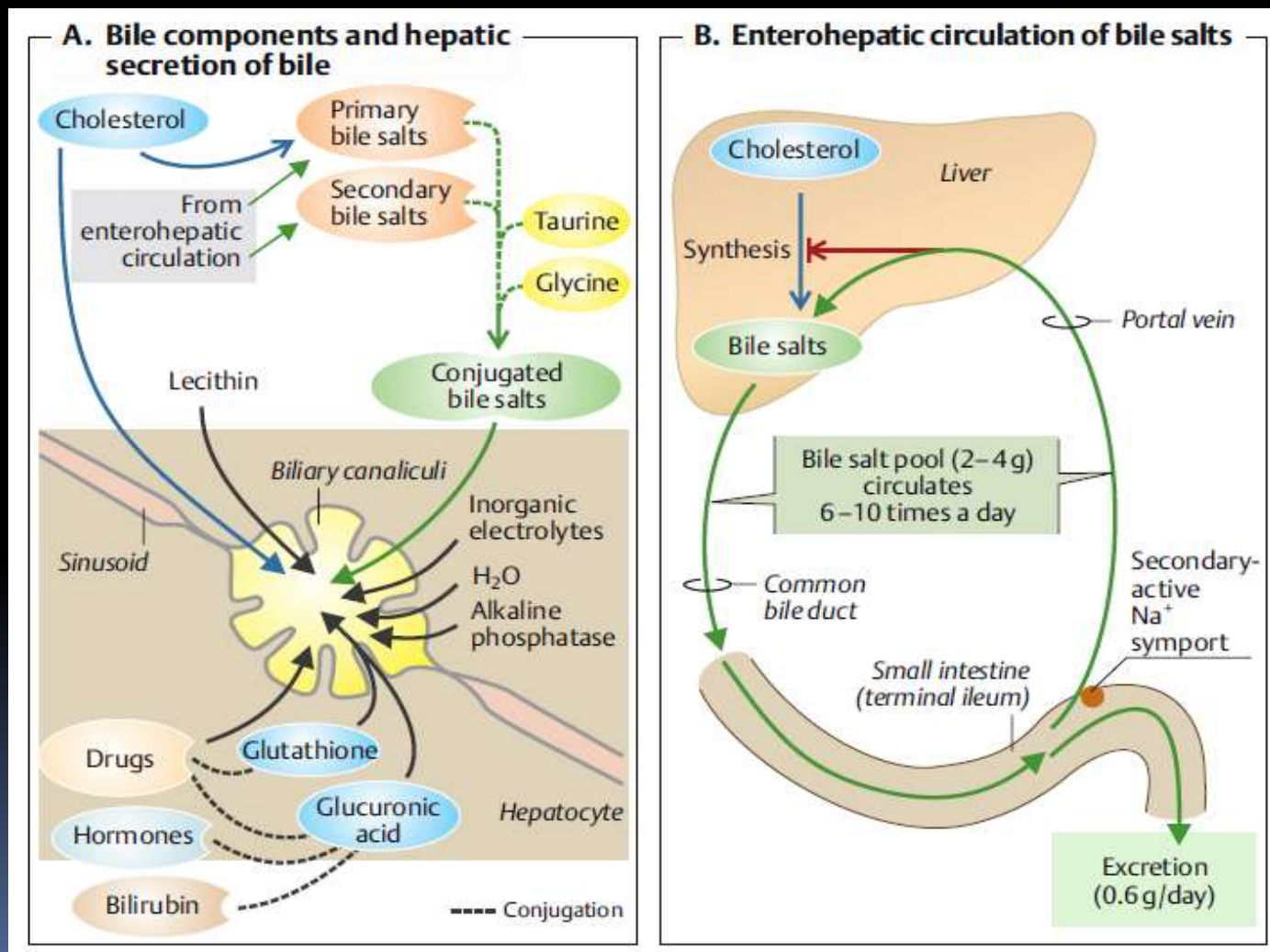


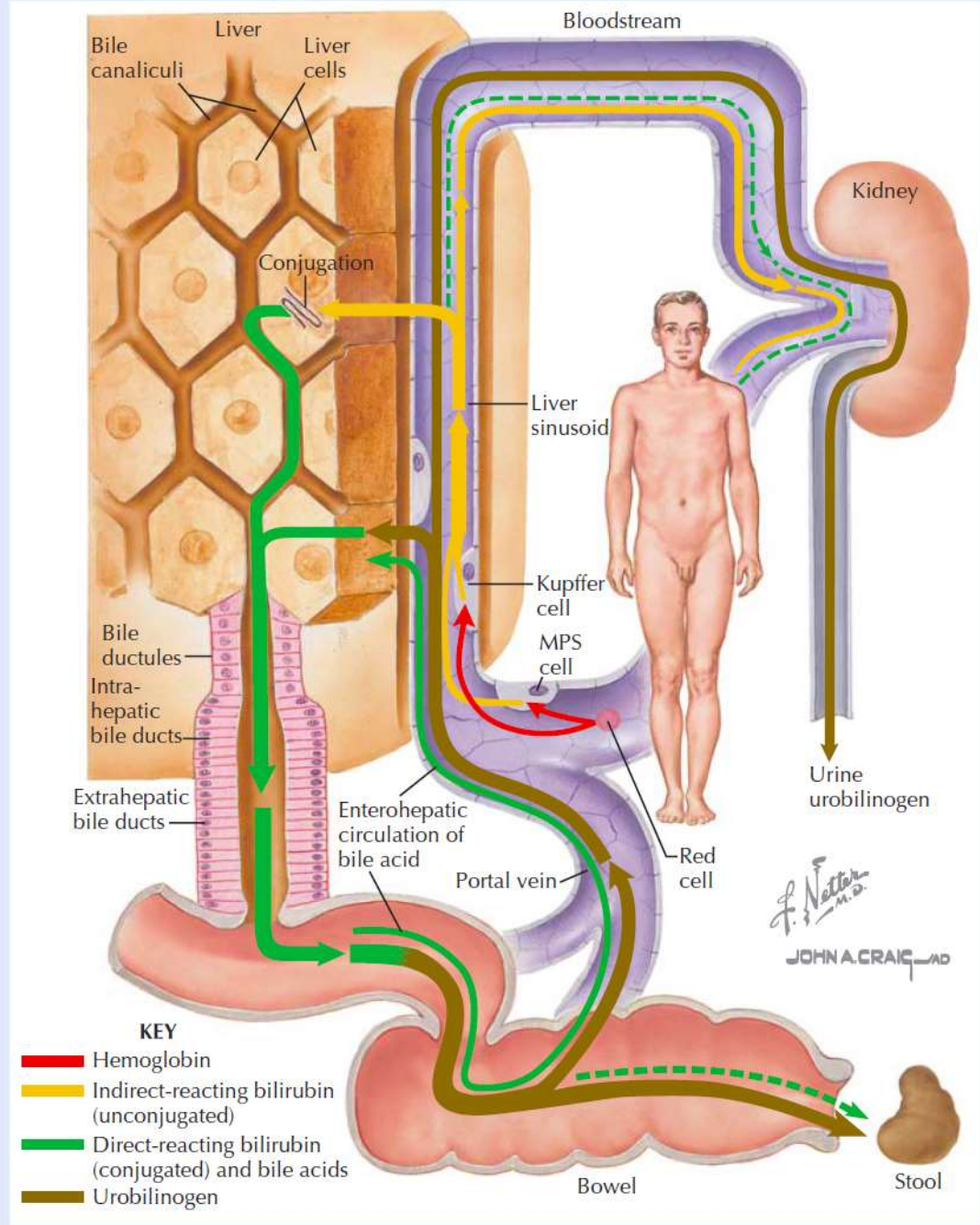
Funkce žluči:

- Společně s pankreatickou šťávou **neutralizuje tráveninu.**
- **Emulguje tuky.**
- Umožňuje **vstřebávání tuků** tím, že **vytváří ve vodě rozpustné komplexy** mezi mastnou kyselinou a žlučovými kyselinami.
- **Stupňuje peristaltiku střeva.**

Složení žluči

Žlučové kyseliny a jejich soli, žlučová barviva, cholesterol, lecitin, tuky, mastné kyseliny, močovina, alkalická fosfatáza, mucin. Některé organické složky (zejména soli žlučových kyselin) se zpětně resorbují ze střeva, vrací se portální (vrátnicovou) žilou do jater a opět se do žluče vylučují. Jde o tzv. enterohepatální oběh.



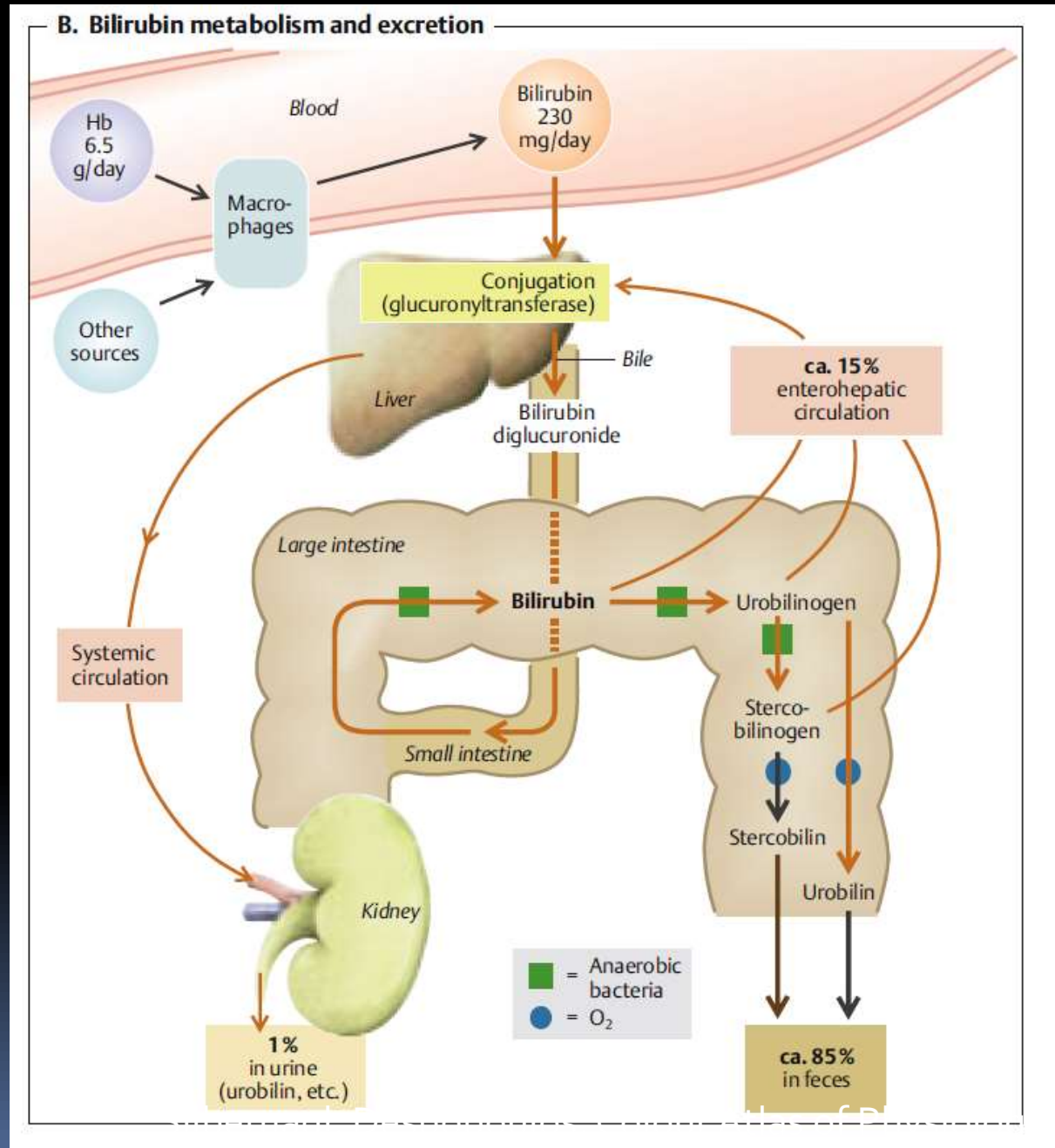


Bilirubin Production and Excretion

Žlučová barviva jsou **bilirubin** a **biliverdin**. Tato barviva vznikají po rozpadu hemoglobinu.

Volný bilirubin je toxický, proto se v jaterních buňkách váže s kyselinou glukuronovou na glukuronid, který je secernován do žluči.

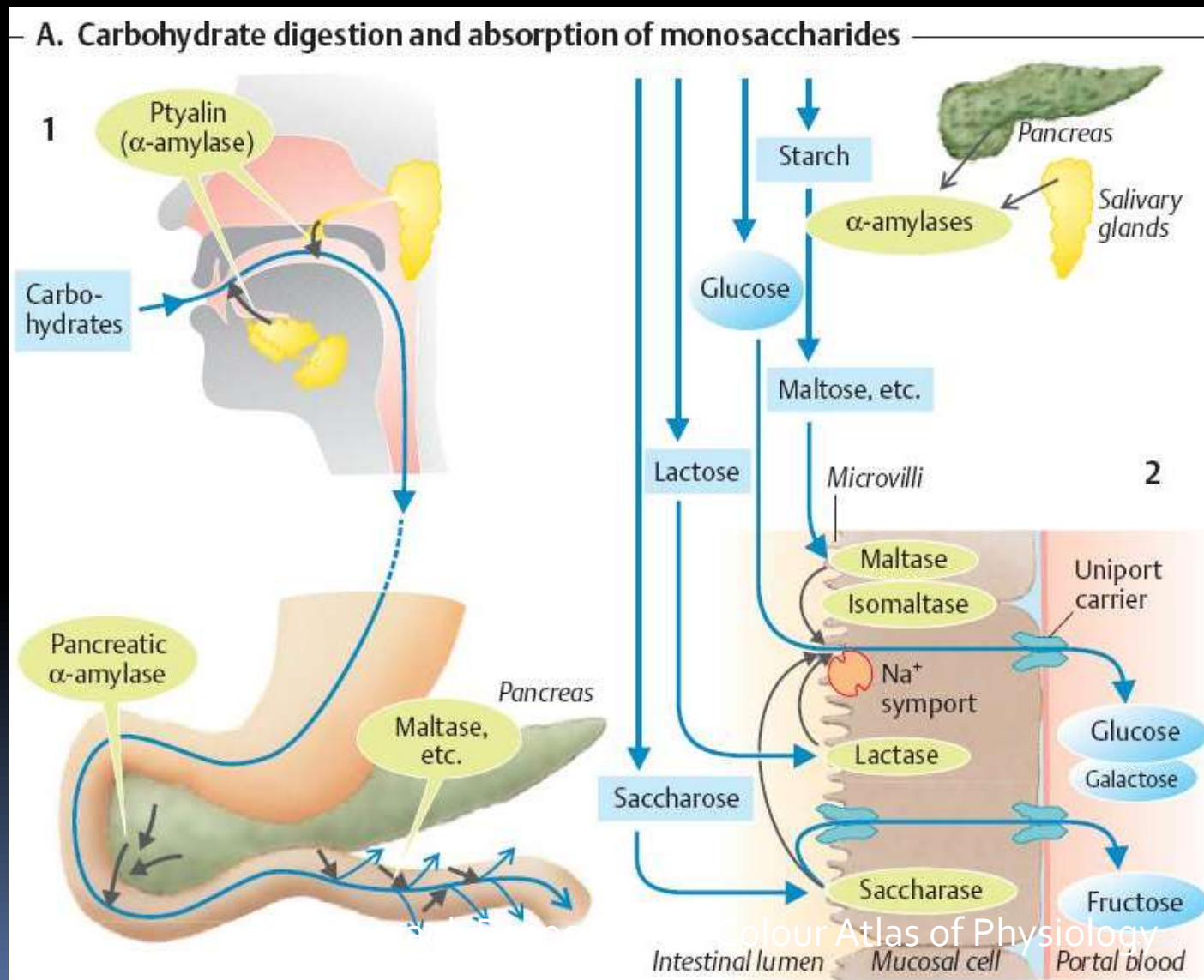
Část se ho dostává do krevního oběhu a je pak vylučován ledvinami.



Trávení cukrů a absorpce monosacharidů

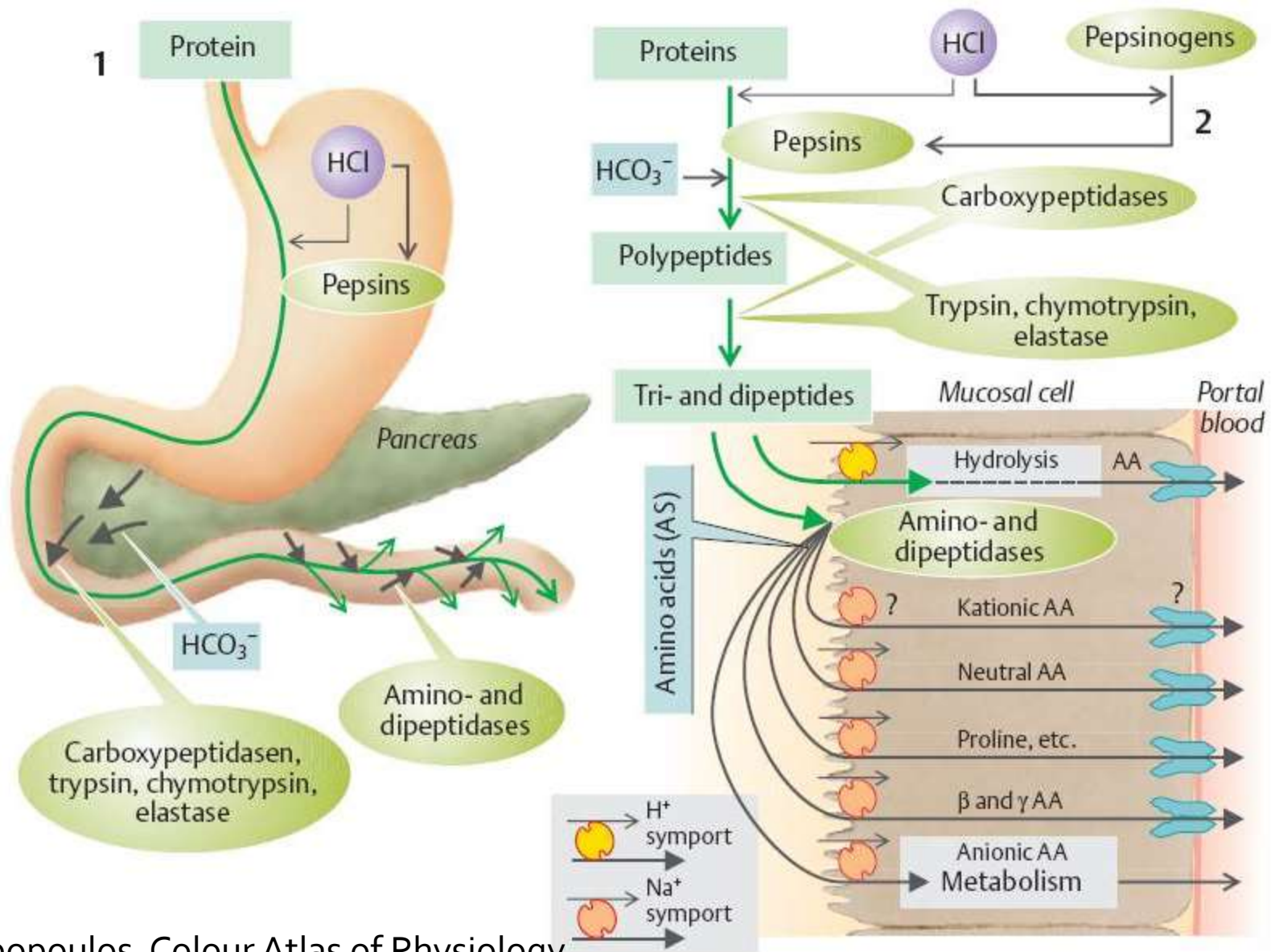
Resorpce může v podstatě probíhat ve všech částech trávicího ústrojí. Nejlepší podmínky v **tenkém střevě**. Jeho délka je v závislosti na typu diety velmi různá – býložravci mají typicky velmi dlouhé střevo

Sacharidy resorbovány podobně jako v tubulu ledvin **sekundárním aktivním kotransportem** poháněným **sodíkovým gradientem**



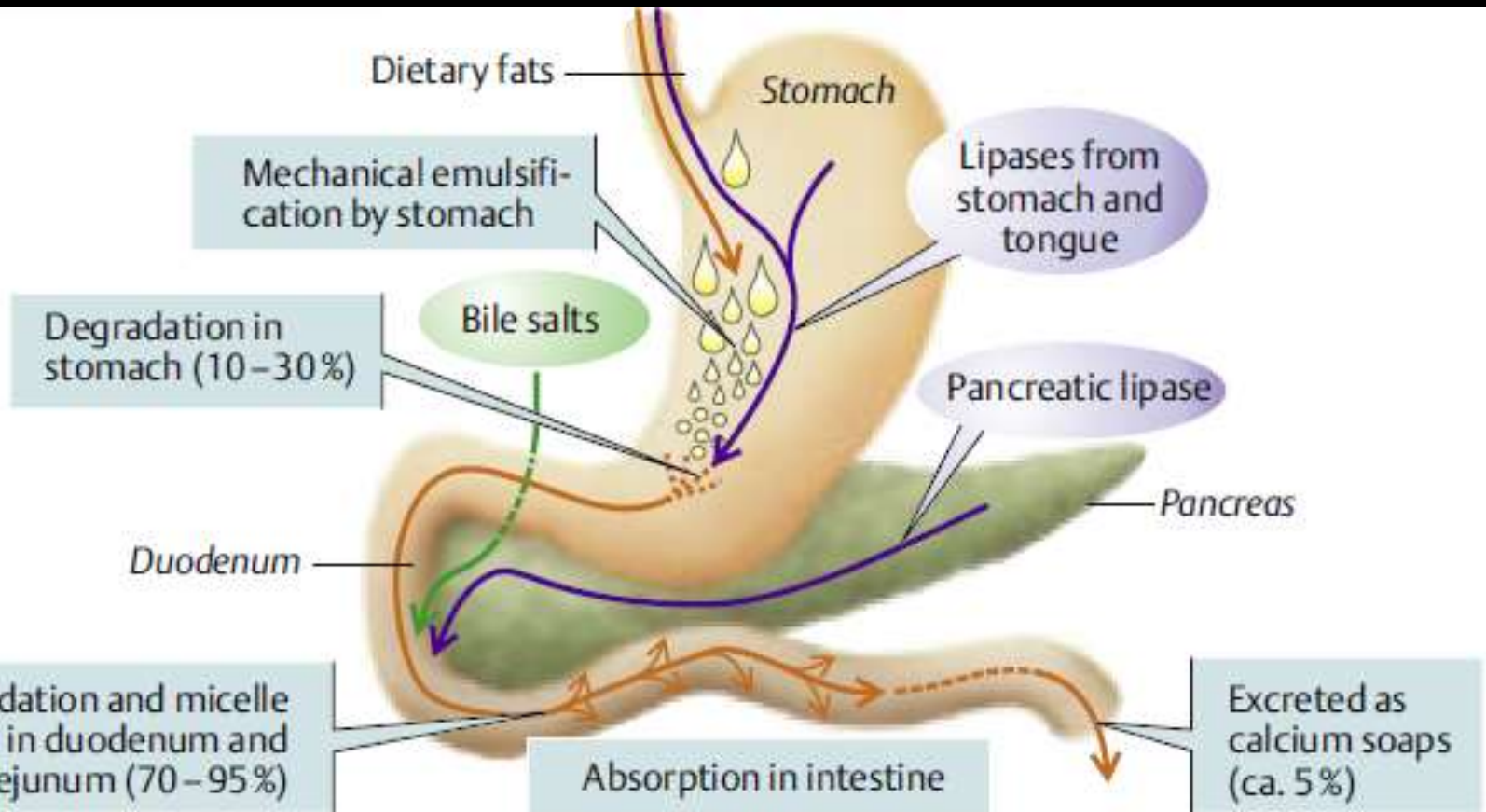
Trávení proteinů a absorpce aminokyselin

B. Protein digestion and absorption of amino acids and oligopeptides

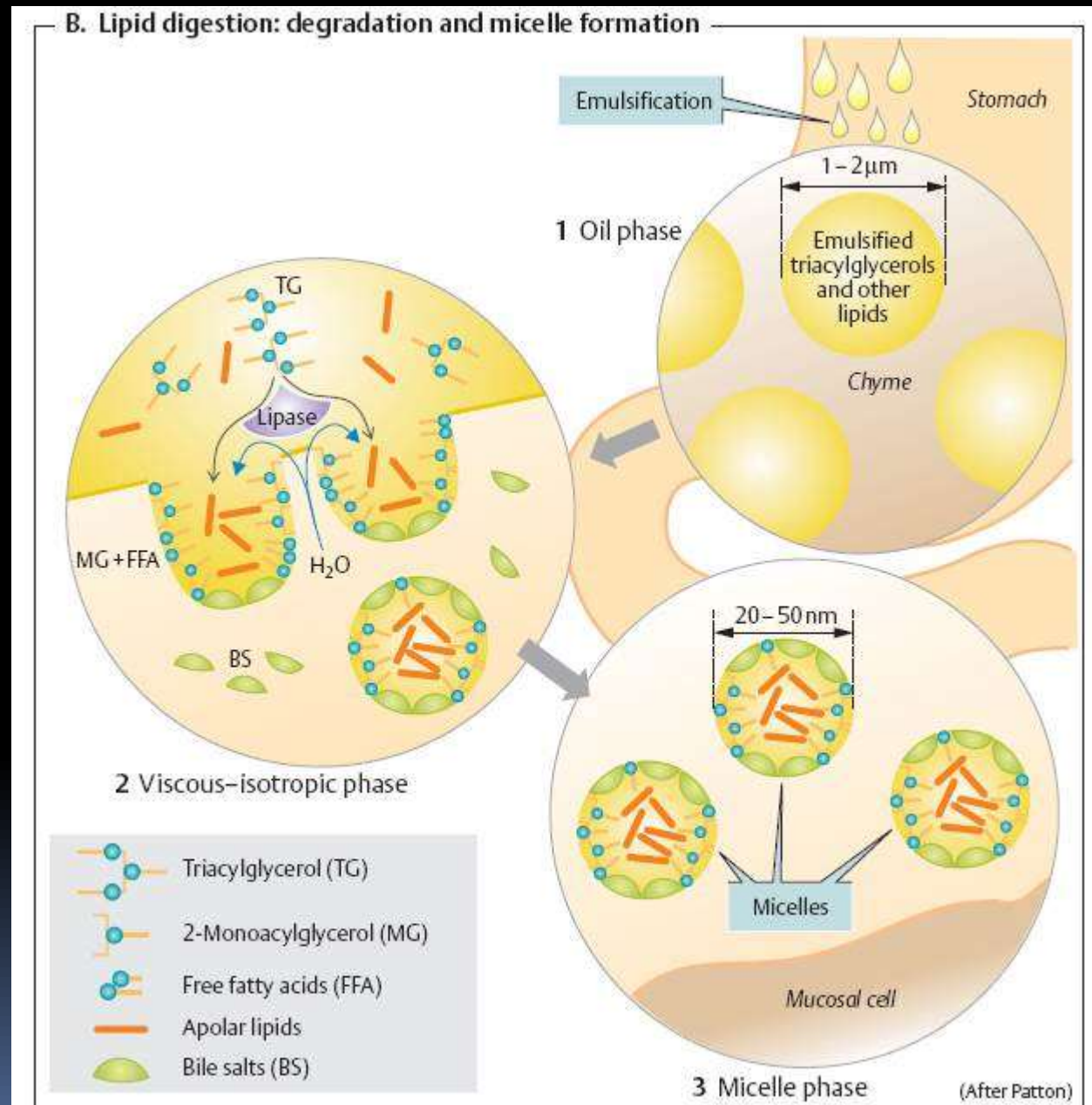


Trávení tuků přehled

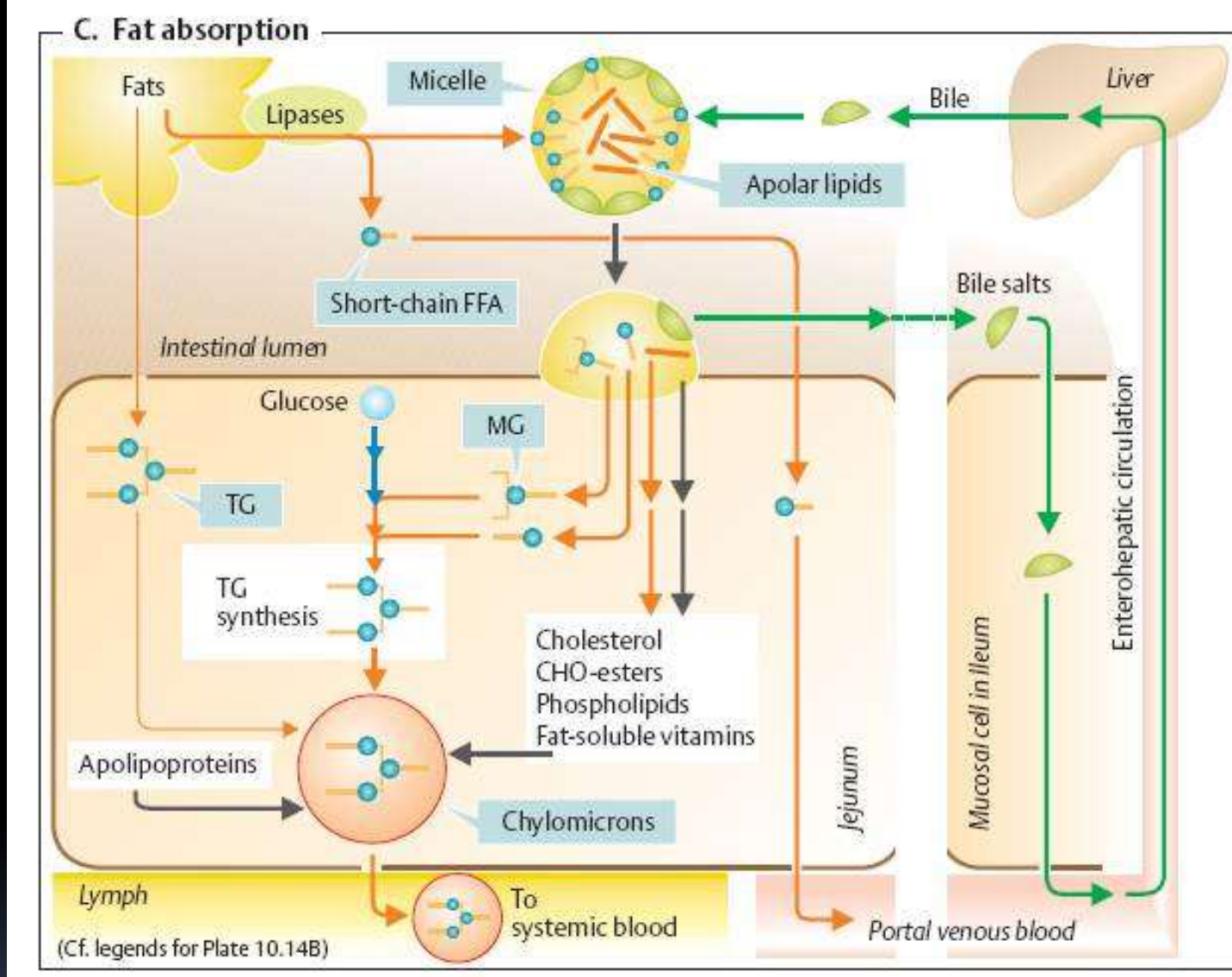
Tuky sice mohou volně procházet membránami a proto nepotřebují aktivní transportní systém. Na druhé straně jsou však špatně rozpustné ve vodě a jejich trávení i resorpce ve vodném prostředí trávicí trubice i jejich transport plazmou jsou proto složité a vyžadují speciální mechanismy. Lipázy jsou účinné zejména na rozhraní mezi tukovou fází a vodným prostředím. Proto je předpokladem mechanická emulgace tuků na malé kapičky (velký povrch) působením žaludeční motility.



Trávení tuků, tvorba micel



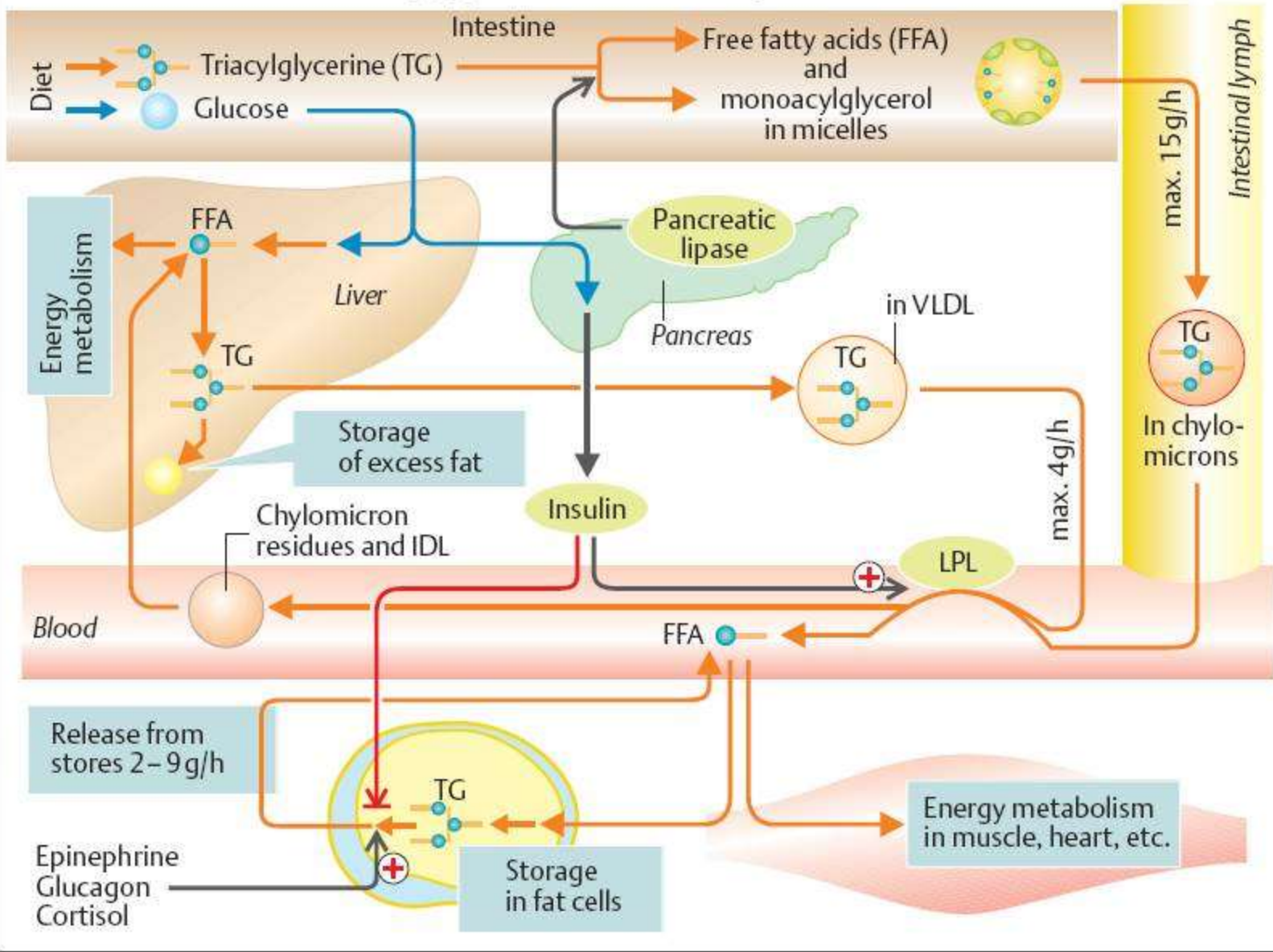
Absorpce tuků



V endoplazmatickém retikulu buněk sliznice lačnicku se znovu resyntetizují triacylglyceroly, které jsou, opět pro svou hydrofobnost a tedy špatnou transportovatelnost, zabudovány do jádra **chylomikronů**, které přes lymfu odcházejí do systémového oběhu (Obr. Zdroje a osud lipidů). Hydrofilní obal chylomikronu tvoří polární lipidy (cholesterol, fosfolipidy) a proteiny.

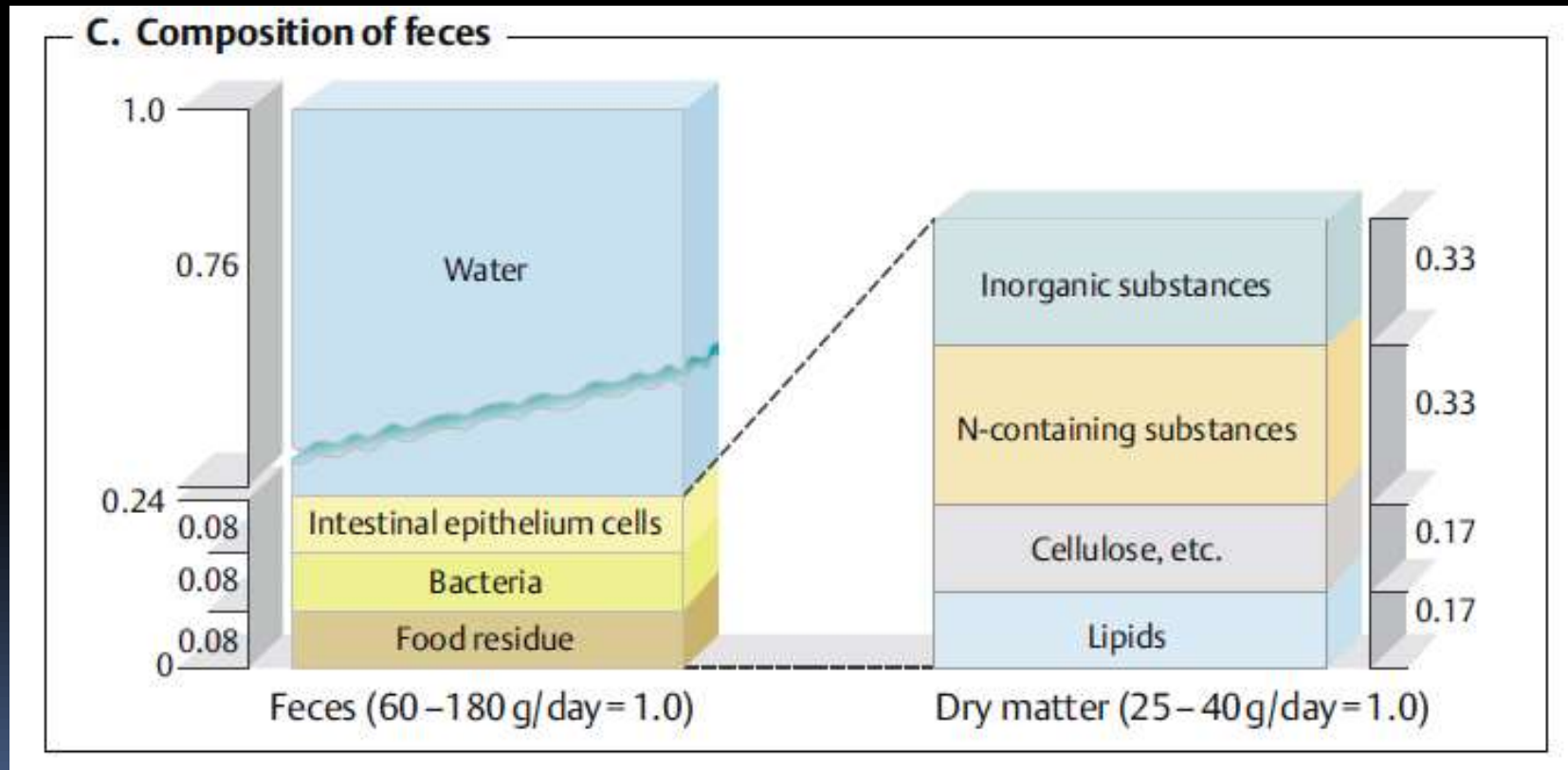
Silbernagl, Despopoulos, Colour Atlas of Physiology

D. Source and fate of triacylglycerols and free fatty acids



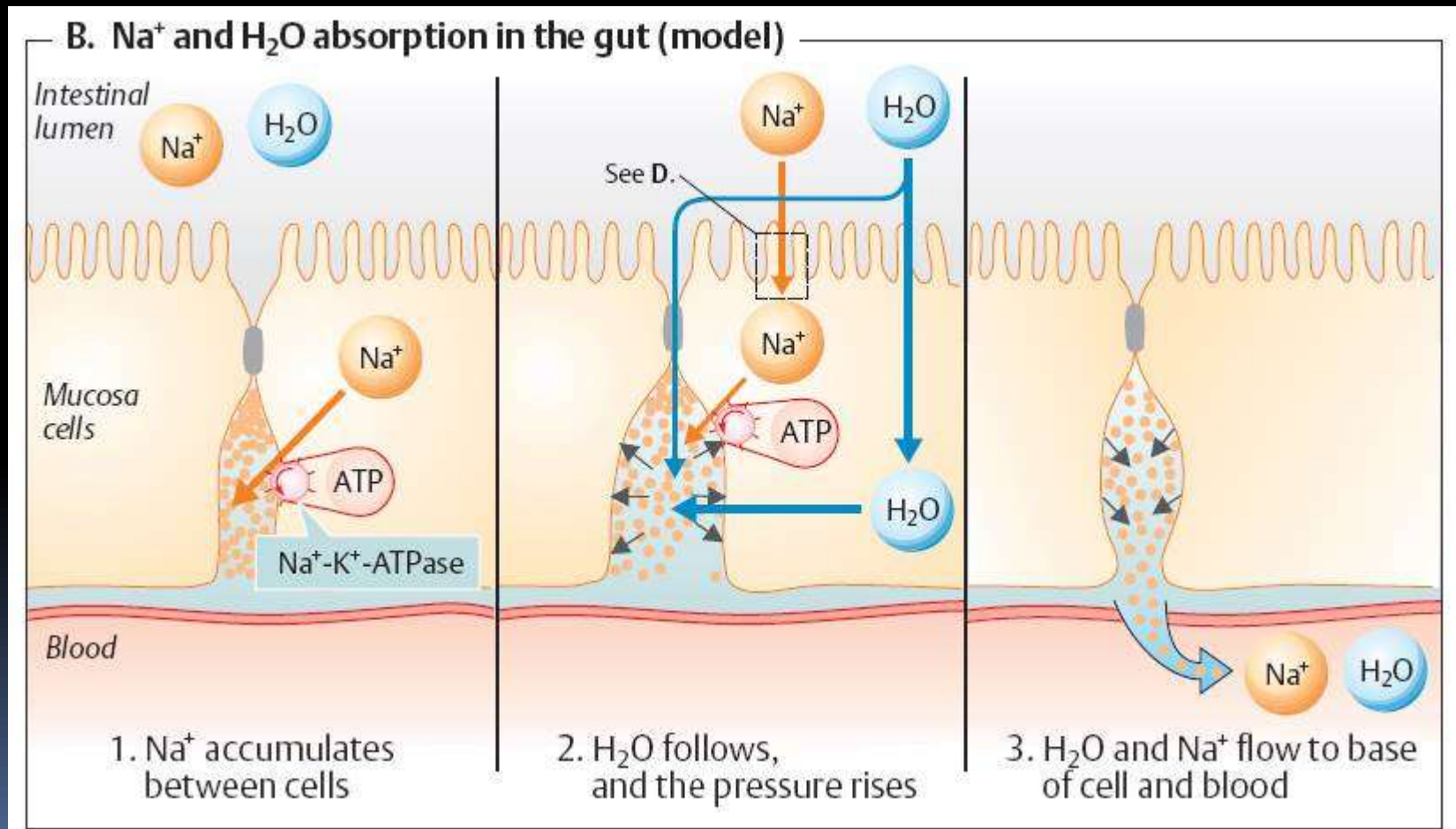
Tlusté střevo

Jeho sliznice nemá klky, jen četné záhyby. Mocné peristaltické pohyby tlačí obsah ke konečníku. Probíhá zde činností mikrobů probíhá **fermentace** některých složek bílkovin, které unikly působení trávicích žláz.



Absorpce sodíku a vody ve střevě

Probíhá zde rovněž intenzivní zpětná resorpce vody mechanismy shodnými s ledvinným tubulem.



Hypotalamus řídí reakce při hladu i sytosti.
 Odpovídá na nervové i endokrinní signály.
 Sytost: CCK, leptin, potrava, glykemie
 Hlad: stimulace vagu, hypoglykemie, smysly

