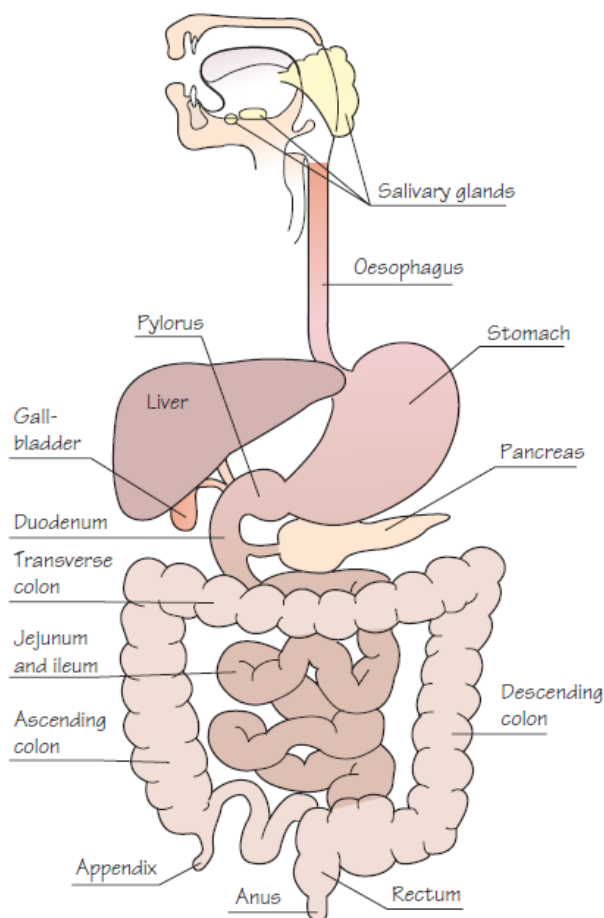


Gastrointestinální trakt

Gastrointestinální (GI) trakt je zodpovědný za rozklad potravy na její jednotlivé části, aby mohly být vstřebány do těla. Skládá se z úst, jícnu, žaludku a tenkého a tlustého střeva. Slinné žlázy, játra, žlučník a slinivka břišní jsou orgány odlišné od GI traktu, ale všechny vylučují šťávy do traktu a napomáhají trávení a vstřebávání potravy viz obr.

Struktura

Různé oblasti traktu se zabývají **motilitou (transportem)**, **skladováním**, **trávením**, **vstřebáváním a vylučováním** odpadních látek a tyto funkce GI traktu jsou řízeny neuronálními, hormonálními a lokálními regulačními mechanismy.



Stěny GI traktu mají obecnou strukturu, která je po většině své délky podobná, i když se tato struktura mění s měnící se funkcí.

Tato základní struktura je znázorněna na obrázku.

základní vrstvy směrem od lumen k povrchu jsou:

- 1) Sliznice (tunica mucosa)
- 2) Podslizniční vazivo (tunica submucosa)
- 3) Zevní svalová vrstva (tunica muscularis)
- 4) Seróza (tunica serosa)

Skládá se ze **slizniční vrstvy** - vystýlá jako vnitřní povrch trávicí trubici, tvořené epiteliálními buňkami (které se podílejí na ochraně, na procesu sekrece, nebo absorpce v závislosti na jejich umístění v gastrointestinálním traktu), a lamina propria, která se skládá z řídké pojivové tkáně, kolagenu a elastinu, krevních cév a lymfatické tkáně a tenké vrstvy hladkého svalstva zvaného muscularis mucosa, které při stahu vytváří záhyby a rýhy ve sliznici. **Submukózní vrstva** obsahuje druhou vrstvu pojivové tkáně, ale také obsahuje větší krevní a lymfatické cévy a síť nervových buněk zvanou submukózní plexus (Meissnerův plexus). Jedná se o hustý plexus nervů inervovaných autonomní částí nervového systému, který může fungovat jako nezávislý nervový systém – enterický nervový systém. Pod submukózou se nachází **muscularis externa**. Ta se skládá z tlusté kruhové vrstvy hladkého svalstva kolem gastrointestinálního traktu, které

při stahu způsobuje zúžení lumenu. Pod touto vrstvou svalů se nachází další tenčí vrstva svalů uspořádaná podélně, která při svém stažení vede ke zkrácení traktu. Mezi těmito dvěma vrstvami svalů se nachází druhý nervový plexus, nazývaný myenterický plexus (Auerbachův plexus), který je také součástí enterického nervového systému. Nejvzdálenější vrstvou gastrointestinálního traktu je **serosa**, další vrstva pojivové tkáně pokrytá dlaždicovými mezoteliálními buňkami.

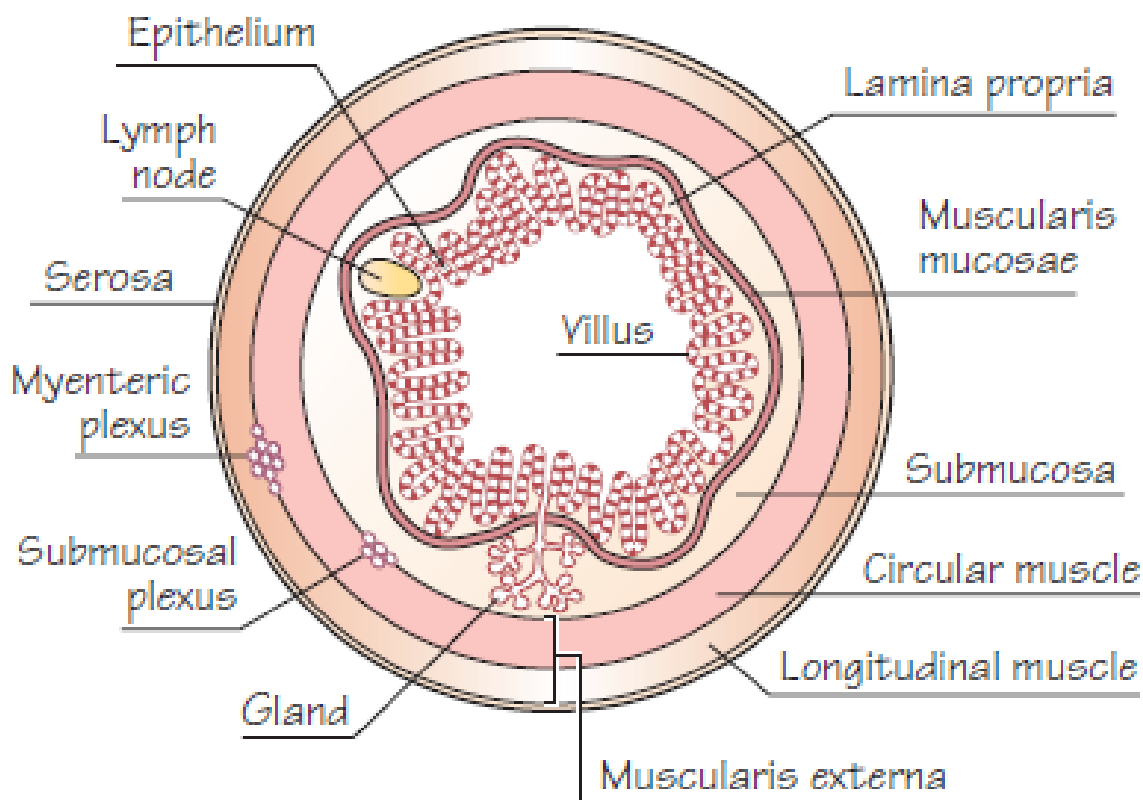
Resorpce v trávicí trubici je možná díky vychlípeninám mukózy a submukózy do lumen. Toto uspořádání výrazně zvyšuje povrch pro resorpci. Rozeznáváme následující struktury:

Plicae circulares – které jsou orientovány kolmo k podélné ose, vznikly zřasením submukózy. Jsou přítomné ve větší části tenkého střeva, směrem k ileu se snižují.

Villi intestinalis - Klky pokrývají povrch tenkého střeva a jsou hlavním místem resorpce produktů trávení.

Mikrovilli- představují mikroskopické výchlípky apikálního povrchu střevních absorpčních buněk.

Sekreční funkce mukózy zajišťuje lubrikaci a zároveň uvolňuje enzymy, hormony a protilátky do lumen trávicí trubice. Žlázy asociované s trávicím ústrojím vznikají jako invaginace epitelu (Mukózní - žlázy, které sahají do lamina propria, Submukózní žlázy - které uvolňují své produkty přímo do lumen mukózních žláz a nebo pomocí ductů, které prostupují přes mukózu přímo na lumenální povrch, Extramurální žlázy - (játra, pankreas): leží mimo trávicí trubici a uvolňují své působky prostřednictvím ductů do lumen



Sliny a žvýkání

Gastrointestinální trakt začíná v ústech, kde se potrava zpočátku žvýká a mísí se sekrety slin. Žvýkání je process systematického mechanického rozkladu potravy v ústech. Množství žvýkání potřebné k polykání potravy závisí na povaze požití potravy: pevné potraviny jsou vystaveny energickému žvýkání, zatímco měkčí potraviny a tekutiny vyžadují málo nebo žádné žvýkání a polykáním se dostávají téměř přímo do jícnu. Žvýkání je nezbytné pro to, aby některé potraviny, jako je červené maso, kuřecí maso a zelenina, byly plně vstřebány zbytkem gastrointestinálního traktu.

Ryby, vejce, rýže, chléb a sýr však pro úplné vstřebání v traktu žvýkání nevyžadují.

Žvýkání zahrnuje koordinovanou činnost zubů, čelistních svalů, čelistního kloubu, jazyka a dalších struktur, jako jsou rty, patro a slinné žlázy. Síly vyvíjené mezi zuby během žvýkání byly naměřeny na **přibližně 150–200 N**; maximální kousací síla vyvíjená mezi stoličkami je však téměř 10krát větší.

Během žvýkání tři páry žláz – příušní, podčelistní a podjazyková – vylučují sliny.

Hlavní funkce slin jsou zvlhčování a promazávání úst v klidu, ale zejména během jídla a řeči, rozpouštění molekul potravy, aby mohly reagovat s chuťovými receptory, což vede k pocitu chuti, usnadnění polykání, zahájení rané fáze trávení polysacharidů (komplexních cukrů) a ochrana ústní dutiny potahováním zubů bílkovinou bohatou na prolin neboli pelikulou, která může sloužit jako ochranná bariéra na povrchu zubu. Sliny také obsahují imunoglobuliny, které mají ochrannou roli v prevenci bakteriálních infekcí. Sliny jsou hypotonické a obsahují směs anorganických i organických složek. Složení se liší podle toho, která žláza vylučuje a také podle toho, zda je v klidu nebo je stimulována.

Řízení sekrece slin závisí na reflexních reakcích, které jsou u lidí prokázány jako vyvolané stimulací chuťových receptorů a parodontálních a slizničních mechanoreceptorů během žvýkání. Ačkoli se předpokládalo, že čichová aferentní stimulace (vůně) má také obecný reflexní účinek na sekreci slin, nyní se ukázalo, že tento reflex funguje prostřednictvím submandibulárních/sublingválních žláz a nikoli příušní žlázy u lidí.

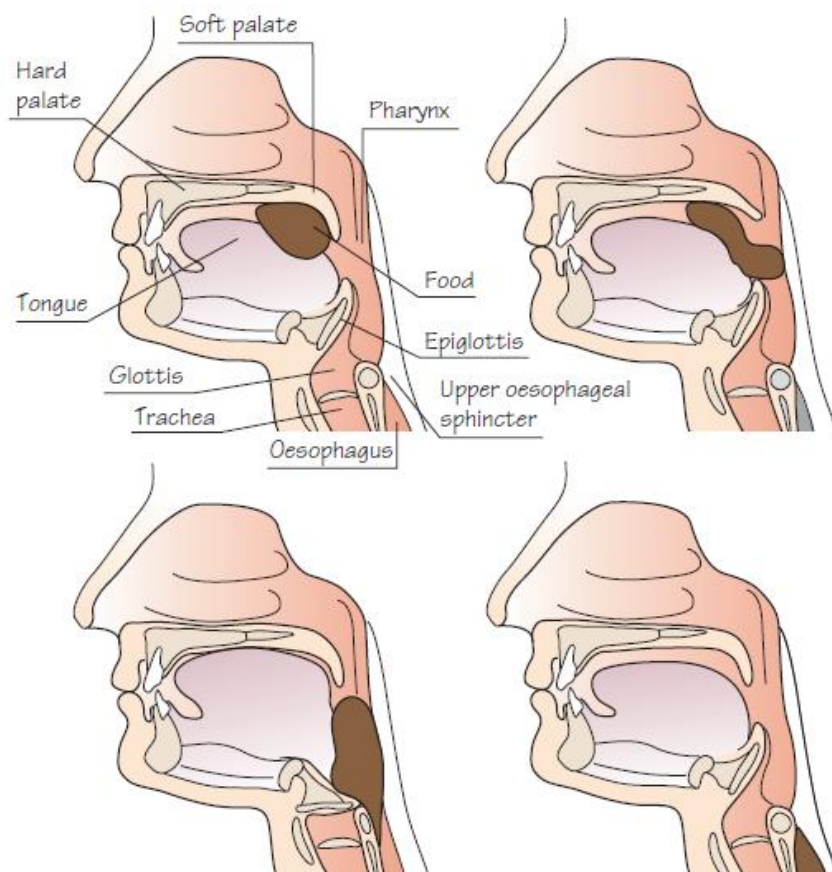
Pohled a myšlenka na jídlo u lidí mají velmi malý vliv na produkci slin.

Předpokládá se, že vnímání zvýšené produkce slin souvisí s náhlým uvědoměním si slin, které jsou již přítomny v ústech.

Polykání

Polykání probíhá v několika fázích. První fáze je dobrovolná a zahrnuje tvorbu bolusu potravy žvýkáním a pohyby jazyka (dozadu a nahoru), které potravu tlačí do hltanu. Zbývající fáze nejsou volní, ale reflexní reakce iniciované stimulací mechanoreceptorů s aferentními nervy v glossofaryngeálním (IX) a vagusovém (X) nervu vedoucími k míše a pontu (mozkovému kmeni); zde se nachází skupina neuronů („centrum polykání“), které koordinuje komplexní sled událostí, které nakonec doručí bolus do jícnu.

Měkké patro se zvedne, aby se zabránilo vstupu potravy do nosní dutiny, **dýchání je inhibováno**, hrtan se zvedne, hlasivka se uzavře a potrava tlačí špičku **epilottis** nad průdušnicový otvor, čímž brání vstupu potravy do průdušnice. Jakmile bolus vstoupí do jícnu, tyto změny se obrátí, hrtan se otevře a dýchání pokračuje.

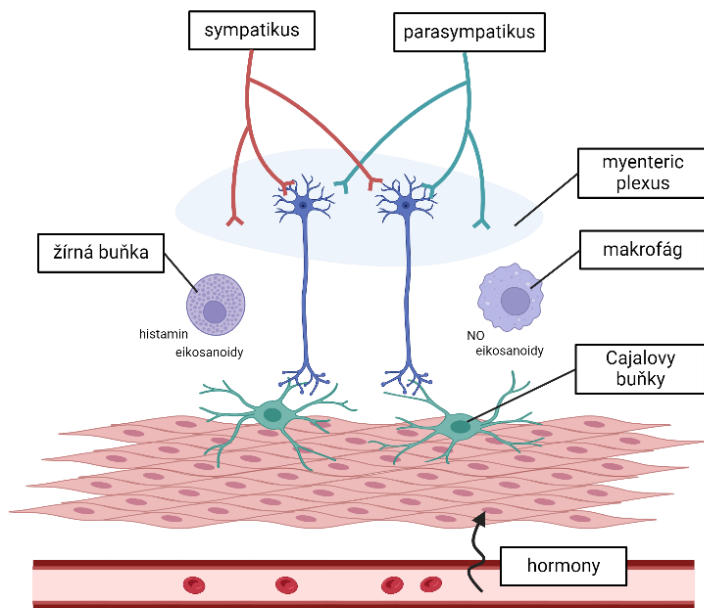


Průměrná tvorba slin:
0,2–0,3 ml/min v klidu,
ve spánku ještě nižší ,
ale může se zvýšit na
1,7–2,1 ml/min.
Denně se vytvoří 500–
1000 ml/den

Sliny v ústech jsou
hypotonické (více vody ve
srovnání s extracelulární
tekutinou) a obsahují více
než **99 % vody**.

Sliny tvoří z 99 % voda a 1 % tvoří různé organické a anorganické látky, včetně elektrolytů (sodík, draslík, chloridy), enzymů (jako je α -amyláza pro trávení škrobu), mukusu, buněk (včetně bakterií) a antiseptických látek (peroxid vodíku, imunoglobulin A). Tyto složky pomáhají chránit ústa před infekcí, zvlhčují potravu, usnadňují polykání a zahajují trávení.

Jídlo a pití je možné polykat při stání na hlavě nebo v nulové gravitaci, a to díky prstenci kosterního svalu zvaný horní jícnový svěrač obvykle uzavírá hltanový konec jícnu. Během jícnové fáze polykání se tento svěrač uvolní, což umožní průchod bolusu potravy. Ihned poté se svěrač uzavře. Jakmile se bolus dostane do jícnu, je procesem zvaným peristaltika, koordinovanou vlnou relaxace před bolusem a kontrakcí za bolusem kruhové a podélné svalové vrstvy jícnu, která tlačí potravu do žaludku asi za 5 sekund. Než bolus vstoupí do žaludku, projde dalším svěračem, dolním jícnovým svěračem, tvořeným prstencem hladkého svalstva, který se uvolní, jakmile ho dosáhne peristaltická vlna. Polykací centra v míše produkují sled událostí, které vedou k eferentní aktivitě somatických nervů (inervujících kosterní svalstvo) a autonomních nervů (inervujících hladké svalstvo). Tento sled událostí je ovlivněn aferentními receptory ve stěně jícnu, které vysílají impulsy zpět do míchy.



- jednotlivé obecné úrovně řízení motility trávicí trubice

3 úrovně regulace

- Cajalovy buňky v hladké svalovině – pacemakerová aktivita

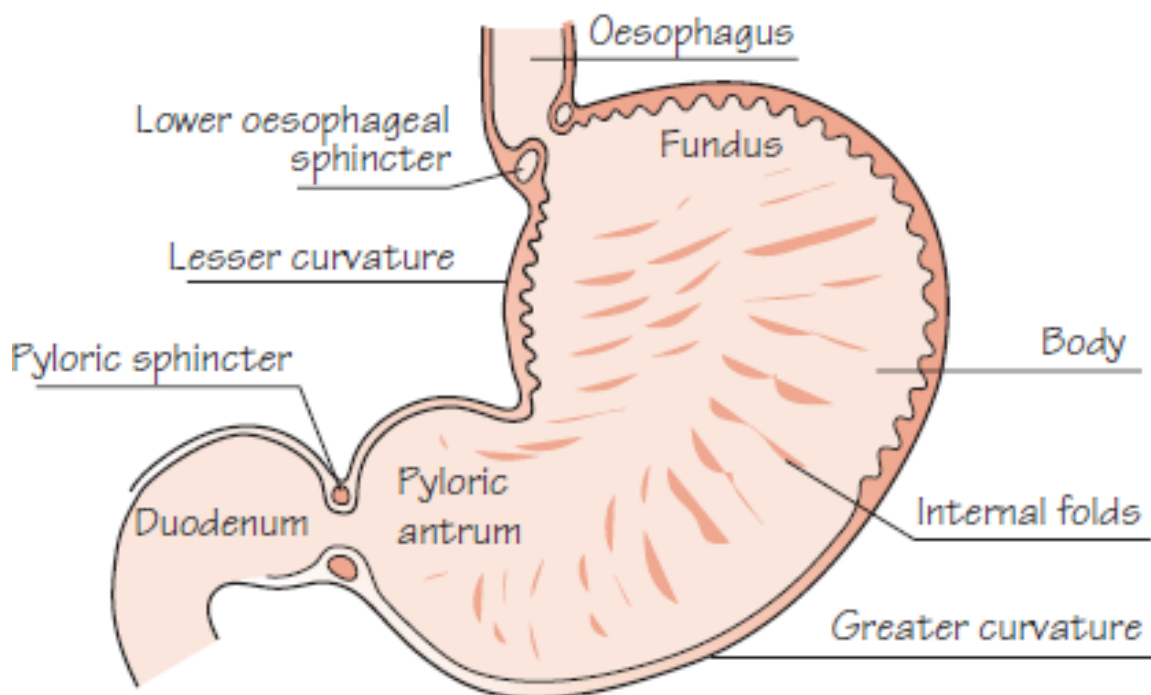
- enterický nervový systém – hlavně myenterický plexus

- autonomní nervový systém + hormony

+ mechanické podněty

Změny napětí na membráně hladké svaloviny - pomalé vlny a akční potenciály hladké svaloviny - **pomalé vlny** – jsou za ně zodpovědné lokální pacemakery (**Cajalovy buňky**) - regulace **autonomním nervovým systémem** – už vědí ze semináře ANS – bude se řešit dál

Svěrače a peristaltické vlny jsou řízeny především aktivitou **bloudivého nervu – nervus vagus a podporovány vysokým stupněm koordinace aktivity v rámci střevních nervových plexů v samotném traktu. Jakmile bolus potravy projde dolním jícnovým svěračem, vstupuje do žaludku.**



Hlavními funkcemi žaludku jsou dočasné ukládání potravy (protože může být požit rychleji, než může být strávena), **chemické a mechanické trávení potravy pomocí kyselin, enzymů a pohybů**, regulace uvolňování výsledného tráveniny do tenkého střeva a vylučování látky zvané vnitřní faktor, která je nezbytná pro vstřebávání vitaminu B12. Žaludek leží bezprostředně pod bránicí a stejně jako zbytek gastrointestinálního traktu má **ve svých stěnách podélné a kruhové svalové vrstvy a nervové pleteně**; uvnitř sliznice se však nacházejí **specializované sekreční buňky**, které vystylají žaludeční žlázy neboli jamky viz obr.

Kyselina v žaludku je kyselina chlorovodíková HCl a je produkována specializovanou skupinou buněk zvaných **parietální buňky**. Žaludek může vylučovat **až 2 litry kyseliny denně** a koncentrace iontů H^+ v žaludku se odhaduje na **přibližně 1 milionkrát vyšší než v krvi**.

Tato koncentrace iontů H^+ vyžaduje velmi efektivní výměnu intracelulárního H^+ za extracelulární K^+ s využitím energie ATP. Toho se dosahuje pomocí proteinu známého jako protonová pumpa nebo protein H^+-K^+ ATPázy viz obr.

Žaludeční sliznice se sama netráví, protože je chráněna alkalickou tekutinou bohatou na mucin vylučovanou **Mucinozními buňkami**, která působí jako slizniční bariéra tím, že omývá žaludeční epitelové buňky. Kromě toho se při podráždění sliznice uvolňují lokální mediátory, jako jsou prostaglandiny, které zvětšují tloušťku vrstvy hlenu a stimulují produkci bikarbonátu, který neutralizuje kyselinu.

Bílkoviny v potravě jsou v žaludku štěpeny na polypeptidy enzymy zvanými pepsiny. Tyto enzymy jsou vytvářeny v neaktivní formě zvané **pepsinogeny** a **produkovány hlavními buňkami** v žaludeční sliznici a kyselým prostředím v žaludku jsou přeměněny na aktivní pepsiny.

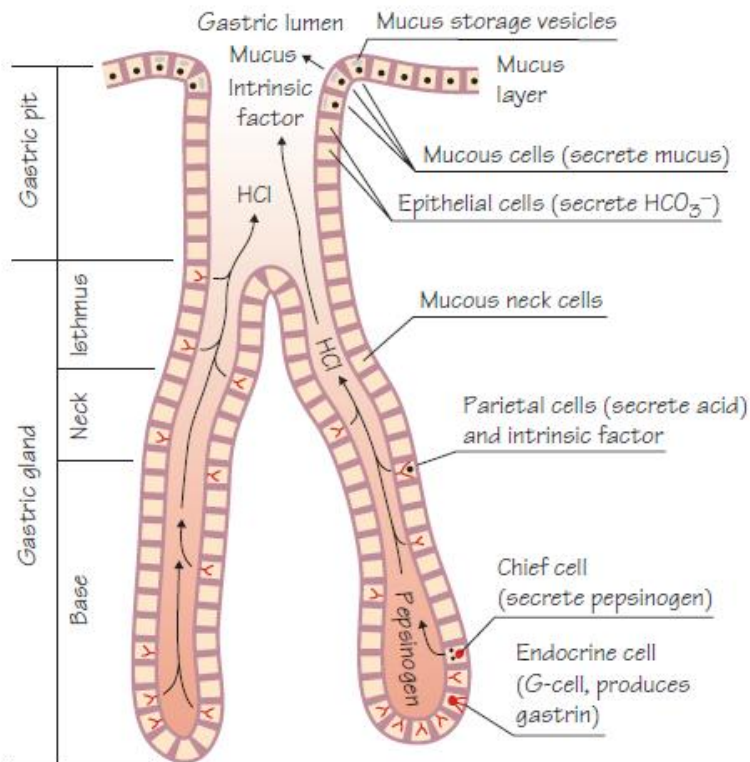
Zapamatovat si alespoň 4 druhy buněk v žaludku :

Hlavní – vyrábí pepsin – trávení bílkovin

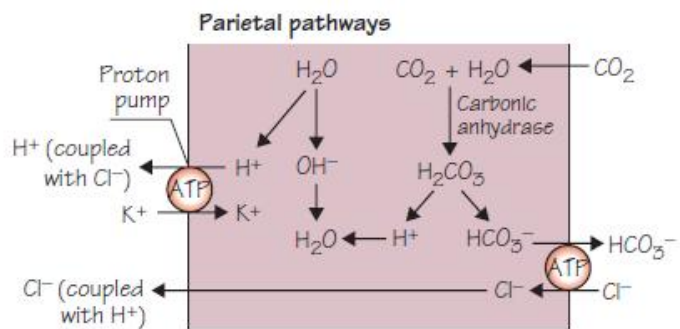
Parietální – vyrábí kyselinu

Mucinozní – vyrábí mucin - chrání stěny žaludku , jinak vředy

G- buňky - vyrábí gastrin – hormon podílející se na řízení trávení



Když je žaludek prázdný, má objem přibližně 50 ml; při plném nafouknutí však může jeho objem dosahovat až 4 litry.



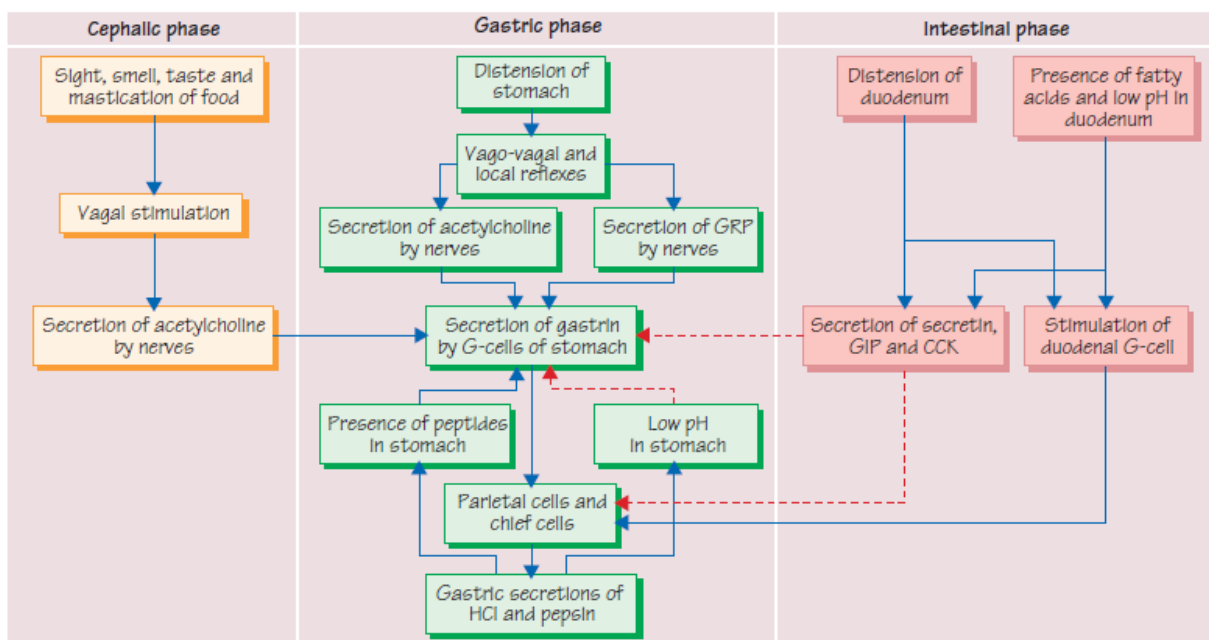
Řízení žaludeční sekrece

Žaludeční sekrece probíhá v zásadě ve třech fázích: cefalické, žaludeční a střevní.

Cefalická fáze je vyvolána zrakem, čichem, chutí a žvýkáním potravy. V této fázi není v žaludku žádná potrava a sekrece kyseliny je stimulována aktivací vagu a jeho působením na enterický plexus. Postgangliová parasympatická vlákna v myenterickém plexu způsobují uvolňování acetylcholinu (ACh) a stimulují uvolňování žaludečních šťáv ze žaludečních žláz.

Vagová stimulace také způsobuje uvolňování hormonu zvaného gastrin z buněk v antru žaludku nazývaných G-buňky. Gastrin je vylučován do krevního oběhu a když dosáhne žaludečních žláz, stimuluje uvolňování kyseliny a pepsinogenů. **Vagová aktivita i gastrin také stimulují uvolňování histaminu ze žírných buněk, který zase působí na parietální buňky a produkují více kyseliny.**

Když potrava dorazí do žaludku, stimuluje se **žaludeční fáze vylučování kyseliny, pepsinogenu a hleny**. Hlavními podněty pro tuto fázi jsou distenze žaludku a chemické složení potravy. Mechanoreceptory ve stěně žaludku se natahují a nastavují lokální myenterické reflexy a také delší vagovagální reflexy. Oba způsobují uvolňování ACh, který stimuluje uvolňování gastrinu, histaminu a následně kyseliny, enzymů a hleny. Stimulace vagus také uvolňuje specifický peptid, gastrin uvolňující peptid (GRP), který působí hlavně přímo na G-buňky a uvolňuje gastrin. Celé bílkoviny neovlivňují žaludeční sekreci přímo, ale jejich rozkladné produkty, jako jsou peptidy a volné aminokyseliny, tak činí přímou stimulaci sekrece gastrinu. Nízké pH (více kyseliny) v žaludku inhibuje sekreci gastrinu; proto, když je žaludek prázdný nebo poté, co do něj potrava vstoupila a kyselina byla vylučována po určitou dobu, dochází k inhibici produkce kyseliny. Když se však potrava poprvé dostane do žaludku, pH se zvýší (méně kyseliny), což vede k uvolnění inhibice a způsobí maximální sekreci gastrinu.



Sekrece žaludeční kyseliny je tedy samoregulační.

Žaludeční fáze obvykle trvá asi 3 hodiny a potrava v žaludku se přemění na kalovitý materiál zvaný chym.

Chym - trávenina vstupuje do první části tenkého střeva, dvanáctníku, přes **pylorický svěrač**. Přítomnost chymu v pylorickém antru ho roztahuje a způsobuje kontrakce antru a otevření svěrače. Rychlost vyprazdňování žaludku závisí na objemu v antru a poklesu pH chymu, což obojí vede ke zvýšení vyprazdňování. Roztažení dvanáctníku, přítomnost tuků a snížení pH v lumen dvanáctníku však způsobují inhibici vyprazdňování žaludku.

Tento mechanismus vede k přesnému přísunu tráveniny do střev rychlostí vhodnou pro její správné trávení.

Řízení motility GIT (gastrin, motilin, CCK, sekretin, somatostatin)

Motilita GIT je řízena kombinací nervových a hormonálních mechanismů, které ovlivňují hladkou svalovinu stěny trávicí trubice. Hormony působí přes receptory na buňkách hladké svaloviny nebo ovlivňují enterický nervový systém (ENS), čímž upravují rychlost i koordinaci pohybů.

Gastrin z G buněk v antru žaludku. Stimulace: Peptidy, aminokyseliny, distenze žaludku, vagová stimulace (GRP). Gastrin působí na receptory na parietálních buňkách → zvýšená sekrece HCl, a aktivuje receptory na hladké svalovině fundu a těla žaludku → ↑ kontrakce žaludku a podpora gastrické peristaltiky. Výsledek: ↑ žaludeční motilita, urychlení vyprazdňování žaludku.

Cholecystokinín (CCK) z I buněk v duodenu a jejunu. Mastné kyseliny, aminokyseliny v tenkém střevě stimulují vylučování CCK. Mechanismus účinku: Aktivace CCK receptorů na pyloru → zpomalení jeho otevírání → ↓ žaludeční vyprazdňování. Aktivace kontrakce žlučníku a stimulace pankreatické exokrinní sekrece. Výsledek: Zpomalení pohybu chymu ze žaludku, lepší trávení tuků.

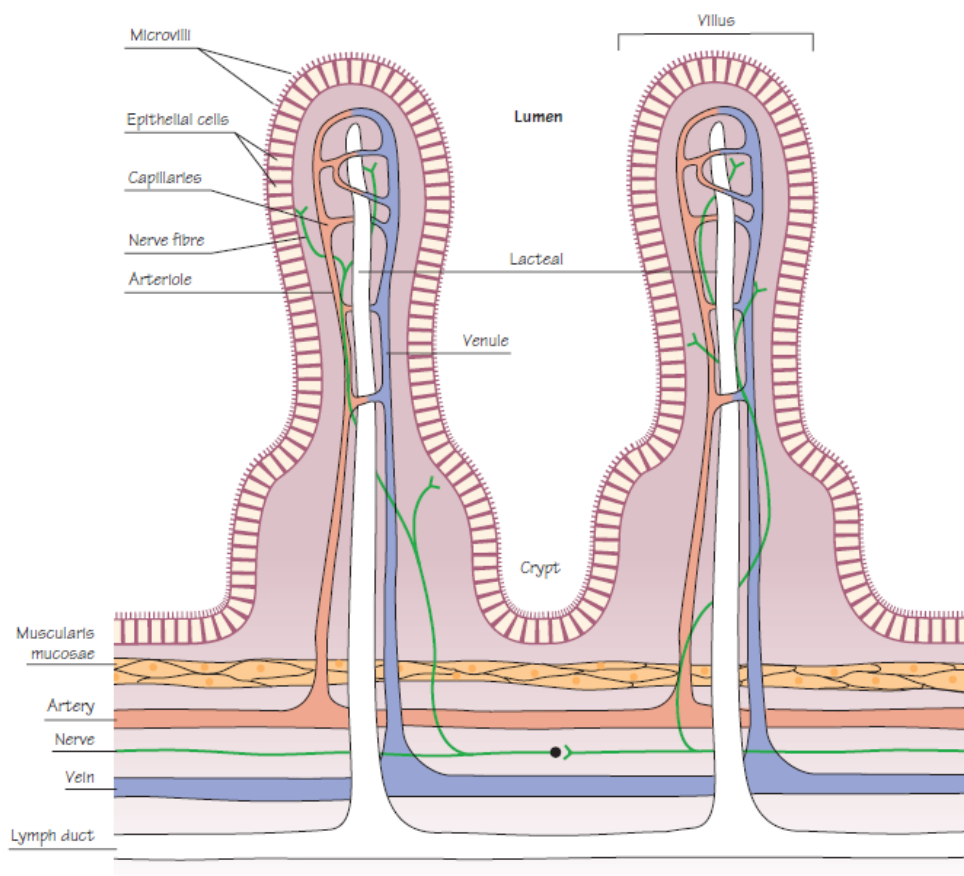
Sekretin - S buňky v duodenu. Stimulace: Kyselé pH chymu vstupujícího ze žaludku. Mechanismus účinku: Aktivace receptorů na pankreatu → sekrece bikarbonátu. Inhibice motility žaludku přes působení na enterické neurony. Výsledek: Neutralizace pH ve střevě, zpomalení motility pro ochranu sliznice.

Somatostatin D buňky v žaludku, duodenu, pankreatu. Stimulace: Nízké pH, sympatikus. Mechanismus účinku: Aktivace somatostatinových receptorů (SSTR) → inhibice uvolňování gastrinu, CCK, sekretinu, serotoninu. Přímé inhibiční působení na hladkou svalovinu a neurony v ENS. Výsledek: ↓ motilita celého GIT, inhibice sekrece i průtoku krve.

Motilin M buňky v duodenu a jejunu. Stimulace: Cyklická sekrece během lačného stavu (každých ~90 minut). Mechanismus účinku: Aktivuje migrující motorický komplex (MMC) – rytmická vlna kontrakcí pro čištění GIT mezi jídly. Působí přes motilinové receptory na hladké svalovině a neuronech ENS. výsledek: ↑ motilita žaludku a tenkého střeva mezi jídly („housekeeping“ efekt).

Tenké střevo je hlavním místem trávení potravy a vstřebávání živin.

Tenké střevo je to trubice o průměru 2,5 cm a délce přibližně 4 m, která zahrnuje **dvanáctník, jejunum a ileum**. Když trávenina poprvé vstoupí do dvanáctníku, pokračuje žaludeční sekrece, o níž se předpokládá, že je způsobena aktivací G buněk ve střevní sliznici. Tato sekrece je krátkodobá, protože se dvanáctník s dalším vyprazdňováním žaludku více rozpíná.



Střevní fáze : Spustí se řada reflexů, které inhibují další uvolňování žaludečních šťáv. Do těchto reflexních reakcí se zapojuje řada hormonů. **Sekretin se uvolňuje v reakci na stimulaci kyselinou; dostává se do žaludku krevním řečištěm a inhibuje uvolňování gastrinu**. Přítomnost mastných kyselin v důsledku rozkladu tuků v samotném dvanáctníku uvolňuje dva polypeptidové hormony, nazývané **gastrický inhibiční peptid (GIP)** a **cholecystokinin (CCK)**, které inhibují uvolňování gastrinu i kyseliny.

Sekretin i CCK však stimulují uvolňování pepsinogenu z hlavních buněk, čímž napomáhají trávení bílkovin.

Spolu s mechanoreceptory v dvanáctníku prostřednictvím vagových a lokálních reflexních drah se uvolňování sekretinu a CCK také podílí na kontrole vyprazdňování žaludku.

Chymus, který poprvé vstupuje do dvanáctníku, je kyselý, hypertonický a pouze částečně natrávený; v této rané fázi se vytvořené živiny nemohou vstřebat. Dochází k osmotickému pohybu vody přes volně propustnou stěnu, což vede k izotonizaci obsahu. **Kyselost je neutralizována přidáním bikarbonátu vylučovaného slinivkou břišní a žluči z jater** a další trávení chymu se provádí přidáním enzymů ze slinivky břišní, jater a samotného střeva. Výstelka tenkého střeva je složena do mnoha malých, prstovitých výběžků zvaných klky.

V tenkém střevě mezi klky leží několik malých žláz zvaných krypty, které mohou vylučovat až 3 litry hypotonické tekutiny za den. Povrch klků je pokryt vrstvou epiteliálních buněk, které mají zase mnoho malých výběžků zvaných mikrokilky (souhrnně nazývané **kartáčový lem**), které vyčnívají směrem k lumen střeva. **Tenké střevo je obzvláště uzpůsobeno pro vstřebávání živin. Má obrovský povrch (přibližně o velikosti tenisového kurtu) a trávenina se při průchodu traktem pohybuje krouživým pohybem, což usnadňuje míchání, a tím i trávení a vstřebávání.**

V gastrointestinálním traktu (GI) dochází k neustálé obměně epiteliálních buněk, přičemž epitel tenkého střeva se kompletně obnovuje přibližně každých 6 dní.

Každý klků obsahuje jednu slepou lymfatickou cévu, nazývanou lakteální céva, a také kapilární síť. Většina živin se vstřebává do krevního oběhu těmito cévami. Žilní drenáž z tenkého střeva, tlustého střeva, slinivky břišní a také z některých částí žaludku prochází portální žílou do jater; zde prochází druhým kapilárním řečištěm, kde je dále zpracována, než se vrátí do oběhu.

Reflexy v GIT

Ileogastrický r. - ↓ mobilitu žaludku - čeká

Gastroileální r. - ↑ mobilitu žaludku a posunuje potravu níž - dělá místo

Intestinointestinální reflex - ↑ distenze relaxuje zbytek

MMC hladové vlny - opak zvracení = čištění – jinak moc bakterií a ↑ H₂ dá se měřit

Absorpce živin

Tenké střevo absorbuje vodu, elektrolyty, sacharidy, aminokyseliny, minerály, tuky a vitamíny. Mechanismy, kterými dochází k přesunu z lumenu do krevního oběhu, jsou variabilní. Živiny se pohybují mezi gastrointestinálním traktem a krví průchodem skrz a kolem epiteliálních buněk. Protože obsah střeva je izotonický s tělními tekutinami a většinou má stejnou koncentraci hlavních elektrolytů, je jejich absorpce aktivní.

Voda se nemůže pohybovat přímo, ale sleduje osmotické gradienty vytvořené transportem iontů. **Hlavním přispěvatelem k tomuto osmotickému gradientu je sodíková pumpa.**

Na⁺–K⁺ ATPáza se nachází na krevní straně epiteliální buňky (bazolaterální membrána) a hydrolýza adenosintrifosfátu (ATP) na adenosindifosfát (ADP) vede k vyloučení tří iontů Na⁺ z buňky výměnou za dva ionty K⁺. *Oba tyto ionty působí proti koncentračním gradientům, což vede k nízké koncentraci Na⁺ a vysoké koncentraci K⁺ v buňkách. Nízká intracelulární koncentrace Na⁺ zajišťuje pohyb Na⁺ z střevního obsahu do buňky jak membránovými kanály, tak mechanismem transportovaných proteinů. Na⁺ je poté rychle transportován z buňky zpět bazolaterální Na⁺–K⁺ pumpou. K⁺ opouští buňku, opět přes bazolaterální membránu, po jejím koncentračním gradientu.*

Tento pohyb K⁺ směrem ven je spojen s pohybem Cl[–] směrem ven proti jeho koncentračnímu gradientu, přičemž Cl[–] vstoupil po svém koncentračním gradientu stejně jako Na⁺ přes lumenální membránu. Tyto pohyby vytvářejí osmotický gradient mezi lumenem a krví, což vede k absorpci vody po pohybu Na⁺ a Cl[–] z lumenu do buňky přes lumenální membránu.

Sacharidy se absorbují převážně ve formě monosacharidů (glukózy, fruktózy a galaktózy). **Složitější cukry jsou štěpený pankreatickou amylázou** - trávicí enzym produkovaný slinivkou břišní, který se podílí na trávení škrobů a jiných polysacharidů v tenkém střevě. Jsou štěpeny na monosacharidy enzymy uvolňovanými z kartáčového lemu (**maltázy, isomaltázy, sacharáza a laktáza**). Monosacharidy jsou transportovány přes epitel do krevního oběhu pomocí molekul kotransportérů, které spojují svůj pohyb dovnitř s pohybem Na⁺ po jeho koncentračním gradientu **SGLT**. Na bazolaterální membráně monosacharidy opouštějí buňku buď jednoduchou difúzí, nebo usnadněnou difúzí po koncentračním gradientu. Spolu s mechanoreceptory v dvanáctníku prostřednictvím vagových a lokálních reflexních drah se uvolňování sekretinu a CCK podílí také na regulaci žaludečních funkcí.

Polypeptidy produkované v žaludku jsou v tenkém střevě rozloženy na oligopeptidy enzymy (proteázy) vylučovanými slinivkou břišní: **trypsin a chymotrypsin**. Ty jsou dále rozloženy na aminokyseliny dalším pankreatickým enzymem, **karboxypeptidázou**, a enzymem umístěným na epiteliálních buňkách lumenální membrány, **aminopeptidázou**. Volné aminokyseliny vstupují do epiteliálních buněk **sekundárním aktivním transportem spojeným s pohybem Na⁺ a řadou různých kotransportních mechanismů.**

Dva velmi důležité minerály, které jsou absorbovány z potravy, jsou vápník a železo. Intracelulární koncentrace vápníku jsou nízké a jakýkoli volný vápník v potravě může procházet lumenální membránou po strmém koncentračním gradientu kanály nebo transportním

mechanismem. V buňce se váže na protein, který ho přenáší na bazolaterální membránu, kde je aktivně transportován proti koncentračnímu gradientu **pomocí Ca^{2+} ATPázy** s hydrolýzou ATP nebo pomocí Na^{+} – Ca^{2+} antiporteru spojeného s pohybem Na^{+} po jeho koncentračním gradientu do buňky a odstraněním Ca^{2+} z ní. Většina železa v potravě je ve **formě železité (Fe^{3+})**, kterou nelze absorbovat; ve formě železnaté (Fe^{2+}) však tvoří rozpustné komplexy s askorbátem a dalšími látkami a lze je snadno absorbovat. Tyto komplexy jsou transportovány přes membránu transportním proteinem a po vstupu do buňky se vážou na různé látky včetně feritinu. Druhý transportní protein transportuje železo přes bazolaterální membránu do krevního oběhu.

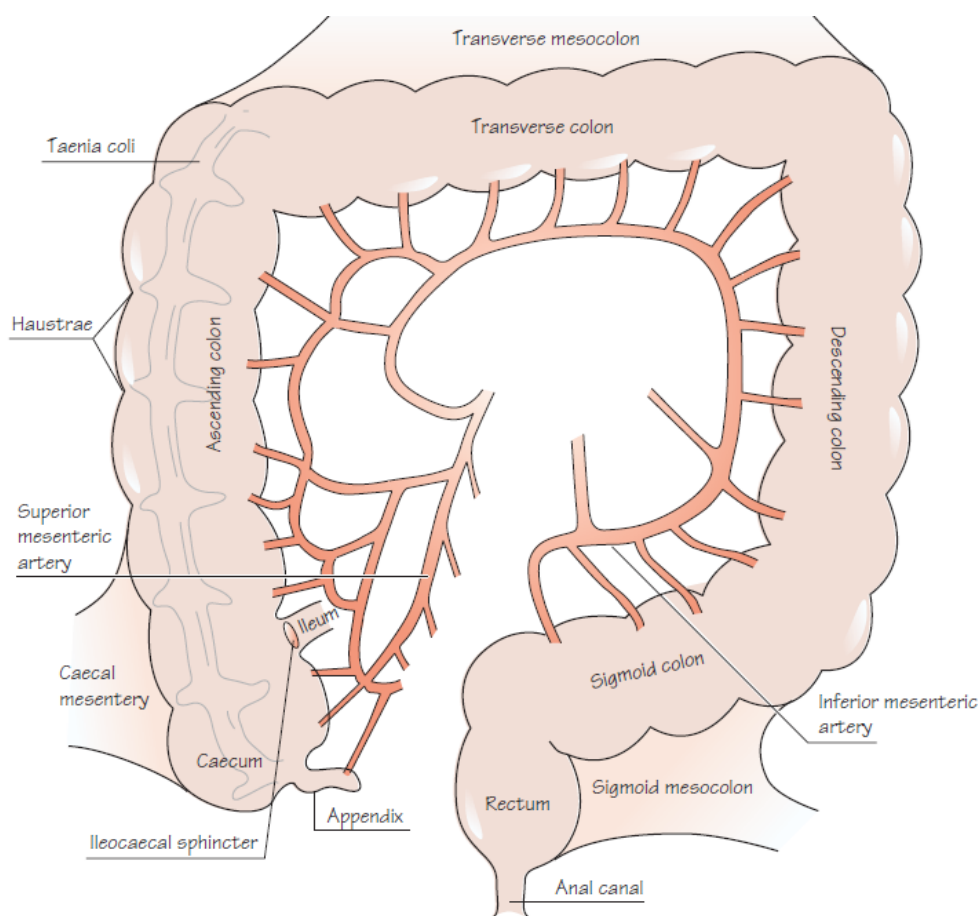
Tuky a lipidy

Trávení tuků probíhá téměř výhradně v tenkém střevě. Hlavním enzymem je **pankreatický enzym zvaný lipáza**, který štěpí tuk na monoglyceridy a volné mastné kyseliny. Než však může být tuk rozložen, musí být emulgován, což je proces, při kterém se větší **lipidové kapénky** rozkládají na mnohem menší kapénky (o průměru asi 1 μm). **Hlavními emulgátory jsou žlučové kyseliny, kyselina cholová a kyselina chenodeoxycholová.** Volné mastné kyseliny a monoglyceridy tvoří s žlučovými kyselinami drobné částice (o průměru 4–5 nm), které se nazývají **micely**. Vnější oblast micely je hydrofilní (přitahuje vodu), zatímco vnitřní jádro obsahuje hydrofobní (odpudivou vodu) část molekuly. Toto uspořádání **umožňuje micelám vstoupit do vodných vrstev obklopujících mikrokly, a monoglyceridy, volné mastné kyseliny, cholesterol a vitamíny rozpustné v tucích poté mohou pasivně difundovat do buněk dvanáctníku, a žlučové soli zůstávají v lumen střeva, dokud nedosáhnou ilea, kde jsou reabsorbovány.** Jakmile se mastné kyseliny a monoglyceridy dostanou do epiteliálních buněk, řadou různých metabolických cest se znovu sestavují do tuků. **Poté vstupují do lymfatického systému přes lakteály (lymfatické kapiláry v tenkém střevě) se nakonec dostanou do krevního oběhu přes hrudní vývod.**

Vitamíny rozpustné v tucích, A, D, E a K, v podstatě sledují cesty pro absorpci tuků. Zbývající vitamíny rozpustné ve vodě se absorbují převážně difuzí nebo zprostředkovaným transportem. **Výjimkou je vitamin B12, který se musí nejprve vázat na vnitřní faktor** (vylučovaný z parietálních buněk ve stěně žaludku). Po vazbě se vitamin B12 připojí ke specifickým místům na epiteliálních buňkách v ileu, kde proces endocytózy vede k absorpci.

Tlusté střevo

Tlusté střevo se skládá ze slepého střeva, vzestupného, příčného, sestupného a sigmoidálního tračníku, konečníku a řitního kanálu. Je přibližně 1,2 m dlouhé a má průměr mezi 6 a 9 cm. Do tlustého střeva se denně dostane přibližně 1,5 l tráveniny přes svěrač zvaný **ileocekální svěrač**. Roztažení terminálního ilea vede k otevření svěrače a roztažení slepého střeva způsobuje jeho uzavření, čímž se udržuje optimální rychlost vstupu pro maximalizaci hlavní funkce tlustého střeva, kterou je absorpce většiny vody a elektrolytů. Počátečních 1,5 l se zredukuje na přibližně 150 g stolice, která se skládá ze 100 ml vody a 50 g pevných látek.



Svalové vrstvy tlustého střeva se mírně liší od vrstev ve zbytku gastrointestinálního (GI) traktu. Stále má silnou kruhovou svalovou vrstvu, ale její podélná svalová vrstva je soustředěna do tří pásů zvaných **taeniae coli**.

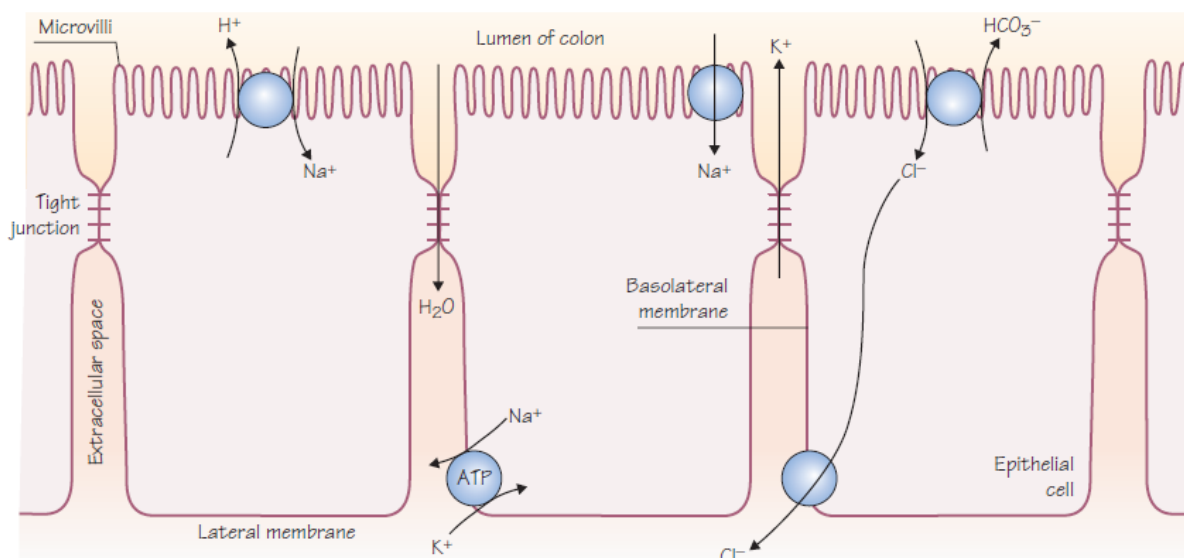
Slepé střevo a vzestupný a příčný tračník jsou inervovány parasympatickými větvemi vagu; sestupný a sigmoideální tračník, konečník a řitní kanál jsou inervovány parasympatickými větvemi pánevních nervů ze sakrální míchy. Tato parasympatická vlákna inervují intramurální plexusy. Sympatické nervy prostřednictvím horního mezenterického plexu a prostřednictvím dolního mezenterického a horního hypogastrického plexu inervují proximální a distální část tlustého střeva. Konečník a řitní kanál jsou inervovány dolním hypogastrickým plexem.

Stimulace parasympatických vláken způsobuje segmentální kontrakci, zatímco stimulace sympatických vláken zastavuje aktivitu tlustého střeva.

Vnitřní a vnější anální svěrač obvykle udržují anální kanál uzavřený a jsou ovládány reflexně i vůlí. Vnitřní svěrač se skládá z kruhového hladkého svalstva a distálnější vnější svěrač se skládá z pruhovaného svalstva, které je inervováno motorickými vlákny z pudendálního nervu.

Pohyb tráveniny tlustým střevem zahrnuje jak míchání, tak i pohyb. Protože je však hlavní funkcí ukládání zbytků potravy a absorpce vody a elektrolytů, jsou pohyby pomalé a pomalé (přibližně 5–10 cm/h). Trávenina obvykle zůstává v tlustém střevě až 20 hodin.

Míchací pohyb se nazývá haustrace a vakovité kompartmenty v tlustém střevě způsobené tímto procesem se nazývají haustra. Obsah haustry se často posouvá tam a zpět z jednoho do druhého v procesu zvaném haustrální kyvadlový pohyb. **To napomáhá vystavení tráveniny slizničnímu povrchu a pomáhá reabsorpci vody a elektrolytů.** V distálních částech tlustého střeva jsou kontrakce pomalejší a méně propulzní, a stolice se nakonec hromadí v sestupném tračníku. Několikrát denně dochází ke zvýšení aktivity v tlustém střevě, přičemž dochází k energickému propulznímu pohybu, masovému pohybu. To vede k vyprázdnění velké části obsahu proximálního tračníku do distálnějších částí. Tento masový pohyb je iniciován komplexní řadou vnitřních reflexních drah, které jsou spuštěny roztažením žaludku a dvanáctníku krátce po konzumaci jídla.



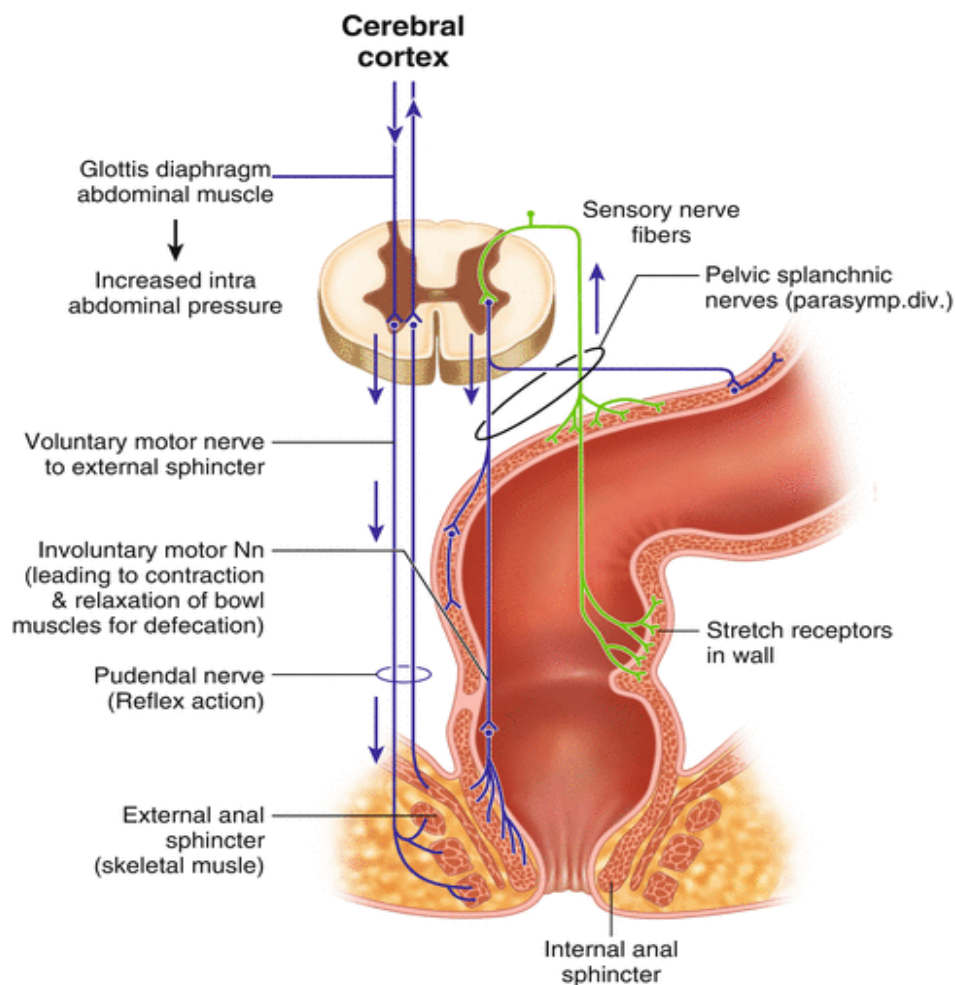
Defekace

Když je do konečníku vytlačeno kritické množství stolice, dochází k nutkání k defekaci. Toto náhlé roztažení stěn konečníku, vyvolané posledním pohybem stolice, vede k defekačnímu reflexu.

Tento reflex zahrnuje kontrakci konečníku, uvolnění vnitřního análního svěrače a zpočátku kontrakci zevního análního svěrače. Po této počáteční kontrakci brzy následuje reflexní uvolnění svěrače, které je iniciováno zvýšením peristaltické aktivity v sigmoidálním tračníku a

tlakem v konečníku. Stolica je poté vypuzena. Toto reflexní uvolnění může být překonáno vyšší aktivitou centra, což vede k dobrovolné kontrole svěrače, která může zpoždit vypuzení stolice. Prodloužené roztažení konečníku pak vede k reverzní peristaltice, která vyprázdní konečník do tlustého střeva a odstraní nutkání k defekaci až do dalšího pohybu stolice a/nebo do vhodnější doby.

Chymus, který vstupuje do tlustého střeva, je izotonický; V tlustém střevě se však absorbuje více vody než elektrolytů, což vede k absorpci vody proti koncentračnímu gradientu. Proces je řízen Na^+/K^+ ATPázami umístěnými v bazolaterálních a laterálních membránách epiteliálních buněk, které lemují stěny. Slizniční povrch tlustého střeva je relativně hladký, bez klků (pouze mikrokly); jsou však přítomny krypty a většina buněk jsou sloupcové absorpční buňky s velkým počtem pohárkových buněk vylučujících hlen. Na^+ je membránovými pumpami extrudován do extracelulárních prostor. Těsná spojení na lumenální straně buněk zabraňují difúzi Na^+ a Cl^- z extracelulárních prostor do lumenu; to zanechává hypertonický roztok blízko lumenu, což způsobuje difuzi vody z obsahu lumenu. Elektrolyty jsou absorbovány řadou mechanismů podobných těm, které jsou popsány pro tenké střevo. V podstatě dochází k celkovému pohybu iontů K^+ a HCO_3^- z krve do tlustého střeva kvůli potenciálovému rozdílu, který vzniká asymetrickou absorpcí Na^+ a Cl^- přes buněčnou stěnu.



Střevní mikroflóra

Většina bakterií, které se nacházejí v gastrointestinálním traktu, se nachází v tlustém střevě, protože kyselé prostředí ve zbytku traktu ničí většinu tzv. mikroflóry. Devadesát devět procent těchto bakterií je anaerobních a většina se vylučuje stolicí (která údajně obsahuje 1011 bakterií na gram). Bakterie se podílejí na syntéze vitamínů K, B12, thiaminu a riboflavinu, rozkladu primárních na sekundární žlučové kyseliny a přeměně bilirubinu na nepigmentované metabolity, které všechny snadno absorbuje gastrointestinální trakt. Bakterie také rozkládají cholesterol, některé potravinářské přídatné látky a léky.



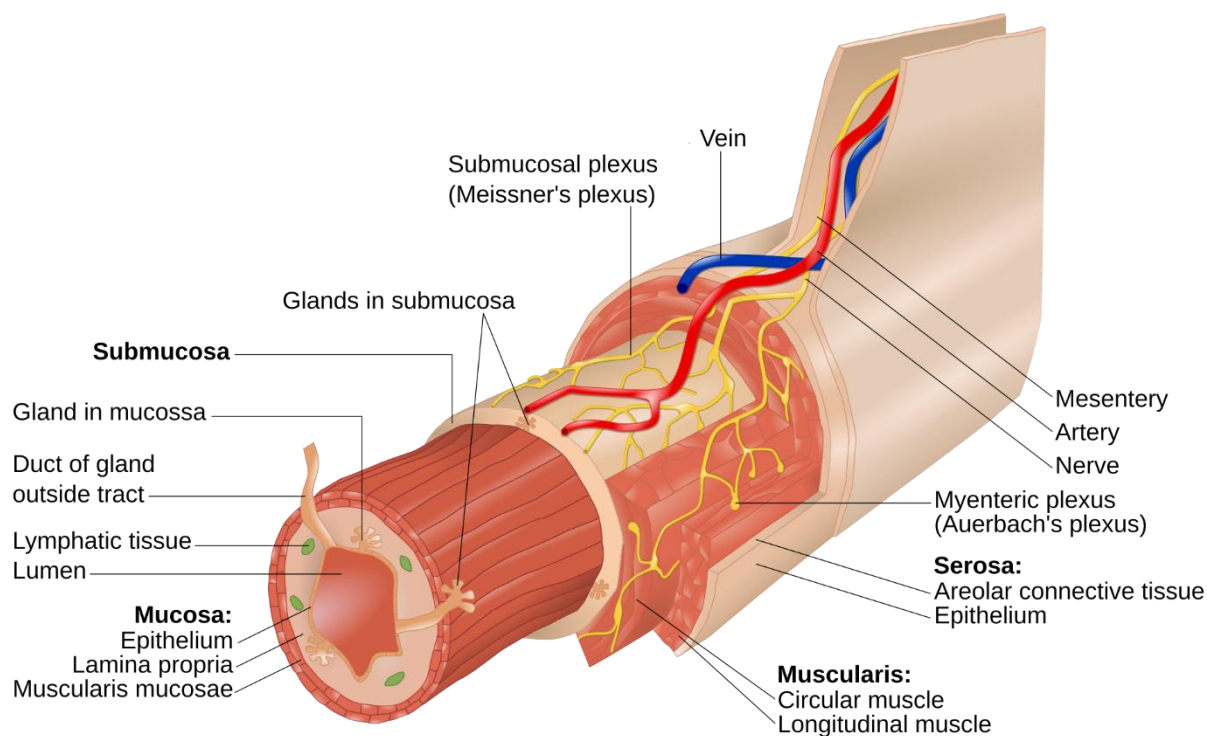
https://cs.wikipedia.org/wiki/St%C5%99evn%C3%AD_mikrofl%C3%B3ra

Enterický nervový systém

Enterický nervový systém (ENS) je rozsáhlá síť neuronů a gliových buněk v trávicí trubici, která řídí trávení, sekreci a pohyby potravy v gastrointestinálním traktu. Je to součást autonomního nervového systému, ale díky své komplexnosti a schopnosti fungovat nezávisle na mozku bývá označován za „druhý mozek“. ENS se skládá ze dvou hlavních pletení: myenterické pleteně (Auerbachova pleteň) zodpovědné za pohyby střev a submukózní pleteně (Meissnerova pleteň) regulující sekreci a prokrvení.

ENS může pracovat nezávisle na centrálním nervovém systému (CNS), což umožňuje trávicímu traktu fungovat bez jakéhokoli řízení mozkiem i v izolaci. Přestože funguje samostatně, komunikuje s centrálním nervovým systémem (sympatikem a parasympatikem) a vnějším prostředím. Občas se o něm mluví jako o "Druhém mozku" kvůli svému počtu neuronů (cca 100 milionů) a schopnosti zpracovávat informace a ovlivňovat i náladu a kognitivní funkce. Řídí všechny aspekty trávení, včetně pohybu potravy, vylučování trávicích enzymů, vstřebávání živin a produkce hormonů. Vytváří velké množství různých neuropřenašečů a je zodpovědný za produkci většiny tělesného serotoninu.

Dvě hlavní pleteně ENS 1. Myenterická (Auerbachova) pleteň se nachází se mezi svalovými vrstvami trávicí trubice a je zodpovědná za regulaci svalových kontrakcí a rytmického pohybu potravy (peristaltiky). 2. Submukózní (Meissnerova) pleteň se nachází se v podslizničním vazivu a je zodpovědná za řízení sekrece žláz do střevní dutiny a regulaci prokrvení stěny střeva.



Zvracení

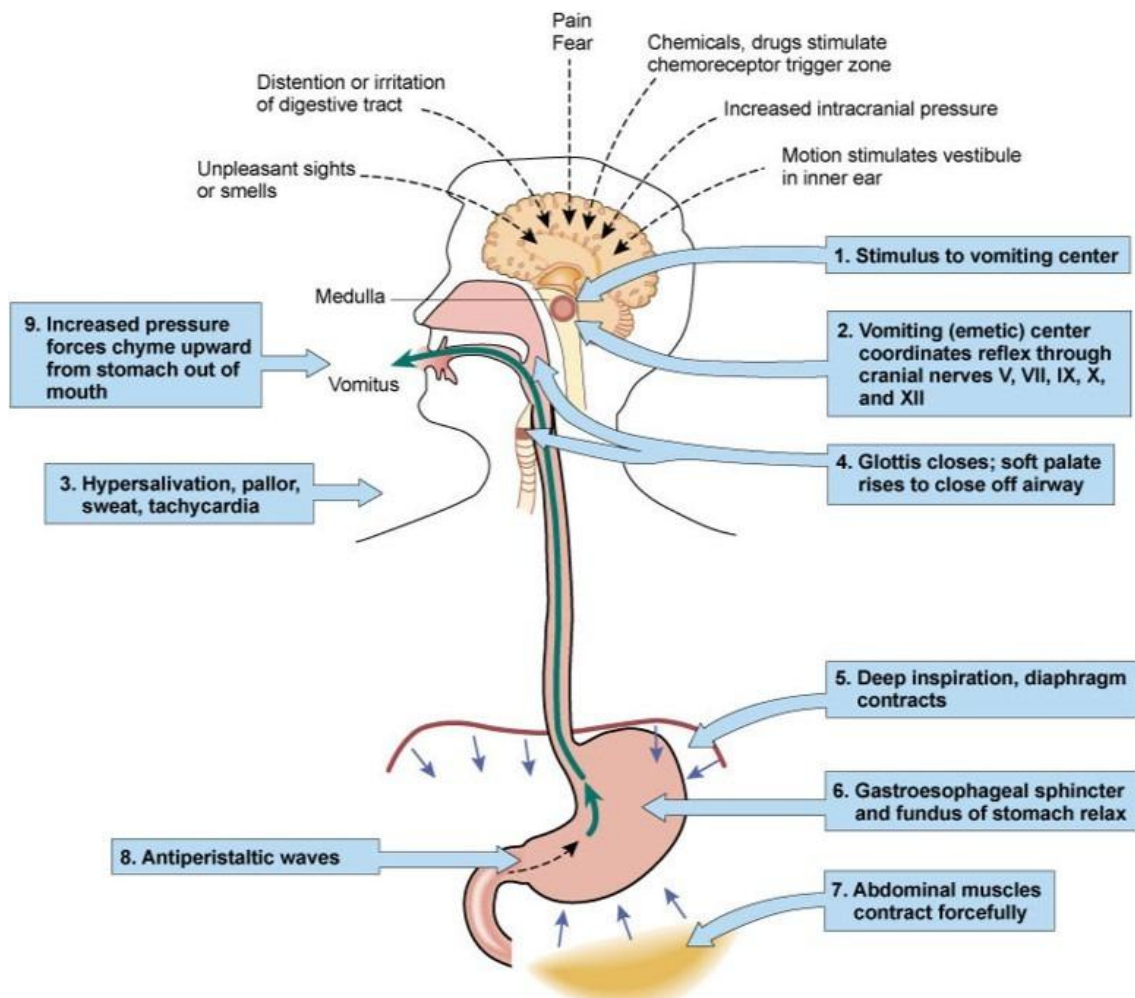
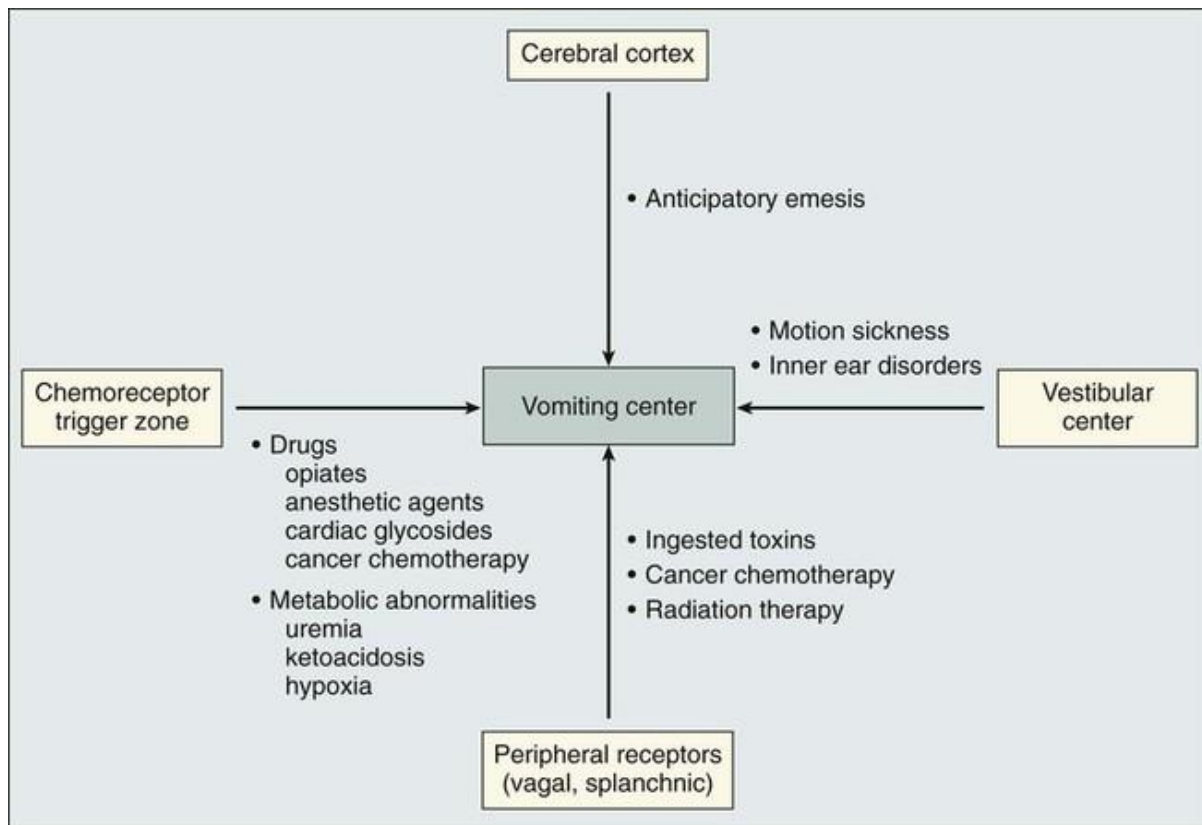
Zvracení je označení pro náhlé, nervově řízené perorální (případně též pernasální) vyloučení tráveniny ze žaludku či dvanáctníku, způsobené křečovitými stahy svalstva břicha a bránice.

Zvracení je důležitý obranný reflex.

Zvracení jako obranný reflex **má několik fází začíná** - intenzivní salivací (ochrana skloviny) a nauzea, pak následuje obrácení peristaltiky (přesun tráveniny z horních etáží střeva zpět do žaludku), poté **uzavření glottis** (aby ste se neudusily - zabrání vdechnutí-aspiraci, zvratků – občas selhává pokud je tělo v nepřírozené pozici př na zádech – škaředá smrt) + zadržení dechu v mírné inspiraci, poté kontrakce svalů břišní stěny (břišní lis) a zvýšení intraabdominálního tlaku, → relaxace dolního jícnového svěrače, a konečně vypuzení obsahu žaludku.

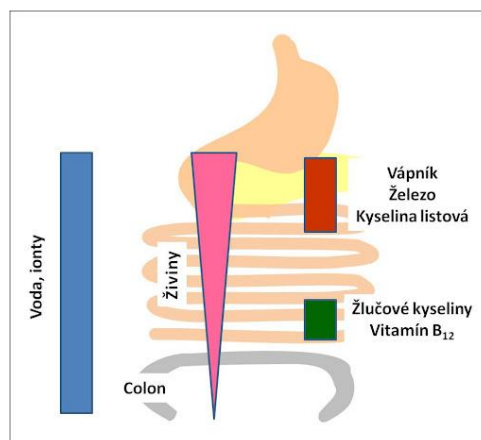
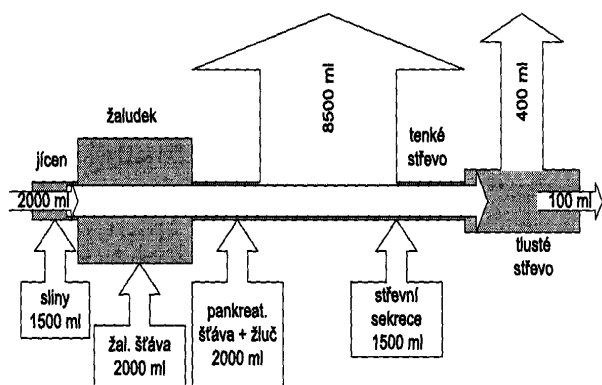
Zvracení je řízeno – regulováno z centra zvracení v dorzální části retikulární formace prodloužené míchy přichází různé impulzy, které mohou zvracení vyvolat - *chemoreceptor area postrema na spodině IV. mozkové komory*, je aktivovány různými **léky, toxiny** (endogenními i exogenními), **hypoxií, neurotransmitery** a také rozepětí trávicí trubice, **dráždění stěny trubice**, dale pak **impulzy z ústrojí rovnováhy vnitřního ucha** (např. Meniérova choroba – onemocnění statokin. ústrojí) a **muže být vyvoláno i stresem a emocemi** - spojení i s centry mozku, které mají na starosti emoce a psychiku.

Zvracení má vliv na vnitřní prostředí a ABR – ztrácí se kyselina ze žaludku nebo bikarbonát ze střev – což musí tělo za vysokou cenu doplnit.



Vstřebávání a Sekretorická činnost v GIT

GIT je logicky místo kde se vše vstřebává zpracovává ale také dochází k sekreci velkého množství trávicích šťáv.



Dutina ústní – alkohol a některé léky (nitroglycerin) částečně cukry – slinná α -amyláza (ptyalin)

Žaludek – alkohol v omezeném množství, žaludeční lipázy načnou tuky, denaturace bílkovin-HCl + pepsin

Tenké střevo

cukry – monosacharidy – duodenum pankreatická α -amyláza, proximální jejunum (sekundární aktivní transport)

tuky – micely (žluč. kyseliny + pankreatická lipáza + monoacylglyceroly a MK) => membrána erytrocytů => rozpad (MK a monoacylglyceroly projdou přes střevní stěnu, žl. kyseliny se vrací do lumen střeva)

MK o krátkém řetězci => do krve X o delším řetězci => znovu vytváření triacylglycerolů a tvorba chylomikronů => lymfa => krev

proteiny – AMK - sekundární aktivní transport

voda – po osmotickém gradientu do enterocytů

ionty – jednomocné – snadno, - dvojmocné – obtížně – aktivní transport

→ Sodík – osmotický gradient, kotransport s Cl⁻, AMK či glukózou, antitransport s K⁺ a H⁺ ionty

→ Chloridy – rychlá resorpce v duodenu a jejunu – pasivní difúze

Železo – aktivní resorpce v tenkém střevě (podmínka redukce trojmocného FE v žaludku pomocí HCl na dvojmocné)

Vápník – v duodenu – aktivní vstřebávání v závislosti na hormonálním řízení kalcitriolem

Vitaminy – rozpustné ve vodě – duodenum - rozpustné v tucích – společně s tuky do lymfy
vitamin B₁₂ – terminální ileus

Tlusté střevo – 1500 ml tráveniny – většina se vstřebává (voda, ionty, žluč. kyseliny, vitamin K)

Energetický metabolismus – z jídla vzniká energie pro pohon těla

Po tom co je jídlo rozloženo a vstřebáno tělo použije živiny pro stavbu sebe sama nebo pro výrobu energie a pohon všeho.

makroergní fosfáty - ATP

ATP - Adenosintrifosfát - Molekula, která je zdrojem energie pro buňku.

ve střevě - hydrolytické reakce → složité živiny na jednoduché – jednoduché cukry, AA, glycerol, MK

v cytoplazmě

glukosa → pyruvát

AA a MK → kys. Acetonová

v mitochondriích – pyruvát a acetonová → acetylkoenzym A → cyklus kyseliny citronové a dýchací řetězec

→ úplná oxidace (za přítomnosti enzymů a O_2) za vzniku energie

Aerobní metabolismus:

Probíhá za přítomnosti kyslíku a je mnohem účinnější ve výrobě ATP z jedné molekuly glukózy než metabolismus bez kyslíku.

Anaerobní metabolismus:

Probíhá bez kyslíku, například při intenzivní námaze, kdy plíce nedokážou dodávat dostatek kyslíku pro svaly.

- živočišná buňka potřebuje energii skladovat, přenášet a zapojovat do chemických reakcí syntetizujících potřebné sloučeniny
nejběžnější – adenosintrifosfát (ATP)

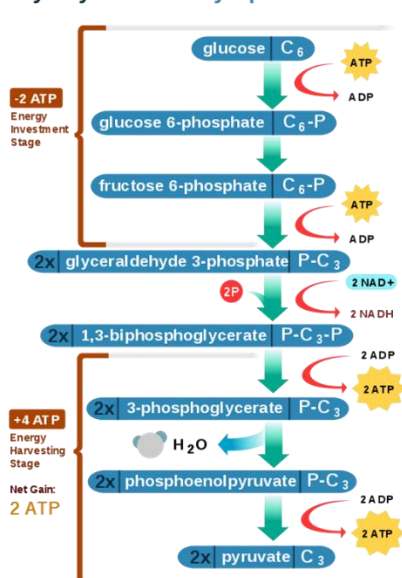
Každé ATP vydá → ADP + P_i

30,5 kJ/mol / 7,3 kcal

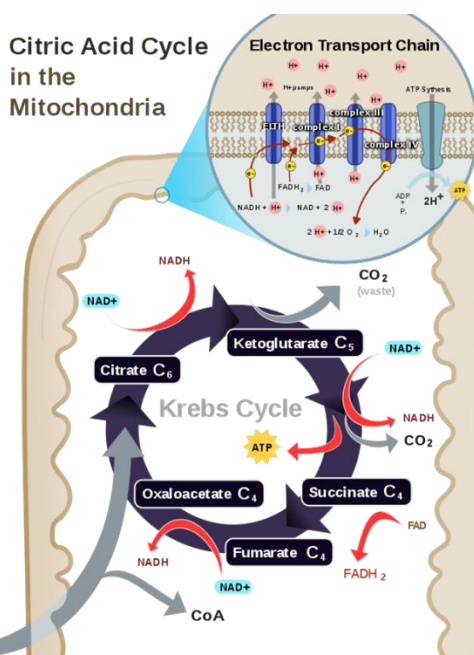
→ AMP + P_i

30,5 kJ/mol / 7,3 kcal

Glycolysis in the Cytoplasm



Citric Acid Cycle in the Mitochondria



Uchovávání energie

Ve forma triglyceridů – tukové kapénky v cytoplazmě - množství a velikost závisí na metabolickém stavu buňky a typu.

Energie se v těle uchovává především ve formě zásobního tuku (dlouhodobá rezerva) a glykogenu (krátkodobá zásoba sacharidů), který je uložen v játrech a svaích. Přímou formou uchování energie pro okamžité použití v buňkách je molekula ATP (adenosintrifosfát), která slouží jako buněčná baterie, ale v těle ji máme jen v malém množství pro krátké, intenzivní výkony.

Zásobní tuk (triacylglyceroly - TAG) - největší energetickou rezervou. Tuk je velmi efektivní forma pro skladování energie, neboť z 1 gramu získáme několikanásobně více energie než ze sacharidů nebo bílkovin. Tělo jej využívá pro dlouhodobé energetické potřeby.

Glykogen - Je zásobní forma sacharidů. Nachází se hlavně ve svalových buňkách (svalový glykogen) a játrech (jaterní glykogen). Svalový glykogen je rychlým zdrojem energie pro svalovou práci, zatímco jaterní glykogen slouží k udržení hladiny glukózy v krvi.

Adenosintrifosfát (ATP) - Je univerzální molekula přenášející energii v rámci buňky. Je to okamžitý zdroj energie pro všechny buněčné procesy. Tělo si ukládá jen malé množství ATP, protože by jeho zásoba pro pokrytí celodenní spotřeby byla příliš velká.

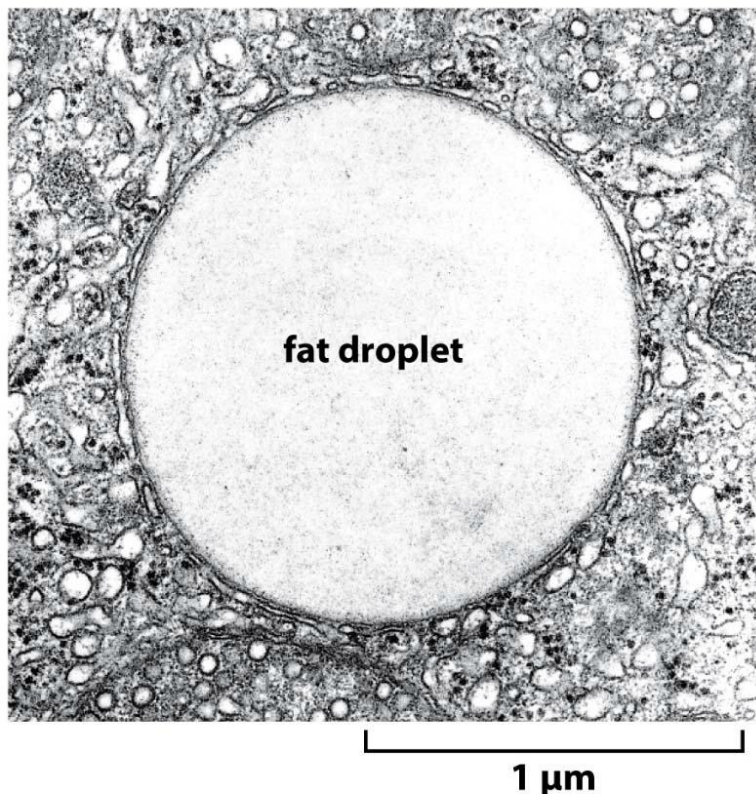
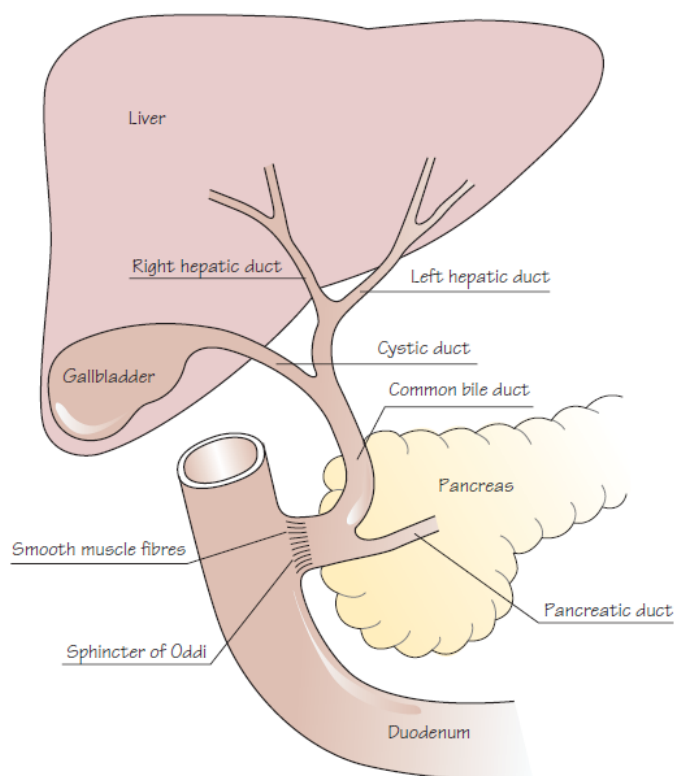


Figure 2-56a Molecular Biology of the Cell 6e (© Garland Science 2015)

Slinivka břišní

Exokrinní slinivka břišní vylučuje hlavní trávicí tekutinu zvanou **pankreatická šťáva**. Tato šťáva je **vylučována do dvanáctníku** pankreatickým vývodem, který ústí do gastrointestinálního (GI) traktu na stejném místě jako žlučovod (viz dále). Když je v dvanáctníku přítomna potrava, malý svěrač (**Oddiho svěrač**) se uvolní, což umožní vstup žluči i pankreatickým sekretům do traktu. **Pankreatická šťáva se skládá z řady enzymů vylučovaných acinárními buňkami slinivky břišní, které štěpí hlavní složky ve stravě.** Mezi tyto enzymy patří **pankreatická amyláza**, která štěpí sacharidy na monosacharidy; **pankreatická lipáza**, která štěpí tuky na glycerol a mastné kyseliny; ribonukleáza a deoxyribonukleáza, které se podílejí na rozkladu nukleových kyselin a volných mononukleotidů; **proteolytické enzymy** (trypsin, chymotrypsin, elastáza a karboxypeptidáza), které štěpí bílkoviny na malé peptidy a aminokyseliny. Hormon **cholecystokinin (CCK)**, uvolňovaný do krevního oběhu duodenálními buňkami v reakci na přítomnost aminokyselin a mastných kyselin v trávenině, je zodpovědný za sekreci pankreatických enzymů z acinárních buněk slinivky břišní. Dalšími hlavními sekrecemi, kromě enzymů, jsou voda a **bikarbonátové ionty**. Objem vylučované pankreatické šťávy přesně **neutralizuje kyselý obsah tráveniny dodávané žaludkem do střev**. To je způsobeno tím, že kyselina v dvanáctníku uvolňuje sekretin ze svých stěn do krevního oběhu. **Sekretin** stimuluje produkci vody a bikarbonátových iontů z vývodového systému a zejména z epiteliálních buněk, které vývod vystylají. U normálního jedince se denně vylučuje přibližně 1 l pankreatické šťávy.



Játra

Játra jsou největším vnitřním orgánem těla (jinak je to kůže), u dospělého člověka váží přes 1 kg.

Funkce jater lze rozdělit do dvou širokých kategorií.

Zprvė, podílejí se na zpracování **vstřebaných látek**, jak živin, tak toxických. Jinými slovy, jsou zodpovědná za **metabolismus široké škály látek produkovaných trávením a vstřebáváním potravy ze střeva.**

Zadruhé, mají důležitou **exokrinní funkci** v tom, že se podílejí na: (i) **produkci žlučových kyselin a alkalických tekutin používaných při trávení a vstřebávání tuků a pro neutralizaci žaludeční kyseliny ve střevech;** (ii) **rozkladu a produkci odpadních produktů po trávení;** (iii) **detoxikaci škodlivých látek;** a (iv) **vyučování odpadních produktů a detoxikaci látek žlučí.**

Většina odpadních metabolitů a detoxikovaných látek je vylučována z těla žlučí, z gastrointestinálního traktu nebo sekrety z jater do krevního oběhu pro následné vyloučení ledvinami. Vztah mezi játry, žlučníkem a dvanáctníkem.

Játra se skládají ze čtyř laloků, přičemž každý lalok se skládá z desítek tisíc šestiúhelníkových laloků o průměru 1–2 mm, které jsou funkční jednotkou jater. Každý lalok se skládá z centrální žíly, která se nakonec stává součástí jaterní žíly. Centrální žílu obklopují jednotlivé sloupce jaterních buněk (hepatocytů) paprskovitě se rozprostírajících ven; mezi hepatocyty jsou malé kanálky, které začínají jako slepě zakončené struktury na konci blíže k centrální žíle, ale ústí do žlučovodu na periferii lalůčku. V každém ze šesti rohů lalůčku se nachází „portální triáda“ zahrnující větve jaterní tepny, portální žíly a žlučovodu. Žlučovody se nakonec ústí do terminálního žlučovodu.

Žluč a žlučník

Hepatocyty vylučují tekutinu zvanou jaterní žluč. Je izotonická a iontově se podobá plazmě. Obsahuje také žlučové soli, žlučová barviva, cholesterol, lecitin a hlen.

Tato frakce žluči se nazývá frakce závislá na žlučových kyselinách. Jak žluč prochází žlučovodem, je frakce modifikována epiteliálními buňkami, které jej vystylají, přidáním vody a bikarbonátových iontů; tato frakce se nazývá frakce nezávislá na žlučových kyselinách. Celkově mohou játra produkovat 500–1000 ml žluči za den. Žluč je buď vypouštěna přímo do dvanáctníku, nebo uložena ve žlučníku. Frakce nezávislá na žlučových kyselinách se tvoří v době, kdy je potřeba, tj. během trávení tráveniny. Frakce závislá na žlučových kyselinách se tvoří, když se žlučové soli vracejí z gastrointestinálního traktu do jater, a poté se ukládá do žlučníku, když je uzavřen **Oddiho svěrač.**

Asi 95 % žlučových solí, které vstupují do tenkého střeva žlučí, se recykluje a reabsorbuje do portálního oběhu aktivními transportními mechanismy v distálním ileu (enterohepatální cirkulace). Mnoho žlučových solí se vrací nezměněno, některé jsou střevními bakteriemi rozloženy na sekundární žlučové kyseliny a poté reabsorbovány a malá část unikne reabsorpci a vylučuje se stolicí.

Žlučník žluč nejen ukládá, ale také ji koncentruje odstraněním neesenciálních rozpuštěných látek a vody, přičemž žlučové kyseliny a pigmenty zůstávají. Proces koncentrace probíhá hlavně aktivním transportem iontů Na^+ do mezibuněčných prostor buněk výstelky, a to následně odebírá vodu, ionty HCO_3^- a Cl^- ze žluči a do extracelulární tekutiny, čímž se žluč zadržovaná ve žlučníku koncentruje.

Tvorbu žluči stimulují žlučové soli, sekretin, glukagony a gastrin. Uvolňování žluči uložené ve žlučníku je však stimulováno sekrecí CCK do krevního oběhu, když trávenina vstoupí do dvanáctníku, a v menší míře i působením bloudivého nervu. Během několika minut po jídle, zejména při konzumaci tuků, se svaly žlučníku stahují; to vytlačuje obsah do dvanáctníku přes nyní uvolněný Oddiho svěrač. CCK uvolňuje svěrač a zároveň stimuluje sekreci slinivky břišní. Žlučník se po jídle bohatém na tuky úplně vyprázdí a udržuje hladinu žlučových kyselin v dvanáctníku nad úrovní nezbytnou pro funkci micel.