

UČEBNÍ TEXTY UNIVERZITY KARLOVY

FYZIOLOGIE **gastrointestinálního** **traktu**

Jitka Švíglerová
Jana Slavíková

KAROLINUM

Fyziologie gastrointestinálního traktu

Jitka Švíglerová
Jana Slavíková

Recenzovali:

prof. MUDr. Pavel Sobotka, DrSc.

prof. MUDr. Marie Nováková, Ph.D.

Vydala Univerzita Karlova

Nakladatelství Karolinum

jako učební text pro Lékařskou fakultu UK v Plzni

Praha 2025

Sazba Stará škola

3. vydání

© Univerzita Karlova, 2025

© Jitka Švíglerová, Jana Slavíková, 2025

ISBN 978-80-246-6022-6

ISBN 978-80-246-6023-3 (pdf)



Univerzita Karlova

Nakladatelství Karolinum 2024

www.karolinum.cz

ebooks@karolinum.cz

OBSAH

Předmluva ke 3. vydání	8
1. GASTROINTESTINÁLNÍ TRAKT – ÚVOD	9
1.1 Funkce gastrointestinálního traktu	9
1.2 Stavba trávicí trubice	9
1.3 Inervace GIT	11
1.4 Cévní zásobení GIT	14
1.5 Imunitní systém GIT	17
2. MOTILITA TRÁVICÍ TRUBICE	19
2.1 Hladká svalovina GIT	19
2.2 Elektrické projevy buněk hladké svaloviny	21
2.3 Pohyby GIT	22
2.4 Migrující motorický komplex	24
2.5 Činnost svěračů	24
3. DUTINA ÚSTNÍ, HL TAN A JÍCEN	25
3.1 Žvýkání	26
3.2 Polykání	26
3.2.1 Ústní fáze	27
3.2.2 Hltanová fáze	27
3.2.3 Jícnová fáze	28
3.3 Sekrece slin	29

3.3.1 Objem, složení a funkce slin	29
3.3.2 Slinné žlázy, mechanismus sekrece slin	30
3.3.3 Regulace sekrece slin	32
4. ŽALUDEK	35
4.1 Motorické funkce žaludku	36
4.1.1 Skladování potravy	36
4.1.2 Mísicí funkce	36
4.1.3 Vyprazdňování žaludku	38
4.1.4 Kontrola žaludečního vyprazdňování	38
4.1.5 Hladové kontrakce	41
4.1.6 Zvracení	41
4.2 Žaludeční sekrece	42
4.2.1 Žlázy fundu a těla žaludku	43
4.2.2 Pylorické žlázy	46
4.2.3 Regulace sekrece HCl	47
4.2.4 Regulace žaludeční sekrece	49
5. JÁTRA	53
5.1 Stavba jater	53
5.1.1 Jaterní buňka	53
5.1.2 Jaterní lalůček, primární jaterní acinus, portální lalůček	55
5.2 Cévní zásobení jater, produkce lymfy	57
5.3 Funkce jater	58
5.3.1 Metabolické funkce jater	58
5.3.2 Nemetabolické funkce jater	60
5.4 Žluč	62
5.4.1 Žlučové cesty	62
5.4.2 Složení a množství žluči, skladování žluči ve žlučníku	63
5.4.3 Tvorba žluči a její regulace	63
5.4.4 Sekrece žluči	66
5.4.5 Funkce žluči	66
6. SLINIVKA BŘÍŠNÍ	68
6.1 Pankreatická šťáva	68
6.1.1 Sekrece v pankreatických acinech	69
6.1.2 Sekrece v pankreatických vývodech	71
6.2 Regulace pankreatické sekrece	73
6.2.1 Humorální regulace pankreatické sekrece	73
6.2.2 Fáze pankreatické sekrece	74

7. TENKÉ STŘEVO	75
7.1 Motilita tenkého střeva	77
7.2 Sekrece v tenkém střevě	79
8. TLUSTÉ STŘEVO	82
8.1 Pohyby tlustého střeva	83
8.2 Defekace, defekační reflex	85
8.3 Sekrece v tlustém střevě	88
8.4 Bakterie v tlustém střevě	88
8.5 Stolice	89
9. TRÁVENÍ A VSTŘEBÁVÁNÍ	91
9.1 Trávení a vstřebávání cukrů	92
9.1.1 Trávení cukrů	92
9.1.2 Vstřebávání cukrů	93
9.2 Trávení a vstřebávání bílkovin	94
9.2.1 Trávení bílkovin	94
9.2.2 Vstřebávání bílkovin	95
9.3 Trávení a vstřebávání tuků	96
9.3.1 Trávení tuků	96
9.3.2 Vstřebávání tuků	97
9.4 Vstřebávání elektrolytů, vody a vitaminů	99
9.4.1 Vstřebávání elektrolytů a vody	99
9.4.2 Vstřebávání vitaminů	102
10. REGULACE FUNKCÍ GIT	103
10.1 Hormony GIT	103
10.1.1 Enteroendokrinní buňky GIT	103
10.1.2 Charakteristika hormonů GIT	104
10.1.3 Rozdělení hormonů GIT	105
10.1.4 Přehled účinků nejdůležitějších hormonů GIT	105
10.2 Hormony produkované mimo GIT	112
10.3 Nervové přenašeče	112

Děkujeme prof. MUDr. Marii Novákové, Ph.D., z Fyziologického ústavu Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně a prof. MUDr. Pavlovi Sobotkovi, DrSc., z Ústavu patologické fyziologie Lékařské fakulty v Plzni za ochotu, se kterou se ujali revize tohoto výukového textu. Oběma recenzentům děkujeme za pečlivé posouzení rukopisu, za veškeré opravy a podnětné připomínky.

Rovněž bychom chtěly poděkovat paní Ivaně Hajdúkové a slečně Martě Peroutkové za výraznou pomoc při přípravě obrazové dokumentace a za jejich pečlivost a trpělivost, se kterou napomáhaly vzniku tohoto učebního materiálu.

MUDr. Jitka Švíglerová, Ph.D.
doc. MUDr. Jana Slavíková, CSc.

Předmluva ke 3. vydání

Poslední vydání skript *Fyziologie gastrointestinálního traktu* vyšlo před 11 lety. Za tu dobu jsme na našem ústavu vyzkoušeli více než 2 500 studujících a postupně jsme zjišťovali, která témata umí lépe, a která jim naopak činí větší obtíže. Těmito poznatky jsme se řídili při přípravě třetího vydání, v němž jsou upraveny zejména ty podkapitoly, které (podle našeho názoru) zasluhovaly srozumitelnější vysvětlení. Doufáme, že se náš záměr povedl a skripta budou sloužit studujícím ku prospěchu.

Části textu napsané kurzivou obsahují buď patofyziologické, nebo klinické poznámky související s popisovaným tématem.

1. GASTROINTESTINÁLNÍ TRAKT – ÚVOD

1.1 Funkce gastrointestinálního traktu

Základní úlohou trávicího traktu je zásobování organismu živinami, vodou, minerály a vitaminy. Gastrointestinální trakt (GIT) se skládá z dutiny ústní, hltanu, jícnu, žaludku, tenkého a tlustého střeva. K trávicímu traktu dále patří několik žláz (slinné žlázy, játra, slinivka břišní), které secernují svoje produkty do trávicí trubice.

GIT plní následující funkce:

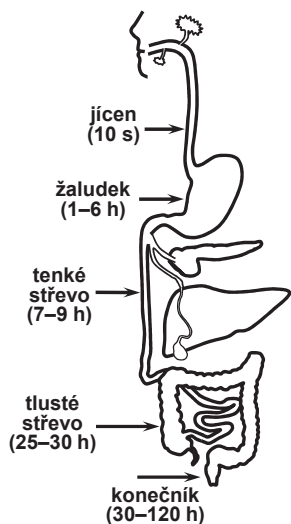
1. **příjem potravy**,
2. **trávení** – štěpení živin na vstřebatelné složky,
3. **resorpce** – přestup produktů trávení přes sliznici střeva do krevního či lymfatického oběhu,
4. **skladování** – uchování dosud nezpracované potravy,
5. **vylučování** – odstraňování nevstřebaných zbytků potravy a odpadních látek.

Výše zmíněné aktivity GIT jsou regulovány nervovou a humorální cestou. GIT je rovněž vybaven vysoce účinným obranným systémem, který likviduje patogeny přicházející do organismu společně s potravou.

Obrázek 1.1 popisuje základní funkce orgánů GIT a dobu pasáže tráveniny v jednotlivých úsecích trávicí trubice.

1.2 Stavba trávicí trubice

Přestože jednotlivé etáže GIT mají svoji specializovanou funkci, stavba stěny trávicí trubice se v celém průběhu od jícnu až po konečník významně neliší. Je tvořena sliznicí, podslizničním vazivem, svalovou vrstvou a povrchovou vrstvou (obr. 1.2). Nejvnitřnější vrstvu trávicí trubice tvoří sliznice



Dutina ústní – rozžvýkání potravy, získání informace o kvalitě potravy (čich, dotyk, chuť), začátek trávení cukrů, antibakteriální činnost, formování sousta

Jícen – přesun potravy do žaludku

Žaludek – skladovací funkce, trávení bílkovin, antibakteriální činnost, formování tráveniny a její regulované vyprazdňování do střeva

Slinivka břišní – produkce enzymů pro trávení všech živin, neutralizace kyselého pH žaludeční šťávy

Játra – produkce žluči, zvyšování rozpustnosti vylučovaných látek, vylučování odpadních látek, metabolické funkce

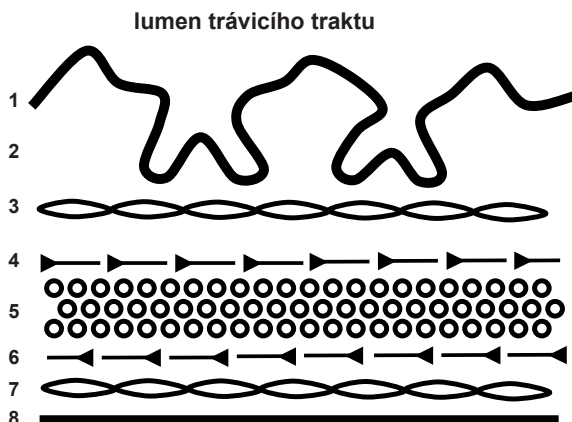
Tenké střevo – trávení všech živin, vstřebávání živin, minerálů, vody a vitaminů, imunitní funkce

Tlusté střevo – vstřebávání vody, minerálů a vitaminů, tvorba některých vitaminů, imunitní funkce

Konečník – formování a vylučování stolice

Obr. 1.1 **Struktura a základní funkce orgánů GIT:** Časové údaje v závorkách uvádějí dobu pasáže tráveniny měřenou od příjmu potravy dutinou ústní

(**mucosa**). Vnitřní povrch sliznice je pokryt epiteliálními buňkami, pod kterými se nachází vrstva slizničního vaziva (**lamina propria mucosae**) a tenká vrstvička hladké svaloviny (**lamina muscularis mucosae**). Mezi epiteliálními buňkami mohou být vmezeřeny enteroendokrinní buňky, které produkují hormony regulující činnost GIT, popřípadě i dalších orgánů. V některých částech GIT vytváří sliznice řasy nebo klky, které významně zvětšují slizniční plochu. Pod sliznicí je vrstva kolagenního vaziva (**tela submucosa**), která obsahuje bohatou síť krevních i lymfatických cév a nervovou pletěň (**plexus submucosus Meissneri**). Svalová vrstva (**tunica muscularis**) je v dutině ústní, hltanu, horní části jícnu a v oblasti análního otvoru tvořena příčně pruhovanou svalovinou. V ostatních částech trávicí trubice je svalovina hladká, která je většinou tvořena vnitřní cirkulární a zevní longitudinální vrstvou. V některých místech je cirkulární svalovina zesílena, čímž vytváří svěrač (**sfinkter**). Mezi cirkulární a longitudinální svalovinou je umístěna druhá nervová pletěň (**plexus myentericus Auerbachí**). Část trávicí trubice mimo dutinu břišní (jícen a část rekta) je kryta řídkým vazivovým obalem (**tunica adventitia**), v břišní dutině je adventicie nahrazena jednovrstevným epitelem (**tunica serosa**).



Obr. 1.2 **Stavba stěny trávicí trubice:** 1 – slizniční epitel, 2 – slizniční vazivo (lamina propria mucosae), 3 – hladká svalovina sliznice (lamina muscularis mucosae), 4 – podslizniční nervová pleteň (plexus submucosus Meissneri), 5 – cirkulární svalovina, 6 – zevní nervová pleteň (plexus myentericus Auerbachi), 7 – longitudinální svalovina, 8 – seróza (v dutině břišní) nebo adventicie (mimo dutinu břišní)

1.3 Inervace GIT

Stěna trávicí trubice obsahuje vlastní nervový systém označovaný jako **enterický nervový systém (ENS)**, který je vedle sympatiku a parasympatiku součástí autonomního nervového systému. Skládá se z obrovského počtu (asi 100 milionů) nervových buněk. Neurony ENS tvoří dvě pleteně, které jsou morfologicky i funkčně propojeny a navzájem se ovlivňují:

1. Vnitřní **submukózní pleteň (plexus submucosus Meissneri)** se nachází v podslizničním vazivu a ovlivňuje zejména děje spojené se sekrecí a vstřebáváním.
2. Zevní **myenterická pleteň (plexus myentericus Auerbachi)**, která je umístěna mezi cirkulární a longitudinální hladkou svalovinou, se podílí hlavně na koordinaci motility GIT.

Obě pleteně obsahují axony aferentních neuronů, excitační a inhibiční interneurony a eferentní neurony inervující cílovou (efektorovou) tkáň.