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, HLTAN 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 Žlázky fundu a těla žaludku 43
4.2.2 Pylorické žlázky 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 BŘIŠNÍ 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 dobou 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 řídily 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:

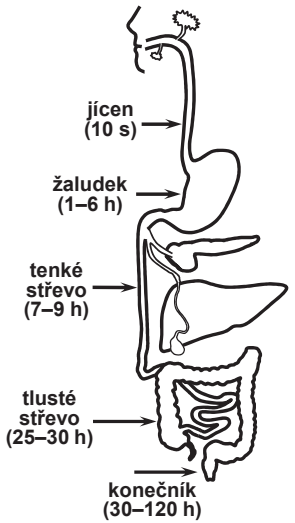
1. **příjem potravy,**
2. **trávení** – štěpení živin na vstřebatelné složky,
3. **resorpce** – přestup produktů trávení přes sliznici střeva do krevního či lymfatického oběhu,
4. **skladování** – uchování dosud nezpracované potravy,
5. **vylučování** – odstraňování nevstřebaných zbytků potravy a odpadních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

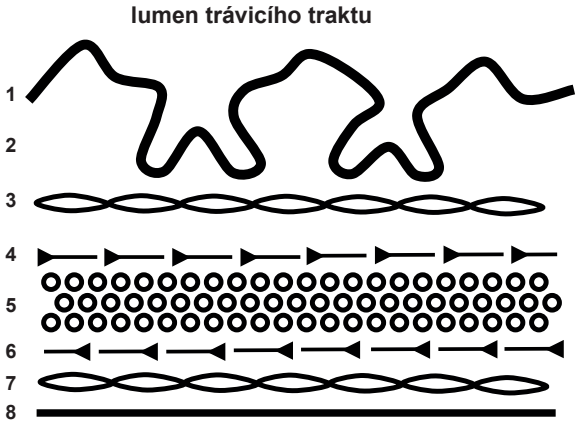
Tenké střevo – trávení všech živin, vstřebávání živin, minerálů, vody a vitaminů, imunitní funkce

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 pleteň (**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 pleteň (**plexus myentericus Auerbachi**). 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.