

# Mechanické vlastnosti tkání - Trávicí systém

Až na ústa, horní jícn a zevní svěrač anu pohyby vykonává hladká svalovina. Nacházíme ji ve stěně trávicí trubice ve 3 druzích – **Muscularis mucosae** (nejspodněji – pomáhají měnit tvar sliznice), ve vrstvě Muscularis externa pak ve dvou typech – **longitudální** a **cirkulární**. Pohyby se proto do určité míry v různých částech GIT podobají. Peristaltický reflex byl objeven již roku 1899. Jedná se o kontrakce nad a dilatace pod místem mechanického nebo chemického podráždění mukózy, posunuje tak tráveninu distálním směrem. Buňky hladké svaloviny jsou schopny měnit rytmicky membránový potenciál. Nazývá se to **bazální elektrický rytmus** (BER nebo slow wave). Pravidelný rytmus BER nemusí být spojen s kontrakcí, protože membránový potenciál nepřechází přes 0 mV. Aby došlo ke kontrakci, musí být překročen akční potenciál. BER určuje frekvenci, směr a rychlost šíření peristaltiky. Frekvence BER je měněna pomocí Cajalových buněk – pacemakerů, které oscilují o něco rychleji než buňky ostatní. Frekvence BER se liší v různých částech GIT.

## Biomechanika žvýkacího tlaku

Zdrojem síly žvýkacího tlaku jsou žvýkácí svaly. Elevaci mandibuly má na starosti zejména musculus temporalis. Síla, kterou dovedou vyvinout adduktory při současné kontrakci, je udávána hodnotou jako 16-20 N, počítá se na celý zubní oblouk. Absolutní síla počítaná fyziologickým průřezem a počtem svalových vláken je 90 N u žen a 120 N u mužů. Nad 30 N se hodnota síly vyšplhá jen při stresových situacích. Velikost síly na jednotlivých zubech závisí na různých faktorech jako třeba okluzní plocha, plocha periodontia, poloha v oblouku apod. Dolní čelist je v podstatě jednostranná páka, přičemž síla se nejvíce uplatňuje v oblasti 1. a 2. moláru. V České republice je obvyčejná síla, jež musí adduktory vyvinout, podstatně menší z důvodu přípravy pokrmů. Mez pevnosti v tlaku a maximální tlakové zatížení vykazuje nejvyšší hodnoty mezi 30-49 rokem věku. Dále je zjištěno, že maximální zatížení pro kořeny zubů horní čelisti je vyšší než té dolní.

E – Youngův modul pružnosti v tahu a tlaku (odolnost proti normálovému napětí), m – Poissonovo číslo (poměr mezi relativním podélným prodloužením a příčným zkrácením)

Materiál	Sklovina	Mineralizovaný dentin	Dentin	Amalgám	Femur
E[GPa]	84	14,7	0,26	55	17,2
m	0,33	0,31		0,35	
Mez pevnosti v tahu[MPa]	10,3	105,5	29,6	48	121
Mez pevnosti v tlaku[MPa]	384	297		353	167
Mez pružnosti [MPa]	353	167			
Mez pevnosti ve smyku [MPa]	90,2	138		188	

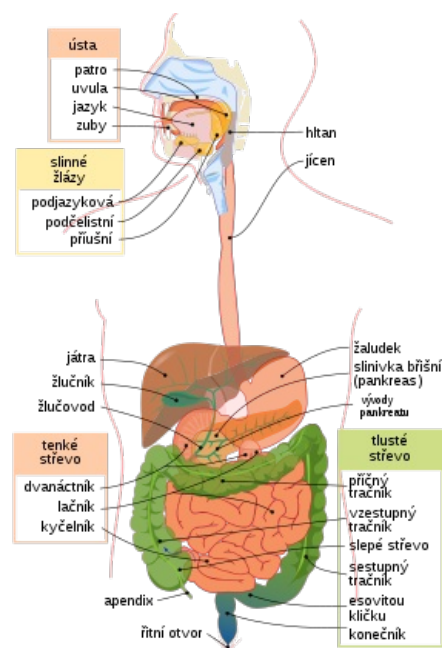
Z tabulky je vidět větší mez pevnosti zubu v tlaku než v tahu.

Zubní náhrady musí být zhotoveny tak, aby nedošlo k žádnému přetížení tkáně na jednotlivých místech oblouku. Musí být zároveň vyrobeny z bioinertních materiálů. Rozlišujeme 3 druhy přenosu žvýkacího tlaku na kost: • **dentální přenos** – na zdravé okolní zuby • **mukózní přenos** – přes sliznici bezzubého alveolu • **kombinovaný** Z tabulky je jasně vidět, že používání amalgámu v zubním lékařství má i své fyzikální opodstatnění – podobné vlastnosti zubních tkání.

## Polykání

Polykání můžeme rozdělit dle průchodu sousta na tři na sebe navazující fáze, a to na fázi **orální** (ovlivnitelnou vůlí), **pharyngeální** a **esophageální**. Po rozmělnění potravy žvýkáním a promícháním se slinami se sousto tlačí dozadu do dutiny ústní a hltanu. Zde podrážděním kořene jazyka, patrových oblouků a hltanu dochází k vyvolání polykacího reflexu. Při polykání se uzavírají ústa stiskem čelistí, jazyk tlačí na tvrdé patro a měkké patro odděluje dutinu nosní od hltanu. Aby nedošlo k vniknutí potravy do dýchacích cest, je zvednutím hrtanu a jazyky ohnuta epiglottis, a tím oddělen hrtan a hltan. Jako další ochrana dýchacích cest je pozastavena ventilace a uzavřeny hlasové vazy.

- Při počátečních procesech zpracování potravy hrají velkou roli sliny, které mají hned několik funkcí. Zjemňují a vyhlazují povrch sousta, aby tím usnadnily jeho zpracování a následné polykání, čímž zároveň chrání i sliznici dutiny ústní před jejím poškozením. Dále již v ústech umožňují částečné trávení škrobů pomocí ptyalinu, je-li zde uložena dostatečně dlouho. Mimo to čistí dutinu ústní od zbytků jídla a díky obsahu vápenatých iontů chrání zubní sklovinu před dekalifikací.



Trávicí soustava

## Jícen

Po vstupu sousta do jícnu je po krátké relaxaci reflexně stažen horní jícnový svěrač, následuje kontrakce svaloviny jícnu – **primární peristaltická vlna**. Mechanismem kontrakce za soustem (tlačícím potravu k žaludku) a relaxace v oblasti sousta a před ním (uvolňujícím cestu) se potrava pomalu dostává až k dolnímu jícnovému svěrači (DES), který se těsně před jejím příchodem uvolní a po jejím průchodu opět uzavře. Pokud se sousto v jícnu zastaví, dochází od tohoto místa k sekundární peristaltické vlně doprovázené bolestí. DES je stejně jako horní jícnový svěrač v klidu silně kontrahován, brání poškození jícnu žaludečním obsahem - vytváří refluxní bariéru.

- Občas i za fyziologického stavu však dochází k jeho přechodným relaxacím, které se vyskytují např. při říhání. Během nich pak žaludeční obsah vstupuje do jícnu (gastroesofageální reflux), projevuje se jako „pálení žáhy“. Poškození jícnu brání jeho samočistící schopnost. K té napomáhá gravitace společně s peristaltikou, sekrecí slin a též kontrakcí DES tlačící obsah zpět do žaludku.

## Zvracení

Jinou formou vyprazdňování žaludku je zvracení. Je to **ochranný reflex**, který má odstranit ze žaludku toxické a tělu nebezpečné látky. Dlouhodobější zvracení však vede k dehydrataci a ztrátou H<sup>+</sup> k metabolické alkalóze. Zvracení může vyvolat distenze (přeplněním) žaludku či jeho poškození toxickou látkou (alkoholem, léky aj.), dráždění hltanu, rovnovážného ústrojí ve vnitřním uchu, ale i různé pachy a zrakové vjemy. Je časté během těhotenství, ozařování, může mít i psychosomatické příčiny. Příznakem nadcházejícího zvracení je nevolnost, salivace (ochrana zubní skloviny), bledost a pocení. Bránice je fixována v mírné inspiraci, čímž se tlak v dutině břišní zvyšuje, a zároveň v dutině hrudní snižuje. Dochází ke stahu břišního lisu (kontrakci svalů břišní stěny) a tím k dalšímu zvýšení intraabdominálního tlaku, kontrakci duodena, objevují se obrácené peristaltické pohyby v žaludku a později v jícnu. Relaxací se otevírá dolní jícnový svěrač, do něhož vzniklý tlak vtlačí obsah žaludku. Následuje „zvedání žaludku“, které je způsobeno opětovným vniknutím obsahu do jícnu, který se však nedostává přes hltan a při relaxaci svalů břišního lisu a bránice se opět vrací sekundární peristaltikou jícnu do žaludku. Při samotném zvracení se otevírá horní jícnový svěrač, uzavírá vstup do hrtanu a obsah vychází ústy.

## Žaludek

Funkcí žaludku je krátkodobé uložení potravy za účelem mechanického a chemického zpracování v tráveninu, která poté putuje dále do tenkého střeva. Žaludek má v klidu a nalačno objem pouze 50 ml, je ale schopen se zvětšit až na 1,5 l díky tzv. **receptivní relaxaci** (při vstupu sousta z jícnu) a **adaptivní relaxaci** (při postupném plnění), které snižují svalový tonus žaludku a usnadňují jeho plnění. Po ukončení příjmu je fáze klidu, kdy se obsah v žaludku pomalu uspořádá – tekutiny protékají kolem pevnějšího obsahu rychle do duodena, tuky naopak tvoří olejový film na povrchu obsahu. Do 1 hodiny dochází k žaludeční peristaltice vyvolané lehce zvýšeným tonem v proximální části žaludku, která pomalu posune obsah do jeho distální části ke zpracování. Intenzita stahů se zvyšuje směrem k pyloru a zároveň též s časem uplynulým od příjmu potravy. Při peristaltické vlně, která probíhá distální částí žaludku, se velmi časně uzavírá pylorus a dochází k drcení, promíchání a rozmělnění potravy pokračujícím propulzivním pohybem, který naráží na pylorus. Sousto se pak pohybuje retropulzivně. Kyseliny žaludku se nesmí dostat do duodena, ani žluč do žaludku, proto pylorický svěrač přesně řídí vyprazdňování žaludku svým stažením, zúžením či roztažením. Do určité míry tu nacházíme **koordinaci s duodenem** – duodenum je obvykle relaxované, když se antrum pyloricum stahuje. Kromě toho (aby se zabránilo refluxu z duodena zpět do žaludku) jsou peristaltické vlny duodena s vyšší frekvencí (duodenum cca 10-12/min, antrum 3/min).

## Tenké střevo

Všechny pohyby tenkého střeva posouvají chymus aborálně, ne vždy ale stejnou měrou. Dají se rozdělit mimo jiné takto:

- **Změny tonu** – mění se podle velikosti a složení chymu
- **Segmentační pohyby** – zaškrcování, pomáhá míchat chymus
- **Kývavé pohyby** – stahy podélné svaloviny
- **Peristaltické stahy** – propulzivní nebo nepropulzivní
- **Interdigestivní pohyby** – pohyby v době, kdy je střevo prázdné
- **Kontrakce muscularis mucosae** – pohybují sliznicí a klky

Uvedené pohyby jsou ovlivňovány zejména pomocí vegetativních nervů a hormonů.

### Ileocekální svěrač

Jeho kontrakce vytváří vyšší tlak než v kolonu, což snižuje zpětný tok chymu. Roztažením kolonu se tonus svěrače zvýší, roztažením přilehlého ilea naopak vede ke snížení tonu a tím k jeho snadnějšímu průniku do kolonu.

## Tlusté střevo

Svalovina tlustého střeva má typickou vnitřní cirkulární vrstvu a zevní longitudální, která je velmi tenká až na tři pruhy - taenie, které se táhnou po celé délce střeva. Velmi dobře je též vytvořena vrstva muscularis mucosae. Oproti dalším částem střeva převažují ve vzestupném tračníku a slepém střevu míchací pohyby. Míchací pohyby jsou realizovány stahováním podélné svaloviny (kývavými pohyby) a zejména tzv. **haustracemi**. Jedná se o kontrakci cirkulární svaloviny dvou od sebe několik centimetrů vzdálených míst, jež jsou široká cca 2,5 cm. Stáhnou se i taenie a dojde k vyboulení. Jednou až třikrát denně dochází k velkým Holzknechtovým pohybům. Utlumí se

všechny haustrace, pak dojde ke kontrakci cirkulární svaloviny postupně od orálního konce a tím k výraznějšímu posunu stolice. Tento proces zabere asi 30 min. Rychlost průchodu nestrávených částic celým střevem trvá obvykle 2-3 dny. Nestravitelné složky potravy zvyšují svým objemem rychlost průchodu a tím i motilitu tlustého střeva.

## Defekace

Zpracovaný střevní obsah plní colon sigmoideum, rectum je zatím prázdné. Přejít obsahu do recta doprovázený tlakem působí roztažení ampuly recti, které **reflexně** vyvolá relaxaci vnitřního svěrače (m. sphincter ani internus), a zároveň kontrakci příčně pruhovaného zevního svěrače (m. sphincter ani externus). Po relaxaci zevního svěrače následuje reflexní kontrakce svaloviny rekta, vzniká velká peristaltická vlna, která tlačí obsah dále do anu, a vypuzuje jej. Vypuzování stolice je podpořeno činností břišního lisu zvýšením nitrobřišního tlaku kontrakcí břišních svalů spojeného s předchozím hlubokým nádechem. Souhra všech těchto faktorů a otevření **obou svěračů** mají za následek účinné vyprázdnění. K defekaci nedochází, není-li zevní svěrač otevřen. Pokud k jeho otevření nedojde do několika minut, reflex vyhasíná.

## Odkazy

### Související články

- Trávicí soustava
- Gastroezofageální reflux (pediatrie)
- Refluxní choroba jícnu

### Externí odkazy

- Trávicí soustava (Wikipedie) ([https://cs.wikipedia.org/wiki/Trávicí\\_soustava\\_člověka](https://cs.wikipedia.org/wiki/Trávicí_soustava_člověka))
- Polykání (zobrazení pomocí MRI) (<https://www.youtube.com/watch?v=0MojPhCifYc>)

### Zdroje

- TROJAN, Stanislav, et al. Lékařská fyziologie. 4. vydání. Praha : Grada, 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.
- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. Medicínská biofyzika. 1. vydání. Praha : Grada, 2005. 524 s. ISBN 80-247-1152-4.
- ČIHÁK, Radomír a Miloš GRIM. Anatomie 2. Druhé vydání. Praha : Grada, 2002. 488 s. s. 127-138. ISBN 80-247-0143-X.
- HAMPL, Václav, Ústav fyziologie UK 2.LF. Motilita trávicího traktu - poznámky k přednášce [on line] Dostupné na: <[http://physiology.lf2.cuni.cz/teaching/pohyby\\_git/index.htm](http://physiology.lf2.cuni.cz/teaching/pohyby_git/index.htm)>