

Trávicí soustava

Základní strukturu trávicího - gastrointestinálního traktu (GIT) představuje dutá trubice, jejíž stěna je tvořena 4 základními vrstvami:

1. Tunica mucosa (sliznice)
 - i) Lamina epithelialis (epitel)
 - ii) Lamina propria mucosae (slizniční vazivo)
 - iii) Lamina muscularis mucosae (slizniční svalovina)
2. Tunica submucosa (podslizniční vazivo)
3. Tunica muscularis externa (vnější svalovina)
4. Tunica serosa, nebo adventicie

Ve stěně se nachází dvě nervové pleteně a to v submukóze *plexus submucosus Meissneri* a mezi cirkulární a podélnou vrstvou hladké svaloviny v tunica muscularis externa *plexus myentericus Auerbachii*.

Epitel je v počátečních oddílech GIT (dutina ústní, hltan a jícen) vícevrstevný nerohovatějící, v dalších oddílech (žaludek, střevo) potom jednovrstevný. Je zajímavé, že i v žaludku, kde je velmi kyselé prostředí, je jednovrstevný epitel a přesto nedochází k žádnému poškození pod epitelem ležících struktur. Děje se tak díky hlenové vrstvě, která je produkována krycími epitelovými buňkami a mucinózními buňkami v žaludečních žlázkách a také díky rychlé obnově epitelu.

Lamina propria mucosae je tvořena ŘVP, je jí jen malá vrstvička a vyplňuje prostor např. mezi žlázkami v žaludku, mezi kryptami a uvnitř klků ve střevě. V těchto místech bývá identifikovatelná většinou jen podle protáhlých jader fibroblastů. **Lamina muscularis mucosae** je tenká vrstvička hladkého svalstva, které zajišťuje pohyb sliznice. Nikdy nezasahuje do klků ani do žaludečních žlázek a není nijak zvrásněna, proto bývá dobrým orientačním bodem na rozhraní sliznice a submukózy. Na příčném řezu se její buňky jeví orientované podélně. **Podslizniční vazivo** je z ŘVP, může obsahovat krevní i lymfatické cévy a v některých částech GIT se zde vyskytují speciální útvary, konkrétně submukóza

duodena obsahuje mnohobuněčné Brunnerovy žlázy, v ileu a v tlustém střevě se v submukóze vyskytují okrsky lymfatické tkáně – Peyerovy pláty.

Tunica muscularis externa je tvořena hladkou svalovinou, pouze v horní třetině jícnu se vyskytuje svalovina žíhaná. Hladká svalovina na žaludku je utvářena do tří vrstev, přičemž směrem ven jdou v tomto pořadí: šikmá, cirkulární, podélná. Na preparátech je obtížné všechny tři vrstvy rozeznat díky zřasení tkáně a sklonu roviny řezu. V dalších oddílech GIT se vyskytuje ve vnitřní vrstvě svalovina cirkulární (na příčném řezu buňky vidíme podélně) a ve vnější vrstvě svalovina podélná (na příčném řezu buňky vidíme říznuté napříč)

Tunica serosa je z ŘVP a na vnějším povrchu kryta jednovrstevným mezotelem. Bývá na všech částech GIT poměrně tenká. Na hrudním úseku jícnu až do místa jeho přechodu přes bránici je místo serosy adventicie z ŘVP bez mezotelu.

Jícen: epitel v jícnu je vícevrstevný, v submukóze se vyskytují mucinózní žlázy, které se mírně liší podle místa lokalizace v jícnu. Sliznice v klidu vytváří mohutné řasy a lumen je kolabované. Otevírá se pouze při průchodu potravy během polykání. Svalová vrstva je mohutně vyvinutá. Většinu délky jícnu kryje adventicie, která přechází v okolní vazivo, pouze krátký úsek za bránicí před vstupem do kardié žaludku je krytý serosou.

Žaludek: na celém orgánu rozlišujeme 3 oddíly, které se liší hlavně typem sekrece ve sliznici. Jedná se o **kardii (česlo)** kde je vstup jícnu, **tělo (fundus)** a **pylorus (vrátník)**, kde vystupuje tenké střevo. Sliznice je tvořena jednovrstevným cylindrickým epitelem, který vytváří políčka a jamky. Políčka a jamky jsou pokryty cylindrickým epitelem, jehož buňky produkují hlenovou vrstvu na povrch sliznice. Z jamek hlouběji do sliznice pokračují žaludeční žlázy. Prostor mezi žlázkami je velmi malý a je vyplněn řídkým vazivem lamina propria mucosae. Na bazální straně je sliznice zakončena nezřasenou vrstvičkou lamina muscularis mucosae. V každém ze tří oddílů žaludku mají slizniční žlázy trochu jiný tvar a jiný typ resp. zastoupení jednotlivých žláзовých buněk. V kardii je produkován hlavně hlen a lysozym, což je protein s imunitní funkcí zaměřenou

hlavně proti Gram pozitivním bakteriím. Tělo žaludku představuje největší část orgánu. Do jedné jamky zde ústí 3-7 žlázek, na kterých lze rozlišit krček a bázi. V krčku jsou **buňky mucinózní, v oblasti báze potom buňky krycí (parietální) produkující HCl a buňky hlavní produkující pepsinogen**. Mucinózní buňky produkují hlen, ale jiného složení než buňky v oblasti povrchového epitelu políček a jamek. Krycí buňky mají oválný nebo mírně pyramidový tvar a eozinofilní cytoplasmu. Hlavní buňky jsou umístěné u báze žaludečních žlázek, mají bazofilní cytoplasmu a viditelná granula v cytoplasmě. V oblasti pyloru jsou žlázy hlubší, je zde vyšší zastoupení mucinózních buněk a významná sekrece hormonů gastrinu a somatostatinu.

Tenké střevo: skládá se ze tří oddílů **duodenum (dvanáctník), jejunum (lačník) a ileum (kyčelník)**. Lačník dostal název podle toho, že potrava se zde zdržuje nejkratší dobu a proto na pitvním materiálu bývá tato část střeva méně plná nebo úplně prázdná ve srovnání s dalšími částmi. Sliznice vytváří klky o velikosti až 1,5 mm, které se skládají ze sliznice a lamina propria mucosae. Mezi klky zasahují hlouběji do lamina propria Lieberkühnovy krypty. V rámci epitelu, který kryje klky a vystýlá krypty rozeznáváme buňky s absorpční funkcí – **enterocyty**, dále **pohárkové buňky** produkující hlen a **Panethovy buňky** produkující lysozym u báze krypt. Hlavní funkci střeva – vstřebávání živin zajišťují právě enterocyty, které mají na apikálním povrchu hodně mikroklků, tzv. kartáčový lem. *Pozor na správné označení: klky jsou záhyby sliznice, mikroklky jsou záhyby apikálního pólu jednotlivých buněk.* V epitelu je také určité množství nediferencovaných buněk, které zajišťují obnovu a mohou se podle potřeby diferencovat do funkčních buněk epitelu. Schopnost rychlého dělení a diferenciací buněk funguje ve všech částech GIT. Ve sliznici tenkého střeva v místech Peyerových plátů (tedy hlavně v ileu) se nad těmito pláty nacházejí specializované epitelové buňky – M buňky, které endocytózou přepravují velké molekuly antigenu z lumen střeva k lymfocytům v Peyerově plátu. Submukóza je ve střevě jasně patrná, může

obsahovat kromě cév i žlázy nebo nakupení lymfocytů (Peyerovy pláty nebo také plaky).

Tlusté střevo nemá klky, má pouze krypty a ve sliznici jsou ze zmiňovaných typů buněk nejvíc zastoupeny pohárkové buňky. Enterocytům v tomto místě se někdy říká colonocyty. Mohou se zde vyskytovat Peyerovy pláty v submukóze a dokonce mohou podobně jako v ileu pronikat přes lamina muscularis mucosae i do sliznice prakticky až mezi epitelové buňky. Podélná svalovina zevní vrstvy není souvislá, ale formuje tři silné podélné pruhy (taenia coli). Jinak je stavba stěny obdobná jako v tenkém střevě.

Jaterní tkáň: Základní buňkou je **hepatocyt**, což je buňka epitelového původu, má tvar zaobleného polyedru a v jaterní tkáni buňky vytvářejí trámce. Hovoříme proto o **trámčitém epitelu**. Trámce sestavují několikaboké prostorové válcovité útvary. Příčný průřez tímto útvarem představuje základní morfologickou jednotku - jaterní lalůček. Lalůčky jsou obklopeny malou vrstvičkou vaziva a ve středu každého lalůčku leží vena centralis. Ta potom pokračuje jako vena hepatica a odvádí z jater veškerou krev do pravého srdce. Přítoky krve do jater jsou dva: arteria hepatica (nutritivní oběh) přivádí okysličenou krev ze srdce a vena portae, která přivádí krev ze střeva s živinami ke zpracování (funkční oběh). Obě tyto cévy můžeme na preparátu vidět v oblasti styku několika lalůčků v tzv. portobiliárním prostoru. Třetím elementem, který se v tomto prostoru nachází, je žlučovod typický svým jednovrstevným kubickým epitelem. Všechny tyto tři trubice zde vytvářejí tzv. **jaterní triádu**. Největší je obvykle vena portae, arterie má napjatou silnou stěnu a žlučovod svůj typický epitel. Některý z uvedených útvarů může být na řezu i vícekrát v případě, že se v tomto místě zrovna větví nebo ohýbá. Mezi trámci hepatocytů se volně rozlévá krev z jaterních sinusoid.

V embryogenezi vznikají z mezodermy. Společnou vlastností všech tří typů svalových tkání je **kontraktilita** - stažitelnost. Tato schopnost je dána přítomností kontraktilních elementů v cytoplasmě svalových buněk. Kontraktilní elementy jsou proteiny, organizované do **myofilament** a následně do **myofibril**. Hlavní **kontraktilní proteiny jsou aktin, myozin, troponin a tropomyozin**. Kromě troponinu, který má globulární strukturu, se jedná o vláknité proteiny, přičemž vláknitý F aktin je vlastně řetězcem globulárních G aktinových jednotek. Myofilamenta se rozdělují na tenká tvořená aktinem, tropomyozinem a troponinem a tlustá tvořená myozinem. V obou případech se jedná o struktury velikosti okolo 1 μm .

Hladká svalovina: základní strukturální jednotkou je jedna svalová buňka **myocyt (leiomyocyt)**. Má protáhlý, vřetenovitý tvar, může být dlouhá i stovky mikrometrů. Jádro je umístěno ve středu buňky a vzhledem k velikosti buněk je na příčných řezech hladkou svalovinou vidět překvapivě málo jader. Při kontrakci se jádro stáčí typicky „do vývrtky“, což je i ve světelném

mikroskopu docela dobře patrné. Stočení jádra je dáno polohou myofibril v cytoplasmě hladkosvalové buňky. Myofibrily se zde šikmo kříží, upínají se do tzv. denzních tělísek, která jsou připojena k sarkoplasmě nebo volně uložena v cytoplasmě. Prostorově myofibrily v myocytu tvoří jakoby mřížkovitou strukturu. Ve světelném mikroskopu ale jednotlivé myofibrily ani mřížková struktura patrné nejsou.

Buňky hladké svaloviny jsou většinou uloženy v drobných svazcích, kdy je každá buňka obklopena bazální laminou a sítí retikulárních vláken. Větší okrsky hladkosvalové tkáně jsou potom obaleny řídkým pojivem. Hladká svalovina je typickou viscerální – útrobní svalovinou ve stěnách dutých orgánů a ve stěnách cév. Nepodléhá volní kontrole, je řízena autonomním nervstvem.

Srdeční svalovina: základní stavební jednotkou je jeden kardiomyocyt, který má jedno až dvě jádra ve středu buňky a vykazuje příčné pruhování. Toto pruhování (žíhání) je dáno pravidelným střídáním aktinových a myozinových úseku na myofibrilách. Jelikož úseky těchto proteinů jsou na všech myofibrilách stejně dlouhé a stejně od sebe vzdáleny a myofibril je v buňce obrovské množství, vytváří se v rámci celé buňky dojem příčného pruhování. Kardiomyocyty jsou dlouhé přibližně 100 μm , mají výběžkaté okraje na kratších stranách a jsou obaleny endomysiem, tedy bazální laminou a sítí retikulárních vláken. Typickou strukturou srdeční svaloviny jsou **interkalární disky**. Jsou to místa spojení výběžkatých okrajů dvou kardiomyocytů, které se ve světelném mikroskopu jeví jako „schodovité útvary“. V těchto místech jsou buňky strukturálně i funkčně propojeny za účelem plynulého a rychlého šíření vzruchu. Na plochách rovnoběžných s dlouhou osou buněk je velké množství vodivých spojů – nexů, které umožňují plynulý tok iontů z jedné buňky do druhé a napomáhají tak šíření signálu. Na plochách kolmých na dlouhou osu buněk jsou naopak pevné mezibuněčné spoje, hlavně desmozomy, jejichž úkolem je pevně poutat buňky k sobě ve směru působících sil při kontrakci svalu. Kromě tzv. pracovních kardiomyocytů existují ještě další (vodivé, vzrušivé) kardiomyocyty uzpůsobené k vedení vzruchu. Tyto buňky mají méně myofibril, nevykazují příčné pruhování a v mikroskopu se jeví jako světlejší. Další hojnou součástí tkáně srdeční svaloviny jsou kapiláry i větší cévy s erytrocyty.

Příčně pruhovaná (žíhaná svalovina): nazývá se podle typického střídání tmavších a světlejších úseků na myofibrilách. Tmavší A proužky anizotropní (dvojlomné, mění tok polarizovaného světla v polarizačním mikroskopu) a I proužky izotropní (jednolomné, tok polarizovaného světla nemění). I proužky jsou tvořeny pouze tenkými myofilamenty a převládá

v nich aktin, v A proužcích jsou tlustá myofilamenta a tedy myozin. Uprostřed I proužku je tmavší linie Z, která je místem ukotvení tenkých filament a je důležitá pro popis ultrastruktury svalového vlákna. **Sarkomera** jakožto základní strukturní jednotka se definuje jako úsek na myofibrile mezi dvěma liniemi Z a její velikost je 2,5 μm . Rozlišit uvedené linie ve světelném mikroskopu je někdy obtížné, obvykle lze pozorovat jen tmavší a světlejší proužky a to pouze na některých místech svalového vlákna.

Z histologického hlediska je základní komponentou příčně pruhované svaloviny **svalové vlákno** (sarkocyt), což je soubuní ohraničené na povrchu **sarkolemou** a vyplněné cytoplasmou zvanou **sarkoplasma**. V sarkoplazmě se nachází velké množství myofibril uložených rovnoběžně s dlouhou osou vlákna. Dále je v sarkoplazmě sarkoplasmatické retikulum, mitochondrie, glykogen a myoglobin, který podobně jako hemoglobin v erytrocytech váže kyslík. **Sarkoplasmatické retikulum** je důležité pro distribuci vápenatých iontů, nutných pro svalovou kontrakci. Po nervovém impulsu se vápenaté ionty vyplaví z cisteren sarkoplasmatického retikula a váží se na jednu z tří podjednotek troponinu. Tím je způsoben posun molekuly troponinu a následně i vláknitého tropomyosinu. Posunem se odkryje vazebné místo pro aktin na molekule myozinu a dojde k vazbě myozinové hlavice na aktinové myofilamentum. Zároveň dochází k ohybu myozinové hlavice za spotřeby ATP a aktinová myofilamenta se tak zasouvají mezi myozinová. Tímto dochází ke zkracování sarkomer, nikoli však ke zkracování jednotlivých myofilament. Zkracování sarkomer je podstatou svalové kontrakce. Po skončení nervového impulsu se vápenaté ionty pomocí iontových pump pomalu vracejí do sarkoplasmatického retikula, v této době není možné vyvolat další svalovou kontrakci a dochází k obnovení původní struktury sarkomer.

Svalová vlákna mohou být dlouhá až 30 cm (ve velkých kosterních svalech) a průměr mají až 100 μm . Bezprostředně k sarkolemě (analogie plasmatické membrány) přiléhá endomysium tvořené bazální laminou a retikulárními vlákny. Více svalových vláken tvoří primární svazek obalený perimysiem a více svazků je potom kryto epimysiem. Peri i epimysium je tvořeno hustým vazivem, kde množství vláken závisí na velikosti celé struktury. Jádra se nacházejí na periferii svalového vlákna a celá tkáň je bohatě prokrvena.