



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OSTRAVSKÁ
UNIVERZITA

ANATOMIE ČLOVĚKA PRO BIOLOGY 2

útrobní orgánové systémy

PODPORA STUDIJNÍCH PROGRAMŮ ZAMĚŘENÝCH
NA PŘÍPRAVU BUDOUCÍCH UČITELŮ
OSTRAVSKÉ UNIVERZITY

MICHAL ŽIVNÝ

STUDIJNÍ MATERIÁL

OSTRAVA 2020

Tento projekt je financován státním rozpočtem České republiky.

Název: Anatomie člověka pro biology 2
Autor: Michal Živný
Vydání: první, 2020
Počet stran: 58

Jazyková korektura nebyla provedena, za jazykovou stránku odpovídá autor.

Třídílný studijní text *Anatomie člověka pro biology* pokrývá svým obsahem učivo biologie (resp. anatomie) člověka v rozsahu, který odpovídá požadavkům na základní znalosti této problematiky u vysokoškolských studentů biologických (neantropologických) oborů, odborných i učitelských. Skriptum prezentuje anatomický popis jednotlivých orgánů a orgánových soustav člověka z hlediska makroskopického i mikroskopického (histologického), s okrajovým přihlédnutím k fyziologii a ontogenetickému vývoji. Problematika obecné histologie (klasifikace a popis jednotlivých typů tkání) není součástí tohoto textu, neboť je obsahem samostatného skripta *Obecná histologie živočichů a člověka pro biology*, kde je podrobně rozpracována. Rovněž fyziologie není v textu předložených skript blíže rozvířána (je obsahem samostatných studijních materiálů).

Studijní text je rozdělen do tří dílů:

- První díl obsahuje *obecně anatomický úvod* (vhled do anatomické nomenklatury, pojmy vztahující se k základní stavbě lidského těla a principy základní orientace na lidském těle) a anatomický popis tzv. *somatického oddílu* lidského těla (resp. stěny „tělesné schránky“), tedy anatomii kosterní soustavy, svalové soustavy a kůže.
- Druhý díl zahrnuje anatomický popis tzv. *viscerálního oddílu* lidského těla (útroby, resp. obsahu „tělesné schránky“), tedy anatomii orgánových soustav, které tvoří obsah zejména hrudní a břišní dutiny. Jedná se o soustavu trávicí, dýchací, vylučovací, pohlavní a soustavu endokrinních žláz.
- Třetí díl představuje anatomický popis cévní soustavy (krevního i mízního systému, včetně lymfatických orgánů) a nervové soustavy (včetně orgánů smyslových), tedy systémů, které *prostupují somatický i viscerální oddíl* lidského těla a zajiřtují jejich zásobení a řízení.

Studijní text je úplným přehledem učiva anatomie člověka v rozsahu nutném pro úspěšné složení zkoušky z tohoto předmětu či předmětů jemu podobných u vysokoškolských studentů biologických (neantropologických) oborů. Studium této problematiky vyžaduje vstupní znalosti z biologie na úrovni střední školy (gymnázia). Pro snadnější pochopení především mikroskopické anatomie jednotlivých orgánů je velmi doporučováno osvěžit si poznatky získané přechozím studiem obecné histologie (např. s pomocí výše uvedených skript). Zejména je však během čtení textů a jejich studia nezbytné využívat i obrazové materiály, které názorně prezentují danou problematiku. K tomuto účelu slouží řada anatomických atlasů či obsahově adekvátní obrazové učebnice anatomie člověka (přehled některých osvědčených a běžně využívaných titulů je součástí přehledu použité literatury).

Studium anatomie člověka na vysokoškolské (a to i nelékařské) úrovni se neobejde bez používání odborné, zejména latinské terminologie. Odborná anatomická latina nutně nevyžaduje vstupní znalosti tohoto jazyka, byť jejich osvojení je samozřejmě výhodou. I pro studenta bez znalostí latiny se však odborná terminologie po krátké době intenzivního studia anatomie člověka a po pochopení základních jazykových principů snadno stane rutinní záležitostí (to je nicméně i jedním z cílů studia anatomie člověka). Při studiu je rovněž důležité respektovat přísně systémový přístup. Anatomické popisy jednotlivých orgánů, a to jak makroskopické, tak mikroskopické (histologické), vycházejí často z podobného stavebního principu, který se s určitými obměnami opakuje a jehož pochopení výrazně usnadňuje vstřebání poměrně rozsáhlého souboru odborných pojmů.

V textu skript se objevuje několik forem grafické úpravy písma, které se liší v požadavcích na hloubku znalostí pro účely zkoušky (ta bude upřesněna vyučujícím).

Přeji všem studujícím co nejhladší průběh studia.

Michal Živný

OBSAH

1 OBECNÁ STAVBA ÚTROBNÍCH ORGÁNŮ	6
1.1 Vymezení problematiky	6
1.2 Trubicovité orgány	6
1.2.1 Úvod	6
1.2.2 Sliznice.....	6
1.2.3 Svalová vrstva	7
1.2.4 Vnější obal	7
1.3 Kompaktní orgány	7
1.3.1 Úvod	7
1.3.2 Vnější obal	8
1.3.3 Vazivové pouzdro	8
1.3.4 Parenchym a stroma.....	8
2 TRÁVICÍ SOUSTAVA (<i>systema digestorium</i>)	9
2.1 Vymezení problematiky	9
2.2 Obecná stavba trávicí trubice	9
2.3 Dutina ústní (<i>cavum oris</i>)	10
2.3.1 Úvod	10
2.3.2 Stěny dutiny ústní.....	11
2.3.3 Jazyk (<i>lingua</i>)	11
2.3.4 Slinné žlázy (<i>glandulae salivariae</i>)	12
2.3.5 Zuby (<i>dentes</i>).....	13
2.4 Vlastní trávicí trubice	16
2.4.1 Hltan (<i>pharynx</i>).....	16
2.4.2 Jícen (<i>oesophagus</i>)	16
2.4.3 Žaludek (<i>gaster</i>).....	17
2.4.4 Tenké střevo (<i>intestinum tenue</i>)	18
2.4.5 Tlusté střevo (<i>intestinum crassum</i>)	19
2.5 Velké žlázy trávicí soustavy	21
2.5.1 Játra (<i>hepar</i>)	21
2.5.2 Žlučové cesty (<i>ductus biliaires</i>).....	23
2.5.3 Žlučník (<i>vesica biliaris</i>)	23
2.5.4 Slinivka (<i>pancreas</i>).....	24
3 DÝCHACÍ SOUSTAVA (<i>systema respiratorium</i>)	25
3.1 Vymezení problematiky	25
3.2 Obecná stavba dýchací trubice	25
3.3 Horní cesty dýchací	26
3.3.1 Zevní nos (<i>nasus externus</i>)	26
3.3.2 Dutina nosní (<i>cavum nasi</i>)	26
3.3.3 Vedlejší dutiny nosní (<i>sinus paranasales</i>)	27
3.4 Dolní cesty dýchací.....	27
3.4.1 Hrtan (<i>larynx</i>)	27
3.4.2 Průdušnice (<i>trachea</i>)	29
3.4.3 Průdušky (<i>bronchi principales</i>)	30
3.5 Plíce (<i>pulmones</i>).....	30
3.5.1 Úvod	30
3.5.2 Makroskopická stavba	30
3.5.3 Histologická stavba	30
3.5.4 Větvení bronchů v plicích	31
3.5.5 Plicní sklípky	32

4 VYLUČOVACÍ SOUSTAVA (<i>systema urinarium</i>)	33
4.1 Vymezení problematiky	33
4.2 Obecná stavba močových cest	33
4.3 Ledviny (<i>renes</i>)	34
4.3.1 Úvod	34
4.3.2 Makroskopická stavba	34
4.3.3 Histologická stavba	34
4.3.4 Nefron	34
4.4 Horní cesty močové	35
4.4.1 Ledvinné kalichy (<i>calices renales</i>)	35
4.4.2 Ledvinná pánvička (<i>pelvis renalis</i>)	36
4.4.3 Močovod (<i>ureter</i>)	36
4.5 Dolní cesty močové	36
4.5.1 Močový měchýř (<i>vesica urinaria</i>)	36
4.5.2 Močová trubice (<i>urethra</i>)	37
5 POHLAVNÍ ÚSTROJÍ (<i>organa genitalia</i>)	38
5.1 Vymezení problematiky	38
5.2 Mužské pohlavní ústrojí (<i>organa genitalia masculina</i>)	39
5.2.1 Úvod	39
5.2.2 Varle (<i>testis</i>)	39
5.2.3 Nadvarle (<i>epididymis</i>)	41
5.2.4 Chámovod (<i>ductus deferens</i>)	42
5.2.5 Semenné včky (<i>vesiculae seminales</i>)	42
5.2.6 Předstojná žláza (<i>prostata</i>)	43
5.2.7 Cowperova žláza (<i>glandula bulbourethralis</i>)	43
5.2.8 Pyj (<i>penis</i>)	43
5.2.9 Šourek (<i>scrotum</i>)	44
5.3 Ženské pohlavní ústrojí (<i>organa genitalia feminina</i>)	45
5.3.1 Úvod	45
5.3.2 Vaječník (<i>ovarium</i>)	45
5.3.3 Vejcovod (<i>tuba uterina</i>)	48
5.3.4 Děloha (<i>uterus</i>)	49
5.3.5 Pochva (<i>vagina</i>)	50
5.3.6 Vnější pohlavní orgány	50
6 ENDOKRINNÍ SYSTÉM (<i>systema endocrinum</i>)	52
6.1 Vymezení problematiky	52
6.2 Vlastní endokrinní žlázy	52
6.2.1 Podvěsek mozkový (<i>hypophysis cerebri</i>)	52
6.2.2 Štítná žláza (<i>glandula thyroidea</i>)	54
6.2.3 Příštítná tělíska (<i>glandulae parathyroideae</i>)	54
6.2.4 Nadledviny (<i>glandulae suprarenales</i>)	54
6.2.5 Další endokrinní žlázy	55
6.3 Neuroendokrinní orgány	56
6.3.1 Šišinka (<i>epiphysis cerebri, glandula pinealis</i>)	56
6.3.2 Hypothalamus	56
6.3.3 Paraganglia	57
6.4 Difúzní endokrinní systém	57
Literatura	58

1 OBECNÁ STAVBA ÚTROBNÍCH ORGÁNŮ

1.1 Vymezení problematiky

Útrobní orgány jsou z hlediska makroskopické stavby obvykle rozdílného charakteru. Z pohledu histologického však mají strukturu často naopak poměrně podobnou, s modifikacemi základního stavebního schématu. Každý orgán je obvykle tvořen několika typy tkání, které následují v určitém sledu a jsou specifickým způsobem anatomicky propojeny. Útrobní orgány dělíme z hlediska základní stavby do několika typů. Nejčastějšími jsou orgány trubicovité a kompaktní.

1.2 Trubicovité orgány

1.2.1 Úvod

Jako trubicovité je možno označit orgány složené ze stěny obklopující dutinu (ve tvaru vaku) či kanál. Patří mezi ně jednotlivé úseky trávicí trubice, dýchací cesty, vylučovací trakt, vývodné cesty pohlavní, vývodné cesty žláz a také cévy (jejich stavba se však od níže uvedeného schématu mírně liší). Stěna trubicovitých orgánů se histologicky skládá z následujících vrstev (z vnitřku ven):

- sliznice (*tunica mucosa*)
- svalová vrstva (*tunica muscularis*)
- vnější obal (*tunica externa*)

1.2.2 Sliznice

Sliznice (*tunica mucosa*) je vnitřní výstelka trubicovitých orgánů, která souvisí přímo s dutinou (kanálem) uvnitř těchto orgánů. Název „sliznice“ je odvozen od slizovitého povrchu, který je výsledkem aktivity slizových (mucinózních) žlázek, jednobuněčných či mnohobuněčných. Sliznice může obsahovat *inverze* (vchlípeniny dovnitř stěny), např. jamky či krypty (do nichž mohou ústít intramurální žlázy), nebo *everze* (vychlípění do lumina orgánu) jako podélné či cirkulární řasy (*plicae*) či prstovité výběžky – klky (*villi*). Řasy mají obvykle funkci rezervní (vyrovnávají se při naplnění orgánu), klky jsou konstantní a zvětšují aktivní vnitřní plochu (např. v trávicí trubici zvětšují resorpční povrch). Sliznice se skládá z následujících složek (některé vrstvy mohou chybět):

- **epitelová vrstvička (*lamina epithelialis*):** Je tvořena jednovrstevným, víceřadým nebo vícevrstevným epitelem. Epitelové buňky v povrchové vrstvě jsou v přímém kontaktu s vnitřní dutinou orgánů a jejich obsahem a jsou proto nejdůležitějšími funkčními buňkami sliznice. Mezi výstelkovými buňkami se nacházejí jednobuněčné nebo malé mnohobuněčné žlázy. Detailní stavba a funkce epitelové vrstvy se u jednotlivých orgánů liší.
- **vazivová vrstvička (*lamina propria*):** Je to vrstva řídkého kolagenního vaziva tvořící podklad pro epitelové buňky, které připojuje k hlubším vrstvám orgánů (zejména svalovému, někdy i ke kostnímu podkladu). Obsahuje nervové a cévní síť. V některých orgánech obsahuje rovněž lymfatickou tkáň, která chrání sliznici a vnitřní vrstvy orgánů před invazí patogenních mikroorganismů. Vazivová vrstvička je v některých orgánech (s chybějícími dalšími vrstvami) připojena přímo ke kostnímu podkladu (sliznice zde vytváří spolu s periostem tzv. *mukoperiost*).
- **svalová vrstvička (*lamina muscularis*):** Je to velmi tenká vrstva hladké svaloviny pod vazivovou vrstvičkou sliznice. Vyskytuje se pouze ve sliznici trávicí trubice od jícnu po tlusté střevo.

Pokud obsahuje sliznice svalovou vrstvičku, nachází se pod ní ještě tzv. **podslizniční vrstva (*tela submucosa*)** či podsliznice. Jedná se o vrstvu řídkého kolagenního vaziva a spojuje sliznici s hlubšími vrstvami stěny trubicovitých orgánů (je to obdoba *lamina propria* sliznice). Obsahuje rovněž cévní a nervové síť.

1.2.3 Svalová vrstva

Svalová vrstva (*tunica muscularis*) je jedna nebo více vrstev svalové tkáně prostoupené řídkým kolagenním vazivem (intersticiální tkání). Její funkcí je zajišťovat pohyb stěn orgánů, např. při posouvání potravy nebo sekretů. V některých úsecích chybí, např. na tvrdém patře dutiny ústní a v nosní dutině. Svalovou vrstvu tvoří hladká nebo příčně pruhovaná svalová tkáň. Příčně pruhovaná svalovina (vůlí ovladatelná) tvoří svalovou vrstvu v jazyku, měkkém patře, ve stěnách hltanu, hrtanu a částečně i jícnu a ve vnějším svěrači rekta. Ve stěnách ostatních trubicovitých orgánů se vyskytuje pouze hladká svalová tkáň, vůlí neovladatelná (je řízená autonomním nervovým systémem, který někdy tvoří ve svalovině pleteně). Hladká svalová tkáň se ve vnitřních orgánech vyskytuje obvykle ve více vrstvách, přičemž nejčastěji se jedná o vrstvu okružní a podélnou.

- **okružní vrstva** (*stratum circulare*): Je to vrstva hladké svaloviny obkružující stěnu trubicovitého orgánu. Její kontrakce způsobuje konstriktci – zúžení průsvitu orgánu.
- **podélná vrstva** (*stratum longitudinale*): Je to podélně uspořádaná hladká svalovina. Její kontrakce způsobují zkrácení orgánu a tím někdy i posun jeho obsahu (tzv. peristaltiku).

1.2.4 Vnější obal

Povrch trubicovitých orgánů může být kryt dvěma typy obalů – řídkým vazivovým obalem (*tunica adventitia*) plynule přecházejícím do okolního vaziva, nebo epiteliálním obalem (*tunica serosa*) ostře ohraničeným, popř. kombinací obou dvou typů.

- **tunica adventitia**: Je to obal z řídkého kolagenního vaziva, jehož vlákna více či méně plynule přecházejí do vazivové výplně v meziorgánových prostorech a fixují tak dané orgány ve své poloze. Nemá tedy ostré ohraničení vůči okolí. Tímto obalem je pokryt hltan, jícen a většina rekta, dále dýchací cesty, vylučovací cesty a větší část vývodných cest pohlavních.
- **tunica serosa**: Je to tenká lesklá blána tvořená jednou vrstvou plochých epitelových buněk (tzv. mezotelem), která je k povrchu daného orgánu připojena pomocí tenké vrstvy subserózního (řídkého kolagenního) vaziva. Má tedy ostré ohraničení vůči okolí. Seróza se nepřipojuje na orgán po celém obvodu, vždy zůstává alespoň malý úsek volný, tedy s adventiciálním povlakem.

Seróza, resp. serózní obaly se vyvinuly ze stěny embryonálních célomových váčků, které jsou tvořeny jednou vrstvou mezotelových buněk, obklopují célomovou dutinu a diferencují se z laterálního mezodermu. Během prenatalního vývoje se rozpadají na několik menších váčků, které obalí některé orgány (srdce, plíce, část trávicí trubice, varlata). Ty se do těchto váčků zanoří jako do promáčklého míčku, přičemž list serózy bezprostředně na povrchu těchto orgánů se nazývá útrobní – **viscerální list**, seróza obklopující tyto orgány ve druhé, vzdálenější vrstvě tvoří nástěnný – **parietální list**. Oba listy do sebe vzájemně přecházejí (resp. plynule na sebe navazují) na okraji orgánu. Mezi oběma listy se vytváří štěrbinovitá dutina (jako dutina mezi oběma vrstvami promáčknutého míčku), která je derivátem původně jednotné embryonální célomové dutiny. Přechod parietálního a viscerálního listu je u některých orgánů protažen směrem ven, čímž vzniká tzv. serózní duplikatura (závěs tvořený zdvojenou serózou fixující orgán k tělesné stěně, kterým do daného orgánu rovněž vstupují cévy a nervy).

1.3 Kompaktní orgány

1.3.1 Úvod

Jsou to orgány tvořené souvislou (kompaktní) hmotou bez větších vnitřních dutin vystlaných sliznicí (např. plíce, játra, ledviny, slezina a velké žlázy – játra, slinivka, slinné žlázy, štítná žláza atd.). Kompaktní orgány se obvykle skládají z těchto vrstev tkání (z vnějšku dovnitř):

- vnější obal (*tunica externa*)
- vazivové pouzdro (*capsula fibrosa*)
- parenchym a stroma

1.3.2 Vnější obal

Na povrchu některých kompaktních orgánů (např. jater, plic či sleziny) se vyskytuje serózní obal (*tunica serosa*) stejné stavby jako u orgánů trubicovitých (jedná se tedy o tenkou lesklou blánu tvořenou jednou vrstvou plochých epitelových buněk, která je k povrchu orgánu připojena pomocí tenké vrstvy subserózního vaziva). U kompaktních orgánů bez serózního obalu nebývá jiný typ vnějšího obalu popisován (např. u ledvin či různých žláz).

1.3.3 Vazivové pouzdro

Většina kompaktních orgánů má na povrchu (pod případnou adventiciální či serózní vrstvou) vyvinuto různě silné vazivové pouzdro (*capsula fibrosa*) tvořené tuhým kolagenním nepravidelně uspořádaným vazivem. Z vazivového pouzdra mohou do nitra daného orgánu odstupovat úplná či neúplná vazivová septa, která dělí vnitřní tkáňovou hmotu na menší úseky (laloky, lalůčky). Prostřednictvím sept do kompaktních orgánů obvykle vstupují i cévy a nervy. Vazivové pouzdro zajišťuje soudržnost daného orgánu, u některých kompaktních orgánů však může chybět.

1.3.4 Parenchym a stroma

Vnitřní hmota kompaktních (parenchymatických) orgánů má obvykle měkkou a křehkou konzistenci. Často bývá rozdělena vazivovými septy vycházejícími z vazivového pouzdra na menší laloky, popř. lalůčky, není to však pravidlo. Vnitřní hmota kompaktních orgánů je tvořena dvěma základními složkami – parenchymem a stromatem.

- **parenchym:** Jedná se o epitelovou součást vnitřní hmoty kompaktních orgánů. Parenchym je tvořen obvykle z drobných (mikroskopických) dutých kanálků, trubiček, váčků atd., jejichž stěna je vystlána převážně jednou vrstvou epitelových buněk. Tyto elementy jsou většinou napojeny na jednoduchou či větvenou síť vývodů. Jedná se o hlavní funkční složku kompaktních orgánů (podobně jako *lamina epithelialis* u trubicovitých orgánů). Součástí parenchymu jsou např. plicní sklípky (alveoly) v plicích, nefrony v ledvinách, trámce hepatocytů v játrech, tubuly či alveoly (popř. aciny) ve žlázách, ale i difúzněji uspořádaný epitel, např. cytotetikulum v brzlíku.

Běžným typem parenchymatických orgánů jsou velké žlázy. Parenchym žláz je tvořen několika typy sekrečních elementů. V *exokrinních žlázách* (s vývodem) se jedná zejména o tubuly či alveoly (popř. aciny). **Tubulus** je sekreční oddíl ve tvaru trubice se stěnou tvořenou jednou vrstvou cylindrických buněk a s kanálkem uvnitř. Žlázy obsahující tubuly označujeme jako tubulózní. Mohou být jednoduché, stočené nebo složené (větvené). **Alveolus** je sekreční oddíl ve tvaru váčku se stěnou tvořenou jednou vrstvou nižších buněk a s dutinou uvnitř. Žlázy obsahující alveoly označujeme jako alveolární. Mohou být opět jednoduché nebo složené (větvené). **Acinus** je speciální typ alveolu, který obsahuje vysoké (pyramidovité) buňky, čímž uvnitř zůstává pouze úzký kanálek. Žlázy s aciny se označují jako acinózní (u člověka jsou častější než klasické alveolární žlázy). Časté jsou i exokrinní žlázy se smíšenými sekrečními oddíly, u nichž je tubulus zakončen alveolem či acinem (tzv. tuboalveolární a tuboacinózní žlázy), jsou opět jednoduché i složené (větvené). Některé exokrinní žlázy však mají sekreční buňky sestavené do trámců. Sekreční oddíly jsou v exokrinních žlázách napojeny na vývody, které se postupně stékají do vývodu hlavního. V *endokrinních žlázách* (bez vývodu) jsou sekreční buňky uspořádány nejčastěji do **trámců** nebo **folikulů** (uzavřených kulovitých váčků). Endokrinní žlázy nemají vývody a sekreční elementy jsou v nich opředeny krevními kapilárami (často širokými, tzv. sinusy), do nichž se vstřebávají jejich sekrety.

- **stroma:** Jedná se o hmotu tvořenou řídkým kolagenním (intersticiálním) vazivem s proměnlivým podílem elastických vláken a hladkých svalových buněk. Stroma obklopuje a stmeluje epitelové elementy parenchymu do kompaktní hmoty (působí tedy jako tmel). Ovlivňuje konzistenci daného orgánu a probíhají a větví se v něm cévy a nervy.

2 TRÁVICÍ SOUSTAVA (*systema digestorium*)

2.1 Vymezení problematiky

Trávicí soustava je nejdelším útrobním orgánovým systémem lidského těla. Její hlavní funkcí je **zajišťovat přísun látek** (živin, vody, minerálů a dalších) pro metabolické procesy v těle, podílí se tedy na metabolismu (látkové výměně). Trávicí soustava zajišťuje konkrétně *příjem* potravy do těla, její *mechanické a chemické zpracování* (trávení), *vstřebávání* látek z potravy do tělních tekutin (aby mohly být transportovány k cílovým buňkám) a *výdej nestrávených zbytků* potravy z těla ven. Některé orgány trávicího systému mají další specifické funkce, obvykle však opět spjaté s metabolismem.

Základem trávicí soustavy je trávicí trubice (*canalis alimentarius*) – kanál začínající ústní štěrbinou a končící řitním otvorem. Epitel trávicí trubice je po většině délky entodermálního původu, pouze počáteční úsek (větší část dutiny ústní) a koncový úsek (řitní kanál) obsahuje epitel původu ektodermálního. Další vrstvy stěny orgánů trávicí soustavy (slizniční vazivo, podslizniční vrstva, svalová vrstva a vazivové obaly) jsou původu mezodermálního. K trávicí trubici se připojují některé velké žlázy. Orgány trávicí soustavy můžeme rozdělit do těchto skupin:

- **dutina ústní (*cavum oris*)**
 - stěny
 - rty (*labia*)
 - tváře (*buccae*)
 - patro (*palatum*)
 - dno dutiny ústní (*diaphragma oris*)
 - hltanová úžina (*isthmus faucium*)
 - jazyk (*lingua*)
 - slinné žlázy (*glandulae salivariae*)
 - zuby (*dentes*)
- **vlastní trávicí trubice**
 - hltan (*pharynx*)
 - jícen (*oesophagus*)
 - žaludek (*ventriculus, gaster*)
 - tenké střevo (*intestinum tenue*)
 - tlusté střevo (*intestinum crassum*)
- **velké žlázy trávicí soustavy**
 - játra (*hepar*)
 - žlučové cesty (*ductus biliares*) a žlučník (*vesica fellea*)
 - slinivka břišní (*pancreas*)

2.2 Obecná stavba trávicí trubice

Stěna jednotlivých orgánů trávicí trubice je tvořena klasickými vrstvami typickými pro trubcovité orgány, s určitými funkčními modifikacemi. Velké žlázy připojené k trávicí trubici jsou (mimo vývodné cesty) orgány parenchymatické a jejich stavba tedy odpovídá tomuto typu orgánů.

- **sliznice (*tunica mucosa*):** Vystýlá vnitřní povrch trávicí trubice. Sestává z těchto vrstev:
 - epitelová vrstvička (*lamina epithelialis*): Je tvořena v počátečním úseku (ústní dutina, hltan a jícen) a koncovém úseku (řitní kanál) vícevrstevným nerohovatějším epitelem s funkcí ochrany mechanicky namáhané sliznice, v ostatních částech jednovrstevným epitelem cylindrickým.

- **vazivová vrstvička (*lamina propria*):** Je tvořena řídkým kolagenním vazivem. Obsahuje cévy, nervy a difúzní i organizovanou lymfatickou tkáň (mízní uzlíky). Zasahují do ní slizniční žlázy (resp. jejich sekreční oddíly).
- **svalová vrstvička (*lamina muscularis*):** Jedná se o velmi tenkou vrstvičku hladké svaloviny, která usměrňuje posuny („strhávání“) sliznice při postupu sousta či tráveniny daným orgánem. Nachází se ve sliznici trávicího traktu v úseku od jícnu po rektum.
- **podslizniční vrstva (*tela submucosa*):** Je specifickým trávicím traktem v úsecích, které obsahují *lamina muscularis* sliznice (tedy od jícnu po rektum). Odděluje sliznici od „klasické“ svalové vrstvy (či vrstev) nacházejících se v dalších úsecích stěny daného orgánu. Je tvořena řídkým kolagenním vazivem s cévami a nervy.
- **svalová vrstva (*tunica muscularis*):** Je tvořena v počátečním úseku (měkké patro, hltan a část jícnu) a v koncovém úseku (řitní kanál) příčně pruhovanou svalovou tkání, v ostatních úsecích trávicí trubice svalovinou hladkou uspořádanou obvykle ve dvou základních vrstvách – vnější podélné vrstvě (*stratum longitudinale*) a vnitřní okružní vrstvě (*stratum circulare*). V některých úsecích (orgánech) je stavba svalové vrstvy složitější. Mezi oběma svalovými vrstvami se nachází tenká vrstva vaziva s autonomními nervovými pleteněmi.
- **vnější obal:** Část trávicí trubice v oblasti hlavy, krku a v dutině hrudní je obalena adventiciálním typem vnějšího obalu. Povrch úseku trávicí trubice v dutině břišní však tvoří převážně obal serózní, označovaný jako pobřišnice (*peritoneum*). Je to lesklá hladká serózní blána tvořená jednou vrstvou plochých epitelových buněk (tzv. mezotel). Jedná se o jeden z útvarů, jež vznikají rozpadem embryonálních celomových váčků (*viz pasáž „Tunica serosa“ v kapitole „Obecná stavba útrobních orgánů“*). Rozlišujeme dva listy pobřišnice – nástěnný (parietální) list, pokrývající stěny dutiny břišní, a útrobní (viscerální) list, který pokrývá alespoň z části povrch většiny orgánů dutiny břišní (nejen orgány trávicí soustavy). Oba listy v sebe vzájemně přecházejí ve formě závěsů (orgány jsou do nich někdy vtlačeny jako do promáčklého míčku). Mezi oběma listy tak vzniká tzv. pobřišnicová (peritoneální) dutina vyplněná vazkou tekutinou, jež usnadňuje pohyby orgánů dutiny břišní vůči jejím stěnám (zajišťuje tedy skluznost).

Podle anatomického uspořádání přechodu mezi nástěnným a útrobním listem pobřišnice rozdělujeme (nejen trávicí) orgány dutiny břišní na tyto skupiny:

- **retroperitoneální orgány:** Jedná se o orgány, které jsou ponořené do vaziva zadní stěny dutiny břišní, nedosahuje na ně tedy peritoneální pokrýv. Principiálně podobné jsou orgány subperitoneální uložené ve vazivu dolní části břišní dutiny a malé pánve. Patří mezi ně např. rektum, mimo trávicí systém třeba ledviny.
- **mezoperitoneální orgány:** Jedná se o orgány přitisknuté zadní plochou do vaziva zadní stěny dutiny břišní, přes jejichž přední (popř. horní) plochu přechází nástěnný list peritonea (ten se tím vlastně stává listem útrobním). Do této skupiny patří např. slinivka, dvanáctník, vzestupný a sestupný tračník, mimo trávicí systém třeba močový měchýř.
- **intraperitoneální orgány:** Jedná se o orgány obalené útrobním listem peritonea téměř po celé vnější ploše (u trávicí trubice po celém obvodu) s výjimkou úzkého proužku na jejich zadní části. Přechod útrobního listu v nástěnný má podobu závěsu (ve formě tzv. serózní duplikatury). Patří sem např. žaludek, lačník a kyčelník tenkého střeva, příčný a esovitý tračník tlustého střeva, dále játra, slezina a další orgány.

2.3 Dutina ústní (*cavum oris*)

2.3.1 Úvod

Dutina ústní je počátečním úsekem trávicí trubice. Vpředu je ohraničena ústní štěrbinou (*rima oris*), vzadu hltanovou úžinou (*isthmus faucium*), kde přechází do hltanu. Dutina ústní je rozdělena na předsíň (*vestibulum oris*) a vlastní dutinu ústní (*cavum oris proprium*). Hranicí mezi oběma částmi je horní a dolní zubní oblouk. Dutina ústní je vystlána sliznicí, jejíž epitelovou vrstvičku (*lamina epithelialis*) tvoří vícevrstevný plochý nerohovatějící epitel připojený k podkladu (kostěnému či svalovému) vazivovou vrstvičkou sliznice (*lamina propria*).

2.3.2 Stěny dutiny ústní

Dutina ústní je prostor ohraničený šesti stěnami. Přední stěnu tvoří rty (*labia*), zadní stěnu hltanová úžina (*isthmus faucium*), horní patro (*palatum*), dolní *diaphragma oris* a laterální stěny jsou tvořeny tvářemi (*buccae*).

- **rty (*labia*):** Rty tvoří přední stěnu (ohraničení) dutiny ústní. Horní ret (*labium superius*) a dolní ret (*labium inferius*) ohraničují vchod do dutiny ústní (*rima oris*) a stýkají se v koutku ústním (*angulus oris*). Vnější povrch rtů je kryt kůží, vnitřní povrch sliznicí dutiny ústní, která ve středové rovině, směrem k dásním, vytváří tzv. uzdičku (*frenulum*). Mezi kožní a slizniční zónou je tzv. *přechodná červená zóna* krytá tenkou modifikovanou kůží bez pigmentů, skrz kterou prosvítají krevní kapiláry dodávající červené zbarvení (je to struktura vyvinutá pouze u člověka, je velmi citlivá a má vztah k sexualitě). Uvnitř je ret vyplněn vazivem a mimickými svaly, zejména kruhovým svalem ústním (*musculus orbicularis oris*).
- **tvář (*bucca*):** Tvoří laterální stěnu (ohraničení) dutiny ústní. Na povrchu je tvář pokryta kůží, zevnitř je kryta sliznicí dutiny ústní. Uvnitř tváře se nachází vazivo a některé mimické svaly, zejména sval tvářový (*musculus buccinator*), a rovněž tukové těleso, které tvářím tvářím charakteristické individuální zaoblení.
- **patro (*palatum*):** Patro tvoří horní stěnu (ohraničení) dutiny ústní a přepážku mezi dutinou ústní a dutinou nosní. Dělí se na tvrdé patro a měkké patro.
 - **tvrdé patro (*palatum durum*):** Tvoří přední tři čtvrtiny patra. Jeho podkladem jsou některé kosti splanchnokránia (především patrové výběžky horní čelisti, doplněné vzadu patrovými výběžky kosti patrové). Ze strany dutiny ústní je tvrdé patro kryto sliznicí dutiny ústní, která je přirostlá k periostu uvedených kostěných podkladů (jde tedy o *mukoperiost*).
V přední části tvrdého patra ve středové rovině se nachází tzv. *canalis incisivus*, procházející tvrdým patrem a ústící do dutiny nosní. Obsahuje vazivo a rudimenty tzv. vomeronasálního (Jacobsonova) orgánu, který u některých obratlovců obsahuje smyslové buňky, sloužící k čichové kontrole obsahu dutiny ústní (přijímané potravy).
 - **měkké patro (*palatum molle*):** Tvoří zadní čtvrtinu patra. Navazuje vzadu na tvrdé patro. Směrem dozadu z něho odstupuje nepárový výběžek, tzv. čípek (*uvula*). Podkladem měkkého patra je plochá šlacha (*aponeurosis palatina*) připojená na tvrdé patro, na kterou se upíná několik párů příčně pruhovalých svalů (tzv. svaly měkkého patra). Svaly jsou inervovány 9. a 10. hlavovým nervem a podílejí se na polykání.
- **hltanová úžina (*isthmus faucium*):** Jedná se o zadní stěnu (ohraničení) dutiny ústní. Obsahuje otvor (*fauces*), který je průchodem z ústní dutiny do hltanu. Jedná se o zúžené místo, ohraničené po obou stranách dvěma za sebou vertikálně uloženými oblouky, a to obloukem patrojazykovým a obloukem patrohltanovým. Pod sliznicí oblouků probíhají příčně pruhovalé svaly inervované 9. a 10. hlavovým nervem a uzavírající svou kontrakcí hltanovou úžinu při polykání. Mezi oběma oblouky se nachází jamka (*fossa tonsillaris*), v níž je uložena patrová mandle (*tonsilla palatina*) – lymfatický orgán s kumulací lymfatické tkáně.
- **dno dutiny ústní (*diaphragma oris*):** Jedná se o dolní stěnu (ohraničení) dutiny ústní, tzv. spodinu. Ta je kryta jemnou sliznicí, skrz kterou prosvítají slinné žlázy a jejich vývody. Dno dutiny ústní tvoří zejména suprahyoideální svaly, především *musculus mylohyoideus*, na boku je ohraničeno vnitřní plochou těla mandibuly.

2.3.3 Jazyk (*lingua*)

Jazyk (latinsky *lingua*, řecky *glossa*) je zploštělý svalnatý orgán odstupující ze spodiny dutiny ústní. Jeho funkcí je částečné mechanické zpracování potravy, její posuny v dutině ústní, chemická kontrola potravy (tedy chuťová funkce) a z mimotravicích funkcí zejména artikulace (odtud homonymické označení jazyka jako orgánu a jazyka jako řeči, které se vyskytuje v mnoha jazycích).

Makroskopická stavba

- **kořen (*radix*):** Zadní část, navazuje na hrtanovou příklopku (*epiglottis*).
- **tělo (*corpus*):** Je zploštělé, má tedy dvě plochy, horní a dolní.
- **hrot (*apex*):** Přední část, vybíhá směrem ke vchodu do dutiny ústní.

Histologická stavba

- **sliznice:** *Lamina epithelialis* je tvořena epitelem dutiny ústní (tedy vícevrstevným nerohovatějším) podloženým řídkým slizničním vazivem představujícím *lamina propria*. Na spodní ploše jazyka je sliznice hladká a je pokračováním sliznice dna dutiny ústní. Ve středové rovině je sliznice ke dnu dutiny ústní připojena slizniční řasou, tzv. uzdičkou (*frenulum*). Sliznice horní plochy jazyka je rozbrázděná a pomocí příčného žlábků rozdělená na kratší zadní a delší přední úsek. V zadní třetině horní plochy obsahuje nahromaděnou lymfatickou tkáň tvořící v souhrnu tzv. jazykovou mandli (*tonsilla lingualis*). Na předních dvou třetinách obsahuje sliznice výběžky, tzv. papily, které můžeme podle tvaru rozdělit do několika typů:
 - nitkovité papily (*papillae filiformes*): Drobné papily pokrývající hustě celou horní plochu jazyka. Dodávají jazyku sametový vzhled. Neobsahují chuťové pohárky.
 - houbovitě papily (*papillae fungiformes*): Větší papily pravidelně rozmístěné mezi papilami nitkovitými. Obsahují chuťové pohárky.
 - listovité papily (*papillae foliatae*): Jsou uloženy v počtu několika kusů na laterálních okrajích jazyka. Obsahují chuťové pohárky.
 - hrazené papily (*papillae vallatae*): Několik velkých papil na hranici zadní a střední třetiny jazyka. Obsahují chuťové pohárky.
- **podslizniční vrstva:** Jedná se o vrstvu řídkého kolagenního vaziva, která se však nachází pouze pod sliznicí dolní plochy jazyka, zatímco pod sliznicí horní plochy jazyka je souvislá zhuštěná vazivová šlacha (*aponeurosis linguae*).
- **svaly:** Jedná se o několik párů příčně pruhovaných svalů, které pohybují jazykem při příjmu potravy a při artikulaci. Jsou inervovány 12. hlavovým nervem. Dělí se na dvě skupiny:
 - *extraglosální svaly*: Začínají na některých kostech lebky (mandibula, jazyk, bodcovitý výběžek spánkové kosti) a upínají se do *aponeurosis linguae*. Pohybují jazykem jako celkem.
 - *intraglosální svaly*: Jsou to drobné, různými směry probíhající, svalové snopce uložené uvnitř jazyka (nezačínají na kostech), kde se upínají do *aponeurosis linguae*. Mění svými kontrakcemi tvar jazyka a zajišťují jeho vysokou flexibilitu.

2.3.4 Slinné žlázy (*glandulae salivariae*)

Jedná se o žlázy produkující **sliny** (*salivae*), a to v množství asi 1,5 l denně. Sliny se uplatňují při přípravě sousta – slouží k jeho lubrikaci, posunu do dalších částí trávicí trubice, k počátku chemického (enzymatického) trávení a k imunitní ochraně. Slinné žlázy obsahují ve svém parenchymu dva základní typy sekrečních oddílů (žlázek). Prvním typem jsou **mucinózní žlázy**. Jejich sekreční oddíly jsou *tubulózního typu* (trubice vystlaná jednou vrstvou sekrečních cylindrických buněk). Produkují hlen (mucin), který zvlhčuje sousto a napomáhá jeho posunu v dutině ústní (má tedy funkci lubrikantu). Druhým typem jsou **serózní žlázy**. Jejich sekreční oddíly jsou *acinózního (alveolárního) typu* (váček vystlaný jednou vrstvou vysokých sekrečních buněk). Produkují řidší vodnaté sekrety obsahující vodu, minerální látky, slinné amylázy (tzv. ptyalin, který zahajuje štěpení polysacharidů) a imunoglobuliny (s imunitní funkcí). Mucinózní a serózní žlázy mají vývody, které se postupně spojují až do hlavního vývodu ústního do dutiny ústní. Slinné žlázy jsou dvojího typu:

- **malé slinné žlázy** (*glandulae salivariae minores*): Jedná se o větší množství drobných slinných žlázek uložených ve sliznici rtů, tváří, tvrdého patra a jazyka. Největší se nacházejí v hrotu a při kořeni jazyka. Produkují sliny neustále a podílejí se tak na trvalém zvlhčování sliznice dutiny ústní.
- **velké slinné žlázy** (*glandulae salivariae majores*): Jsou to tři páry slinných žláz v okolí dutiny ústní, do níž ústí svými vývody. Produkují sliny pouze na nervový podnět (např. při příjmu potravy). Na povrchu jsou kryty vazivovým pouzdrém, z něhož do nitra pronikají septa dělící vnitřní hmotu žlázy (parenchym a stroma) na jednotlivé lalůčky. Žlázový parenchym obsahuje sekreční oddíly (mucinózní a serózní žlásky, s proměnlivým zastoupením v jednotlivých žlázách), které jsou stmelené vazivem (stromatem). Ze sekrečních oddílů vycházejí vývody, které se postupně spojují, až vytvoří hlavní vývod. Jedná se o následující žlázy:
 - žláza příušní (*glandula parotis*): Je to největší slinná žláza. Nachází se před boltcem ušním na vnější ploše ramene mandibuly a ústí na tváři (na úrovni druhého horního moláru).
 - žláza podčelistní (*glandula submandibularis*): Nachází se na spodině dutiny ústní pod *musculus mylohyoideus*. Ústí pod jazykem (má společný vývod s podjazykovou žlázou).
 - žláza podjazyková (*glandula sublingualis*): Nachází se na spodině dutiny ústní nad *musculus mylohyoideus*. Ústí pod jazykem (má společný vývod s podčelistní žlázou).

2.3.5 Zuby (*dentes*)

Zuby (latinsky *dentes*, j. č. *dens*, řecky *odus*, 2. p. *odontos*) jsou nejtvrdší orgány lidského těla (jsou tvořeny nejtvrdšími, tedy nejmineralizovanějšími, tkáněmi). Jsou vsazeny do zubních lůžek, tzv. alveolů, které jsou umístěny v řadě za sebou v *processus alveolaris* horní a dolní čelisti. Vnější povrch *processus alveolaris* je kryt dásní (*gingiva*), což je modifikovaná sliznice dutiny ústní pevně srostlá s periostem alveolárních výběžků čelistí (jde tedy o *mukoperiost*). Horní zuby vytvářejí horní zubní oblouk, který je eliptického tvaru, dolní zuby vytvářejí dolní zubní oblouk, jehož tvar je parabolický. Oba zubní oblouky tvoří hranici mezi předsíní dutiny ústní a vlastní dutinou ústní. Souhrn všech zubů v ústní dutině se nazývá chrup (*dentice*).

Makroskopická stavba

- **kořen** (*radix dentis*): Jedná se o část zubu, která je vsazena do zubního lůžka dásňového výběžku čelisti. Jednotlivé zuby se liší počtem svých kořenů (1–3). Připojení kořene zubu do alveolu je zvláštním typem syndezmózy a označuje se jako *gomphosis* (vklínění). Vazy připojující zubní kořen do alveolu se souhrnně označují jako **ozubice** (*periodontium*). Jde o tuhé kolagenní vazivo, které obsahuje různými směry probíhající krátká a velmi pevná kolagenní vlákna, jež odstupují z povrchu zubního cementu kryjícího kořen a upínají se do kostní tkáně alveolu.
- **krček** (*collum dentis*): Jedná se o krátkou část zubu mezi kořenem a korunkou. Je kryt dásní.

Mezi dásní a krčkem se nachází tzv. **gingivodentální uzávěr**. Je tvořen modifikovanou dásní s vícevrstevným mírně rohovatějším epitelem, který díky specializovaným kontaktům pevně lne ke krčku zubu. Slizniční (dásňové) vazivo je v těchto místech infiltrováno lymfocyty, které působí jako imunologická bariéra (zabraňují pronikání infekcí a dalších škodlivin ke krčku a kořenu zubu). Porucha tohoto uzávěru může vést k onemocnění zvanému parodontóza, během kterého může dojít k uvolnění fixace zubu v zubním lůžku (parodont je souhrnné označení struktur kolem zubního kořene a krčku, tedy zubního lůžka, periodontia, zubního cementu a dásně).

- **korunka** (*corona dentis*): Jedná se o viditelnou část zubu vyčnívající z dásní. Má různý tvar závislý na typu zubu. Na korunce rozlišujeme pět ploch:

- *facies vestibularis* – plocha otevřená směrem do předsíně dutiny ústní
- *facies lingualis* – plocha otevřená směrem do vlastní dutiny ústní
- *facies occlusalis* – tzv. skusná plocha, podílí se na skusu zubu (okluzi)
- *facies mesialis* – plocha sousedící s mesiálněji (vepředu) uloženým zubem
- *facies distalis* – plocha sousedící s distálněji (vzadu) uloženým zubem

Histologická stavba

Zub je tvořen zejména tvrdými tkáněmi, a to zubovinou, sklovinou a cementem. Jde o nejtvrďší tkáň v těle (tvrdší a mineralizovanější než tkáň kostní). Uvnitř zubu je dutina vyplněná zubní dření.

Během embryonálního vývoje se, na místě budoucích zubů, odštěpí z ektodermové výstelky ústní dutiny váčky se stěnami z jedné vrstvy buněk. Ty se poté ponoří do okolního mezenchymu a promáčknou se (jako míčky). Vzniknou tak tzv. *zubní pohárky* s papilou mezenchmu. Prostor mezi zevním a vnitřním listem každého váčku se vyplní rozvlákněným epitelem (jde o tzv. sklovinný orgán). Vnitřní list váčku je tvořen tzv. *ameloblasty* (ektodermální buňky). Zevnitř pohárku se k nim přiloží mezenchymové buňky, které se diferencují v *odontoblasty*. Ameloblasty produkují směrem k odontoblastům hmotu skloviny, odontoblasty tvoří směrem k ameloblastům zubovinu, obě vrstvy buněk se tak od sebe postupně oddalují vznikajícími zubními tkáněmi. Ameloblasty tedy původně pokrývají tvořící se sklovinu, během prořezávání zubu se však stírají a mizí. Na povrchu zubního kořene vznikne osifikací zubní cement. Z mezenchymu zubního pohárku se vyvine zubní dřeň.

- **sklovina (*enamelum*):** Pokrývá zubní korunku. Její tloušťka se pohybuje mezi 0,5–2,5 mm. Sklovina obsahuje buňky (tzv. ameloblasty) pouze během vývoje, v definitivním stádiu jde o acelulární (ne-buněčnou) tkáň. Je to nejtvrďší a nejvíce mineralizovaná tkáň v lidském těle. Je tvořena vodou (asi 2 %), organickými látkami (asi 2 %, jde o tuky a bílkoviny amelogenin a enamelin), zejména však látkami minerálními (asi 96 %). Minerální složku tvoří hlavně krystaly hydroxyapatitu (hydroxyfosforečnanu vápenatého, hydroxyfosforečnanové ionty jsou občas nahrazeny ionty fluoridovými, čímž vzniká fluoroapatit). Histologicky je tvořena prizmaty a interprizmatickou hmotou.
 - **sklovinná prizmata:** Jedná se o dlouhé a velmi tenké do sebe zapadající hranoly minerální hmoty (tvar průřezu prizmat je kruhový, oválný, podkovovitý nebo má podobu klíčové dírky). Probíhají kolmo k povrchu skloviny. Jejich šířka je asi 5 µm (odpovídá šířce apikální plochy ameloblastu), výška odpovídá celé tloušťce skloviny (tedy 0,5–2,5 mm). Každé prizma je tvořeno asi 1000 velmi tenkých krystalů hydroxyapatitu stmelených organickou hmotou. Podélná osa krystalů je souběžná s podélnou osou prizmat. Na povrchu prizmat je obal z organické hmoty.
 - **interprizmatická hmota:** Jedná se o hmotu mezi jednotlivými prizmaty. Je tvořena velmi drobnými krystaly hydroxyapatitu, které jsou nasměrovány kolmo k prizmatům.
- **cement (*cementum*):** Pokrývá zubní kořeny. Je to modifikovaná kostní tkáň. Jeho tloušťka je setiny až desetiny milimetru. Povrchová vrstva obsahuje buňky, *cementoblasty*. Ty vytvářejí mezibuněčnou hmotu a mění se na *cementocyty*, které postupují do hlubší vrstvy (proces podobný přeměně osteoblastů v osteocyty). Nejhlubší vrstva naléhající na dentin zubního kořene je acelulární (ne-buněčná). Mezibuněčná hmota je tvořena vodou (asi 10 %), organickými látkami (asi 30 %, jde o kolagenní vlákna a bílkoviny) a minerálními látkami (asi 60 %). Minerální složku tvoří zejména krystaly hydroxyapatitu (hydroxyfosforečnanu vápenatého). Z vnějšku se do cementu upínají krátká, ale silná kolagenní vlákna, tvořící jako celek tzv. ozubici (*periodontium*), jež připojuje zub do kostěné stěny zubního lůžka. Cement vykazuje roční přírůstek (jako letokruhy na stromech).
- **zubovina (*dentinum*):** Tvoří souvislou vnitřní kostru celého zubu. Na korunce je kryta sklovinou a na kořeni cementem. Uvnitř zuboviny je zubní dutina vyplněná zubní dření. Buněčnou složku zuboviny tvoří tzv. *odontoblasty*. Jedná se o palisádovité buňky, které v jedné vrstvě vystylají zubní dutinu. Apikální plocha odontoblastu je obrácena do zubní dutiny. Z jeho bazální části odstupuje dlouhý výběžek (tzv. Tomesovo vlákno), které prochází tenkým kanálkem napříč celým dentinem až k hranici skloviny, kolmo k vrstvě odontoblastů. Odontoblasty se tvoří z mezenchymocytů a narodí od ameloblastů skloviny zůstávají trvale uvnitř zubu. Zubovina je (hned po sklovině) druhou nejtvrďší a nejvíce mineralizovanou tkání v lidském těle. Její mezibuněčná hmota je tvořena vodou (asi 10 %), organickými látkami (asi 20 %, jde o kolagenní vlákna a další bílkoviny), zejména však minerálními látkami (asi 70 %). Minerální složku tvoří v největší míře krystaly hydroxyapatitu (hydroxyfosforečnanu vápenatého). Dentin je tedy svým složením příbuzný kostní tkáni.
- **dřeňová dutina (*cavum dentis*):** Jde o malou dutinu uvnitř zubu zasahující až do kořene. Je vyplněna zubní dření (*pulpa dentis*) tvořenou rosolovitým vazivem s kapilárními a nervovými sítěmi, které sem vstupují otvůrkem na vrcholu zubního kořene.

Typy zubů

Chrup člověka je *heterodontní*, což znamená, že obsahuje několik tvarově (i funkčně) odlišných typů zubů (na rozdíl od homodontního chrupu tvořeného zuby přibližně stejné morfologie). Jedná se o:

- **řezáky** (*dentes incisivi*): Jsou to zuby s dlátovitě formovanou korunkou, okluzní plocha je upravena do tvaru hrany. Mají jeden kořen. Označují se jako „i“ (u mléčných zubů) a „I“ (u trvalých zubů).
- **špičáky** (*dentes canini*): Jedná se o zuby s korunkou ve tvaru hrotu. Mají jeden kořen. Nepřesahují okluzní rovinu ostatních zubů. Označují se jako „c“ (u mléčných zubů) a „C“ (u trvalých zubů).
- **zuby třenové** (*dentes premolares*): Mají plochou korunku, která má na svém povrchu dva hrbolky, jeden vestibulární (vnější) a jeden linguální (vnitřní). První horní premolár má dva kořeny (jeden vestibulární a jeden linguální), ostatní mají jeden kořen. Označují se jako „P“.
- **stoličky** (*dentes molares*): Mají plochou korunku. Na okluzní ploše mají čtyři až pět hrbolků. Horní moláry mají tři kořeny (dva vestibulární a jeden linguální), dolní moláry mají dva kořeny (jeden mesiální a jeden distální). Označují se jako „m“ (u mléčných zubů) a „M“ (u trvalých zubů).

Generace chrupu

Chrup člověka je *difyodontní*, což znamená, že se postupně během časných fází ontogeneze vyvíjejí dvě generace zubů. První jsou zuby dočasné (mléčné), druhou generaci představují zuby trvalé. Prořezávání (erupce) zubů, jak dočasných, tak trvalých, má svoje charakteristické načasování (u trvalých zubů, spíše než o prořezávání, mluvíme o výměně chrupu).

- **mléčný chrup** (*dentes decidui*): Dočasný (mléčný) chrup je první generací zubů. Obsahuje v úplné sestavě celkem 20 zubů, v každé polovině horní i dolní čelisti (tedy v každém zubním kvadrantu) je 5 zubů, a to 2 řezáky, 1 špičák a 2 stoličky.

pořadí erupce je: i1 – i2 – m1 – c – m2

Nejdříve se tedy prořezává první (dolní) řezák, a to obvykle ve věku 6–9 měsíců (tento věk však může být variabilní). Následuje druhý řezák, první stolička, špičák a jako poslední se ve věku 2,5–3 roky prořezává druhá stolička.

- **trvalý chrup** (*dentes permanentes*): Trvalý chrup je druhou generací zubů. Obsahuje v úplné sestavě celkem 32 zubů, v každém zubním kvadrantu je tedy 8 zubů, a to 2 řezáky, 1 špičák, 2 zuby třenové a 3 stoličky. Trvalé zuby jsou větší než mléčné.

pořadí erupce je: M1 (I1) – I1 (M1) – I2 – P1 – C – P2 – M2 – M3

Jako první se tedy alternativně prořezává buď první stolička, nebo první řezák, a to ve věku 6–7 let. Podle toho rozlišujeme tzv. *molární typ erupce*, kdy se jako první prořezává první stolička, a *incisivní typ erupce*, kdy se jako první prořezává první řezák. V naší populaci jsou oba typy zastoupeny přibližně stejnou měrou. Potom následuje druhý řezák, první premolár, špičák, druhý premolár, druhá stolička (ve věku 10–15 let) a nakonec třetí stolička, tzv. zub moudrosti (prořezává se ve věku od 17 let až asi do 40 let, u někoho se však neprořeže vůbec nebo se ani nezaloží, popř. se prořeže špatně a působí problémy tlakem na nejbližší zuby).

Trvalé řezáky, špičáky a premoláry (celkem 5 zubů v každém kvadrantu) nahrazují při obměně zubů mléčné zuby (opět tedy 5 zubů v každém kvadrantu), zatímco stoličky vyrůstají až za linií mléčných zubů (nemají co nahrazovat, pouze doplňují zubní řadu). Ve fylogenezi savců bylo při erupci trvalého chrupu prvotním stavem nejdříve doplnění mléčného chrupu trvalými stoličkami, čímž každý kvadrant získal 8 zubů (5 mléčných a 3 trvalé). Stoličky se tedy prořezávaly jako první. Teprve potom byly mléčné zuby nahrazovány trvalými řezáky, špičáky a premoláry. Během fylogeneze člověka však postupně nastalo „zaostávání“ stoliček a časový posun jejich erupce až za ostatní zuby. Jako první se to stalo u třetí stoličky, která se prořezává jako poslední ze všech trvalých zubů, přičemž někdy se neprořeže vůbec. Rovněž druhá stolička se prořezává až jako předposlední (před třetí stoličkou). První stolička si do jisté míry zachovala primát v erupci – prořezává se jako první, čímž zapadá do prvotního schématu spočívajícího v doplňování mléčných zubů stoličkami. Přibližně v polovině případů však dochází k tomu, že je „předběhnuta“ prvním špičákem, čímž se i ona dostává postupně do pozadí (viz výše – molární a incisivní typ erupce).

2.4 Vlastní trávicí trubice

2.4.1 Hltan (*pharynx*)

Hltan je trubicovitý orgán dlouhý asi 12–14 cm. Nachází se pod bází lebny a v krku. Kraniálně navazuje na dutinu nosní a kaudálněji na dutinu ústní, jeho pokračováním je jak jícen, tak hrtan. Je tedy součástí jak trávicí, tak dýchací soustavy, jejichž cesty se v hltanu kříží. Jeho funkcí je polykání.

Makroskopická stavba

- **část nosní (*pars nasalis*):** Také nosohltan (*nasopharynx*). Jde o nejkraniálnější oddíl hltanu navazující na dutinu nosní, s níž komunikuje vnitřními nozdrami (*choanae*). Kraniálně je ukončen slepě a opírá se zde o spojené tělo kosti klínové a *pars basilaris* kosti týlní. Z nosní části hltanu vede párová sluchová (Eustachova) trubice do středoušní dutiny.
- **část ústní (*pars oralis*):** Také *oropharynx*. Jde o střední oddíl hltanu navazující na dutinu ústní, s níž komunikuje prostřednictvím hltanové úžiny (*isthmus faucium*).
- **část hrtanová (*pars laryngea*):** Také *laryngopharynx*. Jde o nejkaudálnější úsek, který pokračuje dolů dorzálně jako jícen (a dále do trávicích cest), ventrálně jako hrtan (a dále do dýchacích cest).

Histologická stavba

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. *Lamina epithelialis* ústní a hrtanové části tvoří vícevrstevný plochý nerohovatějící epitel (více vrstev je ochranou sliznice mechanicky namáhané procházející potravou). V nosní části je (jako jinde v dýchacích cestách) víceřadý řasinkový epitel. Vazivová *lamina propria* obsahuje na zadní stěně nosní části kumulace lymfatických uzlíků tvořící tzv. hltanovou mandli (*tonsilla pharyngea*), někdy označovanou i jako nosní mandle.
- **svalová vrstva:** Je tvořena několika příčně pruhovanými svaly s obvykle cirkulárním průběhem. Svaly jsou inervovány 9. a 10. hlavovým nervem a svou kontrakcí zužují hltan, čímž posouvají potravu do jícnu (umožňují polykání sousta).
- **vnější obal:** Je představován adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem).

2.4.2 Jícen (*oesophagus*)

Jícen je trubicovitý orgán dlouhý asi 25 cm a široký asi 1,5 cm. Nachází se hlavně v hrudní dutině, částečně zasahuje do oblasti krku a břišní dutiny. Kraniálně navazuje na hltan, kaudálním pokračováním je žaludek. Je několikrát zakřiven v rovině sagitální i frontální (sleduje průběh hrudní páteře i polohu nitrohrudních orgánů) a má i několik zúžení. Slouží k plynulému transportu sousta do žaludku.

Makroskopická stavba

- **krční část (*pars cervicalis*):** Krátký úsek po odstupu z hltanu.
- **hrudní část (*pars thoracica*):** Hlavní úsek. Jeho část probíhá za průdušnicí, s níž je pevně spojen.
- **břišní část (*pars abdominalis*):** Krátký úsek před vyústěním do žaludku: Do břišní dutiny se dostává průchodem skrz *hiatus oesophageus* bránice.

Histologická stavba

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis*, *lamina propria* a *lamina muscularis*. Vytváří podélné řasy, které mají funkci rezervních řas vyrovnávajících se při průchodu sousta. Na průřezu má tedy dutina jícnu hvězdovitý tvar. *Lamina epithelialis* je tvořena vícevrstevným plochým nerohovatějícím epitelem. Pod ní leží vazivová *lamina propria* a pod ní tenká *lamina muscularis* z hladké svaloviny.

- **podslizniční vrstva:** Je tvořena řídkým kolagenním vazivem. Obsahuje četné mucinózní žlázy ústící na povrchu sliznice, které produkují hlen chránící sliznici před kyselým obsahem z žaludku.
- **svalová vrstva:** Svalovina vytváří vnější podélnou a vnitřní okružní vrstvu. Je tvořena jak příčně pruhovanou, tak hladkou svalovinou. V kraniálním úseku se nachází pouze příčně pruhovaná svalovina upevněná na prstenčitou chrupavku hrtanu, ve středním úseku přibývá svalovina hladká a v kaudálním úseku je pouze svalovina hladká. Příčně pruhované svaly jsou inervovány 9. a 10. hlavovým nervem. Svalovina svou kontrakcí posunuje sousto, jehož transport se vlivem narůstajícího podílu hladké svaloviny plynule zpomaluje (takže i rychlé spolknutí potravy vede k jejímu pomalému a plynulému vklouznutí do žaludku).
- **vnější obal:** Je představován adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem).

2.4.3 Žaludek (*gaster*)

Žaludek (latinsky *ventriculus*, řecky *gaster* nebo *stomachos*) je trubicovitý orgán, který kraniálně navazuje na jícen, jeho kaudálním pokračováním je tenké střevo. Je uložen v dutině břišní vlevo nahoře, v levé brániční klenbě. Je dlouhý asi 25 cm a široký v prázdném stavu asi 4–5 cm. Žaludek představuje vakovitě rozšířenou část trávicí trubice, kde dochází k dočasnému uskladnění potravy, k jejímu promísení a chemickému (enzymatickému) trávení.

Makroskopická stavba

- **část česlová (*pars cardiaca*):** Je to počáteční úsek žaludku navazující na jícen. Obsahuje ústí, tzv. česlo (*cardia*), obklopené svěračem z hladké svaloviny.
- **klenba (*fundus*):** Jedná se o kraniálně vyklenutý slepý konec žaludku.
- **tělo (*corpus*):** Je to hlavní část žaludku. Je předozadně zploštělé a obloukovitě zahnuté. Jeho konvexita směřuje doleva a označuje se jako velké zakřivení (*curvatura major*), konkavita směřuje doprava a nazývá se malé zakřivení (*curvatura minor*).
- **část vrátníková (*pars pylorica*):** Je to krátký zužující se kanál, který navazuje na tělo a přechází do dvanáctníku. Obsahuje ústí, tzv. vrátník (*pylorus*), obklopené svěračem z hladké svaloviny, který se otevírá při přesunu tráveniny z žaludku do dvanáctníku.

Histologická stavba

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis*, *lamina propria* a *lamina muscularis*. Vytváří podélné zprohýbané řasy, které mají funkci rezervních řas vyrovnávajících se při naplnění žaludku přijatou potravou. *Lamina epithelialis* je tvořena jednovrstevným cylindrickým epitelem. Pod slizničním epitelem a mezi jednotlivými žaludečními žlázkami se nachází stmelující vazivová *lamina propria* a pod ní tenká *lamina muscularis* z hladké svaloviny. Povrch žaludeční sliznice je rozdělen do malých políček, v nichž se nacházejí drobné jamky (tzv. žaludeční krypty), do kterých ústí malé žlázy.
 - **žaludeční žlázy:** Jde o drobné slizniční žlázy tubulózního typu ústící do žaludečních krypt. Sestávají z několika typů buněk:
 - **hlenové buňky:** Jsou to jednobuněčné žlázy nacházející se při ústí žaludeční žlázy do krypty. Produkují hlen (mucin), který vytváří na povrchu žaludeční sliznice ochrannou vrstvu proti agresivnímu působení žaludečních kyselin a trávicích šťáv.
 - **zymogenní buňky:** Jsou to hlavní sekreční buňky žaludečních žlázek. Soustředí se hlavně na dno žlázek. Produkují žaludeční šťávu (*succus gastricus*) s trávicími enzymy, mezi které patří:
 - žaludeční lipáza – štěpí tuky
 - žaludeční proteáza – štěpí bílkoviny (jde konkrétně o pepsinogen, což je neaktivní forma, která se vlivem kyselého prostředí uvnitř žaludku mění na aktivní pepsin)

- **krycí buňky:** Nacházejí se přibližně uprostřed žlázek. Produkují dva typy sekretů:
 - kyselina chlorovodíková (HCl) – vytváří kyselé prostředí, přeměňuje neaktivní pepsinogen na aktivní pepsin, má antiseptické účinky
 - vnitřní (Castleův) faktor – glykoprotein, který se váže na vitamín B12 (nutný pro krvetvorbu) z přijaté potravy, jenž může být díky němu vstřebáván v tenkém střevě
- **endokrinní buňky:** Produkují hormony ovlivňující např. sekreci trávicích šťáv.
- **nediferencované buňky:** Jedná se o buňky, z nichž vznikají diferenciací předešlé typy buněk.
- **podslizniční vrstva:** Je tvořena řídkým kolagenním vazivem.
- **svalová vrstva:** Je tvořena hladkou svalovinou, která má tři vrstvy – kromě běžné vnější podélné (*stratum longitudinale*) a vnitřní okružní vrstvy (*stratum circulare*) obsahuje i nejvnitřnější šikmo probíhající vrstvu. Okružní vrstva tvoří svěrače při česlu a vrátníku.
- **vnější obal:** Žaludek je kryt serózou (viscerálním listem peritonea, jednovrstevným plochým epitelem). Od jeho velkého zakřivení odstupuje směrem dolů velká peritoneální řasa, vyplněná síťovitě uspořádanou tukovou tkání. Označuje se jako velká předstěra (*omentum majus*) a nachází se před kličkami tenkého střeva.

2.4.4 Tenké střevo (*intestinum tenue*)

Tenké střevo je trubicovitý orgán, který kraniálně navazuje na žaludek, jeho pokračováním je tlusté střevo. Je umístěno v dutině břišní. Jeho délka je velmi variabilní a dosahuje 3–5 m, průměr je asi 2,5–3,5 cm. Tenké střevo je bohatě zprohýbané a vytváří tak tzv. střevní kličky. V tenkém střevě dochází k chemickému (enzymatickému) trávení potravy, ke vstřebávání živin do tělních tekutin a k posunu nestrávených zbytků potravy do dalších úseků trávicí trubice. Obsah tenkého střeva, přicházející ze žaludku, se nazývá trávenina (*chymus*).

Makroskopická stavba

- **dvanáctník (*duodenum*):** Jedná se o počáteční úsek tenkého střeva dlouhý 25–30 cm (méně než 10 % celkové délky). Tvoří kličku konvexitou směřující doprava. Na jeho sliznici prominují dvě bradavky – *papilla duodeni major* (jde o společné ústí žlučového a hlavního pankreatického vývodu) a *papilla duodeni minor* (ústí sem přídatný vývod pankreatu).
- **lačník (*jejunum*):** Jedná se o střední úsek tenkého střeva. Navazuje na dvanáctník. Je uložen v levé horní části dutiny břišní a zaujímá asi 40 % délky tenkého střeva (název lačník je odvozen od toho, že při pitvě je prázdný).
- **kyčelník (*ileum*):** Jedná se o koncový úsek tenkého střeva. Je uložen v pravé dolní části dutiny břišní (v blízkosti kyčelní kosti) a zaujímá asi 50 % délky tenkého střeva. Přechází do tlustého střeva ústím *ostium ileocaecale*, které je opatřeno slizniční chlopní (zabraňuje zpětnému toku střevního obsahu z tlustého do tenkého střeva).

Histologická stavba

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis*, *lamina propria* a *lamina muscularis*. Obsahuje cirkulárně probíhající řasy zvětšující resorpční povrch sliznice (hustší v lačníku, řidší až žádné v kyčelníku). Povrch sliznice je hustě pokryt prstovitými výběžky, tzv. klky (*villi*), které opět zvětšují resorpční povrch sliznice. Mezi klky se epitel vchlipuje dovnitř sliznice a vytváří tak drobné protáhlé jamky (tzv. Lieberkühnovy krypty či žlásky). Klky jsou tedy everzemi (vychlípeninami), jamky jsou inverzemi (vchlípeninami) sliznice. Na povrchu všech útvarů sliznice (klků i krypt) je jedna vrstva obvykle cylindrických epitelových buněk několika typů (*lamina epithelialis*), pod ní (uvnitř klků) je vazivová *lamina propria* s lymfatickou tkání a pod ní (pod klky) *lamina muscularis* z hladké svaloviny.

- **klky:** Jsou to prstovité výběžky sliznice vysoké asi 0,5–1 mm. Jejich hustota je asi 10–40 na mm² (vyšší a hustší jsou v lačníku, nižší a řidší v kyčelníku). Klk je na povrchu kryt jednou vrstvou epitelových buněk (tvoří *lamina epithelialis*) a uvnitř je vyplněn vazivem (tvoří *lamina propria*). Ve vazivu klku probíhají krevní cévy (vstřebávají se do nich monosacharidy a aminokyseliny) a centrálně umístěná lymfatická kapilára (vstřebávají se do ní tuky). Na povrchu klku se nacházejí následující typy buněk:
 - **enterocyty:** Pokrývají většinu povrchu klků. Produkují trávicí enzymy a zajišťují vstřebávání (resorpci) strávených živin. Jedná se o cylindrické buňky, každá obsahuje na apikálním povrchu asi 3000 mikrokloků (*microvilli*) – drobných výběžků (výška asi 1–2 µm), které jsou po slizničních řasách a klcích další anatomickou úrovní zajišťující zvětšení resorpčního povrchu sliznice (podle odhadů dosahuje tato plocha rozsahu mezi 50–200 m²). Z vrcholků mikrokloků odstupují vlákna mukopolysacharidů, tvořící *glykokalyx*, asi 1 µm silnou hlenovitou vrstvu obsahující i trávicí enzymy produkované enterocyty. Trávicí enzymy se souhrnně označují jako střevní šťáva (*succus entericus*). Patří mezi ně:
 - střevní proteázy – štěpí bílkoviny (aminopeptidázy a dipeptidázy)
 - enterokináza – aktivuje pankreatické proteázy (viz níže)
 - střevní amylázy – štěpí cukry (laktáza a maltáza)
 - **hlenové buňky:** Jsou to jednobuněčné žlázy (tzv. pohárkové buňky) produkující hlen (mucin), jenž vytváří na povrchu sliznice ochrannou vrstvu proti agresivnímu působení trávicích šťáv.
 - **membranózní buňky:** Jinak také M-buňky (*microfold cells*). Jsou uloženy na bázi klků, kde jsou v kontaktu s lymfatickými folikuly slizničního vaziva. Podílejí se na imunitní ochraně.
 - **endokrinní buňky:** Produkují hormony ovlivňující trávení.
- **Lieberkühnovy krypty:** Jedná se o drobné tubulózní žlázy zanořující se do sliznice mezi klky. Obsahují enterocyty a hlenové buňky (podobně jako klky). Dále se v jejich stěně nacházejí *nediferencované* buňky, ze kterých se diferencují ostatní typy buněk (hlavně enterocyty, které se neustále posunují směrem z krypt až na vrcholy klků, kde se rozpadají a zanikají).
- **podslizniční vrstva:** Je tvořena řídkým kolagenním vazivem.
- **svalová vrstva:** Je tvořena hladkou svalovinou, a to vnější podélnou vrstvou (*stratum longitudinale*) a vnitřní okružní vrstvou (*stratum circulare*).
- **vnější obal:** Většina tenkého střeva je kryta téměř po celém obvodu serózou (viscerálním listem peritonea, jednovrstevným plochým epitelem). Viscerální list přechází do parietálního listu vějířovitým závěsem zvaným okružím (*mesenterium*). To dosahuje šířky až 20 cm a odstupuje ze zadní stěny dutiny břišní šikmo zleva a shora doprava a dolů a vějířovitě se rozvíjí k jednotlivým střevním kličkám. Skrz okružím vstupují po celé délce do tenkého střeva cévy a nervy.

2.4.5 Tlusté střevo (*intestinum crassum*)

Tlusté střevo je trubicovitý orgán navazující na tenké střevo, jeho vyústěním je řitní otvor. Je umístěno v dutině břišní. Jeho délka dosahuje 1,2–1,5 m, průměr je asi 5–7 cm. V tlustém střevě dochází ke vstřebávání vody a minerálních látek do tělních tekutin, k mikrobiálnímu zpracování (dekompozici) tráveniny pomocí bakterií střevní mikroflóry a k vypuzení nestrávených zbytků potravy.

Makroskopická stavba

- **slepé střevo (*intestinum caecum*):** Jedná se o slepý vakovitý výběžek tlustého střeva uložený pod ústím tenkého střeva. Vybíhá z něho tenký slepě zakončený výběžek, tzv. *appendix vermiformis*, který obsahuje ve slizničním vazivu kumulaci velkých lymfatických uzlíků, čímž připomíná tonzily a má zřejmě i podobné imunitní funkce (u člověka je to však rudimentární orgán).

- **tračník (*colon*):** Jedná se o hlavní (nejdelší) součást tlustého střeva. Celý povrch tračníku je rozbrázděn příčnými rýhami, které oddělují tzv. výpuky (*haustra*). Hranice jednotlivých výpuků jsou podmíněny lokálním tonusem okružní hladké svaloviny a z tohoto důvodu se neustále mění. Podle průběhu se tračník dělí na čtyři úseky:
 - vzestupný tračník (*colon ascendens*): Probíhá vzhůru po pravém okraji dutiny břišní.
 - příčný tračník (*colon transversum*): Probíhá příčně v horní části dutiny břišní.
 - sestupný tračník (*colon descendens*): Probíhá dolů po levém okraji dutiny břišní.
 - esovitý tračník (*colon sigmoideum*): Probíhá v dolní části dutiny břišní a v malé pánvi.
- **konečník (*rectum*):** Jedná se o konečný úsek trávicí trubice. Ústí na povrch těla řitním otvorem (*anus*). Konečník je uložen v malé pánvi, kde prochází nejprve pánevní svalovou přepážkou a poté svaly hráze. Skládá se ze dvou základních částí:
 - konečnicková výduť (*ampulla recti*): Je to počáteční rozšířený úsek rekta.
 - řitní kanál (*canalis analis*): Jedná se o koncový úsek rekta ústící do řitního otvoru.

Histologická stavba

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis*, *lamina propria* a *lamina muscularis*. Nacházejí se na ní příčně probíhající poloměsíčitě řasy, které jsou vnitřním ekvivalentem vnějších rýh oddělujících jednotlivá haustra, jsou tedy rovněž nestálé a jejich poloha se mění. Ve sliznici tlustého střeva se, na rozdíl od střeva tenkého, nenacházejí everze (tedy konstantní řasy ani klky). Sliznice však obsahuje inverze (podobně jako sliznice tenkého střeva), a to ve formě hustě uspořádaných drobných jamek, do nichž ústí tzv. Lieberkühnovy krypty či žlázy. Histologicky je sliznice je pokryta jednovrstevným cylindrickým epitelem (tvoří *lamina epithelialis*). Obsahuje podobné typy buněk jako sliznice tenkého střeva. Základními buňkami jsou *kolonocyty*. Jedná se o cylindrické buňky podobné enterocytům tenkého střeva. Mají však méně mikrokلك. Jejich funkcí je resorpce vody a minerálních látek. Epitel sliznice řitního kanálu je však odlišný, jedná se o vícevrstevný epitel nerohovatějící (ochrana před mechanickým namáháním). Pod epitelovou vrstvou je vazivová *lamina propria* (obsahuje velké množství mizních uzlíků, a to z důvodu nutnosti výraznější imunitní ochrany před působením mikrobů tlustého střeva) a pod ní se nachází *lamina muscularis* z hladké svaloviny. Významnou součástí sliznice (dutiny) tlustého střeva je mikrobiální flóra (mikroflóra).
- **podslizniční vrstva:** Je tvořena řídkým kolagenním vazivem.
- **svalová vrstva:** Je tvořena hladkou svalovinou uloženou ve dvou vrstvách, a to vnější podélnou vrstvou (*stratum longitudinale*) a vnitřní okružní vrstvou (*stratum circulare*). Vnější podélná vrstva je nesouvislá a vytváří na povrchu tři podélně probíhající čáry (*taeniae*), které se setkávají na červovitém výběžku slepého střeva, kde tvoří souvislou podélnou vrstvu. Vnitřní vrstva svaloviny je okružní, je souvislá a tvoří dočasné svěrače oddělující jednotlivá haustra (na povrchu se projevují jako zářezy, uvnitř jako poloměsíčitě slizniční řasy). Odlišnou podobu má však svalovina v rektu. Obsahuje jak hladkou, tak příčně pruhovanou svalovou tkáň.
 - Hladká svalovina tvoří v rektu opět vnější podélnou (avšak souvislou) vrstvu a vnitřní okružní vrstvu, jež v koncové části rekta tvoří silnější vnitřní hladký svěrač konečníku (*musculus sphincter ani internus*), vůlí neovladatelný.
 - Příčně pruhovaná svalovina se ke konečníku přidává při jeho průchodu skrz pánevní svalovou přepážku a svaly hráze. Z hráze se k němu připojuje vnější svěrač (*musculus sphincter ani externus*), který je vůlí ovladatelný.
- **vnější obal:** Většina tlustého střeva je kryta téměř po celém povrchu serózou (viscerálním listem peritonea, jednovrstevným plochým epitelem) přecházejícím na zadním okraji střeva do parietálního listu (příčný tračník má podobný závěs jako tenké střevo). Rektum je kryto adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem).

2.5 Velké žlázy trávicí soustavy

2.5.1 Játra (*hepar*)

Játra (latinsky *jecur*, řecky *hepar*) jsou největší (exokrinní) žlázou lidského těla. Jsou uložena v dutině břišní vpravo nahoře, v pravé brániční klenbě. Mají řadu funkcí spojených s trávicími pochody, ale i s dalšími procesy. Nejdůležitějšími funkcemi jater jsou:

- **produkce žluči:** Souvisí s primárním (žlázovým) charakterem jater. Žluč je žlutá lesklá tekutina, která se podílí na trávení tuků (tuky jsou nerozpustné ve vodě, což jim znesnadňuje interakci s trávicími enzymy, tzv. lipázami, žluč tedy zajišťuje proces označovaný jako emulgace – vytváří s tuky v tenkém střevě komplexy, které zprostředkují jejich afinitu k vodě, což je důležité pro jejich trávení a vstřebávání).
- **metabolismus živin:** Do jater přicházejí cestou *vena portae* živiny, které se předtím v tenkém střevě rozložily na jednoduché organické látky. V jaterních buňkách dochází k jejich dalšímu zpracování, a to jak katabolickému (spalování za vzniku energie), tak anabolickému (syntetizují se zde některé látky tělu vlastní, např. glykogen a krevní bílkoviny), rovněž tu však probíhá i biotransformace řady jiných látek. Díky vysoké metabolické aktivitě (spalování) jsou játra nejteplejším orgánem v těle (mají teplotu až 40 °C).
- **detoxikační procesy:** Odbourávání škodlivých látek. Souvisí s metabolickými funkcemi (prostřednictvím *vena portae* přicházejí do jater i toxiny obsažené v potravě).
- **krvetvorba:** Je přítomna v prenatálním období (spolu se slezinou), během něho je však postupně nahrazována kostní dření, do níž se definitivně přesune v postnatálním vývoji.

Makroskopická stavba

Játra mají tvar šikmo seříznutého ovoidu. Mají červenohnědou barvu, měkkou a křehkou konzistenci a váží v průměru asi 1,5 kg. Rozlišujeme na nich dvě plochy. Je to *plocha brániční* (horní vyklenutá plocha, přiléhá k bránici a kopíruje její tvar) a *plocha útrobní* (přibližně rovná dolní plocha, obrací se k útrobním orgánům dutiny břišní). Přibližně ve středu útrobní plochy se nachází tzv. branka jaterní (*porta hepatis*), místo vstupu a výstupu cév, nervů a žlučovodů. Játra sestávají ze dvou na první pohled viditelných laloků, a to **pravý lalok** (*lobus dexter*) a **levý lalok** (*lobus sinister*). Na útrobní ploše se popisují ještě další dva menší laloky.

Histologická stavba

- **vnější obal:** Játra jsou na většině povrchu kryta serózou (viscerálním listem peritonea, jednovrstevným plochým epitelem) přecházející na stěnu dutiny břišní (do parietálního listu) v podobě závěsu, který fixuje játra k horní a zadní stěně dutiny břišní.
- **vazivové pouzdro:** Je to vazivový obal z tuhého kolagenního vaziva kryjící povrch jater pod serózou. Jeho vazivo navazuje na vazivové stroma uvnitř jaterního parenchymu.
- **parenchym:** Jedná se o vlastní funkční tkáň jater. Jeho základní stavební a funkční jednotkou je tzv. jaterní lalůček. Je tvořen trámci jaterních buněk (tzv. *hepatocytů*), intralobulárními žlučovody a jaterními sinusy a jsou stmeleny stromatem z řídkého kolagenního (intersticiálního) vaziva (vazivo tvoří pouze asi 2 % jaterních tkání, naopak výrazně dominuje epitel).

Jaterní lalůček

Jaterní lalůček (*lobulus hepatis*) je základní stavební a funkční jednotkou jaterního parenchymu. Je to struktura ve tvaru přibližně šestibokého hranolu o průměru asi 1 mm a výšce asi 2 mm. Jaterní lalůček sestává z následujících komponent:

- **centrální část:** Středem jaterního lalůčku prochází podélně centrální žíla, která odvádí odkysličenou krev z jaterních tkání do dolní duté žíly.
- **periferní část:** Na styku tří jaterních lalůčků (tedy na povrchu lalůčku) se nachází skupina tří útvarů (vzájemně stmelěných vazivem), označovaná jako tzv. *jaterní triáda*. Jaterní triáda je tvořena následujícími komponentami.
 - interlobulární žlučovod (*ductus interlobularis*): Odvádí z jaterního lalůčku žluč vytvořenou jaterními buňkami a dále ji vede směrem ven z jater.
 - interlobulární tepna (*arteria interlobularis*): Přivádí do lalůčku okysličenou krev z jaterní tepny (větev *truncus coeliacus*). Interlobulární tepny sousedních triád jsou na povrchu lalůčků spojeny příčnými spojkami, tzv. cirkumlobulárními tepnami.
 - interlobulární žíla (*vena interlobularis*): Přivádí do lalůčku portální krev obohacenou živinami vstřebanými v trávicím traktu (jedná se tedy o větev *vena portae*). Interlobulární žíly sousedních triád jsou spojeny příčnými spojkami, tzv. cirkumlobulárními žilami.
- **hlavní část:** Od centrální žíly se k povrchu lalůčku radiálně a ve vrstvách rozbíhají trámce jaterních buněk, intralobulárních žlučovodů a jaterních sinusů. Tyto komponenty tvoří hlavní část hmoty jaterních lalůčků.
 - *trámce jaterních buněk:* Jaterní buňky, hepatocyty, mají polyedrický (mnohoúhelníkovitý) tvar. Má krevní a žlučové stěny (póly). Na žlučové stěně sousedí hepatocyt s dalším hepatocytem. Nachází se na něm záhyb (vchlípenina) membrány, který se záhybem membrány sousedního hepatocytu uzavírá žlučovou kapilárou, do níž vylučuje žluč. Krevní stěnou sousedí hepatocyt se sinusovou kapilárou. Obsahuje mikrokly, které procházejí otvory mezi endotelovými buňkami sinusových kapilár, jsou tedy v přímém kontaktu s portální krví, z níž odebírají živiny a kyslík.
 - *intralobulární žlučovody:* Jedná se o tenké kanálky uvnitř jaterního lalůčku mezi trámcí jaterních buněk. Jaterní buňky tak tvoří jejich stěnu (výstelku). Ze žlučových kapilár přitéká do intralobulárních žlučovodů žluč, která poté teče směrem k periférii lalůčku (tedy centrifugálně). Intralobulární žlučovody ústí do interlobulárních žlučovodů (součást jaterní triády).
 - *jaterní sinusy:* Jedná se o široké krevní kapiláry, které se nacházejí uvnitř jaterního lalůčku mezi trámcí jaterních buněk (avšak na jiných místech, než jsou intralobulární žlučovody). Mezi endotelovými buňkami sinusů se nacházejí velké otvory. Bazální membrána endotelu je nesouvislá. Do jaterních sinusů přitéká krev z cirkumlobulárních žil (přivádějí živiny ze střev) a cirkumlobulárních tepen (přivádějí kyslík). Krev proudí v jaterním sinusu centripetálně, opačným směrem než v intralobulárním žlučovodu, tedy z periferie do středu (do centrální žíly).

Jaterní krevní oběh

- **funkční oběh:** Je to tzv. portální jaterní oběh. Jeho funkcí je přívod vstřebaných živin z tenkého střeva a jiných částí trávicí soustavy. Do jater vstupuje portální žíla (*vena portae*), která přivádí živiny ze střev. V játrech se bohatě větví až do interlobulárních žil (součást jaterních triád), z jejichž příčných spojek (cirkumlobulárních žil) teče krev do jaterních sinusů. Z nich se do jaterních buněk vstřebávají přivedené živiny. Krev ze sinusů se sbírá do centrálních žil jaterních lalůčků. Centrální žíly se mnohonásobně stékají až do jaterních žil (*venae hepaticae*), které ústí do dolní duté žíly.
- **nutritivní oběh:** Je to součást velkého krevního oběhu přivádějícího do jater okysličenou krev. Ta vstupuje do jater prostřednictvím jaterní tepny (*arteria hepatica*), která je větví *truncus coeliacus*. Tepna se větví na interlobulární tepny (součást jaterních triád), jejichž příčné spojky (cirkumlobulární tepny) ústí do jaterních sinusů. Z nich hepatocyty získávají kyslík a odevzdávají do nich oxid uhličitý (je však nutné poznamenat, že kyslík přináší spolu s živinami i *vena portae*). Další pasáž krve je shodná s funkčním oběhem – odkysličená krev pokračuje do centrálních žil a z nich dále přes jaterní žíly až do dolní duté žíly.

2.5.2 Žlučové cesty (*ductus biliares*)

Žluč (latinsky *bilis*, řecky *cholé*) je trávicí substance produkovaná jaterními buňkami (hepatocyty) v trámciích jaterních lalůčků, odkud je odevzdávána do systému žlučových vývodů. Ty rozdělujeme na nitrojaterní (intrahepatální) a vnějaterní (extrahepatální).

- **nitrojaterní vývody:** Jsou uloženy uvnitř jaterního parenchymu. Sestávají z těchto složek:
 - žlučové kapiláry: Jedná se o velmi tenké štěrby mezi dvěma sousedními hepatocyty, obklopené záhyby (vchlípeninami) jejich apikálních membrán. Hepatocyty do nich vylučují žluč.
 - intralobulární žlučovody (*ductus intralobulares*): Jsou to tenké kanálky mezi sousedními trámci hepatocytů uvnitř jaterního lalůčku. Ústí do nich žlučové kanálky. Jejich stěnu stále tvoří samotné hepatocyty. Ústí otvůrkem na vnějším povrchu jaterního lalůčku, kde se poté vlévá do interlobulárního žlučovodu (součást jaterní triády na styku tří jaterních lalůčků).
 - interlobulární žlučovody (*ductus interlobulares*): Jsou to silnější kanálky, které probíhají na styku tří jaterních lalůčků (jsou součástí jaterní triády). Vznikají soutokem intralobulárních žlučovodů vystupujících z okolních lalůčků. Postupně se k jejich jednovrstevné epitelové výstelce přidává i vazivová vrstva a buňky hladké svaloviny.
- **vnějaterní vývody:** Jsou uloženy mimo vlastní játra. Jejich stěna má stavbu charakteristickou pro trubicovité orgány, obsahuje tedy sliznici (v ní je *lamina epithelialis* tvořená jednou vrstvou cylindrických epitelových buněk s mikrokly a pod ní vazivová *lamina propria*), vrstvu hladké svaloviny a adventiciální obal. Sestávají z těchto složek:
 - lobární žlučovody: Vznikají soutokem interlobulárních žlučovodů v každém z hlavních jaterních laloků. Z jater vystupují samostatně jako pravý jaterní vývod (*ductus hepaticus dexter*) a levý jaterní vývod (*ductus hepaticus sinister*).
 - společný jaterní vývod (*ductus hepaticus communis*): Vzniká soutokem pravého a levého jaterního vývodu (lobárního žlučovodu).
 - vývod žlučníku (*ductus cysticus*)
 - žlučovod (*ductus choledochus*): Vzniká soutokem jaterního vývodu a vývodu žlučníku. Prochází za dvanáctníkem a ústí do něho společným ústím s hlavním vývodem slinivky (na *papilla duodeni major*). Ústí žlučovodu je ampulovitě rozšířené a je opatřeno svěračem z hladké svaloviny.

2.5.3 Žlučník (*vesica biliaris*)

Žlučník je výchlípkou vnějaterních žlučových cest. Je přitisknutý na předním okraji spodní plochy jater. Vychytává žluč proudící z jater, která se hromadí ve žlučových cestách, a zahušťuje ji resorpcí vody (není tedy orgánem, který by žluč produkoval).

Makroskopická stavba

Žlučník je trubicovitý orgán v podobě slepě ukončeného váčku. Je dlouhý asi 10 cm, široký asi 3–4 cm a jeho objem je asi 50 cm³.

Histologická stavba

- **sliznice:** Obsahuje síťovitě uspořádané řasy. Sestává z *lamina epithelialis* (jedna vrstva cylindrických epitelových buněk s mikrokly na apikální ploše) a z vazivové *lamina propria*.
- **svalová vrstva:** Je tvořena tenkou vrstvou hladké svaloviny.
- **vnější obal:** Horní plocha žlučníku je přitisknuta k játrům, dolní (volná) plocha je kryta serózou (jednovrstevným plochým epitelem), který na ni přechází ze serózního pokryvu jater.

2.5.4 Slinivka (*pancreas*)

Slinivka (latinsky *micter*, řecky *pancreas*) je poměrně velká žláza nacházející se přibližně uprostřed horní části břišní dutiny pod žaludkem a mírně za ním. Z hlediska typů sekrece se jedná o smíšenou žlázu, neboť produkuje jak trávicí šťávy (exokrinní funkce), tak hormony regulující hladinu cukru v krvi (endokrinní funkce).

Makroskopická stavba

Slinivka má šedorůžovou barvu a měkkou konzistenci. Má přibližně tvar úzkého trojbokého jehlanu sází napravo a hrotem směřujícím nalevo. Je dlouhá asi 12–15 cm a váží asi 60–90 g. Je tvořena následujícími součástmi:

- **hlava** (*caput*): Nejširší část, je uložena napravo v konkavitě dvanáctníku.
- **tělo** (*corpus*): Je to střední část slinivky.
- **ocas** (*cauda*): Je to užší koncová část slinivky, odstupuje směrem doleva.

Histologická stavba

- **vnější obal**: Slinivka je zepředu pokryta serózou (parietálním listem peritonea, jednovrstevným plochým epitelem).
- **vazivové pouzdro**: Je to tenká vrstva tuhého kolagenního vaziva na povrchu slinivky, ze kterého do nitra odstupují septa dělící parenchym na lalůčky.
- **parenchym**: Je to vnitřní výplň slinivky obsahující sekreční oddíly a jejich vývody. Vše je stmeleno stromatem z řídkého kolagenního (intersticiálního) vaziva. Protože slinivka patří mezi žlázy smíšené, má její parenchym exokrinní i endokrinní sekreční části.
 - **exokrinní oddíl**: Zaujímá většinu objemu parenchymu slinivky. Sekreční oddíly jsou *acinózního* (*alveolárního*) typu (váček vystlaný jednou vrstvou vysokých sekrečních buněk). Sekreční buňky produkují pankreatickou šťávu (*succus pancreaticus*) s trávicími enzymy. Jsou to:
 - pankreatické proteázy – štěpí bílkoviny (jsou produkovány v neaktivní formě, ve střevě se aktivují enterokinázou) a patří mezi ně:
 - trypsinogen – neaktivní, aktivní formou je trypsin
 - chymotrypsinogen – neaktivní, aktivní formou je chymotrypsin
 - karboxypeptidáza
 - pankreatické lipázy – štěpí tuky (jsou však ve formě produkované slinivkou neaktivní, aktivují se v tenkém střevě za přítomnosti střevní enterokinázy)
 - pankreatické amylázy – štěpí cukry

Z jednotlivých sekrečních oddílů (acinů) vystupují vývody, které se postupně stékají do dvou vývodů ústících do dvanáctníku, a to hlavního a přídatného. Hlavní vývod (*ductus pancreaticus*) ústí společným ústím se žlučovodem na *papilla duodeni major*. Přídatný vývod (*ductus pancreaticus accessorius*) ústí na *papilla duodeni minor*.

- **endokrinní oddíl**: Je tvořen tzv. Langerhansovými ostrůvky (*insulae pancreaticae*). Jedná se o shluky žláзовých buněk o velikosti asi 0,1–0,5 mm. Je jich asi 1 milion a dohromady váží asi 1 g (tvoří asi 1,5 % hmotnosti slinivky). Nejvíce se jich nachází v ocasu pankreatu. Jejich produktem jsou zejména hormony regulující hladinu cukru v krvi, tedy inzulin a glukagon. Endokrinní buňky zřejmě pocházejí z neurální lišty a během prenatální ontogeneze vcestovaly do parenchymu slinivky. Buňky jsou obklopeny fenestrovanými krevními kapilárami, do jejichž pórů se vstřebávají jednotlivé sekrety.

3 DÝCHACÍ SOUSTAVA (*systema respiratorium*)

3.1 Vymezení problematiky

Hlavní funkcí dýchací soustavy je **zajišťovat přísun kyslíku** pro metabolické procesy v těle, dýchací soustava se tedy podílí na metabolismu (látkové výměně). Dýchací systém konkrétně zabezpečuje *ventilaci vzduchu* (nádech s příjmem vzduchu obsahujícího kyslík a výdech s výdejem vzduchu obsahujícího metabolické zplodiny, zejména oxid uhličitý) a *vnější dýchání*, tedy výměnu dýchacích plynů mezi vdechnutým vzduchem v plicích a krvi, jejíž součástí je okysličování krve (další fáze respiračního procesu, tzv. vnitřní dýchání – výměna dýchacích plynů mezi krví a tkáněmi, je navázána na transportní funkci cévní soustavy). Z nerespiračních funkcí je nejvýznamnější fonace (tvorba hlasu).

Základem dýchací soustavy jsou plíce (*pulmones*) a dýchací trubice (*tractus respiratorius*), která vzniká během embryonálního vývoje jako ventrální výchlipka trávicí trubice (odděluje se v místech budoucího hltanu, kde se kříží trávicí a dýchací cesty). Proto se trávicí a dýchací soustava označují dohromady jako *systém gastropulmonální* (*gaster* = žaludek; *pulmo* = plíce). Výstelka dýchací trubice je rovněž proto entodermálního původu, ostatní složky (slizniční vazivo, chrupavky, svalová vrstva a vazivové obaly) jsou původu mezodermálního. Dýchací soustavu rozdělujeme na tyto oddíly:

- **horní cesty dýchací**
 - zevní nos (*nasus externus*)
 - dutina nosní (*cavum nasi*)
 - vedlejší dutiny nosní (*sinus paranasales*)
 - hltan (*pharynx*)
- **dolní cesty dýchací**
 - hrtan (*larynx*)
 - průdušnice (*trachea*)
 - průdušky (*bronchi principales*)
- **vlastní dýchací orgány**
 - plíce (*pulmo*, mn. č. *pulmones*)

3.2 Obecná stavba dýchací trubice

Stěna jednotlivých orgánů dýchací trubice je tvořena klasickými vrstvami typickými pro trubicovité orgány, s určitými funkčními modifikacemi (samotné plíce jsou orgány parenchymatickými).

- **sliznice (*tunica mucosa*)**: Vystýlá vnitřní povrch dýchací trubice. Sestává z těchto vrstev:
 - epitelová vrstvička (*lamina epithelialis*): Je tvořena ve většině úseků jednou vrstvou buněk různé výšky (s jádry v různých výškách), jedná se tedy o tzv. víceřadý epitel. Obsahuje několik typů buněk. Nejvíce zastoupené jsou *řasinkové buňky*. Jedná se o cylindrické buňky, jejichž apikální plocha je opatřena pohyblivými řasinkami (kinociliemi). Mezi řasinkovými buňkami jsou řídce rozmístěny jednobuněčné žlázy, tzv. *hlenové buňky* (podle tvaru označované jako pohárkové buňky) produkující na povrch sliznice hlen (mucin). Hlen zachytává vdechnuté nečistoty a patogeny, které jsou pohyby kinocilií řasinkových buněk odstraňovány z dýchacích cest směrem do ústní dutiny (tento mechanismus se označuje jako *mukociliární transport*). Mezi řasinkovými buňkami se dále nacházejí nízké *nediferencované (bazální) buňky* nedosahující k povrchu epitelu. Jejich funkcí je diferenciací v předešlé typy buněk a jejich neustálá obnova.
 - vazivová vrstvička (*lamina propria*): Je tvořena řídkým kolagenním vazivem. Obsahuje lymfatické uzlíky a zasahují do ní mnohobuněčné slizniční žlázy.

- **vazivově-chrupavčitě-svalová vrstva** (*tunica fibromusculocartilaginea*): Nahrazuje klasickou *tunica muscularis*. Je stavěna složitěji. Obsahuje nejen svalovou tkáň a vazivo, ale i tvrdé tkáně (kost a hyalinní chrupavku). Funkcí tvrdých tkání je vyztužování stěny dýchacích cest – umožňují je udržet za všech okolností otevřené, tedy zabránit jejich kompresi při působení vnějšího tlaku (např. při poloze těla vleže). Svalová komponenta je tvořena jak příčně pruhovanou (hltn a hrtan), tak hladkou svalovinou (průdušnice a průdušky), popř. chybí (nosní dutina).
- **vnější obal**: Dýchací trubice je obalena adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem). Samotné plíce mají serózní obal typicky tvořený dvěma listy, parietálním a viscerálním.

3.3 Horní cesty dýchací

3.3.1 Zevní nos (*nasus externus*)

Zevní nos je útvar ohraničující vchod do dutiny nosní (připojuje se k okrajům kostěné *apertura piriformis*). Rozlišujeme na něm kořen, hřbet, hrot a nosní křídla. Ze spodní části do nosu vstupují párové nosní dírký (*nares*). Na povrchu je nos kryt kůží obsahující velké mazové žlázy. Pod kůží zevního nosu se nacházejí jednak nosní kosti (v horní části), jednak nosní chrupavky (hyalinní chrupavky křídla nosního, na něž se upínají některé mimické svaly).

3.3.2 Dutina nosní (*cavum nasi*)

Jedná se o dutinu obklopenou některými kostmi neurokránie a splachnokránie. Vchod do dutiny nosní tvoří nosní dírký (*nares*), východem jsou vnitřní nozdry (*choanae*) ústící do hltanu. Dutina nosní se dělí na malou předsíň dutiny nosní (*vestibulum nasi*) uvnitř zevního nosu a prostornější vlastní dutinu nosní (*cavum nasi proprium*). Uvnitř je dutina nosní rozdělena septem (*septum nasi*) na dvě (asymetrické) poloviny.

Oddělení nosní a ústní dutiny patrem je typickým znakem savců. V časných fázích embryonálního období není ještě rozlišena samostatná dutina nosní a dutina ústní, ale jde o jednotnou dutinu. Ta se později rozdělí horizontální přepážkou (základem patra) na dvě dutiny – dutinu ústní (pod patrem) a dutinu nosní (nad patrem).

Ohraničení dutiny nosní

- **přední stěna**: Je tvořena zevním nosem (nosními kostmi a chrupavkami nosních křídel). Uvnitř zevního nosu je předsíň krytá kůží a chloupky (součást lokálního terciárního ochlupení).
- **zadní stěna**: Obsahuje vnitřní nozdry (choany) ohraničené patrovými kostmi a křídlovitými výběžky klínové kosti, oddělené od sebe nosním septem a ústící do nosní části hltanu.
- **horní stěna**: Je tvořena dírkovanou ploténkou kosti čichové.
- **dolní stěna**: Je tvořena horní plochou tvrdého patra, tedy patrovými výběžky horní čelisti (vpředu) a patrových kostí (vzadu).
- **mediální stěna**: Je tvořena nosním septem. Vzadu je septum kostěné, na jeho stavbě se podílí především kost radličná (dole) a svislá ploténka kosti čichové (nahore). Vpředu je septum tvořeno hyalinní chrupavkou dosahující až do zevního nosu mezi jeho křídla.
- **laterální stěna**: Má složitější strukturu. Její největší plochu zaujímají mediální stěny labyrintů kosti čichové. Z nich odstupují nad sebou a mediálně tzv. skořepy nosní – horní a střední skořepa jsou součástí kosti čichové, dolní skořepa je samostatnou kostí, která je připojena ke kosti čichové švem. Pod jednotlivými skořepami se nacházejí tzv. průchody nosní – *horní průchod nosní*, *střední průchod nosní* a *dolní průchod nosní*. Skořepa stojí v cestě vdechovanému vzduchu, který se díky nim dostává do většího plošného kontaktu s prokrvenou sliznicí, která je pokrývá, a tím efektivněji zvlhčuje, ohřívá a očisťuje.

Stavba stěny dutiny nosní

Vnitřní plocha stěn dutiny nosní je kryta sliznicí, jejíž *lamina epithelialis* je fixována ke kostěnému či chrupavčitému podkladu vrstvou slizničního vaziva (*lamina propria*). Jde tedy o *mukoperiost*. Vyztužující kostěný, popř. chrupavčitý podklad stěn nosní dutiny je ekvivalentem *tunica fibromusculocartilaginea* z dalších částí dýchacích cest. Sliznice dutiny nosní je dvojího typu:

- **dýchací sliznice:** Vystýlá většinu ploch dutiny nosní. Její funkcí je zvlhčovat, ohřívat a očišťovat vdechovaný vzduch. Její *lamina epithelialis* je tvořena víceřadým řasinkovým epitelem a obsahuje četné jednobuněčné (pohárkové buňky) i mnohobuněčné žlázy produkující hlen, jenž zvlhčuje povrch sliznice. Sliznice je bohatě cévně zásobena (vazivová *lamina propria* obsahuje husté cévní síť), a to zvláště tam, kde pokrývá skořepy nosní (její poranění je příčinou krvácení z nosu).
- **čichová sliznice:** Kryje strop dutiny nosní (dírkovanou ploténku kosti čichové) a přilehlou část nosního septa. Obsahuje čichové buňky, tedy modifikované neurony, jejichž axony procházejí do dutiny lební otvory v dírkované ploténce čichové kosti (viz kapitola „Čichové ústrojí“).

3.3.3 Vedlejší dutiny nosní (*sinus paranasales*)

Vedlejší dutiny nosní (tzv. paranasální dutiny) jsou výchlipky dutiny nosní do okolních kostí neurokránie i splanchnokránie. Jsou vystlány podobnou sliznicí, která vystýlá dutinu nosní se žlázkami (jde tedy o *mukoperiost*) a otvírají se malými průchody do dutiny nosní. Jejich primárním významem je odlehčení lebečních kostí, navíc slouží i jako tzv. rezonanční dutiny (ovlivňují barvu hlasu).

Klinicky významným faktorem je to, že zánětlivé procesy probíhající v dutině nosní se mohou snadno a plynule dostávat i do vedlejších nosních dutin právě přes jejich komunikační průchody s dutinou nosní. Může tak nastat zánět vedlejších nosních dutin (tzv. *sinusitida*) jako komplikace zánětů v nosní dutině.

- **čelní dutina (*sinus frontalis*):** Nachází se v čelních kostech, a to v dolní části šupiny nad očními. Ústí do středního průchodu nosního.
- **klínová dutina (*sinus sphenoidalis*):** Nachází se uvnitř těla kosti klínové. Ústí do horního průchodu nosního.
- **čelistní dutina (*sinus maxillaris*):** Nachází se v těle horní čelisti. Je největší ze všech paranasálních dutin (objem až 25 cm³). Ústí do středního průchodu nosního.
- **čichové dutiny (*cellulae ethmoidales*):** Jedná se o větší množství drobných dutinek v labyrintech kosti čichové. Ústí do středního a horního průchodu nosního.

3.4 Dolní cesty dýchací

3.4.1 Hrtan (*larynx*)

Hrtan je počátečním úsekem dolních cest dýchacích. Je to trubicovitý orgán dlouhý asi 5–7 cm, který kraniálně navazuje na hltan a kaudálně přechází v průdušnici. Je uložen v krční krajině, kde je vazivově spojen s jazylkou. Hrtan je orgán nejen dýchací, ale rovněž hlasotvorný (fonační).

Makroskopická stavba

- **horní část:** Označuje se jako *supraglottis*. Je pokračování hltanu. Vnitřek se směrem dolů zužuje. Důležitou strukturou této části hrtanu je tzv. hrtanová příklopka (*epiglottis*), tedy výchlipka, která při polykání uzavírá vstup do hrtanu a sousto přesměrovává do jícnu.
- **střední část:** Označuje se jako *glottis*. Je zúžená a obsahuje hlasivky.
- **dolní část:** Označuje se jako *subglottis*. Vnitřek se směrem dolů rozšiřuje a ústí do průdušnice (vnitřek hrtanu má tak na podélném průřezu tvar přesýpacích hodin).

Histologická stavba

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. Ve střední části hrtanu (*glottis*) vytváří sliznice dva páry nad sebou umístěných, sagitálně (předozadně) orientovaných hlasivkových řas. Jejich podkladem (výztuhou) jsou hlasivkové vazy. Jedná se o:
 - vestibulární (nepravé hlasivkové) řasy (*plicae vestibulares*): Je to horní pár řas, mezi nimi je široká sagitálně orientovaná nepravá štěrbina.
 - vokální (pravé hlasivkové) řasy (*plicae vocales*): Je to dolní pár řas, mezi nimi je úzká sagitálně orientovaná pravá hlasivková štěrbina (*rima glottidis*).

Mezi horním a dolním párem hlasivkových řas vybíhá sliznice napravo i nalevo do tzv. hlasivkových vaků (*ventriculus laryngis*). *Lamina epithelialis* je ve většině částí tvořena víceřadým řasinkovým epitelem. Vícevrstevný epitel je pouze na horní ploše příklopky (přichází do styku s potravou) a na pravých hlasivkových řasách (mechanická ochrana během průchodu silného proudu vzduchu při mluvení). Pod epitelem se nachází vazivová *lamina propria*.

- **vazivově-chrupavčitě-svalová vrstva:** Jedná se o složitěji stavěnou vrstvu, která obsahuje vazivo, chrupavky (a jejich spoje) a svaly tvořené příčně pruhovanou svalovou tkání.
 - **chrupavky:** Hrtanové chrupavky jsou představovány několik velkými a malými párovými i nepárovými chrupavkami, obvykle hyalinními. Chrupavky jsou vzájemně spojeny jednak vazy (tedy syndezmózami), jednak klouby.
 - štítná chrupavka (*cartilago thyroidea*): Je hyalinní, nepárová a největší z hrtanových chrupavek. Sestává ze dvou spojených plotének, pravé a levé, jež se stýkají vpředu ve středové rovině, kde tvoří hranu (*prominentia laryngea*), prominující a hmatnou pod kůží (především u mužů – tzv. „ohryzek“). Nahoru vybíhá párový *horní roh*, dolů párový *dolní roh* s kloubní ploškou pro spojení s chrupavkou prstenčitou.
 - prstenčitá chrupavka (*cartilago cricoidea*): Je hyalinní, nepárová a je umístěna pod chrupavkou štítnou. Má tvar prstence, jehož přední část je nízká (pod štítnou chrupavkou), zadní část je vysoká (doplňuje zezadu částečně štítnou chrupavku). Na laterálních plochách je kloubní ploška pro spojení s chrupavkou štítnou, na horní hraně zadní části prstence je párová kloubní plocha pro spojení s oběma chrupavkami hlasivkovými.
 - příklopková chrupavka (*cartilago epiglottica*): Jedná se o elastickou chrupavku. Je to nepárová chrupavka připomínající list s řapíkem. Je podkladem tzv. hrtanové příklopky (*epiglottis*), která při polykání uzavírá vchod do hrtanu.
 - hlasivková chrupavka (*cartilago arytaenoidea*): Jedná se o párovou hyalinní chrupavku tvaru přibližně trojbokého jehlanu. Svou bází nasedá pravá a levá chrupavka na horní hranu zadní části prstenčité chrupavky, s níž jsou zde spojeny kloubem. Od každé hlasivkové chrupavky vedou směrem dopředu ke štítné chrupavce dva páry nad sebou uložených vazů. Horní pár představují vestibulární vazy (jsou podkladem vestibulárních slizničních řas), dolní pár se označuje jako vokální vazy (jsou podkladem vokálních slizničních řas).
 - **vazivové spoje chrupavek (syndezmózy):** Vazy spojují chrupavky hrtanu mezi sebou, stejně tak ale i připojují hrtan k návazným orgánům, tedy kraniálně k jazylce a kaudálně ke chrupavkám průdušnice. Kromě toho se uvnitř hrtanu nacházejí dva párové vazy, které vyztužují hlasivkové řasy a podílejí se tedy na tvorbě hlasu (fonaci). Jedná se o:
 - *ligamentum vestibulare*: Párový vaz rozepjatý mezi chrupavkou hlasivkovou a zadní plochou chrupavky štítné. Je podkladem slizničních vestibulárních řas.
 - *ligamentum vocale*: Párový vaz rozepjatý mezi chrupavkou hlasivkovou a zadní plochou chrupavky štítné pod předchozím vazem. Je podkladem slizničních vokálních řas.

- **klouby hrtanových chrupavek:** Jedná se o dva párové klouby, jejichž hlavní funkcí je pohybovat hlasivkovými vazy, čímž ovlivňují tvorbu hlasu a jeho jednotlivé parametry (výšku a intenzitu). Oba klouby v daném páru se vždy pohybují současně.
 - **articulatio cricothyroidea:** Jedná se o párový kloub, který spojuje dolní rohy chrupavky štítné s chrupavkou prstenčitou. V kloubu se realizují pohyby dopředu a dozadu, způsobující napínání (prodlužování) a uvolňování (zkracování) hlasivkových vazů. Ovlivňují výšku hlasu.
 - **articulatio cricoarytaenoidea:** Jedná se o párový kloub, který spojuje bázi chrupavky hlasivkové a chrupavkou prstenčitou. V kloubu se realizují pohyby doprava a doleva, které přibližují nebo oddalují hlasivkové vazy. Ovlivňují sílu hlasu.
- **svaly:** Na hrtanových chrupavkách se nacházejí začátky i úpony několika párových příčně pruhovaných svalů, které svými kontrakcemi zajišťují pohyby v kloubech mezi chrupavkami. Působí tak na hlasivkové vazy a účastní se tvorby hlasu. Jsou inervovány 10. hlavovým nervem.
- **vnější obal:** Je představován adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem).

Hrtan má kromě základní funkce dýchací (respirační) i **funkci hlasotvornou** (fonační). Hlas vzniká třením proudu vydechovaného vzduchu o hlasivkové řasy. Při dýchání je štěrbina mezi hlasivkovými řasami široká (jedná se o tzv. respirační postavení hlasivek) a poměr délky nádechu a výdechu je při respiraci asi 1 : 1,2. Při mluvení se však hlasivková štěrbina zužuje, vzduch v těchto místech prochází úzkým prostorem mezi oběma řasami (jedná se o tzv. fonační postavení hlasivek) a poměr délky nádechu a výdechu je asi 1 : 8. Výdech je tedy při tvorbě hlasu mnohem delší než nádech. **Intenzita hlasu** závisí na rychlosti proudu vydechovaného vzduchu, kterou ovlivňuje velikost štěrbiny mezi hlasivkovými vazy – čím je proud rychlejší, tím je tato štěrbina širší a zvuk je hlasitější (oddalování hlasivkových vazů umožňují pohyby v articulatio cricoarytaenoidea zajišťované některými svaly hrtanu). **Výška hlasu** závisí na napětí vokálních řas – čím jsou napjatější (delší), tím je zvuk vyšší (napínání hlasivkových vazů umožňují pohyby v articulatio cricothyroidea, které zajišťují další svaly hrtanu). **Barva hlasu** závisí na velikosti rezonančních dutin, mezi něž patří dutina hltanu (tzv. supralaryngeální prostor, tedy dýchací trubice nad hrtanem), dutina ústní, dutina nosní a vedlejší dutiny nosní. Mluvená řeč vzniká procesem **artikulace** – transformace zvuku do podoby konkrétní hlásky. O tom, jak budou jednotlivé hlásky znít, rozhoduje momentální polohové nastavení dutiny ústní (tzv. artikulační postavení, které je u každé hlásky jiné) a jejích součástí. Podílejí se na ní především zuby, jazyk, patro a rty. Každá hlásky je tedy výsledkem velmi jemné koordinace svalů v okolí ústní dutiny a v jejím vnitřku (svaly žvýkáci, svaly mimické, svaly jazyka, svaly hltanu a svaly měkkého patra), která nastaví jednotlivé součásti ústní dutiny do artikulačního postavení a upraví zvuk do podoby příslušné hlásky.

3.4.2 Průdušnice (*trachea*)

Průdušnice kraniálně navazuje na hrtan, jejím kaudálním pokračováním jsou průdušky. Je uložena částečně v krku, většinou své délky se však nachází v dutině hrudní.

Makroskopická stavba

Průdušnice je trubicovitý orgán dlouhý asi 10–12 cm. Na průřezu má tvar vzadu useknutého kruhu. Přední a laterální obvod je zaoblený (je to tzv. chrupavčitá stěna, neboť obsahuje chrupavky), zadní stěna je rovná (je to tzv. blanitá stěna, obsahuje vazivo a hladkou svalovinu) a naléhá na jícen, který je uložen těsně za průdušnicí, s níž je spojen pomocí vaziva. Kaudálně se průdušnice rozděluje (bifurkuje) na pravou a levou průdušku.

Histologická stavba

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. Epitelová vrstvička je tvořena víceřadým řasinkovým epitelem s četnými jednobuněčnými žlázkami (pohárkovými buňkami).
- **vazivově-chrupavčitě-svalová vrstva:** Jde o složitěji stavěnou vrstvu vaziva, chrupavek a hladké svaloviny. Je vyztužena 15–20 podkovovitými hyalinními chrupavkami, které neúplně obkružují průdušnici zepředu a na bocích. Chrupavky jsou vzájemně spojeny vazy (mezi nimi není svalovina). Na zadní stěnu průdušnice chrupavky nedosahují, je zde ale svalová vrstva z hladké svaloviny, na kterou naléhá jícen.
- **vnější obal:** Je představován adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem).

3.4.3 Průdušky (*bronchi principales*)

Průdušky jsou párové trubicovité orgány, které kraniálně navazují na průdušnici a kaudálním směrem se několikanásobně větví na průdušky nižšího řádu, jež vstupují do plic. Rozdvojení průdušnice na obě průdušky se nazývá bifurkace (*bifurcatio tracheae*) a má úhel asi 70–80°. Průdušky se na svém konci, poblíž plicního hilu, dále rozvětvují.

Makroskopická stavba

Pravá a levá průduška se liší tvarem a velikostí. **Pravá průduška** (*bronchus dexter*) je kratší (je dlouhá asi 3 cm) a širší (asi 1,5 cm) a odstupuje z průdušnice pod menším úhlem (je téměř jejím pokračováním). Na konci se větví na 3 větve, z nichž každá vstupuje do jednoho ze tří laloků pravé plic. **Levá průduška** (*bronchus sinister*) je delší (měří asi 4–5 cm) a užší (asi 1,1 cm) a odstupuje z průdušnice pod větším úhlem než pravá průduška. Na konci se větví na 2 větve, z nichž každá vstupuje do jednoho ze dvou laloků levé plic.

Histologická stavba

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. Epitelová vrstvička je tvořena víceřadým řasinkovým epitelem s četnými jednobuněčnými žlázkami (pohárkovými buňkami).
- **vazivově-chrupavčitě-svalová vrstva:** Jde o složitěji stavěnou vrstvu vaziva, chrupavek a hladké svaloviny. Pod sliznicí se nachází souvislejší vrstva hladké svaloviny spirálně probíhající po celém obvodu průdušky (i mezi chrupavkami). Vně svalové vrstvy jsou umístěny hyalinní chrupavky, které neúplně obkružují obvod průdušky. Chrupavky jsou vzájemně spojeny vazy. Směrem k plicím ve stěně průdušek ubývá chrupavek a přibývá hladké svaloviny.
- **vnější obal:** Je představován adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem).

3.5 Plíce (*pulmones*)

3.5.1 Úvod

Plíce (*pulmo*, mn. č. *pulmones*) jsou párový orgán uložený v dutině hrudní. Jsou vlastními dýchacími orgány, které spolu s dýchacími svaly zajišťují ventilaci vzduchu (nádech a výdech) a v nichž dochází k vnějšímu dýchání – výměně dýchacích plynů mezi vzduchem a krví (k okysličování krve).

3.5.2 Makroskopická stavba

Plíce mají tvar nepravidelného kužele, jehož báze nasedá na horní plochu bránice a hrot směřuje kraniálně, přičemž přesahuje horní východ z hrudního koše. Plíce mají houbovitou konzistenci, šedorůžovou barvu (během života tmavne) a dohromady váží asi 600–800 g. Jejich hustota je menší než hustota vody. Na plicích rozlišujeme tři plochy, a to *brániční plochu* (dolní plocha v kontaktu s bránicí), *žeberní plochu* (laterální zaoblená plocha naléhající na žebra) a *mediální plochu*. Přibližně ve středu mediální plochy je tzv. branka plicní (*hilum pulmonale*), kudy do plíce vstupují a vystupují průdušky, cévy a nervy. Pravá plíce sestává ze tří laloků – horního, středního a dolního, zatímco levá plíce pouze ze dvou – horního a dolního (její hmota je zatlačena ve prospěch srdce, které je uloženo více v levé části dutiny hrudní). Každý lalok se potom ještě dělí na několik segmentů.

3.5.3 Histologická stavba

- **vnější obal:** Na povrchu je každá plíce pokryta serózním obalem zvaným *pleura* (homolog peritonea břišní dutiny). Jedná se o lesklou hladkou blánu, která je tvořena jednou vrstvou plochých epitelových buněk (tzv. mezotel). Pleura má dva listy:

- list útrobní, tzv. poplicnice (*pleura visceralis*) – kryje přímo povrch plíce
- list nástěnný, tzv. pohrudnice (*pleura parietalis*) – vystýlá část dutiny hrudní kolem plíce

Oba listy v sebe vzájemně přecházejí v oblasti plicního hilu (plíce je do serózy tedy zanořena jako do promáčklého míčku). Mezi oběma listy je štěrbinovitý prostor (tzv. pohrudniční – pleurální dutina) vyplněný vazkou tekutinou, která usnadňuje pohyby plic (skluznost) při dýchání.

- **vazivové pouzdro:** Na povrchu plic nenajdeme klasické vazivové pouzdro z tuhého kolagenního vaziva jako na povrchu většiny ostatních parenchymatických orgánů (tuhé vazivo by znesnadňovalo elastické rozpínání plic při nádechu). Přesto se vazivové stroma obklopující elementy plicního parenchymu (viz níže) na povrchu plic a jednotlivých laloků zahušťuje do souvislé vazivové vrstvy. Na toto povrchové vazivo se přímo napojuje poplicnice.
- **parenchym:** Jedná se o vlastní funkční plicní tkáň. Tvoří ho rozvětvený bronchiální strom a na něho navazující alveolární strom, jejichž jednotlivé větve jsou stmeleny stromatem z řídkého kolagenního (intersticiálního) vaziva obsahujícího hladké svalové buňky a specificky uspořádaná elastická vlákna (plicní tkáň je tedy pružná), což je důležitá podmínka pro její efektivní fungování během nádechu a výdechu.

Vlastnosti plicního parenchymu a pleurálních obalů plic významně ovlivňují mechaniku dýchání. V pleurální dutině je podtlak (nižší tlak než atmosférický). Při dýchání jsou plíce pasivním orgánem, aktivními dýchacími orgány jsou dýchací svaly. Při kontrakci nádechových svalů (*musculi intercostales externi* a *diaphragma*) dojde ke zvednutí žeber a roztahení hrudní dutiny, která svým tahem rozepíná i pleurální dutinu, neboť pohrudnice je pevně přirostlá ke stěnám hrudní dutiny. Podtlak v pleurální dutině současně roztahuje plicní tkáň, neboť poplicnice je pevně srostlá s vazivovým povrchem plic, a tím je do nich nasáván vzduch. Při kontrakci výdechových svalů (*musculi intercostales interni*) dojde k poklesu žeber, zmenšení objemu hrudní dutiny a vytlačení vzduchu ven. Do tohoto procesu se zapojují i elastická vlákna plicního stromatu. Dojde-li k perforaci pleurální dutiny a následnému vniknutí vzduchu (tzv. pneumotorax), dojde k vyrovnání atmosférického a pleurálního tlaku a plicní tkáň kolabuje, nemůže tedy vykonávat dýchací (ventilační) činnost.

3.5.4 Větvení bronchů v plicích

Bronchy pronikají v plicním hilu do plicního parenchymu, kde se několikanásobně větví (obvykle rozdvíjejí) a vytvářejí tak útvar podoby rozvětveného stromu. Prvním řádem větvení je bifurkace průdušnice na pravou a levou průdušku, to je však uloženo ještě mimo plíce. Každá průduška se v hilu plicním (ještě před vstupem do plíce) rozvětví na větve pro jednotlivé plicní laloky, napravo na tři a nalevo na dva (jde o druhý řád větvení). Tyto větve se poté v plicní tkáni několikanásobně rozvětví až na průdušky malého průměru, tzv. průdušinky (*bronchioli*). V průběhu větvení se postupně zmenšuje průměr bronchů a ztenčuje se jejich stěna – snižuje se slizniční výstelka (*lamina epithelialis*) tvořená víceřadým epitelem (cylické buňky se mění na kubické, zmenšuje se počet kinocilií, klesá počet hlenových pohárkových buněk atd.), rozpadají se chrupavčité výztuhy (postupně úplně vymizí), hladká svalovina se redukuje a rozpadá se do ostrůvků. Podle pořadí větvení se větve bronchiálního stromu dělí na bronchiální strom a alveolární strom.

- **bronchiální strom (*arbor bronchialis*):** Je to počáteční několikanásobné větvení bronchů v plicním parenchymu (až do 16. řádu větvení). Nejmenšími větvemi jsou:
 - *bronchioli terminales* – terminální bronchioly: Jde o průdušinky o průměru asi 1 mm, vzniklé 16. řádem větvení. Jejich výstelka obsahuje víceřadý řasinkový epitel, který je však nízký (buňky jsou kubické a mají málo kinocilií). Pohárkové (hlenové) buňky chybí, jsou však nahrazeny tzv. *Clarovými buňkami* (produkují proteiny snižující povrchové napětí v nejmenších průdušinkách, brání tak jejich kolapsu – obdoba surfaktantu v plicích sklípkách, viz níže). Chrupavky chybí (*tunica fibromusculocartilaginea* se mění na prostou tenkou *tunica muscularis*).
- **alveolární strom (*arbor alveolaris*):** Jde o pokračování, resp. další (mikroskopické až submikroskopické) větvení bronchiálního stromu. Ve stěnách jeho větví jsou přítomny tzv. plicní sklípky (*alveoli pulmonales*), jejichž počet se směrem k nejdálší části alveolárního stromu zvyšuje. Větvením terminálních bronchiolů vznikají následující útvary:

- *bronchioli respiratorii* – respirační bronchioly: Vznikají 17.–19. řádem větvení a mají průměr menší než 1 mm. Jejich stěna je podobná stěně terminálních bronchiolů, je však ještě tenčí.
- *ductus alveolares*: Jsou to kanálky vznikající 20.–22. řádem větvení.
- *sacculi alveolares* – plicní váčky: Je to dvojice váčků, které odstupují z konce *ductus alveolares* (23. řád větvení). Jsou to hlavní útvary, z nichž se vyklenují plicní sklípky, a to po celém jejich povrchu (plicní váčky svým tvarem připomínají hrozny).

3.5.5 Plicní sklípky

Nejdůležitější funkční součástí plic jsou **plicní sklípky** (*alveoli pulmonales*). Jedná se o výdutě ze stěny větví a váčků alveolárního stromu. Koncentrují se zejména do plicních váčků, v nichž vytvářejí útvary hroznovitého tvaru. Průměr sklípku se pohybuje mezi 0,1 a 0,3 mm. Výstelka plicních sklípků je tvořena jednovrstevným plochým, velmi tenkým epitelem (označuje se jako respirační epitel). Výstelkové buňky plicních sklípků se označují jako *pneumocyty*.

Rozlišujeme dva typy pneumocytů. Prvním jsou **pneumocyty I. typu** (membranózní pneumocyty). Zaujímají asi 40 % všech pneumocytů, avšak pokrývají až 95 % vnitřní plochy plicních sklípků. Jsou to velmi tenké ploché buňky, na periferii dosahuje jejich tloušťka ultramikroskopických hodnot (setiny mikrometrů). Jejich funkcí je zajišťovat přenos dýchacích plynů skrz stěnu alveolu do krve v kapilárách okolo plicního sklípku. Druhým typem jsou **pneumocyty II. typu** (sekreční pneumocyty). Zaujímají asi 60 % všech pneumocytů, pokrývají však jen asi 5 % vnitřní plochy plicních sklípků (nacházejí se v rozích sklípků ve skupinách). Jsou to kubické buňky, které produkují do plicního sklípku tzv. *surfactant* – směs proteinů a fosfolipidů, která pokrývá vnitřní plochy sklípků a snižuje jejich povrchové napětí, čímž brání jejich kolapsu.

Plicní sklípky jsou na vnějším povrchu ovinuty hustou sítí krevních kapilár malého krevního oběhu. Výměna dýchacích plynů mezi vdechnutým vzduchem v alveolu a krví v kapilárách (tzv. vnější dýchání) probíhá skrz tzv. difúzní (alveolokapilární) membránu, tedy plochu, která je tvořena velmi tenkou vrstvou endotelových buněk krevních kapilár, vrstvou (velmi tenkých) pneumocytů ve stěně plicního sklípku a splynutými bazálními membránami obou těchto vrstev. Jedná se o velmi tenkou membránu, jejíž malá tloušťka (asi 0,6 μm) usnadňuje difúzi plynů mezi plicním sklípkem a kapilární krví. V obou plicích se nachází asi 300–600 milionů plicních sklípků (odhady se různí) a jejich celkový aktivní povrch (tedy difúzní plocha alveolokapilární membrány) dosahuje, opět podle různých odhadů, plochy 50–150 m^2 . Uvnitř plicních sklípků se dále nacházejí *alveolární makrofágy* (prašné buňky), tedy modifikované monocyty, které pohlcují vdechnuté nečistoty (konkrétně částice o velikosti menší než 5 μm , které nezachytí mukociliární transport v dýchacích cestách). Uplatňují se tak při čištění plic.

4 VYLUČOVACÍ SOUSTAVA (*systema urinarium*)

4.1 Vymezení problematiky

Hlavní funkcí vylučovací soustavy je **vylučování** (exkrece) odpadních látek z těla, vylučovací soustava se tedy podílí na metabolismu (látkové výměně). Jde především o vylučování zplodin metabolismu dusíkatých látek, zejména bílkovin. Odpadním produktem vylučovací soustavy je *moč* – tekutina obsahující vodu a v ní rozpuštěné odpadní látky, z nichž hraje nejdůležitější roli močovina jako odpadní produkt metabolismu dusíkatých látek. Vzhledem k vylučování vody a iontů se vylučovací soustava rovněž významně podílí na metabolismu těchto látek.

Základem vylučovací soustavy jsou ledviny (*renes*) a močové cesty (*tractus urinaris*). Ledviny (resp. jejich kanálky – nefrony) a výstelka horních cest močových (močovodů) se během embryonálního vývoje vyvíjejí z intermediárního mezodermu. Dolní cesty močové (močový měchýř a močová trubice) se vyvíjejí z embryonální kloaky. Ta se nejprve rozdělí frontálně probíhajícím urorektálním septem na koncovou část trávicího traktu (vzadu) a *sinus urogenitalis* (vpředu). Urogenitální sinus se vyvíjí v dolní cesty močové. Jejich výstelka je tedy entodermální. Ostatní složky (slizniční vazivo, svalová vrstva a vazivové obaly) jsou mezodermální. Vylučovací soustavu rozdělujeme na tyto oddíly:

- **vlastní vylučovací orgány**
 - ledviny (*ren*, mn. č. *renes*)
- **vývodné cesty močové**
 - horní cesty močové
 - ledvinné kalichy (*calices renales*)
 - ledvinná pánvička (*pelvis renalis*)
 - močovod (*ureter*)
 - dolní cesty močové
 - močový měchýř (*vesica urinaria*)
 - močová trubice (*urethra*)

4.2 Obecná stavba močových cest

Stěna jednotlivých úseků močových cest je tvořena klasickými vrstvami typickými pro trubcovité orgány, s určitými funkčními modifikacemi. Samotné ledviny jsou orgány parenchymatickými.

- **sliznice** (*tunica mucosa*): Vystýlá vnitřní povrch močových cest. Sestává z těchto vrstev:
 - **epitelová vrstvička** (*lamina epithelialis*): Je tvořena ve většině úseků přechodným (tranzitním) epitelem, označovaným i jako *urotel*. Jedná se o jednu vrstvu buněk různých tvarů a různé výšky. Všechny buňky dosedají bazální plochou na bazální membránu. Podle výšky je dělíme na bazální (jedna řada), střední (jedna či více řad) a povrchové (jedna řada). Při naplnění močových cest se buňky rozloží do 3–4 řad, po jejich vyprázdnění vytvoří 5–6 řad.
 - **vazivová vrstvička** (*lamina propria*): Je tvořena řídkým kolagenním vazivem. Obsahuje lymfatické uzlíky a někde do ní zasahují slizniční žlázy.
- **svalová vrstva** (*tunica muscularis*): Je tvořena více vrstvami hladké svaloviny. Základem je vnější okružní (*stratum circulare*) a vnitřní podélná (*stratum longitudinale*) vrstva. V některých úsecích je stavba svalové vrstvy složitější.
- **vnější obal**: Na povrchu je většinou adventicie (neostře ohraničené řídké kolagenní vazivo).

4.3 Ledviny (*renes*)

4.3.1 Úvod

Ledviny (latinsky *ren*, mn. č. *renes*, řecky *nefros*) představují párový orgán, který se nachází v horním úseku zadní části dutiny břišní. Pravá ledvina je uložena o něco níže než levá, neboť je mírně zatlačována hmotou jater. Ledviny spočívají ve vazivu zadní stěny (retroperitoneálního prostoru) břišní dutiny. Toto vazivo obsahuje výrazný podíl tukové tkáně a vytváří několik tukových těles. Tuková tělesa tlumí nárazy a otřesy a mají tedy pro ledvinu mechanický ochranný význam. Ledviny jsou vlastním funkčním orgánem vylučovací soustavy, neboť v nich dochází k tvorbě moči (jedná se tedy o sekreční, resp. exkreční činnost, proto můžeme ledviny považovat i za exokrinní žlázy). Jejich aktivitou je krev zbavována přebytečných tekutin a odpadních látek, zejména produktů metabolismu dusíkatých živin (úředevším aminokyselin).

4.3.2 Makroskopická stavba

Ledvina má fazolovitý tvar. Je tužší konzistence a má červenohnědou barvu. Na délku (resp. na výšku) ledvina měří asi 10–12 cm, široká je 5–6 cm a silná 3–4 cm. Váží asi 120–150 g. Na ledvině rozlišujeme dvě plochy – přední a zadní, dále dva okraje – mediální a laterální a dva póly – horní a dolní. Přibližně ve středu mediálního okraje se nachází tzv. branka ledvinná (*hilum renale*), místo, kudy do ledviny vchází a vychází vývodné cesty močové, cévy a nervy.

4.3.3 Histologická stavba

- **vnější obal:** Na povrchu ledviny není ani adventicie, ani seróza.
- **vazivové pouzdro:** Je to tenká slupka tuhého kolagenního vaziva na povrchu ledviny.
- **parenchym:** Je to vlastní funkční ledvinná tkáň. Skládá se v každé ledvině asi z 1 milionu tenkých stočených kanálků, tzv. *nefronů*, ústících do sběrných kanálků. Nefrony a sběrné kanálky jsou vzájemně stmeleny stromatem z řídkého kolagenního (intersticiálního) vaziva, které obsahuje hladké svalové buňky a specializované fibroblasty (produkují hormon erythropoetin stimulující erytropoézu, tedy tvorbu červených krvinek v kostní dřeni). Ledvinný parenchym vytváří na průřezu ledvinou dvě makroskopicky viditelné vrstvy, a to ledvinnou kůru a ledvinnou dřeň.
 - ledvinná kůra (*cortex renalis*): Je to tenká vnější vrstva parenchymu pod vazivovým pouzdrem, a mezi pyramidami ledvinné dřeně (viz níže). Má světlejší barvu.
 - ledvinná dřeň (*medulla renalis*): Je to silnější vnitřní vrstva parenchymu. Má tmavší barvu. Není jednolitá, ale je rozdělena do 15–20 tzv. ledvinných pyramid. Báze pyramid směřují k povrchu ledviny, zaoblené hroty (tzv. ledvinné papily) směřují k ledvinnému hilu. Pyramidy jsou pozůstatkem původního členění ledviny na laloky (někdy u ledviny segmentace na laloky přetrvává, taková ledvina se označuje jako renkulizovaná).

4.3.4 Nefron

Nefron je základní stavební a funkční jednotka ledvinného parenchymu a ledvin vůbec. Dochází v něm k tvorbě moči. Je dlouhý asi 40 mm a jeho stěna je tvořena jednou vrstvou epitelových buněk, jejichž tvar a velikost, popř. další specifika, se úsek od úseku liší. Nefron je tvořen ledvinným (Malpighiho) tělískem a systémem tubulů.

- **ledvinné (Malpighiho) tělísko (*corpusculum renale*):** Jedná se o počáteční část nefronu. Nachází se v ledvinné kůře. Sestává ze dvou základních komponent, a to Bowmanova váčku a klubíčka krevních kapilár (tzv. glomerulu).

- **Bowmanův váček** (*capsula Bowmani*): Jde o váček tvaru pohárku. Má dva listy, vnější a vnitřní, které do sebe v místě vstupu do nefronu přecházejí (váček má tedy podobu promáčklého míčku). Buňky vnějšího listu jsou ploché a jednoduché. Buňky vnitřního listu, tzv. *podocyty*, jsou složitější stavby. Obsahují bohatě větvené výběžky obklopující kapiláry glomerulu (*viz níže*), přičemž větvičky sousedních výběžků podocytů jsou do sebe zaklesnuty jako prsty do sebe zapojených rukou. Mezi sousedními výběžky podocytů jsou ultramikroskopické štěrbiny se specifickými typy mezibuněčných kontaktů (jejich funkcí je zabránit průchodu buněk a bílkovin z krve proudící v kapilárách glomerulu do primární moči).
- **klubičko** (*glomerulus*): Je to klubičko krevních kapilár vsunuté do Bowmanova váčku. Buňky endotelu jsou v těsném kontaktu s buňkami vnitřního listu Bowmanova váčku, jsou v nich otvory (fenestrace). Do klubička ústí jedna přívodná tepénka (*arteriola afferens*) a odchází z něho jedna odvodná tepénka (*arteriola efferens*), jež má menší průměr než tepénka přívodná. Uvnitř kapilár glomerulu tak vzniká tlak, jímž se filtruje krevní plazma s odpadními látkami do štěrbiny mezi vnitřním a vnějším listem Bowmanova váčku. Bariéra z vrstvy endotelových buněk, vrstvy výběžků podocytů a splynutých bazálních membrán obou těchto vrstev má funkci tzv. **filtrační membrány**. Její celková plocha je asi 1,5 m². Výsledkem **glomerulární filtrace** je primární (hypotonická) moč. Ve stěně přívodné tepénky se rovněž nacházejí specializované hladké svalové buňky, které produkují hormon renin (ovlivňuje metabolismus sodíku a reguluje krevní tlak).
- **proximální tubulus** (*tubulus proximalis*): Je to krátký silnější kanálek (délka asi 15 mm) odstupující z Bowmanova váčku (označuje se také jako kanálek 1. řádu). Má proximální stočený a distální rovný úsek. Nachází se v ledvinné kůře. Stěnu tvoří jedna vrstva kubických epitelových buněk s řadou funkčních úprav, jako mikrokly na apikální ploše, interdigitace mezi laterálními plochami a bazální labyrint (s iontovými pumpami) na bazální ploše.
- **intermediální tubulus** (*tubulus intermedius*): Je to krátký tenký kanálek (délka asi 10 mm), který je pokračováním proximálního tubulu. Nachází se v ledvinné dřeni. Stěna kanálku je tvořena jednou vrstvou plochých epitelových buněk.
- **distální tubulus** (*tubulus distalis*): Je to krátký silnější kanálek (délka asi 10 mm) navazující na intermediální tubulus (označuje se také jako kanálek 2. řádu). Má proximální rovný a distální stočený úsek. Nachází se v ledvinné kůře v těsné blízkosti Bowmanova váčku téhož nefronu. Stěnu tvoří jedna vrstva kubických epitelových buněk (nemají tolik úprav jako buňky proximálního kanálku).

V rámci nefronu se rovněž popisuje tzv. **Henleova klička** – ohnutý kanálek se sestupným a vzestupným raménkem. Počáteční silnější část tvoří rovný úsek proximálního tubulu, následuje tenký intermediální kanálek a silnější koncová část je tvořena rovným úsekem distálního kanálku. Funkcí ledvinných tubulů je tzv. **tubulární resorpce**. Pomocí specializovaných úprav v membránách buněk resorbují zpět do krve asi 99 % vody a část iontů z primární moči, čímž vzniká sekundární (hypertonická) moč. Soutokem 5–10 nefronů vzniká **sběrný kanálek** (*ductus colligens*). Nachází se v ledvinné dřeni. Jeho stěnu tvoří jedna vrstva cylindrických epitelových buněk. Soutokem několika sběrných kanálků vzniká **papilární kanálek** (*ductus papillaris*). Nachází se v ledvinné dřeni a ústí na vrcholu ledvinné pyramidy (na ledvinné papile). Jeho stěnu tvoří rovněž jedna vrstva cylindrických epitelových buněk.

4.4 Horní cesty močové

4.4.1 Ledvinné kalichy (*calices renales*)

Ledvinné kalichy (*calices renales*, j. č. *calix renalis*) jsou nálevky uložené uvnitř ledvinného hilu. Tzv. malé kalichy (*calices minores*), jinak také kalíšky ledvinné, v počtu 7–18 obepínají ledvinné papily, z nichž do nich proudí moč. Svými okraji jsou k papilám přirostlé. Tzv. velké kalichy (*calices majores*), jsou obvykle 2–3 a každý vzniká soutokem vždy jedné skupiny malých kalichů. Velké kalichy se stékají do ledvinné pánvičky. Stěna ledvinných kalichů histologicky odpovídá stěně močovodů.

4.4.2 Ledvinná pánvička (*pelvis renalis*)

Jedná se o široký úsek močových cest vzniklý soutokem velkých kalichů. Je částečně zanořena do ledvinného hilu, částí vystupuje z ledviny ven a pokračuje jako močovod. Stěna ledvinné pánvičky histologicky odpovídá stěně močovodu.

4.4.3 Močovod (*ureter*)

Močovod je tekutý párový kanálek, který odvádí moč z ledvin do močového měchýře. Je dlouhý 25–30 cm a široký 5–7 mm. Probíhá v retroperitoneálním prostoru po zadní stěně dutiny břišní. Stěna močovodu je histologicky tvořena následujícími vrstvami:

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. Obsahuje podélné řasy, které jí dodávají na průřezu hvězdovitý vzhled (jedná se o rezervní řasy, které se vyrovnávají při průchodu moči). *Lamina epithelialis* je tvořena přechodným epitelem (urotelem), pod ním se nachází vazivová *lamina propria*.
- **svalová vrstva:** Jedná se o vrstvu hladké svaloviny s vnější okružní a vnitřní podélnou vrstvou. Zajišťuje posun moči z ledvinné pánvičky do močového měchýře (transport moči močovodem je tedy aktivním dějem zajišťovaným hladkou svalovinou, a to i proti gravitaci, za běžné situace moč močovodem volně neteče).
- **vnější obal:** Je představován adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem).

4.5 Dolní cesty močové

4.5.1 Močový měchýř (*vesica urinaria*)

Jedná se o trubicovitý orgán vakovitého tvaru uložený v malé pánvi za sponou stydkou. Slouží jako zásobárna moči před vyprázdněním. Jeho fyziologická kapacita je asi 250–300 ml, maximální kapacita dosahuje asi 700 ml. Na sagitálním průřezu má v ochablém stavu trojúhelníkovitý tvar.

Makroskopická stavba

- **hrot (*apex*):** Je to horní část, po naplnění přesahuje sponu stydkou.
- **tělo (*corpus*):** Je to hlavní část močového měchýře.
- **spodina (*fundus*):** Je to dolní část močového měchýře.
- **krček (*cervix*):** Je to zúžená část při odstupu močové trubice.

Histologická stavba

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. Obsahuje síťovitě uspořádané řasy (rezervní řasy vyrovnávající se při naplnění močového měchýře). Epitelová vrstvička (*lamina epithelialis*) je tvořena přechodným epitelem (urotelem). Vazivová *lamina propria* je poměrně mohutná a její vazivo umožňuje pohyb slizničních řas po svalovém podkladu při jejich vyrovnávání.
- **svalová vrstva:** Jedná se o silnou vrstvu hladké svaloviny, obsahující vnitřní podélnou vrstvu (se síťovitě uspořádanou částí pod sliznicí), střední okružní vrstvu a vnější podélnou vrstvu. Svalovina vytváří několik funkčních svalů podílejících se na vyprazdňování měchýře. Při odstupu močové trubice se nachází tzv. *musculus sphincter vesicae*, svěrač z okružní svaloviny (není ovladatelný vůlí, funkci skutečného svěrače má však pouze u muže).
- **vnější obal:** Močový měchýř je na většině povrchu kryt adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem).

4.5.2 Močová trubice (*urethra*)

Močová trubice je nepárový kanálek představující konečný úsek vývodných cest močových. Po výstupu z močového měchýře prochází u obou pohlaví svaly urogenitální přepážky. Z nich odstupují k močové trubici příčně pruhovaná svalová vlákna, která tvoří příčně pruhovaný **vnější svěrač močové trubice** (*musculus sphincter urethrae externus*). Tento sval je ovladatelný vůlí, avšak při nadměrné náplni močového měchýře reflexně povoluje. Okružní hladká svalovina močové trubice vytváří hladký **vnitřní svěrač** (*musculus sphincter urethrae internus*). Močová trubice má odlišnou stavbu i průběh u mužů a u žen, což je dáno jejím těsným anatomickým vztahem k vývodným cestám pohlavním.

Ženská močová trubice

U žen je močová trubice krátká (její délka je asi 4–5 cm) a je pouze vývodnou cestou močovou. Ústí ven ve *vestibulum vaginae* nad horním okrajem vchodu do pochvy. Stěna ženské močové trubice je tvořena následujícími vrstvami:

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. Po většině délky je *lamina epithelialis* tvořena vícevrstevným plochým nerohovatějším epitelem. Pod ním se nachází vazivová *lamina propria* s mohutnými žilními pleteněmi, které se podílejí na kontinenci (udržení) moči.
- **svalová vrstva:** Jedná se o vrstvu svaloviny s vnější okružní a vnitřní podélnou vrstvou. Vnější okružní svalovina vytváří několik funkčních svalů podílejících se na kontinenci moči:
 - *musculus sphincter urethrae internus*: Je to tenký sval z hladké svaloviny, vůlí neovladatelný.
 - *musculus sphincter urethrae externus*: Je to poměrně silný sval tvořený příčně pruhovanou svalovinou (vůlí ovladatelnou), který se připojuje k močové trubici při jejím průchodu skrz urogenitální přepážku. Nachází se ve vrstvě vně vnitřního svěrače. Ženská močová trubice má obecně složitější systém příčně pruhovaných svěračů než močová trubice u muže, neboť u ní z důvodů malé délky hrozí snazší penetrace patogenů hlouběji do těla.
- **vnější obal:** Je představován adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem).

Mužská močová trubice

U mužů je močová trubice delší (její délka je asi 20–25 cm) a je současně vývodnou cestou močovou i pohlavní. Po výstupu z močového měchýře vstupuje do prostaty, po výstupu z ní prochází urogenitální přepážkou, lomí se dopředu přibližně pod úhlem 90° a vstupuje do spongiózního tělesa penisu, kterým prochází a ústí na jeho konci.

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. Po většině délky je *lamina epithelialis* tvořena dvouvrstevným cylindrickým epitelem. Pod ním se nachází vazivová *lamina propria*.
- **svalová vrstva:** Jedná se o vrstvu svaloviny s vnější okružní a vnitřní podélnou vrstvou. Vnější okružní svalovina vytváří několik funkčních svalů podílejících se na kontinenci moči:
 - *musculus sphincter urethrae internus*: Je to sval z hladké svaloviny, vůlí neovladatelný. Nachází se v místě odstupu močové trubice z močového měchýře a je pokračováním jeho svěrače.
 - *musculus sphincter urethrae externus*: Je to sval z příčně pruhované svaloviny (vůlí ovladatelný), který se připojuje k močové trubici při jejím průchodu skrz urogenitální přepážku.
- **vnější obal:** Je představován adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem).

5 POHLAVNÍ ÚSTROJÍ (*organa genitalia*)

5.1 Vymezení problematiky

Primární funkcí pohlavního ústrojí je **rozmnožování** čili reprodukce, tedy plození nových individuí s unikátní kombinací genetické informace. Pohlavní orgány jakožto primární pohlavní znaky zajišťují svou fyziologickou (hormonální) aktivitou rozvoj sekundárních pohlavních znaků, nepřímo tedy ovlivňují mnoho dalších anatomických a fyziologických parametrů lidského těla. Pohlavní ústrojí úzce souvisí se sexualitou. Kromě primárního reprodukčního významu má sexualita u člověka i významnou sekundární funkci sociální, která souvisí s částečným oddělením sexuality od rozmnožování, k němuž došlo během evoluce. Pohlavní ústrojí má těsný vývojový i anatomický vztah k vylučovací soustavě, proto se oba systémy označují souhrnně jako systém *urogenitální*. Anatomie pohlavního ústrojí je u mužů a u žen odlišná. Embryonální základy pro ontogenetický vývoj jsou však u obou pohlaví totožné, vyvíjejí se ale rozdílně – některé embryonální struktury se do plné podoby vyvíjejí u mužů, zatímco u žen se mění na rudimenty a naopak. Pohlavní ústrojí dělíme na části podle několika kritérií:

1) ROZDĚLENÍ PODLE UMÍSTĚNÍ

- **vnitřní pohlavní orgány** – převažují u ženy
- **vnější pohlavní orgány** – převažují u muže

2) ROZDĚLENÍ PODLE FUNKCE

- **pohlavní žlázy (gonády)** – produkují pohlavní buňky a pohlavní hormony
- **vývodné cesty pohlavní** – zajišťují odvod pohlavních buněk ven z těla
- **kopulační orgány** – zajišťují přenos pohlavních buněk mezi oběma pohlavími

Zásadní roli pro vývoj pohlavního ústrojí hraje mezoderm, z něhož se tvoří většina jeho orgánů. Pohlavní žlázy se vyvíjejí z intermediárního mezodermu v zadní části dutiny břišní, v blízkosti embryonálního základu ledvin (ty pocházejí rovněž z intermediárního mezodermu). Nejdříve se vytvoří tzv. *genitální lišty* pokryté jednou vrstvou buněk intermediárního mezodermu a vyplněné mezenchymem. Povrchový mezoderm se následně vchlípí dovnitř lišt a vytvoří u mužů semenotvorné kanálky a u žen folikuly. Do těchto struktur během 6. týdne prenatalního vývoje migrují prapohlavní buňky (gonocyty), které se dosud vyvíjely ve stěně žloutkového vaku. Mezenchym se přetvoří ve vazivové stroma pohlavních žláz včetně specializovaných buněk produkujících pohlavní hormony.

Vývodné pohlavní cesty se vyvíjejí ze dvou embryonálních vývodů – Wolffových a Müllerových. Wolffův vývod (*ductus mesonephricus*) se vyvinul jako vývodná cesta (močovod) tzv. prvoledviny (*mesonephros*, typ ledviny vyvinuté v plné podobě u plazů). U člověka (a savců obecně) jsou prvoledviny v dalších fázích embryonálního vývoje nahrazeny definitivními ledvinami (*metanephros*) a mezonefros u žen téměř zaniká (mění se na rudimenty zavzaté do vazů kolem vývodných pohlavních cest), u mužů se však vyvíjí nadále a vzniká z něho nadvarle. Vývod mezonefros, tedy Wolffův vývod, dává poté vzniknout chámovodu. Müllerův vývod (*ductus paramesonephricus*) vzniká podélným (kranio-kaudálně probíhajícím) vchlípením intermediárního mezodermu do míst, kudy probíhá Wolffův vývod. U mužů se však dále nevyvíjí a jeho rudimenty se nacházejí v průběhu vývodných pohlavních cest. U žen se Müllerovy vývody vyvinou do plné podoby, vytvoří se z nich vejcovod a po kaudálním splynutí pravého a levého vývodu v nepárový kanál se vyvine děloha a pochva.

Vnější pohlavní orgány se vyvíjejí v kaudální části ventrální plochy embrya z nepárového genitálního hrbolku a párových genitálních valů. Jedná se o struktury kryté pokožkou (tedy ektodermem) a vyplněné mezenchymem (tedy mezodermem). Jejich vývoj je navázán na vývoj urogenitálního sinusu, z něhož se tvoří močový měchýř a močová trubice. Genitální hrbolky se výrazněji vyvíjí u mužů a vzniká z něho penis, zatímco u žen menší klitoris. Genitální valy se u žen vyvíjejí za vzniku velkých stydkých pysků, zatímco u mužů se pravý a levý val spojí a vytváří skrotum, do něhož později sestoupí varlata. Penis a klitoris, stejně jako skrotum a velké stydké pysky, jsou tedy homologními orgány.

Pohlaví můžeme chápat na několika hierarchicky posuzovaných úrovních. Základní úroveň pohlaví je úroveň genetická. **Genetické pohlaví** je podmíněno sestavou pohlavních chromozómů. Kombinace XY (přítomnost chromozómu Y) značí mužské pohlaví, kombinace XX (absence chromozómu Y) ženské pohlaví. Další úroveň je úroveň gonadální. **Gonadální pohlaví** je dáno přítomností pohlavní žlázy – varle značí gonadální pohlaví mužské, vaječník gonadální pohlaví ženské. V naprosté většině případů (pokud nedojde k vývojovým poruchám) souhlasí gonadální pohlaví s genetickým. Lidské zárodky se v počátečních fázích embryonálního vývoje vyvíjejí indiferentně. Pokud je jedinec geneticky XX, pokračuje vývoj víceméně plynule a z dosud nerozlišené gonády se vyvine vaječník. Je-li však geneticky XY, dojde během 6. týdne vývoje vlivem některých genů na chromozómu Y k přeměně nediferencované gonády ve varle, které začne produkovat hormon testosteron. Ten zajistí diferenciaci zárodku mužským směrem. Další z úrovní pohlavní diferenciacie je úroveň genitální. **Genitální pohlaví** je dáno přítomností pohlavních orgánů, tedy primárních pohlavních znaků (vývodných cest pohlavních a kopulačních orgánů). Opět v naprosté většině případů souhlasí s pohlavím genetickým i gonadálním, mohou se ale vyskytnout rozmanité poruchy diferenciacie vedoucí k přechodným tvarům, tzv. biologické intersexualitě. Následuje tzv. **somatické pohlaví**, které se již přímo netýká samotných pohlavních orgánů, nýbrž je dáno přítomností sekundárních pohlavních znaků, tedy všech tvarových a funkčních rozdílů mezi mužem a ženou mimo pohlavní orgány (rozdíly ve velikosti a v proporcích postavy, distribuci tuků a svalové hmoty, v rozvoji ochlupení, pohlavní rozdílů na kostech, ve velikosti a aktivitě útrobních orgánů atd.). Somatické pohlaví tedy opět v naprosté většině případů koresponduje s pohlavím genetickým, gonadálním a genitálním. Až do počátku puberty jsou jedinci mužského i ženského pohlaví z hlediska somatického pohlaví přibližně stejní (mají podobnou postavu i výkonnost), liší se pouze v předchozích třech pohlavních úrovních. V pubertě dochází vlivem pohlavních hormonů k diferenciaci somatického pohlaví (a vyšších úrovní pohlaví) a vyvinou se sekundární pohlavní znaky. Následují již nebiologické úrovně pohlaví, a to **psychické pohlaví** (dané pohlavně specifickým způsobem myšlení a prožívání) a **sociální pohlaví** (dané tím, jak je jedinec společností vnímán a za jaké pohlaví je považován).

5.2 Mužské pohlavní ústrojí (*organa genitalia masculina*)

5.2.1 Úvod

Mužské pohlavní ústrojí slouží k produkci mužských pohlavních buněk – spermií a k jejich odvodu do pohlavního traktu ženy. U muže objemově převládají vnější pohlavní orgány nad vnitřními. Jednotlivé komponenty pohlavního ústrojí můžeme rozdělit na tyto skupiny:

1) VNITŘNÍ POHLAVNÍ ORGÁNY

- **pohlavní žlázy**
 - varle (*testis*)
- **vývodné pohlavní orgány**
 - nadvarle (*epididymis*)
 - chámovod (*ductus deferens*)
- **přídavné žlázy**
 - semenné váčky (*vesiculae seminales*)
 - předstojná žláza (*prostata*)
 - Cowperova žláza (*glandula bulbourethralis*)

2) VNĚJŠÍ POHLAVNÍ ORGÁNY

- pyj (*penis*) – kopulační orgán
- šourek (*scrotum*)

5.2.2 Varle (*testis*)

Varle (latinsky *testis*, řecky *orchis*) je mužská pohlavní žláza. Jeho funkcí je tvorba mužských pohlavních buněk – spermií procesem *spermiogeneze* a produkce mužského pohlavního hormonu testosteronu (jde tedy o endokrinní žlázu). Varle je párový orgán uložený v šourku. Jedno varle je obvykle z důvodů omezeného prostoru v genitální oblasti uloženo níže než druhé. Důvodem polohy varlete mimo vlastní dutinu břišní je to, že k produkci zdravých spermií je zapotřebí nižší teploty, než je teplota těla (asi 32 °C). Varle proto na konci prenatalního vývoje sestupuje do podkoží chladnějšího skrota (dráhou sestupu je tříselný kanál, sestouplá varlata jsou znakem donošenosti).

Makroskopická stavba

Varle je žláza zploštělého ovoidního tvaru a tuhé a pružné konzistence. Je dlouhé asi 4–5 cm, široké asi 3 cm a na tloušťku měří asi 2,5 cm. Váží asi 20–25 g. Na varleti rozlišujeme dvě plochy – mediální a laterální, dva okraje – přední a zadní a dva póly – horní a dolní (aktuální poloha varlete ve skrotu se však mění a názvy jeho částí tak nemusí vždy topograficky odpovídat realitě). Na zadním okraji varlete se nachází tzv. branka (*hilum testis*), kudy vstupují a vystupují cévy, nervy a (v počtu 15–20) vývodné kanálky ústící do nadvarlete.

Histologická stavba

- **vnější obal:** Varle je na povrchu obaleno serózním obalem (*periorchium*) – lesklou blánou tvořenou jednou vrstvou plochých epitelových buněk (tzv. mezotel). Tento obal vzniká odštěpením části peritonea a jeho sestupem spolu s varlem do skrota skrz tříselný kanál. Serózní obal má dva listy – viscerální, který naléhá přímo na povrch varlete, a parietální, jenž vystýlá dutinu skrota. Oba listy v sebe vzájemně přecházejí (varle je do nich tedy vloženo jako do promáčklého míčku), mezi nimi je štěrbina vyplněná tekutinou.
- **vazivové pouzdro:** Je to vrstva tuhého kolagenního vaziva na povrchu varlete. Dovnitř varlete z něho odstupují septa, která v parenchymu varlete tvoří trámčinu a rozdělují vnitřní prostor na 200–300 lalůčků, které svým hrotem směřují k hilu.
- **parenchym:** Je to vnitřní žlázová hmota varlete. Funkční složkou jsou stočené semenotvorné kanálky (*tubuli seminiferi contorti*), v nichž probíhá spermiogeneze. Z lalůčků varlete vycházejí přímé kanálky (*tubuli recti*) odvádějící spermie ze stočených kanálků daného lalůčku. Na ně se napojuje na 15–20 vývodných kanálků, které v hilu varlete vystupují ven a vstupují do nadvarlete. Kanálky jsou stmeleny stromatem z řídkého kolagenního (intersticiálního) vaziva, jež obsahuje *Leydigovy buňky* produkující mužský pohlavní hormon testosteron.

Spermie

Spermie (*spermium*) je mužská pohlavní buňka (samčí gameta). Tvoří se v mužských pohlavních žlázách, varlatech, procesem označovaným jako *spermiogeneze*. Spermie je jedna z nejmenších buněk lidského těla. Svou morfologií, fyziologií a ontogenezí je zcela jedinečná. Základními částmi spermie jsou hlavička, střední oddíl a bičík.

- **hlavička:** Má tvar zploštělé hrušky směřující užším koncem dopředu. Její délka je asi 5 µm, šířka asi 3 µm a tloušťka asi 2 µm. Hlavním obsahem hlavičky je haploidní buněčné *jádro* (samčí prvojádro, pronukleus). V přední části hlavičky, hned pod membránou, se nachází tzv. *akrozom*, plochý prohnutý váček kopírující přední pól jádra, obalený membránou a obsahující směs enzymů, které se uplatňují při průchodu spermie přes obaly vajíčka (*corona radiata* a *zona pellucida*) během oplození (v povrchovější membráně, blíže k povrchu hlavičky, se nachází hyaluronidáza, v hlouběji uložené membráně, přiléhající k jádru, je akrozin). Akrozom vzniká během spermiogeneze fúzí několika cisteren Golgiho aparátu.
- **střední oddíl:** Následuje za hlavičkou a je dlouhý asi 6–8 µm. Obsahuje na začátku dva *centrioly*. Proximální centriol (blíže k hlavičce) se uplatňuje po oplození při tvorbě dělicího vřeténka prvního mitotického dělení zygoty. Distální centriol slouží jako kinetozom, z něhož odstupuje axonema bičíku. Okolo počáteční části axonematu ve středním oddílu je tzv. *mitochondriální pochva* – spirálovitě uspořádaná skupina několika desítek mitochondrií, jejichž význam při tvorbě energie je pro aktivně se pohybující spermii stěžejní.
- **bičík:** Je to nejdelší a nejtenčí část spermie, jeho délka je asi 40–45 µm. Jedná se o pohybovou organelu, zajišťující vlastní pohyb spermie. Jeho vnitřní struktura je prakticky totožná se stavbou kinocilií. Obsahuje tedy axonema (centrální duplet a 9 periferních dupletů mikrotubulů spojených dyneinovými raménky) a zpevňující, podélně probíhající vlákna cytoskeletu.

Stočené semenotvorné kanálky

Stočené semenotvorné kanálky tvoří dominantní složku parenchymu varlete. Průměr kanálku je asi 200 μm , celková délka všech kanálků v obou varlatech je až 500 m (jsou v parenchymu mnohonásobně stočeny). Výstelka je v základu tvořena podpůrnými, tzv. *Sertolliho buňkami* (jedná se o tzv. zárodečný epitel, tvoří asi 10 % buněk kanálků). Jsou to vysoké buňky, jejichž boční plochy a apikální plocha jsou opatřeny záhyby membrány. V záhybech laterálních stěn Sertolliho buněk (tedy v prostorech mezi nimi) se nachází tzv. *spermiogenní epitel*, tvořený více vrstvami jednotlivých vývojových stádií spermií. Spermiogeneze (resp. její první fáze, *spermiocytoogeneze*) zde probíhá asi 60–80 dní. Při bázi kanálku se nacházejí nezralá vývojová stadia spermií, směrem do lumina postupují pokročilejší vývojová stadia. Spermiogenní epitel můžeme rozdělit na následující zóny:

- **bazální zóna:** Nachází se při bázi kanálků. Obsahuje tzv. *spermiogonie*, tedy diploidní buňky, ze kterých vznikají spermie. Spermiogonie se neustále mitoticky dělí (proliferují), během čehož jedna z dceřiných buněk zůstává vždy v bazální zóně a druhá se diferencuje v *primární spermiocyt*, který postupuje směrem do lumina kanálků do další zóny.
- **luminální zóna:** Nachází se v další vrstvě směrem do lumina kanálků, kde (stále ještě diploidní) *primární spermiocyty* (jinak také spermiocyty I. řádu) zahajují meiotické dělení. Během prvního zracího dělení vnikají z primárních spermiocytů haploidní *sekundární spermiocyty* (jinak i spermiocyty II. řádu) a potom během druhého zracího dělení *spermatidy*.

Mezi vrstvou spermiogonií v bazální zóně a vrstvou primárních spermiocytů naspodu luminální zóny se mezi sousedními Sertolliho buňkami nacházejí velmi těsné mezibuněčné spoje (*zonulae occludentes*). Ty chrání dělicí se primární spermiocyty (a další buněčné fáze) před imunitním systémem z krevních kapilár se ve vazivovém obalu semenotvorných kanálků, který by jinak považoval tyto buňky za cizí (z důvodů meiotického dělení mají již jinou genetickou výbavu než ostatní tělesné buňky) a ničil by je. Těsné spoje tvoří difúzní bariéru mezi krví a spermiogenním epitelem, tzv. **hematotestikulární bariéru**. Ta se přechodně rozruší v době, kdy jí procházejí primární spermiocyty z báze epitelu do vyšších vrstev.

- **apikální zóna:** Spermatidy se po svém vzniku zanořují se do záhybů na apikální ploše Sertolliho buněk, kde prodělávají další zrání (tzv. *spermiotogenezí*). To spočívá v redukci jejich velikosti (až na velikost hlavičky spermie), redukci velikosti jádra (asi na desetinu původní velikosti), tvorbě akrozomu, vytvoření bičíku a „odhození“ přebytečných částí cytoplazmy (tzv. reziduálních tělísek). Hotové spermie se poté uvolní do lumina semenotvorného kanálku a pokračují k vývodům varlete.

5.2.3 Nadvarle (*epididymis*)

Nadvarle je párový orgán o délce asi 5–6 cm uložený podél zadního okraje varlete. Začíná při jeho horním pólu a končí při dolním pólu, přičemž pokračuje jako chámovod. V nadvarleti probíhá další zrání spermií, trvající asi 2 týdny, následně jsou zde spermie deponovány. V případě ejakulace jsou vypuzeny do vývodných pohlavních cest, v ostatních případech zanikají fagocytární aktivitou.

Makroskopická stavba

- **hlava (*caput*):** Nachází se při horním pólu varlete. Vstupují do ní spermie z varlat.
- **tělo (*corpus*):** Nachází se podél zadního okraje varlete. Je místem dozrávání spermií.
- **ocas (*cauda*):** Nachází se při dolním pólu varlete. Spermie se zde shromažďují před ejakulací.

Histologická stavba

Nadvarle je tvořeno stočenými kanálky stmelnými vazivem. Jejich stěnu tvoří:

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. *Lamina epithelialis* je tvořena víceřadým epitelem s vyššími hlavními a nižšími bazálními buňkami (tedy jednou vrstvou různě vysokých buněk). V hlavě nadvarlete jde o několik samostatných kanálků navazujících na vývodné kanálky varlete. Hlavní buňky mají na apikálním pólu mají *kinocilie* (řasinky), jež svým aktivním pohybem napomáhají dalšímu posunu spermií. V těle a ocasu nadvarlete je jeden dlouhý stočený kanálek (jeho dél-

ka je 5–6 m), do kterého se stékají jednotlivé kanálky z hlavy nadvarlete. Ten pokračuje z ocasu nadvarlete jako chámovod. Hlavní buňky mají na apikálním pólu mají *stereocilie* (vlásky) – nepohyblivé výběžky produkující kyselou tekutinu, jež dočasně zastaví aktivní pohyb spermií (zabraňuje vyčerpání jejich energetických zásob), a glykoproteiny vyživující dozrávající spermie.

- **svalová vrstva:** Je to tenká vrstva hladké svaloviny kolem každého kanálku.
- **vnější obal:** Je představován adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem). Adventicie jednotlivých stočených kanálků stmeluje jejich klíčky do kompaktního orgánu.

5.2.4 Chámovod (*ductus deferens*)

Chámovod (od slova *chám* – staročeské označení pro sperma) slouží při ejakulaci k odvodu spermií z nadvarlete do močové trubice. Je to párová trubice dlouhá asi 35–40 cm a široká pouze asi 3–4 mm (vnitřní průsvit kanálku má průměr jenom asi 0,5 mm). Chámovod začíná od ocasu nadvarlete, kde se prudce obrací směrem nahoru. Poté vstupuje do tříselného kanálu, stává se součástí semenného provazce a je zde obalen řadou fascií a svalů a doprovázen cévními a nervovými pleteněmi. Po výstupu z tříselného kanálu se chámovod ze semenného provazce odděluje a zahýbá pod močový měchýř, kde se ampulovitě rozšiřuje. Poté vstupuje do prostaty, v jejímž parenchymu ústí do močové trubice. Histologicky je chámovod tvořen následujícími vrstvami:

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. *Lamina epithelialis* je z dvouřadého epitelu obsahujícího vyšší hlavní buňky se stereociliemi stejné stavby, jako u dlouhého kanálu nadvarlete (chámovod je jeho přímým pokračováním), a nižší bazální buňky. Pod epitelovou vrstvou se nachází vazivová *lamina propria*.
- **svalová vrstva:** Jedná se o vrstvu hladké svaloviny s vnější podélnou, střední okružní a vnitřní podélnou vrstvou. Svalovina je celkově velmi silná, zaujímá většinu tloušťky stěny chámovodu (průsvit vnitřního kanálku je pouze asi 0,5 mm) a je rovněž velmi intenzivně inervovaná. Silná svalovina se uplatňuje během ejakulace, kdy peristaltickými pohyby zajišťuje velmi rychlý přenos (emisi) spermií z ocasu nadvarlete do močové trubice.
- **vnější obal:** Je představován adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem).

5.2.5 Semenné vāčky (*vesiculae seminales*)

Semenné vāčky (*vesiculae seminales*), jinak i měchýřkovité žlázy (*glandulae vesiculosae*) patří k přídatným pohlavním žlázám. Jedná se o párové žlázy o velikosti asi 5 × 2 cm přitisknuté ke spodině močového měchýře. Produkují mírně alkalickou tekutinu tvořící asi 70 % objemu ejakulátu.

Ejakulát (sperma, starší české označení chám) je substance polotekutá (gelovitá) konzistence. Při jedné ejakulaci je jeho objem obvykle mezi 2 a 5 ml, nejčastěji 3–4 ml. V 1 ml bývá 20–100 milionů spermií. Za problematické je považován pokles množství spermií pod 20 milionů (někdy se uvádí 15 milionů) na 1 ml a pokles celkového množství spermií v ejakulátu pod 40 milionů. Spermie tvoří pouze několik procent objemu ejakulátu (do 5 %). Zbytek připadá na seminální plazmu, jež je produktem varlat, nadvarlat a přídatných žláz. Tvoří ji voda, stovky typů bílkovin, monosacharidy, minerály a další látky. Její pH je 7–8. Největší část, asi 70 %, tvoří sekrety semenných vāček. Tyto sekrety obsahují fruktózu (hlavní zdroj energie pro spermie), prostaglandiny (tlumí imunitní odezvu ženského pohlavního systému vůči spermiím a zvyšují kontrakce svaloviny ženských vývodných pohlavních cest při nasávání spermií) a semenogelin (bílkovina zajišťující gelovatění ejakulátu a tím dočasné omezení pohyblivosti spermií). Další asi 20–30 % objemu ejakulátu dodává prostata. Její sekrety obsahují ionty (z kationtů zejména sodík, draslík, vápník, hořčík a zinek, z aniontů hlavně chloridy a citráty), důležitou součástí je však i tzv. prostatický specifický antigen, který po ejakulaci zkapalňuje ejakulát. Několik procent dodávají do objemu ejakulátu výměšky varlat (Sertolliho buněk), nadvarlat, bulbouretrální (Cowperovy) žlázy a peri uretrálních žláz v močové trubici.

Semenný vāček je tvořen jedním, asi 10–15 cm dlouhým, několikanásobně stočeným kanálkem. Jeho vývodná část ústí do distální části chámovodu v místě jeho vstupu do prostaty. **Sliznice** obsahuje vysoké anastomozující řasy, jež zvětšují její sekreční plochu. Tvoří ji *lamina epithelialis* (dvouřadý epitel s vyššími hlavními a nižšími bazálními buňkami) a vazivová *lamina propria*. Vně sliznice je **hladká svalovina** a na povrchu kanálku **adventicie** stmelující jeho jednotlivé klíčky do kompaktního orgánu.

5.2.6 Předstojná žláza (*prostata*)

Prostata je nepárový žláznový orgán, který patří k přídatným pohlavním žlázám. Je uložena pod spodinou močového měchýře kolem počátečního úseku močové trubice, kterou tu prostata ze všech stran obepíná (močová trubice zde probíhá přímo skrz prostatu). Sekret prostaty představuje asi 20–30 % objemu ejakulátu a je mírně kyselý (složení viz výše).

Makroskopická stavba

Prostata je žláza tuhé a pružné konzistence. Má tvar předozadně zploštělého komolého kužele, jehož báze směřuje nahoru (dotýká se spodiny močového měchýře) a hrot směřuje dolů. Její délka (výška) je asi 4 cm. Během embryonálního vývoje je prostata tvořena několika laloky, které později splývají v jednotný nepárový orgán.

Histologická stavba

- **vazivové pouzdro:** Je to tužší obal tvořený tuhým koleganním vazivem, rovněž však hladkou svalovinou a hustými žilními pleteněmi. Z vazivového pouzdra odstupují do nitra žlázy septa, která ji dělí na jednotlivé lalůčky.
- **parenchym:** Jedná se o vnitřní hmotu vyplňující jednotlivé oddíly prostaty. Její funkční složkou je asi 30–50 rozvětvených žlázek, které produkují prostatický sekret a ústí samostatnými vývody do úseku močové trubice procházejícím prostatou. Sekreční oddíly žlázek jsou vystlány dvouřadným epitelem. Žlásky jsou stmeleny řídkým kolagenním (intersticiálním) vazivem obsahujícím vysoký podíl hladké svaloviny (tento tmel se označuje jako fibromuskulární stroma). Hladká svalovina slouží k vypuzování prostatického sekretu ze žlázek.

5.2.7 Cowperova žláza (*glandula bulbourethralis*)

Je to malá párová žláza, která patří k přídatným pohlavním žlázám. Je uložena mezi svaly urogenitální přepážky. Má přibližně velikost hrachu (průměr asi 1 cm). Její vývod je dlouhý asi 3 cm a ústí do močové trubice před jejím vstupem do spongiózního tělesa penisu. Žlázy produkují sekret (tzv. *preejakulát* či *preseminální tekutinu*), který čistí a lubrikuje močovou trubici těsně před ejakulací a neutralizuje kyselé prostředí v močové trubici.

5.2.8 Pyj (*penis*)

Penis (řecky *falos*) je mužský kopulační orgán. Jeho sexuální funkcí je přenos spermií do ženského pohlavního ústrojí. Zároveň však zajišťuje i odvod moči, neboť jím prochází močová trubice sloužící ve svém distálním úseku jako společná vývodná cesta močová a pohlavní. Penis se nachází pod sponou stydkou a ke stěně břišní je fixován vazy odstupujícími z povrchové fascie břišní.

Makroskopická stavba

- **kořen (*radix*):** Je to proximální část penisu nacházející se v dutině malé pánve. Jeho základem jsou topořivá tělesa, a to párové kavernózní a nepárové spongiózní. Každé z obou kavernózních těles odstupuje samostatně od spodního ramene kosti stydké (tzv. *crura penis*). Při začátku těla penisu se obě tělesa spojují. Spongiózní těleso začíná před začátkem penisu rozšířeninou *bulbus penis*.
- **tělo (*corpus*):** Je to nejdelší střední část penisu. Má rovnou horní a konvexní dolní plochu. Obsahuje spojená topořivá tělesa a prochází jím močová trubice.
- **žalud (*glans*):** Jedná se o distální část penisu obsahující vnější ústí močové trubice. Je obklopen kožní duplikaturou – předkožkou (*praeputium*) fixovanou k tělu penisu uzdičkou (*frenulum*). Mezi předkožkou a povrchem žaludu se nachází tzv. předkožkový vak.

Histologická stavba

- **kůže:** Je ve většině úseků tenká, posunlivá a pigmentovaná, pouze na žaludu je velmi tenká a nepohyblivá vůči podkoží.
- **povrchová fascie:** Je to posunlivá vrstva řídkého podkožního vaziva.
- **hluboká fascie:** Je to tužší vazivová vrstva obklopující společně topořivá tělesa.
- **topořivá tělesa:** Jsou to struktury zajišťující erekci penisu. Na povrchu jsou obalena tuhým vazivovým pouzdrém, ze kterého odstupují dovnitř septa tvořící trámčinu. V penisu se nacházejí dva typy topořivých těles, kavernózní a spongiózní.
 - kavernózní těleso (*corpus cavernosum*): Je to tzv. dutinkové těleso. Jedná se o párové topořivé těleso, které má při erekci tvrdou konzistenci. Na povrchu je silné a pevné vazivové pouzdro. V místě kontaktu pravého a levého tělesa se nachází vazivové septum vzniklé spojením mediálních ploch vazivových pouzder obou těles. Tělesa končí zahroceně v žaludu. Trámčina odstupující z vazivového pouzdra dělí vnitřek těles na velké množství dutinek (jedná se o tzv. *kaverny*). Dutinky jsou vystlány jednovrstevným plochým epitelem (endotelem) a ústí do nich specializované tepénky. Při erekci jsou kaverny vyplněny krví, jejíž vysoký (hydrostatický) tlak zajišťuje ztvrdnutí kavernózních těles.

Ve stěně tepének přivádějících krev do dutinek kavernózních těles penisu se nacházejí tzv. **von Ebnerovy polštářky**. Jedná se o zesílená místa hladké svaloviny v jejich stěně, které se vyklenují do průsvitu tepének a omezují do nich přítok krve. Při sexuální excitaci nastává vlivem parasympatického nervového podnětu ochabnutí tonusu svaloviny polštářků. Do kaveren tak začne proudit více krve, čímž dojde v kavernách ke zvýšení jejího tlaku. Vyšší tlak uvnitř kaveren jako celku vede k napnutí vazivových obalů a ke ztvrdnutí topořivých těles, tedy k erekci. Tlakem roztažené kaverny komprimují odvodné žíly, což přispívá k udržení vyššího tlaku krve v kavernách.
 - spongiózní těleso (*corpus spongiosum*): Je to tzv. houbovitě těleso. Jedná se o nepárové topořivé těleso, které má při erekci měkkší konzistenci. Začíná před začátkem penisu rozšířeninou *bulbus penis* a probíhá penisem pod kavernózními tělesy. Vpředu se opět rozšiřuje a je podkladem žaludu, na němž je kryto kůží. Prochází jím močová trubice. Vazivový obal je tenčí a pružnější než u kavernózních těles. Vazivové trámce se připojují na stěnu močové trubice, kterou udržují při erekci v otevřeném stavu. Uvnitř tělesa je hustá žilní pleteň.

5.2.9 Šourek (*scrotum*)

Šourek čili skrotum je kožní vak, v němž jsou uložena varlata (a nadvarlata). Vazivovým septem je rozdělen na pravou a levou část, obě varlata jsou tedy od sebe úplně oddělena. Důvodem polohy varlat mimo vlastní dutinu břišní je to, že k produkci zdravých spermií je zapotřebí nižší teploty, než je teplota těla (asi 32 °C). Stěna šourku sestává z následujících vrstev:

- **kůže:** Je zvrásnělá, pigmentovaná a porostlá chloupky (součást lokálního terciárního ochlupení).
- **tunica dartos:** Je to souvislá vrstva podkožní hladké svaloviny, jež svými kontrakcemi (v reakci na chlad) způsobuje zvrásnění kůže skrota.
- **fascia spermatica externa:** Je to derivát povrchové břišní fascie, jež se přidává k semennému provazci po jeho výstupu z tříselného kanálu.
- **musculus cremaster:** Jedná se o nesouvislou vrstvu příčně pruhované svaloviny, která je tvořena vlákny oddělujícími se z laterální skupiny břišních svalů do tříselného kanálu. Svými kontrakcemi (v reakci na chlad) zvedá varle a přitiskuje je ke stěně dutiny břišní. Tzv. kremasterový reflex se využívá v neurologických vyšetřeních.
- **fascia spermatica interna:** Jedná se o derivát fascie vystýlající vnitřní plochu břišních svalů, která se přidává k semennému provazci po jeho vstupu do tříselného kanálu.
- **tunica serosa:** Je to parietální list serózního obalu varlete (viz výše).

5.3 Ženské pohlavní ústrojí (*organa genitalia feminina*)

5.3.1 Úvod

Ženské pohlavní orgány slouží k produkci ženských pohlavních buněk – vajíček, k jejich oplození, k vývoji oplozeného vajíčka v nového jedince a k porodu. Pohlavní trakt je proto i traktem porodním. Objemově převládají u ženy vnitřní pohlavní orgány nad vnějšími. Jednotlivé komponenty pohlavního ústrojí můžeme rozdělit na následující skupiny:

1) VNITŘNÍ POHLAVNÍ ORGÁNY

- **pohlavní žlázy**
 - vaječník (*ovarium*)
- **vývodné pohlavní orgány**
 - vejcovod (*tuba uterina*)
 - děloha (*uterus*)
- **kopulační orgány**
 - pochva (*vagina*)

2) VNĚJŠÍ POHLAVNÍ ORGÁNY (*vulva, pudendum femininum*)

- poševní předsíň (*vestibulum vaginae*)
- předsíňové žlázy
- velké stydké pysky (*labia majora pudendi*)
- malé stydké pysky (*labia minora pudendi*)
- hrma (*mons pubis*)
- poštěváček (*clitoris*)

5.3.2 Vaječník (*ovarium*)

Vaječník (latinsky *ovarium*, řecky *oophoron*) je ženská pohlavní žláza. Je to párový orgán uložený při stěnách malé pánve. Jeho funkcí je tvorba a dozrávání ženských pohlavních buněk, vajíček, procesem *oogeneze* a ženských pohlavních hormonů, estrogenu a progesteronu (jedná se tedy zároveň o endokrinní žlázu).

Makroskopická stavba

Vaječník je orgán šedorůžové barvy a tužší konzistence. Jeho povrch je v mladším věku hladký, během přibývajících věku se stává hrbolatým (hrboly jsou podmíněny přítomností folikulů). Má tvar zploštělého ovoidu. Je dlouhý asi 4–5 cm, široký asi 2–3 cm a silný asi 1,5 cm. Váží asi 6–10 g. Rozlišujeme na něm dvě plochy – mediální a laterální, dále dva okraje – přední a zadní a dva póly – horní a dolní (skutečná poloha uvedených částí se však mění v závislosti na aktuální poloze vaječníku). Při horním pólu je tzv. branka (*hilum ovarii*), kudy do vaječníků vstupují a vystupují cévy a nervy.

Histologická stavba

- **vnější obal:** Je tvořen serózou (viscerálním listem peritonea), která při předním okraji vaječníku přechází v závěs upevněný na serózním pokryvu širokého vazu děložního (*viz níže*). Seróza je tvořena jednou vrstvou buněk, které mají, na rozdíl od serózních obalů jiných orgánů, kubický tvar. V časných fázích prenatalního vývoje proniká serózní pokryv dovnitř vyvíjejícího se vaječníku a jeho buňky se stávají základem folikulárních buněk (*viz níže*).
- **vazivové pouzdro:** Je to obal z tuhého kolagenního vaziva.

- **parenchym:** Vaječník patří mezi kompaktní orgány. Jeho vnitřní hmotu tedy tvoří parenchym, avšak objemově zde převažuje řídké kolagenní (intersticiální) vazivo s četným hladkými svalovými buňkami, proto je přesnější nazývat vnitřní hmotu jako *stroma*. Vnitřní hmotu tvoří dvě vrstvy:
 - *kůra (cortex)*: Je to vrstva stromatu na povrchu vaječníku (zaujímá asi dvě třetiny jeho objemu). Obsahuje folikuly, tedy shluky buněk obklopující vajíčko v různých stádiích vývoje.
 - *dřeň (medulla)*: Je to vrstva stromatu uvnitř vaječníku (zaujímá asi jednu třetinu jeho objemu). Neobsahuje folikuly.

Vajíčka

Vajíčko (latinsky *ovum*, řecky *oon*), resp. oocyt (dozraje až po oplození, vajíčko jako samostatný útvar tedy neexistuje) je ženská pohlavní buňka (samičí gameta). Tvoří se ve vaječnících procesem zvaným *oogeneze*. Je to největší lidská buňka. Má kulovitý tvar, jeho průměr je asi 110–140 μm . Buněčná membrána se označuje jako *oolema* (na jejím povrchu se nacházejí početně i tvarově variabilní mikrokly), vnitřní hmota (cytoplazma) se označuje jako *ooplazma*.

Spermie a vajíčka jsou velikostně a morfologicky značně odlišnými typy buněk. Zatímco vajíčko je největší buňkou lidského těla, spermie patří k nejmenším. Rozdíly jsou dány odlišnou funkcí a osudem obou těchto buněk – zatímco spermie dodá do budoucího jedince pouze genetickou informaci z jádra, vajíčko je základem celého nového jedince a musí mít proto na rozdíl od spermie zásobu velkého množství látek. Rozdíl mezi oběma pohlavními buňkami se týká i jejich počtu. U ženy dozrává nejčastěji jedno vajíčko během jednoho asi měsíc trvajícího cyklu, muž produkuje až desítky milionů spermií denně.

Vajíčko obsahuje na rozdíl od spermie úplnou zásobu buněčných organel, protože je jejich jediným „dodavatelem“ do zygoty (spermie dodávají víceméně pouze jádro). Kromě běžných organel (jádro, mitochondrie atd.) obsahuje vajíčko následující speciální součásti:

- **zona pellucida:** Je to obal na povrchu vajíčka (tloušťka asi 15–20 μm) tvořený několika typy glykoproteinů. Umožňuje navázání spermií a jejich penetraci až k povrchu buněčné membrány vajíčka. Mezi oolemou a glykoproteinovou *zona pellucida* je štěrbínovitý tzv. *periviteliní prostor*. Bílkoviny tohoto obalu zajišťují především kontakt se spermií a pronikání spermie do vajíčka.

Kontaktem membrány spermie s proteiny v zona pellucida dojde ve spermiu k chemickým změnám, které vedou k tzv. *akrozomální reakci* – obnažení akrozómu na vrcholu hlavičky spermie a k vylití jeho obsahu – enzymů, jež rozloží v místě kontaktu proteiny zona pellucida a spermie se tak dostane až k membráně vajíčka, čímž s ní může fúzovat.

- **kortikální granula:** Jsou to drobné váčky nacházející se uvnitř cytoplazmy vajíčka přímo pod buněčnou membránou. Obsahují chemické látky, které po penetraci spermie do vajíčka během oplození zabraňují průniku dalších spermií.

Oplodnění vajíčka více spermiemi (tzv. polyspermie) je neslučitelné s dalším vývojem zygoty. Ihned po vniknutí spermie do vajíčka dojde k chemickým změnám vedoucím k uvolnění obsahu kortikálních granulí vajíčka (tzv. *kortikální reakce*). To vede k „uzavření“ povrchu (buněčné membrány) vajíčka pro další spermie.

- **zásobní látky:** Je to směs organických látek v cytoplasmě vajíčka („žloutek“). Lidské vajíčko je mikrolecitální – obsahuje pouze minimum „žloutku“, jenž obstarává tzv. *cytotrofickou* výživu pro vyvíjející se embryo v prvních dnech jeho vývoje, tedy do doby, než embryo vstoupí do děložní sliznice, začne se implantovat do její stěny a získávat výživu z ní (nejdříve *histotrofickou* – z organických látek narušené děložní stěny, poté *hemotrofickou* – z krve matky).

Folikuly

Folikuly jsou shluky folikulárních buněk uložené v kůře vaječníku a obklopující vajíčko v různých stádiích vývoje. Folikulární buňky vznikají v embryonálním období vchlípením a zmnožením buněk serózního obalu vaječníků, které ve formě provazců vnikají do jeho kůry. Poté do nich ze stěny žloutkového váčku vcestují zárodečné buňky, oögonie. *Oögonie* jsou diploidní buňky procházející proliferací (mitotickým dělením), při níž vždy jedna z dceřiných buněk slouží jako zásobárna pro další oögonie a druhá dceřiná buňka se obalí jednou vrstvou folikulárních buněk a diferencuje se v primární oocyt postupující do dalších fází oogeneze. Ve vaječníku se nachází několik stádií folikulů:

- **primordiální folikul:** Je to malý nezralý folikul obsahující *primární oocyt* (jinak také oocyt I. řádu), který těsně obklopuje jedna vrstva plochých folikulárních buněk. Vyskytuje se ve vaječnících od 3. měsíce embryonálního vývoje. V době od 3. do 5. měsíce prenatálního vývoje se ve vaječnících embrya vytvoří několik milionů primordiálních folikulů s primárními oocyty. Poté se již další netvoří a dochází pouze k jejich neustálému zániku (tzv. atrezii), takže v době narození jich zbývá kolem 1 milionu a na začátku puberty jenom stovky tisíc. Primární oocyt je stále ještě diploidní buňka, která ale již zahajuje meiotické dělení (zrání). To se však přeruší v diplotenním stádiu profáze prvního zracího dělení a na dlouhou dobu se takto zakonzervují (období klidu označujeme jako *diktyotenní stádium*). Během doby klidu dochází zejména ke zvětšování velikosti primárních oocytů a k syntéze zásob důležitých látek, které se průběžně ukládají v cytoplazmě (žloutkové inkluze).

Mezi endotelovými buňkami krevních kapilár v okolí folikulů najdeme velmi těsné spoje (*zonulae occludentes*) chránící dělící se primární oocyty (a další buněčné fáze) před působením imunitního systému z krevních kapilár, které by jinak považovaly oocyty za cizí (z důvodů meiotického dělení mají již jinou genetickou výbavu než ostatní tělesné buňky) a ničily by je. Těsné spoje mezi endotelovými buňkami a rovněž další buněčné vrstvy ve stěně folikulu (téka a granulóza) tvoří difúzní bariéru mezi krví a vyvíjejícím se oocytem, zvanou **hematofolikulární bariéra**.

- **rostoucí folikul:** Také *primární* folikul. Obsahuje *primární oocyt*. Vyvíjí se vlivem pohlavních hormonů od období puberty až do konce plodného období ženy. Od zahájení biologických cyklů u ženy na konci puberty (nejčastěji od 13. roku) se v pravidelných, přibližně měsíčních, periodách aktivuje skupina (tzv. kohorta) asi 10 primordiálních folikulů s primárními oocyty, které začnou růst a zráet. Folikulární buňky se změní z plochých na kubické, zvětší se počet jejich vrstev kolem oocytu (z jednovrstevných – *unilaminárních* vznikají vícevrstevné – *multilaminární*). Primární oocyty jsou v rostoucím folikulu výrazně větší než v primordiálním folikulu.
- **zrající folikul:** Také *sekundární* folikul. Obsahuje stále *primární oocyt* v plné velikosti (110–140 µm). Vyvine se několik dní před ovulací jako jediný ze skupinky dříve diferencovaných rostoucích folikulů. Folikulární buňky se množí a vytvoří kolem oocytu další vrstvy, ty se rozestoupí k povrchu folikulu a vytvoří tak kolem oocytu folikulární dutinu vyplněnou tekutinou. Kolem folikulu se zahustí vazivo stromatu vaječníku a vytvoří vazivový obal (tzv. téka).
- **zralý folikul:** Také *terciární* folikul. Obsahuje nejprve *primární oocyt*. Vyvíjí se ze sekundárního folikulu krátce před ovulací. Výrazně se zvětšuje až na velikost 1–1,5 cm. Má následující součásti:
 - **téka:** Je to vazivový obal na povrchu folikulu vznikající zhuštěním vazivového stromatu folikulu. Produkuje ženský pohlavní hormon estrogen.
 - **granulóza:** Jsou to folikulární buňky uspořádané v několika vrstvách pod vazivovým obalem folikulu. Na jednom okraji se vytvoří malý hrbolek vyčnívající dovnitř dutiny folikulu (tzv. *cumulus oophorus*), který obsahuje primární oocyt obklopený několika vrstvami folikulárních buněk, (tzv. *corona radiata*). Oocyt je kryt glykoproteinovým obalem, tzv. *zona pellucida*.
 - **antrum:** Je to prostorná dutina uvnitř folikulu vystlaná vrstvami granulózy a vyplněná folikulární tekutinou.

Během ovulace folikul praská a uvolňuje (vyplavuje) oocyt. V této fázi se zralý folikul označuje jako *Graafův folikul*. Teprve těsně před ovulací je dokončeno první zrací dělení. První dceřinou buňkou tohoto dělení je *sekundární oocyt* (jinak také oocyt II. řádu) stejné velikosti jako primární, druhou je tzv. *pólocyt* (pólové tělísko), což je velmi malá buňka s haploidním jádrem, která se vyloučí do perivitellinního prostoru (zůstává tedy v kontaktu s oolemou). První zrací dělení je tedy výrazně asymetrické. Účelem je šetření hmotou vajíčka. Na povrchu *zona pellucida* se i po ovulaci nachází dvě až tři vrstvy folikulárních buněk tvořící *corona radiata*. K druhému zracímu dělení (přeměně sekundárního oocytu na zralé vajíčko čili ootidu) dojde pouze v případě jeho oplození.

- **postovulační útvary:** Po ovulaci se prázdný folikul zhroutí a pronikne do něho krev, která vytvoří sraženinu. Tento útvar se dále vyvíjí různými způsoby, v závislosti na tom, zda je či není sekundární oocyt oplozen. Jedná se o následující fáze:

- **červené tělísko** (*corpus rubrum*): Je to prasklý folikul vyplněný krevní sraženinou.
- **žluté tělísko** (*corpus luteum*): Vzniká přeměnou červeného tělíska v prvních dnech po ovulaci. Buňky téky a granulózy se přemění na tzv. luteinové buňky obsahující pigment lutein (dodává žlutou barvu). Dutina původního folikulu se vyplní tzv. fibrinovým jádrem vzniklým z krevní sraženiny červeného tělíska. Vývoj žlutého tělíska se liší podle toho, došlo-li k oplození vajíčka, nebo nikoliv. Pokud k oplození nedošlo, vzniká tzv. *menstruační tělísko*, jež přetrvává asi 2 týdny a poté podléhá involuci. Pokud k oplození dojde, vyvíjí se tzv. *těhotenské tělísko*. To přetrvává až do 4. měsíce těhotenství, zvětšuje se (řádově na několik cm), vaskularizuje (pronikají do něho krevní cévy) a tvoří pohlavní hormony (estrogeny a progesteron), které udržují těhotenství. Ve 3. až 4. měsíci těhotenství začne zanikat a jeho hormonální funkci přebere placenta.
- **bílé tělísko** (*corpus albicans*): Jedná se o vazivovou jizvu po žlutém tělísku na povrchu vaječníku. V případě menstruačního tělíska je dočasná a později úplně zaniká, v případě těhotenského tělíska je však větší a perzistuje na povrchu vaječníku.

Ovariální cyklus

Vaječník, resp. folikuly a v nich obsažené oocyty, podléhají pravidelnému, přibližně měsíčnímu cyklu změn, který je synchronizován s děložním (menstruačním) cyklem. Ovariální cyklus je regulován gonadotropními hormony hypofýzy. Během cyklu se střídají následující fáze:

- **folikulární fáze** (1. až 13. den): Na začátku této fáze dochází k náboru několika primordiálních folikulů (tzv. kohorty) a asi po týdnu k proměně jednoho z nich do stádia primárního folikulu, který dozraje až do stádia terciárního folikulu. Oba vaječníky se v této situaci chovají jako jeden orgán, tedy vybraný folikul dozraje pouze v jednom z nich, přičemž dozrávání se ve vaječnících více či méně střídá. Dozrávání folikulu je pod vlivem folikulostimulačního hormonu hypofýzy, který způsobuje sekreci estrogenů ve vazivovém obalu (téce) folikulu. Jeho zvýšená hladina zpětně inhibuje sekreci folikulostimulačního hormonu, avšak naopak aktivuje sekreci luteinizačního hormonu.
- **ovulační fáze** (14. den): Vlivem zvýšené hladiny luteinizačního hormonu přibližně uprostřed cyklu dochází k ovulaci – vyplavení vajíčka ze zralého terciárního (Graafova) folikulu do vejcovodu.
- **luteální fáze** (15. až 28. den): Jde o fázi, kdy vlivem luteinizačního hormonu dochází k přeměně prasklého folikulu na žluté tělísko. To začne produkovat progesteron (a rovněž estrogeny), jehož zvyšující se hladina zpětně inhibuje sekreci luteinizačního hormonu v hypofýze. To vede k ukončení hormonální sekrece žlutého tělíska, tedy k poklesu hladiny progesteronu i estrogenů, a tím i k opětovné aktivaci sekrece folikulostimulačního hormonu v hypofýze, čímž začne nový cyklus. Pokud však dojde k oplození vajíčka, cyklus se neukončí.

5.3.3 Vejcovod (*tuba uterina*)

Vejcovod je párový trubicovitý orgán uložený v malé pánvi. Je prvním úsekem ženských vývodných pohlavních cest, zachytává vajíčko při ovulaci a je nejčastějším místem oplození vajíčka. Jedním koncem je otevřen do dutiny břišní, druhým se otevírá do dutiny děložní.

Makroskopická stavba

Vejcovod je dlouhý asi 8–12 cm. V laterální části je široký a otevírá se v bezprostřední blízkosti vaječníku do dutiny břišní. Laterální ústí má tvar cípaté nálevky, která v době ovulace obklopuje vaječník a zachytává vajíčko. V mediální části je užší (asi 0,5 cm) a ústí do dělohy.

Histologická stavba

- **sliznice**: Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. Obsahuje vysoké podélné několikanásobně větvené a anastomozující řasy, které tvoří v dutině vejcovodu labyrint vyplňující téměř celý její průsvit. *Lamina epithelialis* je tvořena jednovrstevným cylindrickým epitelem. Většina buněk má

na apikální ploše řasinky (kinocilie), které kmitají směrem k děloze, kam posunují vajíčko. Vazivová *lamina propria* leží pod epitelem a vyplňuje slizniční řasy.

- **svalová vrstva:** Je tvořena vnější podélnou a vnitřní okružní vrstvou hladké svaloviny. Její kontrakce přispívají k pohybu vajíčka směrem do dělohy.
- **vnější obal:** Vejcovod je kryt serózou (viscerálním listem peritonea, jednovrstevným plochým epitelem), který v tomto případě tvoří horní okraj širokého vazu děložního, odstupujícího od laterálních okrajů dělohy (viz níže).

5.3.4 Děloha (*uterus*)

Děloha (latinsky *uterus*, řecky *metra* nebo *hystera*) je nepárový trubicovitý orgán uložený v malé pánvi. Kraniálně navazuje na oba vejcovody, jejím kaudálním pokračováním je pochva. Embryonálně se zakládá jako párová trubice (část párového Müllerova vývodu), která se později spojuje v jediný nepárový orgán. Děloha je dalším úsekem ženských vývodných pohlavních cest a rovněž místem, kde dochází k vývoji oplozeného vajíčka.

Makroskopická stavba

Děloha má tvar předozadně mírně oploštělé hrušky, která svým širokým koncem směřuje kraniálně a úzkým kaudálně. Horní část je ohnuta směrem dopředu. V klidovém stavu je děloha dlouhá asi 7–8 cm, široká (při spodině, tzn. v horní části) asi 5 cm a silná (předozadně) asi 3 cm. Její stěna má tloušťku asi 1 cm. U žen, které již rodily, je o něco větší. V době těhotenství má však děloha schopnost mnohonásobného zvětšení. Na děloze rozlišujeme dvě plochy – přední a zadní a dva okraje – pravý a levý. Dále na ní popisujeme následující části:

- **tělo (*corpus*):** Je to hlavní část dělohy vyčníhající nahoře v tzv. rohy děložní, do nichž ústí vejcovody.
- **zúžení (*isthmus*):** Je to zúžený úsek na přechodu těla v krček (zúžený je zejména vnitřní kanál).
- **krček (*cervix*):** Je to dolní část otevřená do pochvy. Označuje se rovněž jako *hrdlo*. Jeho dolní část s děložním ústím promínuje do nejhlubší části pochvy jako tzv. *čípek děložní*.

Histologická stavba

- **sliznice:** Označuje se rovněž jako *endometrium*. Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. *Lamina epithelialis* je tvořena jednovrstevným cylindrickým epitelem. Většina epitelových buněk je sekrečních (jednobuněčné žlázy), menší část buněk má na apikální ploše řasinky (kinocilie). Vazivová *lamina propria* leží pod epitelem a obsahuje specializované buňky ovlivňující uhnízdování embrya. Prostupují jí velké tubulózní žlázy (dlouhé na celou tloušťku sliznice) a spirálně stočené arterioly. Sliznice a žlázy podléhají pravidelným měsíčním změnám (menstruační cyklus). Žlázy děložního krčku produkují hlen, jehož složení a konzistence se během jednotlivých fází cyklu mění.
- **svalová vrstva:** Označuje se rovněž jako *myometrium*. Je tvořena ze 3–4 vrstev hladké svaloviny, které nejsou od sebe zřetelně odděleny a nemají jednotný směr. Hladké svalové buňky se během těhotenství množí a dokážou se až desetinásobně natáhnout (jedná se na adaptaci děložní svaloviny na zvětšující se plod během těhotenství).
- **vnější obal:** Označuje se rovněž jako *perimetrium*. Děloha je na většině svého povrchu kryta serózou (viscerálním listem pobřišnice, jednovrstevným plochým epitelem). Seróza pokrývající přední a zadní plochu dělohy se na pravém i levém okraji spojují a pokračují laterálně, přičemž vytvářejí frontálně orientovanou duplikaturu označovanou jako široký vaz děložní (*ligamentum latum uteri*). Mezi oběma listy této duplikatury je vrstva vaziva, ve které probíhají silnější vazivové pruhy fixující dělohu ve správné poloze. Od horního okraje širokého vazu děložního odstupuje peritoneální závěs vejcovodů i vaječníků.

Menstruační cyklus

Děložní sliznice podléhá pravidelnému měsíčnímu cyklu změn, který je synchronní s ovariálním cyklem. Jednotlivé fáze jsou řízeny ovariálními hormony. Během cyklu se střídají následující fáze:

- **deskvamační fáze** (1. až 4. den): Označuje se rovněž jako *menstruační fáze*. Dochází k odlupování (deskvamaci) a odplovování zbytků děložní sliznice menstruační krví.
- **proliferační fáze** (5. až 14. den): Působením zvýšené hladiny estrogenů folikulární fáze ovariálního cyklu dochází k obnově děložní sliznice, tedy k jejímu růstu (proliferaci). Obnovuje se *lamina propria*, *lamina epithelialis*, děložní žlázy i cévní zásobení. Sliznice dosahuje tloušťky asi 3 mm.
- **sekreční fáze** (15. až 27. den): Působením progesteronu luteální fáze ovariálního cyklu po ovulaci dochází k přípravě děložní sliznice na uhníždění oplozeného vajíčka. Sliznice roste a zesiluje se (až na tloušťku asi 6 mm), slizniční žlázy produkují hojné sekrety a sliznice se prokrvuje.
- **ischemická fáze** (28. den): Vlivem poklesu hladiny hormonů na konci luteální fáze ovariálního cyklu dochází ke konstriktci spirálních arteriol děložní sliznice, čímž dojde k její nekrotizaci. Po několika hodinách stah arteriol povolí a nadržovaná krev, která vyvolá přetlak, zahájí odplovování zbytků děložní sliznice (menstruaci). Tím začne nový cyklus.

5.3.5 Pochva (*vagina*)

Pochva je nepárový trubicovitý orgán uložený v dutině malé pánve. Kraniálně navazuje na dělohu (na kaudálním konci dělohy je tzv. poševní klenba, do níž vyčnívá děložní krček jako tzv. čípek děložní) a kaudálně se otevírá do poševní předsíně (*vestibulum vaginae*). Pochva má funkci ženské vývodné pohlavní cesty a ženského kopulačního orgánu.

Makroskopická stavba

Pochva má tvar předozadně zploštělé trubice. Délka její přední stěny je asi 8 cm, délka zadní stěny je asi 10 cm. Šířka je asi 3 cm. Stěna je silná asi 0,5 cm a je elastická. V klidovém stavu jsou přední a zadní stěna v kontaktu (naléhají na sebe).

Histologická stavba

- **sliznice:** Tvoří ji *lamina epithelialis* a *lamina propria*. Sliznice tvoří na přední i zadní stěně příčné řasy. *Lamina epithelialis* je tvořena vícevrstevným plochým nerohovatějším epitelem (ochrana před mechanickým namáháním sliznice). Epitelové buňky vytvářejí glykogen, který se vlivem laktobacilů v lumenu pochvy mění na kyselinu mléčnou (ta způsobuje kyselou reakci poševní tekutiny, která má funkci imunitní ochrany proti vniknutí patogenních mikroorganismů). Vazivová *lamina propria* obsahuje elastická vlákna a četné žilní pleteně, které při sexuální excitaci zduřují a propouštějí zvlhčující tekutinu (transsudát) do lumina pochvy (poševní sliznice nemá klasické žlázy). Poševní sliznice rovněž podléhá hormonálně řízeným pravidelným měsíčním změnám.
- **svalová vrstva:** Je tvořena vnitřní okružní a vnější podélnou vrstvou pružné hladké svaloviny.
- **vnější obal:** Je představován adventicií (neostře ohraničeným řídkým kolagenním vazivem) obsahující četná elastická vlákna přispívající k vysoké roztažitelnosti pochvy (např. během porodu).

5.3.6 Vnější pohlavní orgány

Vnější pohlavní orgány (*vulva, pudendum femininum*) představují u ženy pouze malou část pohlavních orgánů. Patří k nim útvary obklopující poševní předsíně (*vestibulum vaginae*). Většina je však z vnějšího pohledu překryta velkými stydkými pysky a pubickým ochlupením, takže nejsou z povrchu přímo viditelné. Vnější pohlavní orgány mají jednak funkci kopulační, jednak se uplatňují jako porodní vývod. Řadíme k nim následující útvary:

- **poševní předsíně (*vestibulum vaginae*):** Jedná se o sagitálně orientovanou vkleslinu laterálně ohraničenou malými stydkými pysky. Je kryta sliznicí, která do ní přechází ze sliznice poševní. Jejím základem je vícevrstevný nerohovatějící epitel. Do poševní předsíně se otevírají dva otvory:
 - *ostium vaginae*: Je to vnější ústí pochvy. Před deflorací je opatřeno různě velkou a variabilně formovanou slizniční řasou (duplikaturou), tzv. panenskou blánou (*hymen*), která obsahuje jeden otvor nebo několik menších různě velkých otvorů.
 - *ostium urethrae externum*: Je to vnější ústí močové trubice. Nachází se na drobné papile nad poševním ústím.
- **malé stydké pysky (*labia minora pudendi*):** Jsou to párové sagitálně orientované kožní řasy uložené mediálně od velkých stydkých pysků a laterálně od poševní předsíně, kterou ohraničují. Jsou úplně kryty velkými stydkými pysky (je to jedna ze známek donošenosti plodu ženského pohlaví). Malé stydké pysky jsou kryty kůží slizničního charakteru – na mediální ploše je vícevrstevný epitel nerohovatějící (navazující na epitel poševní předsíně), na laterálním povrchu vícevrstevný plochý lehce rohovatějící epitel. Uvnitř je vazivo s žilními pleteněmi, které při sexuální excitaci zduřují.
- **velké stydké pysky (*labia majora pudendi*):** Jsou to párové sagitálně orientované kožní valy. Mezi nimi je tzv. stydká štěrbina (*rima pudendi*). Jsou ekvivalentem mužského skrota, mají tedy podobnou histologickou stavbu. Na povrchu jsou velké stydké pysky kryty pigmentovanou kůží (tedy pokožkou s vícevrstevným rohovatějícím epitelem) s pubickým ochlupením. Pod kůží se nachází vrstvička hladké svaloviny (*tunica dartos*) a pod ní vazivo s tukovým tělesem.
- **hrma (*mons pubis*):** Označuje se rovněž jako *stydka* nebo *Venušin pahorek*. Je to kožní vyvýšenina nad poševní předsíní (v oblasti spony stydké) podložená tukovým polštářem a pokrytá pubickým ochlupením. Tukové těleso podléhá hormonálním změnám.
- **poštěvák (*clitoris*):** Je to nepárový orgán uložený mezi předními okraji malých stydkých pysků. Ty kolem něho vytvářejí předkožku. Je homologem penisu (resp. jeho kavernózních těles). Hlavní část se nachází uvnitř těla, kde začíná jako párové kavernózní těleso (*corpus cavernosum*) odstupující dvěma větvemi (*crura clitoridis*) od dolních ramen kosti stydké, které se potom spojují a pronikají do malé vnější (povrchové) části klitorisu. Vnitřní struktura kavernózních těles je podobná kavernózním tělesům u muže, avšak jejich erektilní schopnost je menší.

Uvnitř pod velkými stydkými pysky se nachází tzv. **předsíněvá bulva** (*bulbus vestibuli*). Je to párový útvar, který je ekvivalentem spongiózních těles u muže. Pravý a levý bulbus se spojují svými předními částmi pod klitorisem. Předsíněvá bulva je tvořena houbovitým vazivem obsahujícím žilní pleteně, které při sexuální excitaci zduřují. Homology kavernózních a spongiózních těles se tedy u ženy nespojují do jednotného orgánu jako u muže, ale zůstávají samostatné.
- **předsíněvé žlázy:** Do poševní předsíně ústí několik žlázek:
 - velké vestibulární žlázy (*glandulae vestibulares majores*): Označují se rovněž jako Bartholiniho žlázy. Je to párová žláza přibližně velikosti hrachu ústící asi 2 cm dlouhým vývodem do poševní předsíně (po stranách poševního ústí). Svými sekrety zvlhčuje poševní předsíně během sexuální excitace. Jsou homologem mužských Cowperových žláz.
 - malé vestibulární žlázy (*glandulae vestibulares minores*): Jedná se o větší množství malých žlázek ústících na sliznici poševní předsíně. Svými sekrety zvlhčují poševní předsíně neustále, bez vlivu sexuální excitace.
 - parauretrální žlázy (*glandulae paraurethrales*): Označují se rovněž jako Skeneho žlázy. Jedná se o malou párovou skupinu žlázek v močové trubici při jejím ústí do poševní předsíně. Žlásky ústí malým párovým vývodem po stranách ústí močové trubice. Při sexuální excitaci vylučují sekret, který společně s podobným sekretem poševní sliznice představuje tzv. ženskou ejakulaci. Žlásky jsou považovány za homolog mužské prostaty.

6 ENDOKRINNÍ SYSTÉM (*systema endocrinum*)

6.1 Vymezení problematiky

Endokrinní systém je společně se soustavou nervovou **regulačním** (řídícím) **systémem** organismu. Oproti nervovému systému je evolučně starší a fyziologicky jednodušší. Zatímco nervový systém řídí činnost orgánů i těla jako celku pomocí elektrických impulsů (tedy velmi rychle a cíleně), principem funkce endokrinního systému je řízení pomocí chemických látek označovaných jako hormony, tedy *řízení látkové* čili *humorální*, které je pomalejší a méně cílené. Endokrinní systém není souvislou orgánovou soustavou ve smyslu jiných orgánových systémů těla, ale jde o žlázy a jiné sekreční orgány (popř. buňky) rozličného původu nacházející se v dutině lebeční, v krční krajině, v dutině hrudní a v dutině břišní. Endokrinní systém dělíme na následující složky:

- **vlastní endokrinní žlázy:** Jsou to žlázy s vnitřní sekrecí (resp. žlázy bez vývodu) – během vývoje dochází k involuci jejich vývodů, jejich sekrety proto nejsou odváděny ven, ale jsou vstřebávány do tělních tekutin (často skrz póry ve fenestrovaných krevních kapilárách). Jsou to následující žlázy:
 - podvěsek mozkový (*hypophysis cerebri*) – přední lalok
 - štítná žláza (*glandula thyroidea*)
 - příštítná tělíska (*glandulae parathyroideae*)
 - nadledviny (*glandulae suprarenales*) – kůra
 - Langerhansovy ostrůvky (*insulae pancreaticae*)
 - brzlík (*thymus*)
 - pohlavní žlázy – varlata (*testes*) a vaječníky (*ovaria*)
- **neuroendokrinní orgány:** Jsou tvořeny modifikovanými nervovými buňkami (tzv. neurosekrečními buňkami) produkujícími hormony. Patří k nim:
 - šišinka (*epiphysis cerebri, corpus pineale*)
 - hypothalamus
 - nadledviny (*glandulae suprarenales*) – dřeň
 - paraganglia
- **difúzní endokrinní systém:** Jsou to buňky s endokrinní (popř. parakrinní) aktivitou, které jsou rozptýlené v tkáních řady orgánů těla.

6.2 Vlastní endokrinní žlázy

6.2.1 Podvěsek mozkový (*hypophysis cerebri*)

Hypofýza je malá žláza uložená v tureckém sedle na horní ploše těla kosti klínové a zavěšená na stopce hypothalamu, s nímž je anatomicky a funkčně propojená. Hypofýza produkuje řadu hormonů jednak s širokým vlivem na řadu buněk a tkání v těle, jednak s lokálním účinkem cíleně ovlivňujícím některé konkrétní orgány, zejména sekreci většiny ostatních endokrinních žláz. Hypofýza je tedy nadřazenou endokrinní žlázou.

Makroskopická stavba

Hypofýza má tvar zploštělého ovoidu. Její sagitální (předozadní) délka je asi 10 mm, transversální (pravolevá) šířka asi 12 mm a na výšku měří asi 6 mm. Váží asi 0,5 g, v těhotenství se však hmotnost přechodně zvyšuje. Hypofýza je tvořena ze dvou laloků, předního a zadního. Oba laloky jsou však z hlediska embryonálního, anatomického i fyziologického zcela odlišnými a samostatně fungujícími orgány, které se během prenatálního vývoje spojily do anatomicky jednotného orgánu.

- **přední lalok** (*lobus anterior*): Označuje se také jako *adenohypofýza*. Je to klasická endokrinní žláza složená ze sekrečních buněk produkujících hormony. Embryonálně vzniká jako tzv. Rathkeho výchlupka z epitelu zadní stěny primitivní ústní jamky. Je tedy ektodermálního původu. Někdy se ve stěně kraniální části hlavy necházejí perzistující zbytky embryonální adenohypofýzy.
- **zadní lalok** (*lobus posterior*): Označuje se rovněž jako *neurohypofýza*. Nejedná se však o skutečnou žlázu, ale o výběžek hypothalamu zavěšený na jeho stopce, který se topograficky připojuje k vlastní žláze (přednímu laloku). Je tedy (neuro)ektodermálního původu. Zadní lalok neprodukuje hormony, ale deponuje a v případě potřeby uvolňuje do krve některé biologicky aktivní látky původem z hypothalamu (*viz níže*).

Histologická stavba adenohypofýzy

Vlastní žlázový oddíl hypofýzy (tedy přední lalok, adenohypofýza) je složen z několika typů buněk, které produkují hormony. Buňky tvoří shluky, trámce nebo folikuly (s jednovrstevnou výstelkou). Buňky jsou obklopeny sítěmi fenestrovaných krevních kapilár, do kterých odevzdávají své produkty (hormony jsou v těle distribuovány krví). Sekrece těchto buněk je však pod vlivem regulačních látek z hypothalamu (*viz níže*). Buňky můžeme rozdělit na dva základní typy:

- **chromofóbní buňky**: Představují asi 50 % buněk adenohypofýzy. Jsou to buňky bez sekreční aktivity. Některé zřejmě představují nediferencované buňky, z nichž se vytvářejí buňky chromofilní, některé jsou asi vyčerpanými buňkami chromofilními (*viz níže*) po ukončení jejich sekreční aktivity.
- **chromofilní buňky**: Jsou to vlastní sekreční buňky hypofýzy produkující hormony. Podle barvitelnosti histologickými barvivami se dělí na acidofilní a bazofilní.
 - **acidofilní buňky**: Představují asi 40 % buněk adenohypofýzy. Produkují „neglandotropní“ hormony (neovlivňují periferní endokrinní žlázy). Dělí se na somatotropní a laktotropní.
 - **somatotropní buňky**: Produkují růstový hormon – somatotropin působící na téměř všechny buňky v těle (podporuje jejich růst, množení a regeneraci).
 - **laktotropní buňky**: Produkují prolaktin, který působí na proliferaci buněk mléčné žlázy a na tvorbu mléka. Jeho vysoká hladina v době kojení snižuje sekreci ženských pohlavních hormonů (estrogenů a progesteronu).
 - **bazofilní buňky**: Představují asi 10 % buněk adenohypofýzy. Produkují glandotropní hormony (ovlivňují většinu periferních endokrinních žláz). Bazofilní buňky adenohypofýzy se dále dělí na gonadotropní, tyrotropní, kortikotropní a melanotropní.
 - **gonadotropní buňky**: Produkují dva hormony, které u obou pohlaví stimulují funkce pohlavních žláz a sekreci periferních pohlavních hormonů. Jsou to:
 - folitropin (folikulostimulační hormon): U žen spouští folikulární fázi ovariálního cyklu (stimuluje růst folikulárních buněk ve folikulech a sekreci estrogenů). U mužů působí na Sertolliho buňky v semenotvorných kanálcích varlete a ovlivňuje tak spermiogenezi.
 - lutropin (luteinizační hormon): U žen spouští ovulaci a luteální fázi ovariálního cyklu (aktivuje dokončení prvního zracího dělení vajíčka, přeměnu Graafova folikulu na žluté tělísko a sekreci progesteronu). U mužů stimuluje Leydigovy buňky varlete k sekreci testosteronu.
 - **tyrotropní buňky**: Produkují tyrotropin stimulující růst a sekreci štítné žlázy.
 - **kortikotropní buňky**: Produkují kortikotropin (adrenokortikotropní hormon) stimulující růst kůry nadledvin a sekreci jejích hormonů, ovlivňuje pigmentaci kůže a má lipolytický účinek.
 - **melanotropní buňky**: Produkují melanotropin. Tato látka např. u obojživelníků způsobuje disperzi zrn melaninu v kožních buňkách, což vede ke ztmavnutí kůže. U člověka není jeho funkce známa, zřejmě je ale také spojena s pigmentací kůže (při nedostatku kortikotropinu).

6.2.2 Štítná žláza (*glandula thyroidea*)

Štítná žláza je uložena v krční krajině po stranách hrtanu (resp. jeho štítné chrupavky). Produkuje hormon thyroxin, který ovlivňuje fyzický i psychický růst organismu, a hormon kalcitonin, ovlivňující metabolismus vápníku – snižuje jeho krevní hladinu čili kalcémii aktivací funkce osteoblastů a tlumením funkce osteoklastů v kostní tkáni (tedy jeho zadržováním v kostech, čímž chrání kostru v době zvýšených nároků těla na vápník, např. během růstu či těhotenství).

Makroskopická stavba

Štítná žláza má hnědočervenou barvu. Je složena ze dvou laloků – pravého (*lobus dexter*) a levého (*lobus sinister*), jež jsou ve středové rovině spojeny můstkem (*isthmus*), někdy se samostatným lalokem. Každý lalok má tvar trojbokého jehlanu s bází obrácenou dolů a hrotem směřujícím nahoru. V průměru je dlouhý asi 5–8 cm, široký asi 3–4 cm a silný asi 2–3 cm. Celá žláza váží asi 30–40 g.

Histologická stavba

- **vazivové pouzdro:** Je to obal z tuhého kolagenního vaziva, ze kterého odstupují dovnitř laloků septa dělící jejich vnitřní prostor na lalůčky.
- **parenchym:** Je to vnitřní výplň štítné žlázy obsahující sekreční oddíly bez vývodů (folikuly a parafolikulární buňky), které jsou stmeleny řídkým kolagenním (intersticiálním) vazivem, v němž se bohatě větví fenestrované krevní kapiláry. Sekreční složka je tvořena dvěma komponentami:
 - *folikuly:* Jsou to kulovité váčky o průměru mezi 100 a 200 µm. Jejich stěna je tvořena jednou vrstvou kubických epitelových buněk entodermálního původu. Uvnitř váčků je koloidní roztok. Folikulární buňky vychytávají z krve jód, vážou ho na aminokyselinu tyrozin a tu používají pro syntézu hormonů a jejich prekurzorů – monojodthyroninu, diiodthyroninu, triiodthyroninu a tetraiodthyroninu (thyroxinu). Hormony jsou hlavním obsahem koloidního roztoku ve folikulech.
 - *parafolikulární buňky:* Jsou to buňky entodermálního původu, které vytvářejí malé skupinky v parenchymu štítné žlázy nebo jsou zabudované do stěny folikulů. U obratlovců (kromě savců) tvoří samostatný orgán, tzv. ultimobranchiální tělísko (žlázu). Parafolikulární buňky produkují kalcitonin.

6.2.3 Příštítná tělíska (*glandulae parathyroideae*)

Jde obvykle (asi v 95 % případů) o dva páry drobných žláz – **horní příštítná tělíska** (*glandulae parathyroideae superiores*) a **dolní příštítná tělíska** (*glandulae parathyroideae inferiores*). Jejich počet je však variabilní (může být nižší i vyšší). Příštítná tělíska jsou vazivově fixována k zadní ploše štítné žlázy, někdy jsou vnořeny přímo do jejího parenchymu. Mají růžovou barvu, velikost malé čočky a hmotnost (jednoho) je asi 30–40 mg. Na povrchu jsou kryty vazivovým pouzdrem, z něhož do nitra odstupují septa. Žlázový parenchym obsahuje fenestrované kapiláry a dva typy buněk entodermálního původu, které vytvářejí shluky. První jsou *chromofilní buňky* (oxyfilní buňky), jejichž funkce není známa. Další jsou *chromofóbní buňky* (hlavní buňky), které vylučují parathormon. Ten ovlivňuje metabolismus vápníku – zvyšuje krevní hladinu (kalcémii) jeho uvolňováním z kostí (aktivuje osteoklasty), zvýšeným vstřebáváním ve střevech a zvýšeným zpětným vstřebáváním v ledvinných tubulech.

6.2.4 Nadledviny (*glandulae suprarenales*)

Nadledviny jsou orgány složené ze dvou složek, kůry a dřeně, které jsou však z hlediska embryonálního, anatomického a fyziologického zcela odlišnými a samostatně fungujícími orgány, které se během prenatálního vývoje spojily do topograficky jednotného orgánu. U nižších obratlovců tvoří samostatné orgány. Každá nadledvina je uložena jako čepička na horním pólu ledviny. Nadledviny produkují steroidní hormony (ovlivňují metabolismus minerálních látek a sacharidů, patří sem i hlavní hormony) a katecholaminy (adrenalin a noradrenalin – ovlivňují stresové reakce).

Makroskopická stavba

Obě nadledviny se liší svým tvarem. Pravá nadledvina má přibližně tvar trojbokého jehlanu, levá nadledvina má poloměsíčitý tvar. Báze nadledvin nasedají na horní pól ledviny, jejich hrot směřuje nahoru. Mají okrově žlutou barvu. Při bázi jsou dlouhé asi 5 cm a jejich výška je asi 2–3 cm. Každá váží asi 5 g. V mládí jsou relativně větší než v dospělosti (poměr hmoty nadledvin a ledvin je u novorozence asi 1 : 3, v dospělosti asi 1 : 30).

Histologická stavba

- **vazivové pouzdro:** Je to tenký obal z tužšího vaziva, z něhož do parenchymu odstupují septa.
- **kůra (cortex):** Je to vnější žláznatý oddíl parenchymu nadledvin, jenž zaujímá většinu tloušťky jejich stěny. U nižších obratlovců tvoří samostatné, tzv. interrenální orgány. Kůra je složena z různě (podle typu vrstvy – viz níže) uspořádaných trámců sekrečních buněk mezodermálního původu, jež produkují tzv. steroidní hormony několika typů (základní látkou pro syntézu steroidních hormonů je cholesterol, který je přeměňován v hladkém endoplazmatickém retikulu sekrečních buněk kůry nadledvin na pregnenolon, jenž je prekurzorem všech steroidních hormonů). Buňky jsou obklopeny sítí fenestrovaných krevních kapilár, do kterých odevzdávají své hormony.
 - *zona glomerulosa:* Je to vnější tenká vrstva kůry nadledvin. Obsahuje klubíčkovitě uspořádané trámce sekrečních buněk, jež produkují mineralokortikoidy (např. aldosteron), které regulují hladinu sodíku a draslíku v tělních tekutinách.
 - *zona fasciculata:* Je to silná střední vrstva kůry. Obsahuje trámce sekrečních buněk orientované radiálně (kolmo na povrch kůry). Buňky produkují glukokortikoidy (např. kortizol a kortikosteron), které regulují hladinu cukrů v krvi.
 - *zona reticularis:* Je to tenká vnitřní vrstva. Obsahuje větvené trámce sekrečních buněk tvořící prostorovou síť. Buňky produkují pohlavní hormony – androgeny (např. dehydroepiandrosteron a testosteron) a estrogeny.

Pohlavní hormony jsou v kůře nadledvin produkovány v menší míře než v pohlavních žlázách. Jejich zvýšená sekrece z kůry nadledvin ale začíná o něco (asi 1–2 roky) dříve než sekrece pohlavních hormonů z pohlavních žláz. Počátek sekrece pohlavních hormonů z kůry nadledvin se označuje jako *adrenarche*. Vlivem tohoto procesu se vyvíjí komplex tělesných změn označovaný jako prepuberta (zrychlený růst na konci dětství, počátek růstu axilárního a pubického ochlupení a zvětšování mléčných žláz). Tyto změny se však zrychlí nástupem zvýšené sekrece pohlavních hormonů z pohlavních žláz (tzv. *gonadarche*).
- **dřeň (medulla):** Je to vnitřní oddíl parenchymu nadledvin, který u nižších obratlovců tvoří samostatné tzv. adrenální orgány (od latinského *ad* – při, *ren* – ledvina, odtud název „adrenalin“ jako označení jednoho z hormonů). Dřeň je z vývojového hlediska modifikovaným sympatickým gangliem (tzv. paragangliem), které bylo během prenatalního vývoje zavzato do hmoty nadledvin (obklopeno kůrou). Buňky dřeně nadledvin jsou proto přeměněnými postgangliovými neurony sympatiku (jsou tedy ektodermálního původu) a jsou obklopeny sítí širokých krevních kapilár (sinusoid). Dřeň tedy patří funkčně k neuroendokrinním orgánům. Buňky produkují katecholaminy dvou typů a dělí se na A-buňky a N-buňky.
 - *A-buňky* – produkují adrenalin, je jich většina (asi 80 %)
 - *N-buňky* – produkují noradrenalin

6.2.5 Další endokrinní žlázy

Mezi endokrinní žlázy patří i několik dalších orgánů, jež mají současně jiné (dominantní) funkce. Jedná se o Langerhansovy ostrůvky uložené v parenchymu slinivky, brzlík a pohlavní žlázy (varlata a vaječníky). Anatomický popis těchto orgánů, včetně jejich endokrinních složek a funkcí, je uveden v příslušných kapitolách.

6.3 Neuroendokrinní orgány

6.3.1 Šišinka (*epiphysis cerebri, glandula pinealis*)

Šišinka není typickou endokrinní žlázou složenou z epitelových žlázových buněk, ale je tvořena buňkami neurosekrečními a gliovými. Je tedy součástí nervové soustavy, resp. mezimozku (viz pasáž „*Epithalamus*“ v kapitole „*Nervová soustava*“). Šišinka je uložena na stopce vybíhající z epithalamu mezimozku směrem dozadu nad kolikuly středního mozku. Šišinka produkuje *melatonin*. Ten u obojživelníků způsobuje agregaci zrněk melaninu v kožních buňkách a tím zesvětlení kůže (je antagonistou melanotropinu z hypofýzy – viz výše). U člověka melatonin řídí tzv. cirkadiánní rytmy (střídání bdění a spánku). Sekrece melatoninu je závislá na intenzitě denního osvětlení, o němž je šišinka informována pomocí speciálních zrakových drah. Při nízké intenzitě denního světla se vyplavuje v maximálním množství a uvádí organismus do stavu klidu, spánku. Maximální sekrece je dosahováno v noci.

Makroskopická stavba

Šišinka je drobná žláza ve tvaru předozadně protáhlého ovoidu. Je vysoká asi 7 mm, široká asi 5 mm a váží asi 0,15 g.

Histologická stavba

- **vnější obal:** Je tvořen měkkou plenou mozkovou (*pia mater*), z níž odstupují dovnitř septa.
- **vnitřní hmota:** Je tvořena tzv. pinealocyty, neurosekrečními buňkami (neuro)ektodermálního původu produkujícími melatonin, a podpůrnými gliovými buňkami. Buňky jsou obklopeny sítí retikulárních vláken tvořících stroma. V průběhu života (asi od 7 let) se ve hmotě šišinky objevují zrnka uhličitane vápenatého tvořící tzv. mozkový písek.

6.3.2 Hypothalamus

Hypothalamus je dolní (ventrální) část mezimozku (je podrobněji popsán v kapitole „*Nervová soustava*“). Neurony některých jader hypothalamu mají sekreční funkci a produkují látky, které mají funkční vztah k hypofýze (tento systém je tedy souhrnně nazýván jako hypothalamo-hypofyzární komplex). Sekrety hypothalamu můžeme rozdělit na následující skupiny:

- **regulační hormony:** Jde o látky ovlivňující sekreci předního laloku hypofýzy. Do něho proudí tzv. *hypothalamo-hypofyzárním portálním oběhem* – malou portální žílou, která se sbírá z kapilární sítě hypothalamu (krev zde přijímá regulační látky z hypothalamu), směřuje do hypofýzy a tam se opět rozpadá do sítě kapilár (zde uvedené regulační látky vydává k buňkám adenohypofýzy). Regulační látky hypothalamu jsou dvojího typu:
 - *liberiny* – stimulují hypofýzu k sekreci svých hormonů
 - *statiny* – inhibují sekreční buňky hypofýzy
- **vlastní hormony:** Neurony některých jader hypothalamu produkují hormony, které jsou transportovány do zadního laloku hypofýzy. Do neurohypofýzy se dostávají tzv. *axonálním transportem* – axony neurosekrečních buněk probíhající stopkou z hypothalamu do hypofýzy působí jako potrubí, jímž protékají uvedené hormony do hypofýzy. Zde jsou tyto hormony uvolňovány na synaptických zakončeních, deponovány a v případě potřeby uvolňovány do krve. Jedná se o tyto hormony:
 - *oxytocin (uterokinetický hormon):* Stimuluje kontrakce děložní svaloviny při porodu a během sexuálního kontaktu (při nasávání spermatu dále do vývodných pohlavních cest) a také kontrakce svalových buněk ve vývodech mléčných žláz (při ejekci mléka).
 - *vazopresin (antidiuretický hormon):* Stimuluje tubulární resorpci vody v kanálcích nefronů a tím tvorbu hypertonické moči (snižuje tvorbu moči).

6.3.3 Paraganglia

Jedná se o shluky buněk o velikosti řádově milimetrů. Jsou rozeseta na několika místech těla, především však podél aorty a jejích větví. Jde o modifikovaná sympatická ganglia obsahující specializované nervové buňky několika typů. Buňky paraganglií jsou tedy (neuro)ektodermálního původu. Produkují katecholaminy (adrenalin a noradrenalin). Funkční jsou hlavně v mládí, kdy nahrazují ještě ne úplně fungující dřeň nadledvin (ta je vlastně, vzhledem ke své stavbě a vývoji, rovněž paragangliem). V průběhu dětství je nahrazuje právě dřeň nadledvin a paraganglia podléhají involuci. Nejvýznamnějším paragangliem tohoto typu je *paraganglion aorticum*, drobné nepárové tělísko, které se nachází u odstupe *arteria mesenterica inferior* z břišní aorty.

Kromě sekrečních paraganglií se v lidském těle setkáváme i s paraganglii, která mají funkci receptorů. Příkladem je karotické tělísko (*glomus caroticum*), které se nachází v rozvětvení *arteria carotis communis* na *arteria carotis externa* a *arteria carotis interna* a jehož funkcí je monitorovat obsah kyslíku a oxidu uhličitého v krvi a informovat o něm mozek (jedná se tedy o chemoreceptor).

6.4 Difúzní endokrinní systém

Difúzní endokrinní systém je tvořen jednotlivými samostatnými buňkami produkujícími hormony, které jsou rozptýleny ve tkáních několika orgánů těla. Vyskytují se zejména ve sliznici trávicí, dýchací, vylučovací a pohlavní soustavy a rovněž v srdci. Můžeme však k němu zařadit i parafolikulární buňky štítné žlázy. Produkty buněk difúzního endokrinního systému, tzv. *tkáňové hormony*, ovlivňují tělesné tkáně především lokálně (prostřednictvím parakrinní sekrece buněk, kdy tkáňové hormony působí pouze na buňky v okolí endokrinních buněk), některé i celkově (tkáňové hormony se, podobně jako hormony vlastních endokrinních žláz, vstřebávají do krve, která je transportuje po těle). Buňky difúzního endokrinního systému se v průběhu embryonálního vývoje diferencují obvykle z materiálu tzv. neurální lišty, ze které v prenatálním období vycestovaly a vnikly do útrobních orgánů. Jsou tedy (neuro)ektodermálního původu. Z tohoto důvodu se tento systém označuje také jako *difúzní neuroendokrinní systém* (DNES). Největší částí tohoto systému je tzv. **enteroendokrinní systém**. Je tvořen žláзовými buňkami umístěnými ve sliznici (mezi jinými buňkami ve žlázkách) žaludku, tenkého střeva, tlustého střeva a žlučníku. Buňky produkují řadu hormonů, které se aktivně nebo inhibičně podílejí na regulaci trávení (pohybů trávicí trubice a sekreci trávicích šťáv).

Prvním ze známých hormonů enteroendokrinního systému je **gastrin**. Je produkován specializovanými endokrinními buňkami žaludečních žlázek jako reakce na naplnění žaludku potravou. Stimuluje sekreci žaludeční šťávy (HCl a pepsinu) a motilitu žaludku, tedy procesy, které zajišťují trávení. Další z nich, **sekretin**, je produkován specializovanými endokrinními buňkami dvanáctníku poté, co do něho proniknou, jako součást tráveniny, kyselé látky ze žaludku. Snižuje kyselost ve dvanáctníku tím, že jednak inhibuje tvorbu žaludečních kyselin, jednak stimuluje sekreci hydrogenuhličitanových iontů (neutralizujících HCl) ve slinivce, které se z ní prostřednictvím pankreatické šťávy dostávají do dvanáctníku. Stimuluje rovněž tvorbu žluči v játrech. Dalším z tkáňových hormonů je **cholecystokinin** (dříve byl označován jako *pankreozymin*). Je produkován specializovanými endokrinními buňkami sliznice dvanáctníku v reakci na přítomnost aminokyselin a mastných kyselin ve dvanáctníku (opět po příchodu tráveniny ze žaludku). Stimuluje kontrakce žlučníku a vylučování žluči, podněcuje sekreci pankreatické šťávy ze slinivky (zejména produkci enzymů) a stimuluje tvorbu enterokinázy ve střevních buňkách (tedy aktivátoru trypsinogenu z pankreatické šťávy).

Literatura

- Balko J. et al. 2017:** *Memorix histologie*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-249-7.
- Čihák R. 2011:** *Anatomie 1*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3817-8.
- Čihák R. 2013:** *Anatomie 2*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4788-0.
- Čihák R. 2016:** *Anatomie 3*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5636-3.
- Grim M. – Naňka O. – Helekal I. 2014:** *Atlas anatomie člověka I. Atlas of Human Anatomy I*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4012-6.
- Grim M. – Naňka O. – Helekal I. 2017:** *Atlas anatomie člověka II. Atlas of Human Anatomy II*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4156-7.
- Hudák R. et al. 2017:** *Memorix anatomie*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-420-0.
- Kochhar R. – Richardson A. 1998:** The chronology and sequence of eruption of human permanent teeth in Northern Ireland. *International Journal of Paediatric Dentistry* 8: 243–252.
- Langmeier M. et al. 2009:** *Základy lékařské fyziologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2526-0.
- Lüllmann-Rauch R. 2012:** *Histologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3729-4.
- Mescher A. L. 2018:** *Junqueira's Basic Histology. Text and Atlas*. 15th Edition. McGraw-Hill Education. ISBN 978-1-260-02617-7.
- Netter F. H. 2016:** *Netterův anatomický atlas člověka*. Brno: CPress. ISBN 978-80-264-1176-5.
- Platzer W. 2014:** *Atlas topografické anatomie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-7169-214-0.