



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDĚM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.

BIOLOGIE ČLOVĚKA A ANTROPOLOGIE

MICHAL ŽIVNÝ



PODPORA TERCIÁRNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ
STUDENTŮ SE SPECIFICKÝMI
VZDĚLÁVACÍMI POTŘEBAMI
NA OSTRAVSKÉ UNIVERZITĚ V OSTRAVĚ

CZ.1.07/2.2.00/29.0006

OSTRAVA, ZÁŘÍ 2013

Studijní opora je jedním z výstupu projektu ESF OP VK.

Číslo Prioritní osy:	7.2
Oblast podpory:	7.2.2 – Vysokoškolské vzdělávání
Příjemce:	Ostravská univerzita v Ostravě
Název projektu:	Podpora terciárního vzdělávání studentů se specifickými vzdělávacími potřebami na Ostravské univerzitě v Ostravě
Registrační číslo projektu:	CZ.1.07/2.2.00/29.0006
Délka realizace:	6.2.2012 – 31.1.2015
Řešitel:	<u>PhDr. Mgr. Martin Kaleja, Ph.D.</u>

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Název: Biologie člověka a antropologie
Autor: Michal Živný

Studijní opora k inovovanému předmětu: *Antropologie 1 (KBE/ANT01)*

Jazyková korektura nebyla provedena, za jazykovou stránku odpovídá autor.

Recenzent: *RNDr. Petr Kočárek, Ph.D.*
Katedra biologie a ekologie Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity

© Michal Živný
© Ostravská univerzita v Ostravě
ISBN 978-80-7464-443-6

OBSAH

Úvod.....	9
1 ÚVOD DO STUDIA STAVBY LIDSKÉHO TĚLA.....	10
1.1 Vymezení předmětu studia.....	10
1.2 Základní stavba lidského těla.....	10
1.2.1 Tělní osa (<i>axis</i>).....	11
1.2.2 Horní končetina (<i>membrum superius</i> nebo <i>extremitas superior</i>).....	11
1.2.3 Dolní končetina (<i>membrum inferius</i> nebo <i>extremitas inferior</i>).....	12
1.3 Orientace na lidském těle.....	12
1.3.1 Roviny souměrnosti.....	12
1.3.2 Osy a směry na trupu.....	13
1.3.3 Osy a směry na horní končetině.....	13
1.3.4 Osy a směry na dolní končetině.....	13
1.4 Názvosloví pohybů.....	14
1.4.1 Pohyby trupu a hlavy.....	14
1.4.2 Pohyby končetin.....	14
2 TKÁNĚ LIDSKÉHO TĚLA	15
2.1 Vymezení problematiky.....	15
2.2 Epitely.....	15
2.2.1 Obecná stavba epitelů.....	15
2.2.2 Krycí epitel.....	16
2.2.3 Výstelkový epitel.....	16
2.2.4 Smyslový epitel.....	18
2.2.5 Žlázový epitel.....	18
2.3 Pojivové a opěrné tkáně.....	18
2.3.1 Obecná stavba pojivových tkání.....	18
2.3.2 Mezenchym.....	19
2.3.3 Vazivo.....	19
2.3.4 Chrupavka.....	21
2.3.5 Kostní tkáň.....	21
2.4 Svalové tkáně.....	24
2.4.1 Obecná stavba svalových tkání.....	24
2.4.2 Hladká svalová tkáň.....	24
2.4.3 Příčně pruhovaná svalová tkáň.....	24
2.4.4 Srdeční svalová tkáň.....	25
2.5 Nervová tkáň.....	25
2.5.1 Neurony.....	26
2.5.2 Gliové buňky.....	26
2.6 Tekuté tkáně.....	27
2.6.1 Tělní tekutiny.....	27
2.6.2 Krev (<i>sanguis</i>).....	28
2.6.3 Tkáňový mok.....	30
2.6.4 Míza (<i>lymph</i>).....	30
2.7 Komplexní histologie orgánů.....	30
2.7.1 Trubicovité orgány.....	31
2.7.2 Parenchymatické orgány.....	33
2.7.3 Žlázy (<i>glandulae</i>).....	34
3 KOSTERNÍ SOUSTAVA (<i>systema skeleti</i>).....	36
3.1 Funkce kosterní soustavy.....	36
3.2 Rozdělení kosterní soustavy.....	36
3.3 Obecná osteologie.....	36
3.3.1 Stavba kosti.....	36
3.3.2 Typy kostí.....	37
3.3.3. Kostní spoje (<i>juncturae ossium</i>).....	38
3.4 Lebka (<i>cranium</i>).....	40
3.4.1 Neurokranium (<i>cranium cerebrale</i>).....	40
3.4.2 Splanchnokranium (<i>cranium faciale</i>).....	43

3.4.3	Spoje lebečních kostí	45
3.4.4	Lebka novorozence	46
3.5	Páteř (<i>columna vertebralis</i>)	47
3.5.1	Obecná stavba obratle	47
3.5.2	Popis jednotlivých typů obratlů	48
3.5.3	Tvar a zakřivení páteře	49
3.5.4	Spoje na páteři	49
3.6	Hrudník (<i>thorax</i>)	50
3.6.1	Popis kostí hrudníku	50
3.6.2	Spoje na hrudníku	51
3.7	Kostra horní končetiny (<i>ossa membri superioris</i>)	51
3.7.1	Základní stavba horní končetiny	51
3.7.2	Popis kostí horní končetiny	52
3.7.3	Spoje kostí horní končetiny	54
3.8	Kostra dolní končetiny (<i>ossa membri inferioris</i>)	55
3.8.1	Základní stavba dolní končetiny	55
3.8.2	Popis kostí dolní končetiny	55
3.8.3	Spoje kostí dolní končetiny	58
4	SVALOVÁ SOUSTAVA (<i>systema musculorum</i>)	61
4.1	Funkce svalové soustavy	61
4.2	Rozdělení svalové soustavy	61
4.3	Obecná myologie	61
4.3.1	Stavba svalu	61
4.3.2	Rozdělení svalů podle tvaru	62
4.3.3	Rozdělení svalů podle funkce	62
4.3.4	Vývoj svalů	63
4.4	Svaly hlavy (<i>musculi capitis</i>)	64
4.4.1	Svaly žvýkácí (<i>musculi masticatorii</i>)	64
4.4.2	Svaly mimické (<i>musculi faciales</i>)	64
4.5	Svaly krku (<i>musculi colli</i>)	66
4.5.1	Povrchové svaly krční	66
4.5.2	Svaly jazykové (hyoidní)	66
4.5.3	Šikmé svaly krční (<i>musculi scaleni</i>)	67
4.5.4	Hluboké svaly krční	67
4.6	Svaly zádové (<i>musculi dorsi</i>)	67
4.6.1	Autochtonní svaly zádové	67
4.6.2	Heterochtonní svaly zádové	68
4.7	Svaly hrudníku (<i>musculi thoracis</i>)	68
4.7.1	Autochtonní svaly hrudní	68
4.7.2	Heterochtonní svaly hrudní	68
4.7.3	Bránice (<i>diaphragma</i>)	69
4.8	Svaly břišní (<i>musculi abdominis</i>)	69
4.8.1	Přední skupina břišních svalů	69
4.8.2	Laterální skupina břišních svalů	69
4.8.3	Zadní skupina břišních svalů	70
4.8.4	Speciální útvary svalové stěny břišní	70
4.9	Svaly pánevní oblasti	71
4.9.1	Svaly pánevní přepážky (<i>musculi diaphragmatis pelvis</i>)	71
4.9.2	Svaly hráze (<i>musculi perinei</i>)	71
4.10	Svaly horní končetiny (<i>musculi membri superioris</i>)	71
4.10.1	Svaly pletence horní končetiny	72
4.10.2	Svaly paže	72
4.10.3	Svaly předloktí	73
4.10.4	Svaly ruky	73
4.11	Svaly dolní končetiny (<i>musculi membri inferioris</i>)	74
4.11.1	Svaly pletence dolní končetiny	74
4.11.2	Svaly stehna	75
4.11.3	Svaly bérce	76
4.11.4	Svaly nohy	77

5 CÉVNÍ SOUSTAVA (<i>systema cardiovasculare</i>)	78
5.1 Funkce cévní soustavy	78
5.2 Rozdělení cévní soustavy	78
5.3 Srdce (<i>cor</i>).....	78
5.3.1 Topografie srdce	78
5.3.2 Makroskopická stavba srdce.....	78
5.3.3 Histologická stavba srdce	79
5.4 Krevní cévy (<i>vasa sanguinea</i>).....	81
5.4.1 Obecná stavba krevních cév	81
5.4.2 Tepny (<i>arteriae</i>)	82
5.4.3 Žíly (<i>venae</i>)	82
5.4.4 Kapiláry (<i>vasa capillaria</i>).....	83
5.4.5 Arteriovenózní anastomózy	83
5.5 Malý krevní oběh (<i>circuitus sanguinis minor</i>).....	84
5.6 Velký krevní oběh (<i>circuitus sanguinis major</i>).....	84
5.7 Aorta.....	84
5.7.1 Pars ascendens	85
5.7.2 Arcus aortae.....	85
5.7.3 Pars descendens	86
5.7.4 Bifurcatio aortae	87
5.8 Horní dutá žíla (<i>vena cava superior</i>).....	88
5.8.1 Hlavní kmen horní duté žíly	88
5.8.2 Hlavopažní žíly (<i>venae brachiocephalicae</i>)	88
5.9 Dolní dutá žíla (<i>vena cava inferior</i>)	89
5.9.1 Hlavní kmen dolní duté žíly	89
5.9.2 Jaterní portální oběh	90
5.9.3 Společné kyčelní žíly (<i>venae iliacae communes</i>)	90
5.10 Srdeční žíly (<i>venae cordis</i>).....	91
5.11 Fetální krevní oběh.....	91
5.11.1 Spojky malého a velkého krevního oběh	91
5.11.2 Struktura fetálního krevního oběhu	92
5.12 Mízní cévy (<i>vasa lymphatica</i>)	93
5.12.1 Mízní kapiláry	93
5.12.2 Sběrné mízní cévy	93
5.12.3 Mízní kmeney (<i>trunci lymphatici</i>).....	93
5.12.4 Mízovody (<i>ductus lymphatici</i>).....	94
5.13 Lymfatické orgány	94
5.13.1 Mízní uzliny (<i>nodi lymphatici</i>)	94
5.13.2 Mízní uzlíky (<i>folliculi lymphatici</i>).....	94
5.13.3 Brzlík (<i>thymus</i>)	95
5.13.4 Slezina (<i>lien</i>).....	95
6 DÝCHACÍ SOUSTAVA (<i>systema respiratorium</i>)	97
6.1 Funkce dýchací soustavy	97
6.2 Rozdělení dýchací soustavy	97
6.3 Horní cesty dýchací	97
6.3.1 Zevní nos (<i>nasus externus</i>).....	97
6.3.2 Dutina nosní (<i>cavum nasi</i>).....	97
6.3.3 Vedlejší dutiny nosní (<i>sinus paranasales</i>).....	98
6.3.4 Hltan (<i>pharynx</i>)	99
6.4 Dolní cesty dýchací	99
6.4.1 Hrtan (<i>larynx</i>).....	99
6.4.2 Průdušnice (<i>trachea</i>).....	102
6.4.3 Průdušky (<i>bronchi principales</i>).....	103
6.5 Plíce	103
6.5.1 Makroskopická stavba plic	103
6.5.2 Histologická stavba plic.....	104
6.5.3 Větvení bronchů v plicích.....	104
6.5.4 Plicní krevní oběh.....	105

7 TRÁVICÍ SOUSTAVA (<i>systema digestorium</i>).....	106
7.1 Funkce trávicí soustavy	106
7.2 Rozdělení trávicí soustavy	106
7.3 Dutina ústní (<i>cavum oris</i>).....	106
7.3.1 Rty (<i>labia</i>)	107
7.3.2 Tváře (<i>buccae</i>).....	107
7.3.3 Tvrdé patro (<i>palatum durum</i>)	107
7.3.4 Měkké patro (<i>palatum molle</i>)	107
7.3.5 Dno dutiny ústní (<i>diaphragma oris</i>).....	107
7.3.6 Hltanová úžina (<i>isthmus faucium</i>)	107
7.3.7 Jazyk (<i>lingua</i>).....	108
7.3.8 Slinné žlázy (<i>glandulae salivariae</i>)	108
7.3.9 Zuby (<i>dentes</i>).....	109
7.4 Vlastní trávicí trubice	111
7.4.1 Hltan (<i>pharynx</i>)	112
7.4.2 Jícen (<i>oesophagus</i>)	113
7.4.3 Žaludek (<i>ventriculus, gaster</i>).....	113
7.4.4 Tenké střevo (<i>intestinum tenue</i>).....	115
7.4.5 Tlusté střevo (<i>intestinum crassum</i>).....	116
7.5 Velké žlázy trávicí soustavy.....	117
7.5.1 Játra (<i>hepar</i>).....	117
7.5.2 Žlučové cesty (<i>ductus biliares</i>).....	119
7.5.3 Slinivka břišní (<i>pancreas</i>)	120
8 VYLUČOVACÍ SOUSTAVA (<i>systema urinarium</i>).....	121
8.1 Funkce vylučovací soustavy.....	121
8.2 Rozdělení vylučovací soustavy	121
8.3 Ledviny.....	121
8.3.1 Topografie ledvin	121
8.3.2 Makroskopická stavba ledvin	121
8.3.3 Histologická stavba ledvin.....	122
8.4 Horní cesty močové.....	123
8.4.1 Ledvinné kalichy (<i>calices renales, j. č. calix renalis</i>)	123
8.4.2 Ledvinná pánvička (<i>pelvis renalis</i>).....	123
8.4.3 Močovod (<i>ureter</i>)	123
8.5 Dolní cesty močové	123
8.5.1 Močový měchýř (<i>vesica urinaria</i>).....	123
8.5.2 Močová trubice (<i>urethra</i>)	124
9 POHLAVNÍ ÚSTROJÍ (<i>organa genitalia</i>)	125
9.1 Funkce pohlavního ústrojí	125
9.2 Rozdělení pohlavního ústrojí	125
9.3 Pohlavní diference	125
9.4 Mužské pohlavní ústrojí (<i>organa genitalia maskulina</i>)	126
9.4.1 Varle (<i>testis</i>)	127
9.4.2 Nadvarle (<i>epididymis</i>).....	128
9.4.3 Chámovod (<i>ductus deferens</i>)	129
9.4.4 Semenné vččky (<i>vesiculae seminales</i>).....	129
9.4.5 Předstojná žláza (<i>prostata</i>)	129
9.4.6 Cowpereaova žláza (<i>glandula bulbourethralis</i>)	130
9.4.7 Pyj (<i>penis</i>).....	130
9.4.8 Šourek (<i>scrotum</i>)	131
9.5 Ženské pohlavní ústrojí (<i>organa genitalia feminina</i>).....	131
9.5.1 Vaječník (<i>ovarium</i>).....	132
9.5.2 Vejcovod (<i>tuba uterina</i>)	135
9.5.3 Děloha (<i>uterus</i>).....	135
9.5.4 Pochva (<i>vagina</i>).....	137
9.5.5 Vnější pohlavní orgány.....	137

10 ENDOKRINNÍ SYSTÉM (<i>systema endocrinum</i>)	139
10.1 Funkce endokrinního systému.....	139
10.2 Rozdělení nervového systému.....	139
10.3 Vlastní endokrinní žlázy.....	139
10.3.1 Podvěsek mozkový (<i>hypophysis cerebri</i>)	139
10.3.2 Štítná žláza (<i>glandula thyroidea</i>).....	141
10.3.3 Příštítná tělíška (<i>glandulae parathyroideae</i>)	141
10.3.4 Nadledviny (<i>glandulae suprarenales</i>)	142
10.3.5 Langerhansovy ostrůvky (<i>insulae pancreaticae</i>).....	143
10.3.6 Brzlík (<i>thymus</i>)	143
10.3.7 Pohlavní žlázy	143
10.4 Neuroendokrinní orgány	143
10.4.1 Šišinka (<i>epiphysis cerebri, corpus pineale</i>).....	143
10.4.2 Hypothalamus.....	143
10.4.3 Paraganglia	144
10.5 Difúzní endokrinní systém	144
11 NERVOVÁ SOUSTAVA (<i>systema nervosum</i>)	146
11.1 Funkce nervové soustavy	146
11.2 Rozdělení nervové soustavy	146
11.3 Obecná stavba a principy funkce nervové soustavy.....	146
11.3.1 Reflex	146
11.3.2 Reflexní oblouk	147
11.3.3 Typy reflexů	148
11.4 Vývoj nervové soustavy	149
11.5 Smyslové orgány (<i>organa sensuum</i>)	150
11.5.1 Rozdělení receptorů.....	150
11.5.2 Čichové ústrojí (<i>organum olfactus</i>)	151
11.5.3 Chuťové ústrojí (<i>organum gustus</i>).....	152
11.5.4 Zrakové ústrojí (<i>organum visus</i>).....	153
11.5.5 Sluchově-rovnovážné ústrojí (<i>organum vestibulocochleare</i>)	157
11.6 Centrální nervová soustava (<i>systema nervosum centrale</i>)	161
11.6.1 Mícha (<i>medulla spinalis</i>)	161
11.6.2 Mozek (<i>encephalon, cerebrum</i>).....	162
11.6.3 Mozkový kmen (<i>truncus encephalicus</i>).....	162
11.6.4 Mozeček (<i>cerebellum</i>)	163
11.6.5 Mezimozek (<i>diencephalon</i>)	164
11.6.6 Koncový mozek (<i>telencephalon</i>).....	165
11.6.7 Obaly centrální nervové soustavy.....	170
11.7 Periferní nervový systém (<i>systema nervosum periphericum</i>)	171
11.7.1 Stavba nervu	171
11.7.2 Nervové dráhy	171
11.7.3 Somatický nervový systém.....	172
11.7.4 Viscerální nervový systém.....	177
12 KOŽNÍ SOUSTAVA (<i>systema cutis</i>)	179
12.1 Funkce kožní soustavy	179
12.2 Rozdělení kožní soustavy	180
12.3 Kůže (<i>cutis, derma</i>)	180
12.3.1 Makroskopická stavba kůže.....	180
12.3.2 Histologická stavba kůže	181
12.4 Kožní deriváty (adnexa)	182
12.4.1 Chlup (<i>pilus</i>).....	182
12.4.2 Nehet (<i>unguis</i>)	184
12.4.3 Mazové žlázy (<i>glandulae sebaceae</i>).....	185
12.4.4 Malé potní žlázy (<i>glandulae sudoriferae minores</i>).....	185
12.4.5 Velké potní žlázy (<i>glandulae sudoriferae majores</i>)	185
12.4.6 Mléčná žláza (<i>glandula mammaria</i>).....	185
Literatura	187

Vysvětlivky k používaným symbolům



Průvodce studiem – vstup autora do textu, specifický způsob kterým se studentem komunikuje, povzbuzuje jej, doplňuje text o další informace.



Příklad – objasnění nebo konkretizování problematiky na příkladu ze života, z praxe, ze společenské reality apod.



K zapamatování



Shrnutí – shrnutí předcházející látky, shrnutí kapitoly.



Literatura – použitá ve studijním materiálu, pro doplnění a rozšíření poznatků.



Kontrolní otázky a úkoly – prověřují, do jaké míry studující text a problematiku pochopil, zapamatoval si podstatné a důležité informace a zda je dokáže aplikovat při řešení problémů.



Úkoly k textu – je potřeba je splnit neprodleně, neboť pomáhají k dobrému zvládnutí následující látky.



Korespondenční úkoly – při jejich plnění postupuje studující podle pokynů s notnou dávkou vlastní iniciativy. Úkoly se průběžně evidují a hodnotí v průběhu celého kurzu.



Otázky k zamyšlení



Část pro zájemce – přináší látku a úkoly rozšiřující úroveň základního kurzu. Pasáže i úkoly jsou dobrovolné.

Úvod

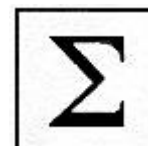
PRŮVODCE STUDIEM

Opora „Biologie člověka a antropologie“ je základní studijní materiál předmětu Antropologie 1 (KBE/ANT01) a předmětů podobných určený studentům odborných i učitelských biologických oborů na Katedře biologie a ekologie Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity v Ostravě. Obsahem opory je problematika makroskopické a mikroskopické anatomie lidského těla, a to na úrovni složitosti nutné k absolvování uvedených biologických předmětů. Jiné aspekty biologie člověka, jako např. fyziologie či ontogeneze, jsou zmiňovány pouze okrajově, neboť jejich problematika je obsahem jiných předmětů. Text opory je strukturován do kapitol, jejichž obsahem je popis jednotlivých orgánových soustav lidského těla. Všechny kapitoly (kromě prvních dvou) mají víceméně shodnou strukturu. Na začátku jsou stručně definovány hlavní funkce popisované orgánové soustavy, poté je přehlednou formou nastíněn její anatomický systém, načež následuje anatomický popis jednotlivých částí a orgánů v logickém pořadí. Je nutno však upozornit na to, že efektivní a smysluplné studium anatomie se neobejde bez názorných pomůcek, a to jak dvourozměrných (obrázků v anatomických učebnicích a atlasech), tak trojrozměrných (anatomických modelů či – v ideálním případě – pitevních preparátů). Z důvodu relativně jednoduchého členění textu a shodné struktury téměř všech kapitol není nutné pro dobré zvládnutí učiva striktně zachovávat všechny prvky určené pro distanční výukové opory, tedy opakovaně prokládat text průvodcem studia, shrnutím kapitol a blokem kontrolních a jiných otázek. Přikládám pouze obecně platné návrhy použitelné shodně prakticky na každou kapitolu.



Návod na shrnutí kapitol

Shrnutí obsahu jednotlivých kapitol je možno realizovat formou soupisu nadpisů jejich jednotlivých podkapitol a podpodkapitol, případně i nižších (nečíslovaných) úrovní nadpisů.



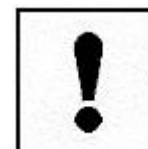
Návrh na kontrolní otázky a úkoly

Otázky zaměřené na prověření pochopení obsahu textu je možno formulovat opět na základě názvů jednotlivých podkapitol, podpodkapitol i nižších úrovní nadpisů, a to formou např.: Charakterizujte (popište; definujte...) stavbu a funkci přední skupiny předloketních svalů (průběh nepárových viscerálních větví břišní aorty; polohu, rozdělení a funkci řečových center...).



Úkoly k textu

Jednotlivé orgánové soustavy, resp. jednotlivé kapitoly opory, jsou na sobě relativně nezávislé, tzn. je možno je studovat samostatně, bez hlubších znalostí jiné orgánové soustavy (resp. kapitoly), a v libovolném pořadí. Výjimkou jsou první dvě kapitoly, které je nutno nastudovat jako první, a kapitola třetí (Kosterní soustava), jež tvoří nutný základ pro smysluplné studium čtvrté kapitoly zaměřené na svalovou soustavu.



Korespondenční úkoly

Vzhledem k výrazně popisnému charakteru učební náplně a nutnosti zvládnout celé učivo není nutné definovat speciální korespondenční úkoly.



1 ÚVOD DO STUDIA STAVBY LIDSKÉHO TĚLA

1.1 Vymezení předmětu studia

Biologie člověka je komplexní obor zahrnující anatomii, fyziologii a ontogenezi. Anatomie se zabývá stavbou těla. Slovo je odvozeno z řeckého *anatemnein* = rozřezávat, což se pojí s pitvou jako základní anatomickou metodou. Fyziologie se zabývá funkcí orgánů. Ontogeneze je individuální vývoj jedince. Obsahem předmětu Antropologie 1 je zejména anatomie člověka, a to jak anatomie makroskopická čili organologie, tedy stavba orgánů a orgánových soustav, tak anatomie mikroskopická čili histologie, tedy stavba orgánů na tkáňové úrovni. Fyziologie a ontogeneze jsou obsahem jiných přednášek, pro které je však znalost anatomie nutným předpokladem. Stavba lidského těla je probírána ve vztahu k funkci a ontogenetickému vývoji, neboť tyto aspekty jsou od sebe neoddělitelné. Důraz je tak kladen na funkční anatomii. Stavbu (a funkci) těla zkoumáme na několika hierarchicky uspořádaných úrovních:

- **molekulární úroveň:** Základem jsou organické makromolekuly (bílkoviny, DNA a další), které tvoří živou hmotu. Zkoumají se na submikroskopické úrovni. Jsou předmětem studia *molekulární biologie*.
- **buněčná úroveň:** Základem je buňka – základní stavební a funkční jednotka organismu. Zkoumá se na submikroskopické až mikroskopické úrovni. Je předmětem studia komplexního biologického oboru zvaného *cytologie*.
- **tkáňová úroveň:** Základem je tkáň – soubor buněk přibližně stejného tvaru, funkce a embryonálního původu. Zkoumá se na mikroskopické úrovni. Je předmětem studia oboru zvaného *histologie*.
- **orgánová úroveň:** Jejím základem jsou orgány. Funkčně spjaté orgány tvoří orgánové soustavy. Zkoumají se na mikroskopické makroskopické úrovni. Jsou předmětem studia *organologie*, která se rozpadá podle konkrétního objektu studia na více oborů, např.:
 - *osteologie*: nauka o kostech
 - *artrologie*: nauka o kostních spojkách
 - *myologie*: nauka o svalech
 - *angiologie*: nauka o cévní soustavě
 - *neurologie*: nauka o nervové soustavě
 - *splanchnologie*: nauka o útrobních orgánech
 - *dermatologie*: nauka o kůži (atd.)

1.2 Základní stavba lidského těla

Člověk (*Homo*) patří do řádu primátů (*Primates*), třídy savci (*Mammalia*) a v jejich rámci do kmene strunatci (*Chordata*) a podkmene obratlovci (*Vertebrata*). Základní stavba lidského těla proto vychází ze základní archetypální stavby těla obratlovců. Znamená to tedy, že tělo je bilaterálně symetrické (i když tato symetrie v průběhu prenatalního vývoje částečně vymizí, a to zejména uvnitř těla) a polarizované (tělní osa má dva anatomicky i funkčně odlišné konce). Lidské tělo je tvořeno ze dvou základních částí – **osové** (axiální, nepárové) a **končetinové** (apendikulární, párové, rozdělené na horní dolní končetiny).

1.2.1 TĚLNÍ OSA (*axis*)

- hlava (*caput*)
 - mozková část (*cranium*)
 - čelo (*frons*)
 - temeno (*vertex*)
 - týl (*occiput*)
 - spánky (*tempora*, j. č. *tempus*)
 - obličej (*facies*)
 - oko (*oculus*)
 - ucho (*auris*)
 - nos (*nasus*)
 - ústa (*os*)
 - tvář (*bucca*)
 - horní ret (*labium superius*)
 - dolní ret (*labium inferius*)
 - brada (*mentum*)
- krk (*collum, cervix*), zadní část se nazývá šíje (*nucha*)
- trup (*truncus*)
 - přední část
 - hrud' (*pectus*)
 - břicho (*venter, abdomen*)
 - zadní část
 - záda (*dorsum*)
 - bedra (*lumbus*)

1.2.2 HORNÍ KONČETINA (*membrum superius* nebo *extremitas superior*)

- rameno (*humerus*)
- paže (*brachium*)
- loket (*cubitus*)
- předloktí (*antebrachium*)
- zápěstí (*carpus*)
- ruka (*manus*)
 - dlaň (*palma manus*)
 - hřbet (*dorsum manus*)
 - prsty (*digiti manus*)
 - 1. prst (*digitus primus* nebo *pollex*)
 - 2. prst (*digitus secundus* nebo *index*)
 - 3. prst (*digitus tertius*)
 - 4. prst (*digitus quartus*)
 - 5. prst (*digitus quintus* nebo *digitus minimus*)

1.2.3 DOLNÍ KONČETINA (*membrum inferius* nebo *extremitas inferior*)

- kyčel (*coxa*)
- stehno (*femur*)
- koleno (*genu*)
- bérce (*crus*)
- hlezno (*tarsus*)
- noha (*pes*)
 - ploska (*planta pedis*)
 - hřbet (*dorsum pedis*)
 - prsty (*digiti pedis*)
 - 1. prst (*digitus primus* nebo *hallux*)
 - 2. prst (*digitus secundus*)
 - 3. prst (*digitus tertius*)
 - 4. prst (*digitus quartus*)
 - 5. prst (*digitus quintus* nebo *digitus minimus*)

1.3 Orientace na lidském těle

Aby bylo možno jednoznačně popisovat lidské tělo a jeho součásti, bylo zavedeno anatomické názvosloví (nomenklatura) s dohodnutými a mezinárodně platnými pravidly. Názvosloví obsahuje odborné výrazy vycházející především z latiny, někdy však také z řečtiny nebo méně často i z jiných jazyků. V určitých časových intervalech je mírně přepracováno a doplňováno. Aby bylo možno pochopit smysl anatomického názvosloví a anatomických výrazů, byl zaveden systém anatomických termínů, tzv.

termini situm et directionem partium corporis indicantes

(česky *termíny polohu a směr částí těla ukazující*)

Jsou to termíny, pomocí nichž se orientujeme na lidském těle a na jejichž základě lidské tělo popisujeme. Základní anatomickou polohou, při které popisujeme lidské tělo, je vzpřímený postoj s dlaněmi obrácenými směrem dopředu (tedy se supinovaným předloktím). Lidské tělo je trojrozměrný útvar, proto jím můžeme proložit tři na sebe kolmé roviny a tři na sebe kolmé osy. Na každé ose potom rozlišujeme dva směry. Následující přehled přibližuje základní odborné pojmy používané při popisu lidského těla.

1.3.1 ROVINY SOUMĚRNOSTI

- rovina šípová (*planum sagittale*): Je to jakákoliv rovina, která dělí tělo na pravou a levou část, symetricky i asymetricky. Speciálním případem této roviny je rovina středová (*planum medianum*), která prochází přesně středem těla a dělí jej tedy symetricky na pravou a levou část. Ostatní sagitální roviny jsou s ní rovnoběžné.
- rovina čelní (*planum frontale*): Je to jakákoliv rovina, která dělí tělo na přední a zadní část. Je kolmá na rovinu předchozí.

- rovina příčná (*planum transversale*): Je to jakákoliv rovina, která dělí tělo na horní a dolní část. Je kolmá na obě předchozí roviny.

1.3.2 OSY A SMĚRY NA TRUPU

- osa podélná (*axis longitudinalis*): Je to osa probíhající tělem podélně odshora dolů. Na ose rozlišujeme dva směry:
 - *cranialis* – směr k hlavě (od *cranium* = lebka), také *superior* (= horní)
 - *caudalis* – směr ocasní (od *cauda* = ocas), také *inferior* (= dolní)
- osa šípová (*axis sagittalis*): Je to osa probíhající tělem zepředu dozadu. Je kolmá na předchozí. Na ose rozlišujeme dva směry:
 - *ventralis* – směr k břichu (od *venter* = břicho), také *anterior* (= přední)
 - *dorsalis* – směr k zádům (od *dorsum* = záda), také *posterior* (= zadní)
- osa příčná (*axis transversalis*): Je to osa probíhající tělem zprava doleva. Je kolmá na obě předchozí. Na ose rozlišujeme dvě dvojice směrů:
 - *dexter* – směr doprava
 - *sinister* – směr doleva
 popř. (vzhledem ke středové rovině):
 - *medialis* – směr zvnějšku ke středové rovině
 - *lateralis* – směr od středové roviny ven

1.3.3 OSY A SMĚRY NA HORNÍ KONČETINĚ

- osa podélná
 - *proximalis* – směr zvnějšku směrem k trupu
 - *distalis* – směr od trupu směrem ven
- osa příčná
 - *radialis* – směr laterální (od *radius* = kost vřetenní)
 - *ulnaris* – směr mediální (od *ulna* = kost loketní)
- osa šípová
 - *palmaris* – směr z vnitřku ruky ke dlani (od *palma* = dlaň)
 - *dorsalis* – směr z vnitřku ruky ke hřbetu ruky (od *dorsum* = hřbet)

1.3.4 OSY A SMĚRY NA DOLNÍ KONČETINĚ

- osa podélná
 - *proximalis* – směr zvnějšku směrem k trupu
 - *distalis* – směr od trupu směrem ven
- osa příčná
 - *tibialis* – směr mediální (od *tibia* = kost holenní)
 - *fibularis* – směr laterální (od *fibula* = kost lýtková)
- osa šípová
 - *plantaris* – směr z vnitřku chodidla k plosce nohy (od *planta* = ploska)
 - *dorsalis* – směr z vnitřku chodidla ke hřbetu nohy (od *dorsum* = hřbet)

1.4 Názvosloví pohybů

Názvy pohybů těla jako celku i jednotlivých částí těla jsou definovány ve vztahu ke konkrétní ose, podle které je pohyb prováděn. Znalost odborných termínů označujících jednotlivé typy pohybů je důležitá pro pochopení významu odborných názvů svalů, které jsou často odvozeny právě od hlavního pohybu, který realizují.

1.4.1 POHYBY TRUPU A HLAVY

- podle podélné osy: **rotace** (dextrorotace × sinistrorotace)
- podle šípové osy: **lateroflexe**
- podle příčné osy: **anteflexe** × **retroflexe**

1.4.2 POHYBY KONČETIN

- podle podélné osy končetiny: **supinace** (vnější rotace) × **pronace** (vnitřní rotace)
- podle šípové osy trupu: **abdukce** (odtažení) × **addukce** (přitažení)
- podle příčné osy trupu: **flexe** (ohnutí) × **extenze** (natažení)

2 TKÁNĚ LIDSKÉHO TĚLA

2.1 Vymezení problematiky

Tkáň je soubor buněk přibližně stejného tvaru, funkce a embryonálního původu. Nauka o tkáních se nazývá *histologie*. Tkáň sestává ze dvou základních složek – buněčné a mezibuněčné.

- **buněčná složka:** Je tvořena buňkami. Převládá u těch tkání, u nichž funkce závisí na funkci buněk, tedy u tkání epitelových, svalových a nervových.
- **mezibuněčná složka:** Je tvořena mezibuněčnou hmotou, která je obvykle produktem tkáňových buněk. Převládá u těch tkání, u nichž je funkce závislá na vlastnostech mezibuněčné hmoty, tedy u tkání pojivových.

Člověk patří mezi organizmy trojlísté (*Triblastica*), všechny tkáně se tedy diferencují ze tří zárodečných listů – ektodermu, entodermu a mezodermu.

- *tkáň ektodermálního původu:* Některé epitely včetně žláz z nich vznikajících (především pokožka a výstelka dutiny ústní a koncové části trávicího traktu, kožní žlázy) a nervová tkáň (včetně dřeně nadledvin).
- *tkáň entodermálního původu:* Některé epitely včetně žláz z nich vznikajících (výstelka trávicí trubice vyjma počátečního a koncového úseku, výstelka dýchacích cest, žlázy trávicí soustavy, štítná žláza, příštitná tělíska, adenohypofýza)
- *tkáň mezodermálního původu:* Některé epitely včetně žláz z nich vznikajících (výstelka vylučovacího a pohlavního traktu, pohlavní žlázy, výstelka serózních dutin – pobřišnice, pohrudnice, osrdečník, serózní obal varlat), kůra nadledvin a tkáň vznikající z mezenchymu, tzn. výstelka cév a všechny tkáně pojivové, svalové a tekuté.

2.2 Epitely

2.2.1 OBECNÁ STAVBA EPITELŮ

Epitely jsou tkáně, u nichž převládá buněčná složka nad mezibuněčnou. Jsou to především plošně uspořádané tkáně. Podle počtu vrstev je dělíme na jednovrstevné a vícevrstevné, podle tvaru buněk je dělíme na epitely ploché (dlaždicovité), krychlové (kubické), válcovité (cylindrické) a nepravidelné. Existují však i jinak prostorově uspořádané epitely, např. epitely trámčité (trabekulární, sestávající z trámčů buněk, typické např. pro játra nebo některé endokrinní žlázy) a síťovité (retikulární, ze sítě buněk, typické např. pro brzlík). Buňky epitelových tkání jsou obvykle v těsném kontaktu a nasedají na bazální membránu.

Bazální membrána je složitě stavěná vrstva organických látek (především bílkovin), která zajišťuje komunikaci a přenos látek mezi epitelovými buňkami a sousedními tkáněmi. Epitelové buňky jsou ve vztahu k bazální membráně polarizované – konec buňky směřující k bazální membráně se označuje jako bazální pól, konec směřující od bazální membrány směrem ven se označuje jako apikální pól. Apikální pól epitelových buněk má složitější úpravu závislou na konkrétní funkci epitelové buňky (viz níže).

Epitely dělíme především podle funkce, kterou zastávají v těle. Často mají jednu funkci základní a několik dalších přídatných funkcí (např. pokožka nemá pouze funkci krycí, ale i resorpční). Rozdělení epitelů podle funkce představuje následující přehled.

2.2.2 KRYCÍ EPITEL

Krycí epitel kryje povrch těla a má tedy především ochranný význam. Najdeme ho na povrchu kůže, kde vytváří vrstvu zvanou pokožka – *epidermis*. Z hlediska tvaru jde o vícevrstevný epitel tvořený několika desítkami vrstev buněk. Tyto vrstvy dělíme na dvě základní skupiny:

- **zárodečná vrstva:** Tvořena spodními vrstvami pokožky obsahujícími živé buňky nepravidelného tvaru. Vznikají neustálým dělením při bázi pokožky a průběžně se posunují do vyšších vrstev, přičemž se zplošťují a v jejich cytoplazmě se ukládají vlákna keratinu.
- **rohová vrstva:** Tvořena povrchovými vrstvami pokožky obsahujícími odumřelé (resp. zrohovatělé) ploché (dlaždicovité) buňky vyplněné keratinem. Na povrchu pokožky se neustále odlupují. Doba od vzniku pokožkové buňky na bázi epidermis do jeho odloupení je dlouhá asi 1 měsíc.

2.2.3 VÝSTELKOVÝ EPITEL

Výstelkové epitely vystylají tělní dutiny a vnitřní dutiny trubcovitých orgánů (trávicí, dýchací, vylučovací a pohlavní trakt, cévy atd.). Kromě základní výstelkové funkce mají výstelkové epitely mnoho specifických funkcí, které se liší v závislosti na konkrétním orgánu, který vystylají. Tvarově se jedná o velmi rozmanité typy tkání.

Resorpční epitel

Epitel, jehož buňky mají schopnost resorbovat čili vstřebávat různé látky. Resorpční epitel tvoří např. výstelku střev. Jedná se o jednu vrstvu válcovitých (cylindrických) buněk, které svým bazálním pólem nasedají na bazální membránu a apikálním pólem jsou obráceny do nitra střeva. Apikální pól buněk je opatřený tzv. mikroklky (*microvilli*) – prstovitými výběžky buněčné membrány, jež mnohonásobně zvětšují resorpční plochu. Tyto resorpční buňky umožňují vstřebávání natrávených živin z nitra střeva do krevního oběhu.

Respirační epitel

Epitel, jehož buňky zajišťují prostup dýchacích plynů (kyslíku a oxidu uhličitého), zajišťují tedy tzv. vnější dýchání (výměnu dýchacích plynů mezi vdechovaným vzduchem v plicích a krví čili okysličování krve). Respirační epitel tvoří výstelku plicních sklípků. Jedná se o jednu vrstvu ultratenkých plochých (dlaždicovitých) buněk, což je nutné proto, aby byla vytvořena co nejtenčí bariéra pro prostup dýchacích plynů.

Řasinkový epitel

Epitel, jehož buňky jsou na apikálním pólu opatřeny pohyblivými řasinkami (kinociliemi), jimiž pohybují určitým směrem. Vyskytuje se např.:

- *ve výstelce dýchacích cest:* Zde se jedná o tzv. víceřadý epitel – je tvořený jednou vrstvou cylindrických buněk, které jsou však různě vysoké a jejichž jádra jsou uložena ve více vrstvách, čímž epitel činí dojem vícevrstevného

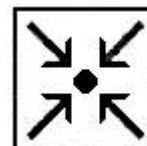
epitelu. Řasinky na povrchu buněk neustále kmitají směrem do ústní dutiny, zachytávají vdechnuté nečistoty a odstraňují je z dýchacích cest.

- *ve vejcovodech*: Řasinky kmitají směrem k děloze, kam posunují vajíčko.

Endotel

Epitel tvořící výstelku cév a srdečních dutin. Jde o jedinou vrstvu plochých (dlaždicovitých) buněk, jejichž vnitřní povrch je nesmáčivý (analogie antiadhezních povrchů, např. teflonu). Endotel tak zajišťuje plynulé proudění krve v cévách, zabraňuje městnání krve v cévách a ulpívání částic na stěnách cév.

Stěna velkých cév, tedy tepen a žil, je vystlána endotelem a kromě něho obsahuje ještě několik svalových a vazivových vrstev. Stěna kapilár je však tvořena pouze jedinou složkou, a to vrstvou endotelových buněk, skrz které dochází k výměně dýchacích plynů mezi krví a tkáněmi (zajišťuje tedy tzv. vnitřní dýchání – podobně jako u epitelu respiračního je tu nutnost co nejtenčí bariéry pro prostup dýchacích plynů a jiných látek).



Mezotel

Epitel vystýlající tzv. serózní dutiny – pobřišnicovou (peritoneální), plicnicovou (pleurální) a osrdečnickovou (perikardiální), z jejichž vnitřního povrchu plynule přechází na vnější povrch orgánů v nich uložených (jde o většinu orgánů hrudní a břišní dutiny). Mezotel je tvořen jednou vrstvou velmi tenkých plochých buněk s laločnatými okraji. Apikální povrch buněk je pokrytý krátkými mikrovlysky. Buňky mají schopnost jednak produkovat tzv. serózní tekutinu (vazká tekutina umožňující skluznost povrchů orgánů v serózních dutinách), jednak vstřebávat tekutinu i plynné látky pronikající do serózních dutin.

Mechanicko-ochranný epitel

Výstelka, jež má funkci ochrany sliznice některých orgánů před mechanickým poškozením. Jde o vícevrstevný epitel podobný pokožce, na rozdíl od ní však nerohovatí (povrchové vrstvy se neodlupují). Tento typ epitelu vystýlá např. ústní dutinu a dále trávicí trubici až po konec jícnu – těmito úseky prochází potrava, která je často tvrdá a vícevrstevný epitel tak chrání příslušné trávicí cesty před možným mechanickým poškozením procházející potravou. Podobnou výstelku nalezneme i na konci trávicí trubice v konečníku a ve vagině.

Přechodný epitel

Speciální typ epitelu, u něhož se mění počet vrstev buněk v souvislosti se stavem naplnění orgánu, který vystýlají. Vyskytují se ve výstelce močových cest, např. močového měchýře – když je prázdný, mají více vrstev, když je plný, tkáň se roztáhne a vytvoří méně vrstev.

Zárodečný epitel

Velice specializovaná tkáň, která tvoří výstelku semenotvorných kanálků ve varlatech. Epitel je tvořen jednou základní vrstvou vysokých buněk (tzv. Sertolliho buňky), mezi nimiž jsou široké štěrbiny, v nichž probíhá *spermiogeneze* (tvorba mužských pohlavních buněk). Při bázi epitelu se nacházejí nejméně zralé vývojové fáze spermií, při povrchu epitelu (nejblíže do nitra semenotvorných kanálků) najdeme již zralé spermie. Zárodečný epitel ve vaječnicích má však zcela jiný charakter – jedná se o shluky (ostrůvky) buněk, tzv. folikuly, obklopujících vajíčko, které jsou uloženy v kůře vaječníku.

2.2.4 SMYSLOVÝ EPITEL

Epitel, jehož buňky mají schopnost reagovat na podněty a informace o nich předávat dále do centrální nervové soustavy prostřednictvím nervů. Buňky tedy mají schopnost dráždivosti, jedná se tedy o receptorové buňky. Vyskytuje se ve dvou typech:

- **primární smyslový epitel:** Tvořen z buněk původně nervových, s nimiž mají jeho buňky i podobnou stavbu, tedy tělo s výběžky dvojího typu. První jsou krátké výběžky, které mají v membráně receptory pro registraci daného podnětu, jež převádějí prostřednictvím chemických a fyzikálních změn na nervový impuls. Dalšími jsou dlouhé výběžky – modifikované neurity (axony), na každé buňce jeden. Svazky těchto axonů vytvářejí nervy nebo části nervových drah vedoucí impulzy z daného smyslového orgánu do centrální nervové soustavy. Příkladem primárního smyslového epitelu je čichová sliznice (s čichovými buňkami) a sítnice (se zrakovými buňkami).
- **sekundární smyslový epitel:** Tvořen původními epitelovými buňkami, které mají ve své membráně receptory pro registraci podnětů, avšak nemají axony. Jsou proto ovinuty jemnými nervovými vlákny (jde o periferní výběžky pseudounipolárních neuronů), jež vedou impulzy ze smyslových buněk do centrální nervové soustavy. Sekundární smyslový epitel najdeme v chuťovém a sluchově-rovnovážném ústrojí.

2.2.5 ŽLÁZOVÝ EPITEL

Epitel, jehož buňky mají sekreční schopnost. Produkují tedy výměšky, nazývané jako *sekrety* (pokud mají v organizmu nějakou funkci), *exkreta* (pokud se jedná o odpadní látky) nebo *inkreta* (výměšky produkované přímo do krve u žláz bez vývodu). Protože sekrety jsou obvykle z chemického hlediska bílkovinné povahy, mívají žlázné buňky mohutně vytvořen proteosyntetický aparát (granulární endoplazmatické retikulum, Golgiho aparát atd.). Žláznový epitel vytváří celek zvaný **žláza** (*glandula*).

Sekreční funkci však mají i buňky některých jiných tkání než epitelových, např. některé nervové buňky (jejich sekreční činnost se označuje jako neurosekrece) a některé buňky vaziva a svalové tkáně (např. speciální buňky myokardu).

2.3 Pojivové a opěrné tkáně

2.3.1 OBECNÁ STAVBA POJIVOVÝCH TKÁNÍ

Pojivové tkáně – pojiva spojují jiné tkáně a orgány v těle a vyplňují prostory mezi ostatními tkáněmi a orgány. Převažuje u nich mezibuněčná hmota, protože základní vlastnost pojiv – spojování jiných tkání závisí na stavbě mezibuněčné hmoty, která působí jako tmel. Protože mezibuněčná hmota některých pojivových tkání je současně tvrdá, působí tyto tkáně i jako opěrný systém. Jako jiné tkáně se tedy i pojivové tkáně skládají ze dvou základních složek, a to buněčné a mezibuněčné:

- **buněčná složka:** Je tvořena buňkami produkujícími mezibuněčnou hmotu.
- **mezibuněčná hmota:** Je tvořena látkami, které jsou produktem buněk. Rozlišujeme dvě složky mezibuněčné hmoty pojivových tkání:

- *fibrilární složka*: Tvořena bílkovinnými vlákny, která mohou být:
 - kolagenní – z kolagenu (velmi pevná, tvoří silné provazce)
 - elastická – z elastinu (pružná, tvoří tenká vlákna nebo membrány)
 - retikulární – z retikulinu (jemná, tvoří jemnou prostorovou síť)
- *amorfní složka*: Tvořena vodou a organickými (bílkoviny, polysacharidy atd.), popř. i anorganickými (minerálními) látkami. Vytváří tmel, do něhož je zalita složka buněčná a vlákna fibrilární složky.

2.3.2 MEZENCHYM

Pro vznik a vývoj pojivových, ale i jiných tkání sehrává důležitou roli nerozlišená embryonální pojivová tkáň mezodermálního původu zvaná mezenchym. V mezenchymu převládá ještě buněčná složka. Jeho základem jsou hvězdicovité buňky zvané mezenchymocyty. Mezenchym vyplňuje prostory mezi buňkami, tkáněmi a orgány vyvíjejícího se embrya a vznikají z něho některé jiné tkáně, především všechny tkáně pojivové, svalové a část epitelů jako je cévní endotel. Jde tedy o velmi významnou histogenetickou tkáň.

2.3.3 VAZIVO

Vazivo je pojivová tkáň měkké konzistence, která svou funkcí v těle nejlépe splňuje definici pojiv. Je tvořeno ze složky buněčné a mezibuněčné.

- **buněčná složka**: Základními vazivovými buňkami jsou fibroblasty (hvězdicovité buňky produkující mezibuněčnou hmotu) a fibrocyty (netvoří mezibuněčnou hmotu).
- **mezibuněčná hmota**: Vlákenná a amorfní složka (*viz výše*).

Rosolovité vazivo

Jedná se převážně o embryonální tkáň. Má rosolovitou konzistenci a obsahuje jemná vlákna. Vyskytuje se např. v pupečníku či v placentě.

Kolagenní vazivo

V mezibuněčné hmotě slozce převažují kolagenní vlákna. Rozlišujeme dále:

- **řídce kolagenní vazivo**: Má amorfní charakter s neuspořádanými kolagenními vlákny. Je to základní pojivová tkáň, která vyplňuje prostory mezi ostatními tkáněmi a orgány v těle a vyplňuje prostory mezi orgány (je to tzv. vymezená čili intersticiální tkáň) – spojuje k sobě např. jednotlivé tkáňové vrstvy různých orgánů (např. epitelovou výstelku, svalové vrstvy a vazivové vrstvy cév, orgánů trávicí a dýchací trubice a dalších orgánů, prostupuje tedy doslova celým tělem). Z funkčního hlediska má tento typ vaziva nejen stavební, ale i mnohé fyziologické funkce, především imunitní. Z hlediska buněčné stavby je tento typ proto složitější než ostatní druhy vaziv. Můžeme v něm rozlišit dva základní typy buněk:
 - *fixní buňky*: Jsou pevně usazené ve vazivu, tedy nepohyblivé.
 - fibroblasty (stejně jako v jiných vazivech)
 - fibrocyty (stejně jako v jiných vazivech)
 - pigmentové buňky: Obsahují zrníčka melaninu.
 - tukové buňky (adipocyty, lipocyty): Obsahují tukové kapénky.

- *bloudivé buňky*: Jsou to buňky pohyblivé. Jde zejména o buňky se vztahem k imunitě:
 - leukocyty: Bílé krvinky, které vycestovaly do vaziva z krevních kapilár skrz cévní stěnu procesem tzv. *diapedézy*.
 - plazmatické buňky: Vznikají z B-lymfocytů a tvoří protilátky.
 - makrofágy: Buňky se schopností fagocytózy (pohlcování cizorodých částic, včetně patogenních mikroorganismů).
 - žírné buňky: Produkuje některé biologicky aktivní látky, např. heparin (brání srážení krve) a histamin (zvyšuje propustnost cév).
- **tuhé kolagenní vazivo**: Velmi pevné vazivo s vláknitou strukturou z kolagenních vláken, která je buď nepravidelná (plstovitá), např. ve škáře či vazivových obalech některých orgánů, nebo pravidelně uspořádaná, např. ve vazech, šlachách či kloubních pouzdrech.

Elastické vazivo

Ve fibrilární složce mezibuněčné hmoty převažují elastická vlákna a membrány, vazivo je proto pružné. Je obsaženo v některých vazech, jimž dodává žlutý nádech (např. *ligamenta flava* či *ligamentum nuchae* na páteři – páteř je velmi pružná část kostry, proto vyžaduje i pružný vazivový aparát).

Retikulární vazivo

Je složeno z retikulárních buněk a retikulárních vláken. V prostorové síti tohoto vaziva bývají obvykle uloženy lymfocyty, popř. jiné krevní elementy. Obecně se toto vazivo vyskytuje v tzv. lymfatických orgánech (lymfatické uzliny a folikuly, slezina) a tvoří také kostní dřev.

Tukové vazivo

Vzniká tukovou degenerací jiných vaziv (ukládáním tuku do buněk). Je složeno z buněk (*lipocytů*), jež obsahují tukovou kapku vyplňující téměř celý vnitřní prostor buněk. Podle lokalizace dělíme tuto tkáň na:

- **podkožní tuk**: Slouží jako zásobárna tuku (tedy i energie). V době hladovění se množství podkožního tukového vaziva zmenšuje. Množství tuku v podkoží a jeho distribuce jsou závislé na mnoha faktorech (*viz pasáž „Podkožní vazivo“ v kapitole „Kožní soustava“*).

Zvláštním typem podkožního tuku je hnědá tuková tkáň složená z buněk s větším množstvím malých tukových kapek. To mu dává společně s bohatým krevním zásobením tmavou barvu. Hnědé tukové vazivo se vyskytuje např. u hibernujících živočichů, kde má funkci energetické zásobárny po dobu zimního spánku. U člověka se vyskytuje především v raných fázích postnatálního vývoje např. pod kůží v mezilopatkové krajině, kde je jeho funkce nejasná (patrně slouží jako první zdroj energie pro nově narozeného člověka).

- **útrobní tuk**: Tuková tkáň vytváří na některých místech mechanickou a tepelnou ochranu útrobních orgánů. Jde např. o ledviny a oční kouli. V tomto případě zůstává tuková tkáň zachována dlouho i v době hladovění, avšak při nadměrném deficitu potravy dochází nakonec i k vymizení útrobního tuku (to může např. ohrozit ledviny). Špatným životním stylem se může vytvářet tuk i v okolí jiným orgánů (např. srdce či střev).

2.3.4 CHRUPAVKA

Chrupavka je tvrdší pojivová tkáň než vazivo, a z tohoto důvodu má v těle spíše funkci opěrnou než pojivovou. Chrupavka je tvořena buněčnou a mezibuněčnou složkou.

- **buněčná složka:** Tvořena buňkami, tzv. *chondrocyty* (v raném stádiu tzv. *chondroblasty*). Buňky jsou ve chrupavkové tkáni buď rozptýleny, nebo tvoří shluky, uložené v samostatných komůrkách, tzv. lakunách.
- **mezibuněčná hmota:** Vlákenná a amorfnní složka (*viz výše*).

Na povrchu chrupavek bývá tenký vazivový obal – *perichondrium* (ochrůstavice). Chrupavka prakticky neobsahuje cévy (ty jsou pouze v perichondriu) a její výživa je realizována difúzí látek z perichondria skrz mezibuněčnou hmotu. Rozlišujeme několik typů chrupavky:

Chrupavka hyalinní

Obsahuje chondrocyty uložené ve shlucích v lakunách, mezi nimiž je mezibuněčná hmota sklovitého (hyalinního) vzhledu bez výraznějších vláken. Tento typ chrupavky tvoří např. sternální konce žeber, většinu chrupavek hrtnu, chrupavky průdušnice a průdušek a pokrývá většinu kloubních ploch. V raných fázích ontogeneze jsou tímto typem chrupavky tvořeny rovněž všechny kosti, které vznikají chondrogenní osifikací (tedy kosti trupu a končetin).

Chrupavka kolagenní

Obsahuje chondrocyty uložené ve shlucích v lakunách, mezi nimiž je mezibuněčná hmota tvořená především kolagenními vlákny. Nazývá se rovněž jako vazivová chrupavka a je velmi pevná. Tvoří např. meziobratlové ploténky, sponu stydkou, kloubní disky a menisky atd.

Chrupavka elastická

Obsahuje chondrocyty rozptýlené v mezibuněčné hmotě (netvoří tedy shluky), která je tvořená především elastickými vlákny. Je proto velmi pružná. Tvoří např. chrupavku boltce ušního a vnějšího zvukovodu, chrupavky nosních křídel a nosního septa a některé chrupavky hrtnu (např. chrupavku příklopkovou).

2.3.5 KOSTNÍ TKÁŇ

Kostní tkáň patří mezi nejtvrďší tkáně v těle. Z tohoto důvodu má, podobně jako chrupavka, především opěrnou funkci. Kostní tkáň je tvořena, podobně jako ostatní pojivové a opěrné tkáně, buňkami a mezibuněčnou hmotou.

- **složka buněčná**
 - *osteoblasty:* Hvězdicovité buňky, které jsou obsaženy ve tvořící se kostní tkáni. Do mezibuněčných prostorů produkují mezibuněčnou hmotu, do níž se uzavírají.
 - *osteocyty:* Zralá stádia osteoblastů, které se již uzavřely do mezibuněčné kostní hmoty a žádnou další už netvoří. Povrch osteocytů vybíhá do mnoha větvených výběžků, kterými jednotlivé buňky vzájemně komunikují v tvrdé kostní hmotě.

- *osteoklasty*: Buňky se schopností rozrušovat a rozkládat kostní tkáň. Vyskytují se tedy v zanikající kostní tkáni, např. při přestavbě (remodelaci) kostí. Vznikají z monocytů.

Remodelace je obměna kostní tkáně. Je to kontinuální děj – určitý okrsek kostní tkáně je rozrušen (resorbován) činností osteoklastů, přičemž hned nato dojde podél krevních cév na resorbované místo k migraci nových mezenchymocytů, jež se přemění na osteoblasty a ty vytvoří novou kostní tkáň. Tímto způsobem se veškerá kostní hmota v těle během života několikrát obmění. Kost tedy není jednou pro vždy hotovým a neměnným orgánem, nýbrž jedná se o živou a proměnlivou strukturu schopnou reagovat na změny okolních podmínek (sil a tlaků působících na kost).

- **složka mezibuněčná**

- *fibrilární složka*: Je to vláknitá složka mezibuněčné hmoty. Je tvořena silnými kolagenními vlákny, která dodávají kosti pevnost a soudržnost.
- *amorfní složka*: Tvoří ji:
 - voda
 - organické látky: Jedná se především o bílkoviny.
 - anorganické látky: Jsou to především sloučeniny vápníku. Z nich je nejdůležitější tzv. hydroxylapatit – krystalický fosforečnan vápenatý a dále uhličitán vápenatý. Krystaly těchto látek obalují jednotlivá kolagenní vlákna. Dodávají kosti tvrdost.

Vzájemný poměr anorganické a organické složky v amorfní hmotě se liší v jednotlivých etapách života. V mládí převládá v kostech organická substance (kosti jsou proto měkké a pružné), ve stáří dominuje složka anorganická (kosti jsou proto tvrdé a křehké).

Kostní tkáň fibrilární

Jedná se o vláknitou kostní tkáň s nepravidelně (plst'ovitě) uspořádanými kolagenními vlákny. Vyskytuje se v časných stádiích vývoje kostí. V dospělosti ji nacházíme v místech lebečních švů a v místech kostních drsnatin (při úponech vazů a svalů).

Kostní tkáň lamelární

Jedná se o kostní tkáň s pravidelně uspořádanými kolagenními vlákny, které dodávají kosti pravidelnou strukturu. Pravidelně uspořádaná kostní tkáň tvoří tzv. lamely – ploténky (destičky). Na povrchu kosti jsou lamely souběžné s povrchem kosti (plášťové lamely), uvnitř kosti vytvářejí tzv. *osteony* – systémy (sloupce) koncentricky uspořádaných a do sebe zapadajících lamel, které obkružují centrálně umístěný tzv. *Haversův kanálek* (v něm probíhají cévy a nervy). Jednotlivé Haversovy kanálky jsou napříč propojeny tzv. *Volkmannovými kanálky*, které pronikají do kostní tkáně z povrchu (periostu) a obsahují rovněž cévy a nervy. Vyskytuje se ve zralých kostech, kde podléhá neustálému odbourávání a znovustvoření, tedy tzv. remodelaci (*viz výše*). Zbytky původních odbouraných osteonů se nazývají intersticiální osteony (vyplňují prostory mezi osteony novými). Lamelární kostní tkáň je dvojího typu:

- **kostní tkáň kompaktní (hutná):** Vytváří souvislou (kompaktní) kostní masu bez vnitřních prostorů. Je umístěna na povrchu kostí (nejsilnější je ve stěnách diafýz dlouhých kostí).
- **kostní tkáň spongiózní (houbovitá):** Vyplňuje vnitřek kostí. Netvoří souvislou hmotu, ale má trámčité uspořádání – jednotlivé trámce kostní tkáně jsou uspořádány tak, aby síly a tlaky působící na kost zvnějšku mohly být co nejučinněji tlumeny.

Osifikace

Osifikace (kostnatění) je tvorba kostní tkáně z jiných tkání. Rozlišujeme dva základní typy osifikace – desmogenní a chondrogenní.

- **desmogenní osifikace:** Jedná se o vznik kostní tkáně na vazivovém základě. Nejdříve se vytvoří základ budoucí kosti ze zhuštěného mezenchymu, jež se postupnou osifikací mění v kostní tkáň (mezenchymocyty se mění v osteoblasty, ty vytvářejí mezibuněčnou kostní hmotu a postupně se mění v osteocyty). Nejprve vzniká primární (fibrilární, neuspořádaná) kostní tkáň, jejíž přestavbou (remodelací) se vytvoří sekundární, tedy definitivní, lamelární, pravidelně uspořádaná kostní tkáň. U člověka vznikají desmogenní osifikací kosti klenby lebeční (šupiny kostí neurokránie), dále kosti obličejové části lebky (splachnokránie) a část kosti klíční.
- **chondrogenní osifikace:** Je to o vznik kostní tkáně na základě chrupavky. Nejprve vzniká primární (fibrilární, neuspořádaná) kostní tkáň, jejíž přestavbou se vytvoří sekundární, tedy definitivní, lamelární, pravidelně uspořádaná kostní tkáň. Rozlišujeme dva typy chondrogenní osifikace:
 - *perichondrální osifikace:* Je to osifikace probíhající z povrchu kosti směrem dovnitř. Takto osifikují povrchové vrstvy diafýz dlouhých kostí. Přibývání kostní tkáně je realizováno z mezenchymocytů okostice (periostru), čímž kost roste do tloušťky.
 - *enchondrální osifikace:* Je to osifikace probíhající z vnitřku kosti, z tzv. osifikačního jádra, radiálně směrem k povrchu kosti. Takto osifikují epifyzy dlouhých kostí a krátké kosti. Nejdříve se vytvoří chrupavčitý „model“ budoucí kosti z hyalinní chrupavky, který se postupnou osifikací (tedy resorpcí chrupavky a jejím následným nahrazením kostní tkání) mění v kostní tkáň. Osteoblasty tvořící kostní tkáň se tvoří z mezenchymocytů, jež migrují podél krevních cév pronikajících na místo resorbované chrupavky.

Mezi epifýzou a diafýzou dlouhé kosti zůstává v mládí ploténka neosifikované chrupavky (tzv. **růstová chrupavka**). Vlivem růstového hormonu se chondrocyty této chrupavky neustále dělí a nová chrupavka průběžně kostnatí. Osifikace postupuje směrem k epifýze i diafýze, čímž kost roste do délky. Synchronním růstem všech dlouhých kostí do délky se zvyšuje postava jako celek. V období dospívání (u žen o něco dříve, u mužů o něco později) se tyto tzv. růstové chrupavky vlivem pohlavních hormonů uzavírají (osifikují), čímž kost i tělo jako celek přestane růst do délky.

2.4 Svalové tkáně

2.4.1 OBECNÁ STAVBA SVALOVÝCH TKÁNÍ

Základní vlastností svalových tkání je kontraktilita, tzn. schopnost smršťovat se na daný podnět, čímž vzniká pohyb. Jejich základní funkcí je tedy pohyb. Ve svalové tkáni převládá buněčná složka nad složkou mezibuněčnou. Buňky se obecně nazývají *myocyty*. Mezibuněčná hmota je smíšená s řídkým kolagenním vazivem, které obaluje a spojuje jednotlivé svalové buňky. Myocyty mají některé speciální struktury, které jim umožňují vykonávat jejich funkci. Na povrchu jsou kryty buněčnou membránou, zvanou v tomto případě *sarkolema*. Hmota uvnitř buněk se nazývá *sarkoplazma*. Obsahuje běžné buněčné orgány (jádro, mitochondrie, endoplazmatické retikulum atd.), má však speciálně vyvinutý cytoskelet, který tvoří vlastní motorický aparát myocytu. Skládá se z vláken, nazývaných *myofibrily*. Každá myofibrila je složena z menších vláknitých elementů, tzv. myofilament, z nichž nejdůležitější roli má *myofilamentum aktinové* (z bílkoviny) aktinu a *myofilamentum myosinové* (z bílkoviny myosinu). Myofilamenta mají speciální konfiguraci, která jim umožňuje vzájemné zasouvání a vysouvání, což je anatomickým podkladem svalové kontrakce a relaxace. K tomuto ději je zapotřebí velké množství energie, jejím producentem jsou mitochondrie, a rovněž vápenaté ionty, uložené ve váčcích speciálního agranulárního *endoplazmatického (sarkoplazmatického) retikula*, které hustě obklopují jednotlivé svazky myofibril. Rozlišujeme několik typů svalové tkáně, a to svalovou tkáň hladkou, příčně pruhovanou a srdeční.

2.4.2 HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ

Je složena z buněk zvaných *leiomyocyty*, které mají vřetenovitý (protáhlý) tvar a některé mají schopnost několikanásobného protažení do délky (např. buňky svaloviny děložní). Myofibrily mají v buňkách nepravidelné uspořádání. Hladká svalová tkáň vykazuje neustálý klidový tonus (napětí). Pracuje pomalu a je prakticky neunavitelná. Není ovlivnitelná vůlí, jejího řízení se účastní viscerální (autonomní) nervy. Vyskytuje se ve stěnách většiny útrobních orgánů, obvykle ve více vrstvách, popř. roztroušeně v různých orgánech a v kůži. Zajišťuje pohyby útrobních orgánů (např. stěny trávicí a dýchací trubice, močových pohlavních cest, cév, kůže, duhovky, řasnatého tělesa atd.).

2.4.3 PŘÍČNĚ PRUHOVANÁ SVALOVÁ TKÁŇ

Je složena z buněk označovaných jako *rhabdomyocyty*. Ty jsou během embryonálního vývoje umístěny a spojeny v řadě za sebou, čímž vzniká dlouhé vlákno. Přepážky mezi jednotlivými buňkami však ještě během prenatálního vývoje vymizí, čímž vznikne dlouhé mnohojaderné vlákno, které je tak základní stavební jednotkou příčně pruhované svalové tkáně. Myofibrily jsou v těchto vláknech pravidelně uspořádány (tvoří svazky, procházející celým vláknem).

V mikroskopickém pohledu na relaxovanou svalovinu se na vláknech střídají dva hlavní úseky – proužek A (světlý, anizotropní, jednolomný) z aktinových myofilament, a proužek I (tmavý, izotropní, dvojlomný) tvořený myosinovými myofilamenty. Tím je dáno pravidelné příčné pruhování. Při kontrakci se zasu-ne myosinový filament do aktinového a proužky vymizí.

Vlákná příčně pruhované svaloviny obsahují červené barvivo – *myoglobin*, které má podobné schopnosti vázat kyslík jako krevní hemoglobin a zajišťuje to, že svalová buňka je po určitou dobu během intenzivní fyzické aktivity schopna pracovat i se sníženými dodávkami kyslíku z vnějšku (tzv. kyslíkový dluh). Příčně pruhovaná svalová tkáň pracuje rychle (což je umožněno pravidelným uspořádáním), obvykle nevykazuje klidový tonus a je unavitelná. Je ovlivnitelná vůlí, je tedy řízena somatickými nervy. Vytváří masité části kosterních svalů, tedy soustavy svalové, kromě toho tvoří svaly asociované s některými jinými orgány (např. svaly měkkého patra, jazyka, hltanu, hrtanu). Vyskytuje se ve dvou základních typech:

- **bílá svalovina:** Svalová vlákna jsou světlá – obsahují mnoho myofibril, ale málo myoglobinu. Z toho vyplývají i jejich vlastnosti – pracují rychle (protože mají mnoho myofibril) a velmi rychle se také unaví (mají málo myoglobinu, vážou tedy málo kyslíku). Vyskytují se obvykle v povrchových vrstvách svalu.
- **červená svalovina:** Svalová vlákna jsou tmavá – mají málo myofibril, ale hodně myoglobinu. Pracují pomaleji než bílá vlákna (protože mají málo myofibril) a jsou podstatně odolnější vůči únavě (více myoglobinu váže více kyslíku). Vykazují i trvalejší tonus. Vyskytují se převážně v hlubších vrstvách svalů a především v antigravitačních svalech, kde zajišťují svým tonusem vzpřímené postavení těla proti gravitaci (hluboké svaly zádové).

2.4.4 SRDEČNÍ SVALOVÁ TKÁŇ

Složena z buněk zvaných *kardiomyocyty*. Anatomicky je tento typ podobný příčně pruhované svalovině – buňky mají pravidelně uspořádané myofibrily, které vykazují příčné pruhování. Mezi jednotlivými buňkami však během vývoje nevymizely přepážky, vlákna jsou tedy složena z mnoha za sebou jdoucích jednojaderných buněk. Přepážky mezi nimi mají speciální strukturu a nazývají se *interkalární disky* (složitě utvářené spoje, které umožňují rychlý přechod podráždění z jedné buňky na druhou). Srdeční svalovina je rovněž říditelnější než příčně pruhovaná (vlákna jsou více rozestoupena) a na některých místech se dvě sousední vlákna propojují příčnými můstky. Funkčně vykazuje srdeční svalovina rysy jak hladké, tak příčně pruhované svalové tkáně. Kontrahuje se rychle, je neunavitelná a není ovlivnitelná vůlí.

Činnost srdeční svaloviny je řízena tzv. převodním systémem srdečním – vlákny tvořenými speciálním typem srdeční svaloviny, v nichž se rytmicky generují impulsy (impulsy pro práci srdečního svalu tedy nepřicházejí z mozku prostřednictvím nervů).

2.5 Nervová tkáň

Základní vlastností nervové tkáně je dráždivost (*excitabilita*), spojená s generováním vzruchů a vodivostí. To umožňuje její základní funkci, tedy rychlé a cílené nervové řízení organismu pomocí elektrických impulzů. V nervové tkáni převládá buněčná složka nad složkou mezibuněčnou. Rozlišujeme dva základní typy nervových buněk – neurony a buňky gliové.

Nervová tkáň tvoří dva makroskopické typy hmoty, z nichž je tvořena nervová soustava. První je šedá hmota tvořená těly a dendrity neuronů a gliovými buňkami. Druhá je bílá hmota tvořená svazky myelinizovaných neuritů (viz níže).

2.5.1 NEURONY

Neurony jsou funkční buňky nervové tkáně, jež umožňují její dráždivost a vodivost. Až na výjimky nejsou vytvářeny během postnatálního života (nedělí se v důsledku silné specializace), člověk se tedy rodí s jejich definitivním počtem, jenž se v průběhu života nezvětšuje. Neuron obsahuje několik součástí:

- *perikaryon*: Je to tělo neuronu, které obsahuje běžné buněčné organely.
- *dendrity*: Jsou to krátké, obvykle bohatě se větvící výběžky, které odstupují z buněčného těla. Vedou vzruchy zvnějšku do těla neuronu. Jejich počet na jednom neuronu kolísá od 0 do velkého množství.
- *neurit (axon)*: Je to jeden dlouhý výběžek neuronu (u některých může dosahovat délky až 1 m). Vede vzruchy z těla neuronu směrem ven. Svazky axonů tvoří nerv. Axon je obalen myelinovou pochvou (*viz níže*) a za svého průběhu se obvykle nevětví. Rozvětňuje se však na konci – tomuto větvení říkáme *terminální arborizace* a jednotlivé větvičky se označují jako *telodendrie*. Každá konečná větévka je na konci rozšířena v *synaptický knoflík*, který se připojuje synaptickým spojem na jiný neuron. Uvnitř tohoto rozšíření je mnoho mitochondrií a vezikul – váčků obsahujících neurotransmitér čili mediátor (ten zprostředkovává převedení nervového impulzu z jednoho neuronu na druhý).

Podle druhů výběžků dělíme neurony na následující typy:

- **unipolární neurony**: Mají pouze jeden výběžek, a to axon.
- **bipolární neurony**: Mají dva výběžky, a to jeden dendrit a jeden axon.
- **multipolární neurony**: Mají mnoho výběžků, z toho jeden axon, zbytek jsou dendrity.
- **pseudounipolární neurony**: Zvláštní typ neuronů, které mají jeden výběžek, jenž se větví na dvě větve, a to tzv. periferní větev (odpovídá dendritu a má dostředivý charakter) a je často delší, a tzv. centrální větev (odpovídá axonu a má odstředivý charakter).

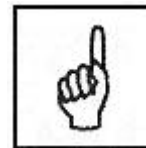
2.5.2 GLIOVÉ BUŇKY

Jsou to buňky obklopující neurony. Je jich několikanásobně více než neuronů. Mají především podpůrnou a vyživovací funkci, vyplňují prostory mezi neurony. Rozlišujeme několik typů gliových buněk, rozdělených do dvou skupin:

- **centrální glie**: Gliové buňky v centrální nervové soustavě. Dělí se na:
 - *ependym*: Tvořen plochými, kubickými nebo až cylindrickými buňkami, které na způsob epitelu vystylají dutiny centrální nervové soustavy (centrální míšní kanál a mozkové komory). Z bazálního konce někdy odstupuje do nitra nervové tkáně dlouhý větvený výběžek, na apikálním konci jsou buňky opatřeny mikrokly nebo kinociliemi.
 - *makroglie*: Hvězdicovité buňky (tzv. *astrocyty*) s bohatě se větvícími výběžky, kterými obklopují těla a dendrity neuronů a rovněž krevní kapilá-

ry a zprostředkovávají oboustranný přenos látek mezi neuronem a krví. Mají tedy vyživovací funkci a chrání neurony před výkyvy v chemickém složení mezibuněčných prostor.

Transport látek (dýchacích plynů, živin atd.) mezi neuronem a krevními kapilárami je v nervové tkáni složitější než v jiných tkáních. Je vytvořena tzv. hematoencefalická bariéra zabraňující těsnému kontaktu mezi neurony a krví a volnému prostupu některých látek z krve do mezibuněčné tekutiny mozkové tkáně. Pro funkci neuronů je nutné, aby prostředí, jež je obklopuje, bylo po chemické stránce co nejstabilnější – jakékoliv větší výkyvy v jeho složení (koncentrace iontů, toxických látek atd.) by mohly ohrozit bioelektrickou aktivitu neuronů, tedy i vodivost a schopnost přenášet nervové impulzy. Endotelové buňky mozkových kapilár jsou proto v těsném kontaktu. Volně jimi procházejí voda a dýchací plyny (kyslík a oxid uhličitý), průchod složitějších látek je striktně regulován (nežádoucím důsledkem může být nesnadný přístup některých léků k neuronům). Výživa neuronů je proto zprostředkována specializovanými gliovými buňkami, jež odebírají důležité látky z krve a přenášejí je do jednotlivých neuronů (a naopak).



- *mikroglie*: Malé hvězdicovité buňky s fagocytární aktivitou (odstraňují destruovanou nervovou tkáň). Na rozdíl od ostatních buněk nervové tkáně vznikají z mezenchymu (mezodermu), nikoliv z ektodermu.
- *oligodendroglie*: Buňky s málo se větvícími výběžky, které obklopují axony neuronů v šedé i bílé hmotě CNS, mnohonásobně se kolem nich otáčejí a vytvářejí na nich tzv. myelinovou pochvu. Ta zajišťuje izolaci axonu od okolí a tím i rychlejší a přesnější vedení nervového vzruchu.
- **periferní glie**: Gliové buňky v periferní nervové soustavě. Dělí se na:
 - *satelitní buňky*: Buňky obklopující neurony v senzitivních a autonomních gangliích. Zprostředkovávají jejich látkovou výměnu (mají tedy podobnou funkci jako astrocyty v centrální nervové soustavě).
 - *Schwannovy buňky*: Obklopují axony jednotlivých neuronů, mnohonásobně se kolem nich otáčejí a vytvářejí na nich tzv. myelinovou pochvu. Jednotlivé buňky jsou „navlečeny“ na axonu jako protáhlé korálky. Mezi dvěma sousedními buňkami je tzv. Ranvierův zářez, kde se může axon eventuálně větvit. Pochva ze Schwannových buněk zajišťuje izolaci axonu od okolí a tím i rychlejší a přesnější vedení nervového vzruchu. Jsou tedy obdobou oligodendroglíí v CNS.

2.6 Tekuté tkáně

2.6.1 TĚLNÍ TEKUTINY

Tekuté tkáně mají tekutou konzistenci. Nazýváme je také jako tkáně trofické (*trofé* = výživa), výživné, neboť se podílejí na transportu (metabolizmu) důležitých látek v organismu. Tekuté tkáně jsou součástí tělních tekutin, jejichž podíl v těle dospělého člověka je asi 60 % (během života se však snižuje, u novorozence tvoří až 80 % tělesné hmotnosti). Tělní tekutiny dělíme do několika následujících skupin:

- **intracelulární tekutiny:** Tekutiny uvnitř buněk (v cytoplazmě). Tvoří asi dvě třetiny objemu všech tělních tekutin, tedy asi 40 % hmotnosti těla.
- **extracelulární tekutiny:** Tekutiny v mezibuněčných prostorech. Tvoří asi jednu třetinu objemu tělních tekutin (20 % hmotnosti těla). Dělíme je na:
 - *intravaskulární tekutiny:* Tekutiny proudící uvnitř cév. Patří mezi ně:
 - krev (*sanguis*) – asi 5-6 litrů u dospělého člověka
 - míza (*lympha*) – asi 1-2 litry u dospělého člověka
 - *extravaskulární tekutiny:* Tekutiny mimo cévní řečiště. Patří mezi ně:
 - tkáňový mok (intersticiální tekutina) – asi 8-10 litrů u dospělého
 - mozkomíšní mok
 - komorová voda (v oku)
 - tekutiny ve vnitřním uchu (endolymfa a perilymfa) atd.

2.6.2 KREV (*sanguis*)

Krev patří mezi intravaskulární extracelulární tekutiny. Tvoří asi 8 % hmotnosti těla, tzn., že u dospělého se vyskytuje v množství asi 5-6 litrů. Proudí v krevních cévách. Má červenou barvu s odstínem závislejícím na stupni oxidace. Jako jiné tkáně se i krev skládá se dvou základních součástí, a to buněčné – krevní tělíska (červené a bílé krvinky a krevní destičky) a mezibuněčné – krevní plazma. Podíl krevních tělísek (krevních buněk, krvinek) na hmotnosti (objemu) krve se nazývá *hematokrit*. Jeho průměrná hodnota se mírně liší v závislosti na pohlaví – u muže dosahuje hodnoty asi 44 %, u ženy asi 39 %. Hematokrit je důležitá klinická hodnota vypovídající o zdravotním stavu krve. Nauka zkoumající krev se nazývá *hematologie*.

Krevní plazma

Krevní plazma je tekutá mezibuněčná složka krve. Zaujímá v průměru asi 55 % objemu krve. Má nažloutlou barvu a pH asi 7,4. Tvoří ji:

- **voda:** Tvoří asi 91 % hmotnosti plazmy.
- **anorganické látky:** Tvoří asi 1 % hmotnosti plazmy. Jedná se zejména o sodné, draselné, vápenaté, chloridové a uhličitanové ionty.
- **organické látky:** Tvoří asi 8 % hmotnosti plazmy. Jedná se zejména o proteiny a sacharidy. Nejdůležitějšími bílkovinami jsou albuminy, globuliny a fibrinogen.

Červené krvinky – erytrocyty

Červené krvinky jsou nejvíce zastoupené krevní buňky. V 1 mm³ krve jich je asi 5 milionů, přičemž u mužů jich je o něco více než u žen. Jejich počet závisí také na obsahu kyslíku v dýchaném vzduchu (např. při delším pobytu ve vyšších nadmořských výškách se zvyšuje). Erytrocyty vznikají v červené kostní dřeni, žijí v průměru asi 120 dní a zanikají ve slezině. Mají tvar tzv. bikonkávních (z obou stran prohloubených) disků. Jejich průměr je asi 7,5 μm, tloušťka při okraji asi 2,0 μm. Jsou to jediné živé buňky v lidském těle, které neobsahují jádro. Jejich vnitřek je vyplněn červeným krevním barvivem – hemoglobinem (přenašeč dýchacích plynů).

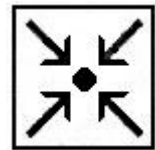
Bílé krvinky – leukocyty

Bílé krvinky jsou plnohodnotné buňky s jádrem. Je jich podstatně méně než červených krvinek, v 1 mm³ krve jich je asi 5-10 tisíc (jejich počet je však velmi variabilní, závisí na zdravotním stavu a jiných faktorech). Bílé krvinky vznikají v kostní dřeni, některé se však dále vyvíjejí i v jiných orgánech. Jejich základní funkcí je imunita. Dělíme je na tři základní typy:

- **granulocyty:** Obsahují v cytoplazmě granula, což jsou váčky obalené buňčnou membránou a obsahující různé barvitelné substance. Podle barvitelnosti je dělíme na:

- *neutrofilní granulocyty:* Tvoří asi 70 % populace leukocytů. Obsahují uvnitř granula barvitelná neutrálními barvivy. Mají schopnost fagocytózy (pohlcování cizorodých částic) a diapedézy (prostupnost stěnou cév).

*Neutrofilní granulocyty tedy dokážou migrovat procesem diapedézy z krevního řečiště skrz cévní stěnu k poškozenému místu v okolní tkáni, kam se dostala nějaká cizorodá částice (např. infekce), a tu se pokouší odstranit a reparovat okolní tkáň. Tento proces odehrávajícímu se v narušených tkáních označujeme jako **zánět**.*



- *eozinofilní granulocyty:* Tvoří asi 4 % populace leukocytů. Obsahují granula barvitelná kyselými barvivy (např. eosinem, odtud název). Jejich funkce není příliš jasná, jejich počet se zvyšuje při invazi parazitů (např. motolic nebo tasemnic).
 - *bazofilní granulocyty:* Tvoří asi 1 % populace leukocytů. Obsahují granula barvitelná zásaditými (bazickými) barvivy. Jejich funkce není příliš jasná, jejich počet se opět zvyšuje zejména při alergiích.
- **lymfocyty:** Tvoří asi 20 % všech leukocytů. Mají obrovské jádro, které vyplňuje téměř celý vnitřek buňky. Rozeznáváme tradičně dva základní typy lymfocytů, které se dále velmi složitě dělí na podskupiny:
 - *T-lymfocyty:* Vznikají v kostní dřeni, prodělávají však dozrávání v brzlíku (*thymus* – odtud T), kde jsou „vyškoleny“ k tomu, aby uměly rozpoznat vlastní tělesné buňky od cizorodých. Jsou tak zodpovědné za tzv. buněčnou imunitu (vyhledávají cizorodé buňky a vlastní pozměněné, např. nádorové buňky, a zahajují proti nim imunitní reakci).
 - *B-lymfocyty:* U ptáků prodělávají zrání v lymfatickém orgánu zvaném *bursa fabricii* (odtud B), u člověka v kostní dřeni, ale v jiné části, než ve které vznikají. Tvoří menší část populace lymfocytů. Jejich funkcí je tzv. protilátková imunita (při imunitní reakci se mění na tzv. plazmatické buňky, které produkují protilátky – imunoglobuliny).
 - **monocyty:** Tvoří asi 5 % všech leukocytů. Jsou největšími bílými krvinkami. Mají schopnost fagocytózy (označují se také jako makrofágy), pohlcují a ničí komplexy antigen-protilátka, vzniklé během imunitních reakcí.

Monocyty se vyskytují v modifikované podobě i v jiných tělesných tkáních, kde mají rovněž funkci makrofágů (např. osteoklasty v kostní tkáni jsou původem z monocyty). Souhrnně se krevní a tkáňové monocyty označují jako monocyto-makrofágový systém.

Krevní destičky – trombocyty

Krevní destičky nejsou buňky, ale úlomky obrovských buněk kostní dřeně, tzv. *megakaryocytů*. V 1 mm³ krve je jich asi 200-300 tisíc. Na povrchu jsou kryty buněčnou membránou, uvnitř je substance odpovídající cytoplazmě s několika typy váčků, jež obsahují především látky důležité pro srážení krve – hemokoagulaci. Význam trombocytů tedy tkví ve srážení krve, na níž se podílejí trombocyty jednak jako celek (vytvářejí zátku, uspávající trhlinu v poraněné cévě), jednak svými koagulačními látkami, jejichž působením se mění rozpustný fibrinogen (bílkovina krevní plazmy) na nerozpustný fibrin, který svými vlákny vytvoří v místě poranění cévy síť, do níž se vychytají krevní buňky.

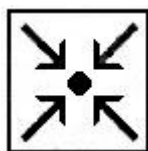
2.6.3 TKÁŇOVÝ MOK

Tkáňový mok patří mezi extravaskulární extracelulární tekutiny. Tvoří asi 12-15 % hmotnosti těla, u dospělého se tedy vyskytuje v množství asi 8-10 litrů. Je to tekutina, jež obklopuje téměř všechny buňky v těle a vytváří tak jejich vnější prostředí, v němž dochází k důležitým přesunům biologicky aktivních látek (např. dýchacích plynů). Nazývá se také jako vmezeřená čili intersticiální tekutina. Zdroje tkáňového moku jsou:

- *krevní plazma*: V kapilárním řečišti cévního systému dochází neustále vlivem krevního tlaku k prosakování (filtraci) krevní plazmy do okolních tkání (mezibuněčných prostorů).
- *metabolity*: Zplodiny látkové výměny buněk uvolňované do mezibuněčných prostorů.

2.6.4 MÍZA (lymph)

Míza patří mezi extracelulární tekutiny. Tvoří asi 2 % hmotnosti těla, u dospělého se tedy vyskytuje v množství asi 1-2 litrů. Je to tekutina nažloutlé barvy. Je tvořena především vodou s rozpuštěnými minerálními a organickými látkami (je chudá na proteiny, zato bohatá na tuky, které se do ní vstřebávají v trávicím traktu). Z buněk se v míze vyskytují především lymfocyty v počtu až 40 tisíc na 1 mm³ mízy (tedy podstatně větší koncentrace než v krvi). Míza je vlastně přebytek tkáňového moku, který byl vlivem podtlaku nasát do mízních cév (ty slepě začínají ve tkáních a jsou perforované – mají ve stěně otvory, kterými nasávají tkáňový mok). Ve formě lymfy je tedy tkáňový mok odváděn zpět do krve (tzv. lymfatická drenáž).



V těle tedy probíhá neustálá cirkulace tekutin ve směru krev – tkáňový mok – lymfa – krev. Pokud dojde k poruše lymfatické drenáže, tedy odvodu tkáňového moku (např. vlivem infekce, vysokého krevního tlaku nebo poruchy lymfatických cév), dochází k jeho hromadění ve tkáních a vznikají otoky – edémy.

2.7 Komplexní histologie orgánů

Kapitola o tkáních lidského těla se doposud zabývala samostatným popisem jednotlivých typů tkání. Tkáně se však v těle nevyskytují izolovaně, nýbrž tvoří komplexy zvané orgány. Každý orgán je obvykle tvořen několika různými tkáněmi, které jsou specifickým způsobem anatomicky a funkčně propojeny. Orgány dělíme do několika typů. Nejčastějšími z nich jsou orgány trubcovité a parenchymatické. Obě tyto skupiny mají určité společné stavební znaky.

2.7.1 TRUBICOVITÉ ORGÁNY

Jako trubicovité je možno označit orgány, které jsou složeny ze stěny obklopující dutinu (obvykle ve tvaru kanálu nebo vaku). Patří mezi ně jednotlivé úseky trávicí trubice, dýchací cesty, vylučovací trakt, vývodné cesty pohlavní, vývodné cesty žláz a také cévy (ty se však od níže uvedeného schématu mírně liší a jsou popsány v kapitole „Cévní soustava“). Stěna trubicovitých orgánů se obecně (histologicky) skládá z následujících složek (z vnitřku ven):

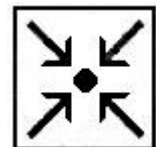
- sliznice (*tunica mucosa*)
- podslizniční vrstva (*tela submucosa*)
- svalová vrstva (*tunica muscularis*)
- vnější obal (*tunica externa*)

Sliznice (*tunica mucosa*)

Sliznice je vnitřní výstelka trubicovitých orgánů, která souvisí přímo s dutinou (kanálem) uvnitř těchto orgánů. Název „sliznice“ je odvozen od slizovitého povrchu, který je způsoben přítomností slizových (mucinózních) žláz, jednobuněčných či mnohobuněčných. Sliznice je buď plochá (hladká), nebo zřasená v podélné nebo cirkulární řasy (*plicae*) či výběžky – klky (*villi*). Řasy mají funkci rezervní (vyrovnávají se při naplnění orgánu), jindy společně s klky zvětšují aktivní vnitřní plochu (např. v trávicí trubici zvětšují resorpční povrch). Sliznice se skládá z následujících složek (některé vrstvy mohou chybět):

- **epitelová vrstva (*lamina epithelialis*):** Jedna či více vrstev výstelkových epitelových buněk pokrývajících vnitřní povrch sliznice. Stavba a funkce se u jednotlivých orgánů liší.

Sliznice trávicí trubice je vystlána od dutiny ústní po konec jícnu a na konci rekta mnohvrstevným plochým nerohovatějším epitelem. Sliznice žaludku a tenkého a tlustého střeva je vystlána jednovrstevným cylindrickým epitelem s resorpční funkcí. Výstelkovým epitelem dýchacích cest je víceřadý epitel s řasinkami, plicní sklípky jsou vystlány respiračním epitelem z jedné vrstvy plochých buněk. Sliznice vývodných vylučovacích orgánů obsahuje přechodný epitel, v němž dochází ke změnám počtu vrstev buněk v závislosti na stavu naplnění těchto orgánů. Epitelová výstelka vývodných pohlavních cest se liší úsek od úseku.



- **vazivová vrstva (*lamina propria*):** Je to vrstva řídkého kolagenního vaziva, tvořící podklad pro epitelové buňky. Někdy obsahuje žilní pleteně. V některých orgánech (v trávicí a dýchací trubici a v močových cestách) obsahuje rovněž lymfatické uzlíky.
- **svalová vrstva (*lamina muscularis*):** Velmi tenká vrstva hladké svaloviny, uložená pod vazivovou vrstvou sliznice. Vyskytuje se pouze ve sliznici trávicí trubice od jícnu po tlusté střevo. Její funkcí je zabraňovat pohybům (klouzání) sliznice po hlubších vrstvách orgánů při pohybech trávicích cest.

Podslizniční vrstva (*tela submucosa*)

Jedná se o vrstvu řídkého kolagenního vaziva spojující sliznici s hlubšími vrstvami stěny trubicovitých orgánů, popř. připojuje sliznici ke kostěnému podkladu (na tvrdém patře dutiny ústní a v nosní dutině). Obsahuje cévní a nervové pleteně a zasahují do ní slizniční žlásky.

Svalová vrstva (*tunica muscularis*)

Jedna nebo více vrstev svalové tkáně, která je prostoupena vazivem, v některých případech je zpevněna chrupavkami. Její funkcí je zajišťovat aktivní pohyb stěn orgánů, např. při posouvání potravy nebo sekretů. V některých úsecích chybí, např. na tvrdém patře dutiny ústní a v nosní dutině – zde je sliznice připojena přímo ke kostnímu podkladu. Ve svalové vrstvě můžeme najít hladkou nebo příčně pruhovanou svalovou tkáň. Příčně pruhovaná svalovina tvoří svalovou vrstvu v jazyku, měkkém patře, ve stěnách hltanu, hrtanu a částečně i jícnu a ve vnějším svěrači rekta. Příčně pruhovaná svalovina v těchto orgánech je vůlí ovladatelná. Ve stěnách ostatních trubicovitých orgánů se vyskytuje pouze hladká svalová tkáň, vůlí neovladatelná (je řízena autonomním nervovým systémem). Hladká svalovina se obvykle vyskytuje ve více vrstvách, z nichž hlavní jsou:

- **okružní vrstva (*stratum circulare*):** Hladká svalovina okružně uspořádaná po obvodu stěny. Její kontrakce způsobuje konstriktci – zúžení průsvitu trubicovitého orgánu. V trávicí trubici tvoří cirkulární vrstva vnitřní svalovou vrstvu, v močovodech vnější.
- **podélná vrstva (*stratum longitudinale*):** Hladká svalovina podélně uspořádaná. Její kontrakce způsobují zkrácení orgánu a tím posun jeho obsahu. V trávicí trubici tvoří vnější svalovou vrstvu (vytváří tzv. peristaltické pohyby), v močovodu vnitřní vrstvu.

Vnější obal (*tunica externa*)

Povrch trubicovitých orgánů může být kryt dvěma typy obalů – řídkým vazivovým obalem (*tunica adventitia*) nebo serózním obalem (*tunica serosa*).

- ***tunica adventicia*:** Je to vazivový 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. Tímto typem tkáně je pokryt v trávicí trubici hltan, jícn 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 vaziva. Seróza se nepřipojuje na orgán po celém obvodu, vždy zůstává alespoň malý úsek volný, tedy s adventiciálním povlakem.



Např. dvanáctník a vzestupný a sestupný tračník je serózou pokryt pouze na přední a částečně i na bočních plochách, ze kterých přechází serózní vrstva na vnitřní stěnu dutiny břišní. Zadní plocha je kryta adventicií a je ponořena do vaziva na zadní ploše dutiny břišní (tyto orgány jsou tak jakoby přitlačeny k zadní stěně dutiny břišní, pouze zepředu přes ně přechází seróza). Jiné úseky trávicí trubice – žaludek, tenké střevo a příčný tračník jsou pokryty serózou téměř po celém obvodu s výjimkou úzkého proužku na zadní ploše. V těchto místech přechází seróza formou závěsu (serózní duplikatury) z obou stran na vnitřní plochu dutiny břišní.

Seróza se vyvinula ze stěny embryonálních célomových váček obklopujících célomovou dutinu. Váčky jsou tvořeny jednou vrstvou mezotelových buněk. Během prenatalního vývoje se rozpadají na několik menších váček,

kteře obalí některé orgány (srdce, plíce, část trávicí trubice, varlata). Ty se do těchto váčků zanořují 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 je štěrbinovitá dutina (jako dutina mezi oběma vrstvami promáčknutého míčku), která je derivátem původně jednotné embryonální celomové dutiny.

2.7.2 PARENCHYMATICKÉ ORGÁNY

Jsou to orgány, které jsou stavěny z (alespoň makroskopicky) souvislé hmoty bez větších dutin vystlaných sliznicí. Vnitřní kompaktní hmota těchto orgánů se označuje jako parenchym (např. plíce, játra, ledviny, slezina a velké žlázy – játra, slinivka, slinné žlázy, štítná žláza atd.) Parenchymatické orgány se obvykle skládají z těchto vrstev tkání (z vnějšku dovnitř):

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

Vnější obal (*tunica externa*)

Povrch parenchymatických orgánů může být kryt dvěma typy obalů – řídkým vazivovým obalem (*tunica adventitia*) nebo serózním obalem (*tunica serosa*). Jejich stavba je stejná jako u trubicovitých orgánů (*viz výše*). Tato vnější vrstva může chybět.

Vazivové pouzdro (*capsula fibrosa*)

Některé parenchymatické orgány mají na povrchu (pod eventuální serózní vrstvou) vyvinuto vazivové pouzdro z tužšího vaziva, které může vysílat do nitra orgánu septa, dělí je na menší úseky (laloky, lalůčky). Vazivové pouzdro zajišťuje soudržnost daného orgánu a způsobuje jeho hladký povrch. Vazivové pouzdro však může rovněž chybět.

Parenchym

Je to vnitřní kompaktní výplňková hmota parenchymatických orgánů. Má obvykle měkkou a křehkou konzistenci a bývá někdy rozdělena vazivovými septy na menší úseky (*viz výše*). Parenchym je ve většině případů složen z následujících komponent:

- **funkční složka:** Tvořena většinou z velkého množství drobných (mikroskopických) a větvičích se dutých kanálků, trubiček, váčků atd., jejichž stěna je obvykle tvořena jednou vrstvou epitelových buněk. Patří sem např. větve bronchiálního stromu v plicích, nefrony v ledvinách či sekreční elementy ve žlázách (trámce v játrech, sekreční váčky a trubice ve slinivce, slinných žlázách, folikuly štítné žlázy atd.).
- **spojovací složka:** Je tvořena tzv. vmezeřeným (intersticiálním) vazivem, které stmeluje elementy funkční složky do kompaktní hmoty (působí tedy jako tmel). Může obsahovat i hladkou svalovinu. Probíhají v ní rovněž cévy a nervy. Tato složka se také označuje jako stroma.

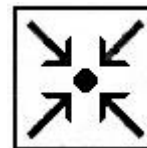
2.7.3 ŽLÁZY (*glandulae*)

Žláza (*glandula*) je orgán obsahující žlázové buňky, tedy takové, jež produkují určité sekrety. Žlázové buňky vznikají během ontogeneze přeměnou některých buněk epitelu trubicovitých. Podle počtu přeměněných epitelových buněk rozdělujeme žlázy na jednobuněčné a mnohobuněčné.

- **jednobuněčné žlázy:** Žlázy, u nichž se žláznatě přemění pouze jedna buňka uložená v epitelové výstelce (např. hlenové, tzv. pohárkové buňky ve výstelce trávicí trubice).
- **mnohobuněčné žlázy:** Žlázy, u nichž se žláznatě přemění více sousedících buněk v epitelové výstelce, čímž vzniká mnohobuněčná žláza. Tyto žlázy dělíme na intramurální a extramurální:
 - *intramurální (nitrostěnové) žlázy:* Shluk žlázových buněk se vchlípí směrem do stěny orgánu, z jehož výstelky vznikl. Tím vznikne sekreční oddíl (např. žlázový váček či trubice), jejichž buňky produkují výměšky do dutiny tohoto váčku, jež komunikuje vývodním oddílem (vývodem) s povrchem původní epitelové výstelky. Vývod však může někdy druhotně zaniknout. Žlázy zůstávají buď pouze na úrovni sliznice, nebo se vchlipují hlouběji do stěny orgánu. Patří sem mnohé žlázy např. ve stěně trávicí a dýchací trubice, v kůži (potní a mazové žlázy) atd. Intramurální žlázy jsou tedy součástí jiných orgánů, nikoliv samostatnými orgány.
 - *extramurální (mimostěnové) žlázy:* Jsou to žlázy, u nichž sekreční oddíly a vývody intenzivně rostou, až se vychlípí ven ze stěny orgánu, z jehož výstelky vznikly. Poté se mnohonásobně větví. Mezi extramurální žlázy patří např. játra, slinivka břišní, slinné žlázy, štítná žláza a další žlázy. Můžeme je tedy považovat za samostatné parenchymatické orgány. Jsou to obvykle velké žlázy doprovázející trubicovité orgány některých orgánových soustav (trávicí, dýchací a pohlavní). Skládají se ze sekrečních oddílů, v případě exokrinních žláz i z vývodných oddílů.
 - **sekreční oddíl:** Vlastní žlázová hmota obsahující žlázový parenchym. Funkční složkou jsou sekreční elementy – trubice (tubuly), váčky (alveoly), měchýřky (folikuly), ostrůvky buněk či trámce (trabekuly), jejichž stěna je tvořena žlázovými buňkami. Ty produkují sekrety dovnitř sekrečních částí. Elementy sekrečního oddílu žlázy jsou navzájem spojeny řídkým kolagenním vazivem (to působí jako tmel), do něhož vstupují cévy a nervy. Na povrchu je sekreční oddíl žlázy obvykle krytý tužším vazivovým pouzdem (*capsula fibrosa*), který může vysílat septa do hloubky. Ta dělí žlázový parenchym na laloky, ty se dále mohou dělit na lalůčky a ty někdy ještě na menší stavební jednotky.
 - **vývodný oddíl:** Z jednotlivých sekrečních elementů vystupuje vývod, jehož stěnu tvoří jedna vrstva epitelových buněk. Tyto vývody se uvnitř žlázy (mnohonásobně) stékají, až vytvoří jeden společný vývod, ústící do dutiny orgánu, z něhož žláza vznikla. Některé žlázy obsahují kromě hlavního vývodu i přídatné (akcesorní) vývody. Konečné vývody obsahují kromě epitelové výstelky i další vrstvy – podslizniční vazivo, hladkou svalovou vrstvu (kontrakcemi vytlačuje sekret ven) a vazivový obal. Pokud zůstanou vývodné oddíly zachovány i po skončení vývoje žlázy, jedná se o tzv. *žlázy exokrinní* (s vývodem). Pokud

vývodné oddíly zaniknou, jedná se o tzv. žlázy *endokrinní* (bez vývodu). Některé žlázy obsahují jak *exokrinní*, tak *endokrinní* složku (jsou to žlázy smíšené, např. slinivka břišní).

Příkladem exokrinních žláz je slinná žláza. Během ontogeneze vzniká vchlípením epitelu dutiny ústní pod jazyk nebo do příušní oblasti. Buňky tohoto epitelu se přemění na buňky žlázové. Vchlípený epitel roste a mnohonásobně se větví, až vytvoří systém tubulů a váček (sekreční elementy), z nichž vystupují vývody, které se opět mnohonásobně stékají, až vytvoří jeden společný vývod. Ten ústí na místě, ze kterého došlo na počátku vývoje žlázy ke vchlípení žlázových buněk. Příkladem endokrinních žláz je štítná žláza. Během ontogeneze vzniká vchlípením epitelu v zadní části jazyka. Vchlípený úsek postupuje směrem dolů od jazyka na krční krajinu. Jednotlivé sekreční elementy (váčky) však postupně ztrácí vývody a stávají se z nich tak měchýřky bez vývodu. Tím pádem zanikne i hlavní vývod žlázy, která proto své sekrety vstřebává přímo do krve.



3 KOSTERNÍ SOUSTAVA (*systema skeleti*)

3.1 Funkce kosterní soustavy

- **pohybová funkce** – kostra tvoří pasivní součást pohybového systému
- **opora těla** – tvoří tzv. vnitřní kostru
- **tvarová funkce** – kostra určuje základní tvar, rozměry a proporce těla
- **ochranná funkce** – mechanická ochrana měkkých tkání a orgánů
- **metabolické funkce** – hospodaření s vápníkem a fosforem
- **krvotvorba**

3.2 Rozdělení kosterní soustavy

Základní stavební jednotkou kosterní soustavy je kost (*os*, mn. č. *ossa*). Kosterní soustava se dělí na tyto složky:

- **kostra osová** (*skeleton axiale*)
 - lebka (*cranium*)
 - kostra trupu (*ossa trunci*)
 - páteř (*columna vertebralis*)
 - hrudník (*thorax*)
- **kostra končetin** (*skeleton appendiculare*)
 - kostra horní končetiny (*ossa membri superioris*)
 - kostra dolní končetiny (*ossa membri inferioris*)

3.3 Obecná osteologie

3.3.1 STAVBA KOSTI

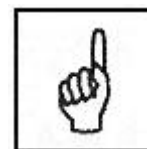
- **okostice** (*periosteum*): Vazivový obal z tuhého kolagenního vaziva, protkaný sítí krevních cév. Podílí se na výživě kostí a růstu kosti do tloušťky.
- **kostní tkáň** (*substantia ossea*): První stádium nově vytvořené kosti je tvořeno fibrilární (nepravidelně uspořádanou) kostní tkání. Její přestavbou se vytváří lamelární (pravidelně uspořádaná) kostní tkáň dvojího typu:
 - **kost hutná** (*substantia compacta*): Tvoří povrchovou vrstvu kosti.
 - **kost houbovitá** (*substantia spongiosa*): Je uvnitř kosti a má trámčité uspořádání – průběh trámců je kolmý na hlavní síly působící na kost.
- **kostní dřev** (*substantia medullaris*): Umístěna uvnitř kosti v dřevné dutině nebo mezi trámci spongiózní kostní tkáň. Jejím základem je retikulární vazivo (z retikulárních buněk a vláken), protkané kmenovými krevními buňkami, jednotlivými vývojovými stádii krevních elementů a sítí širokých krevních kapilár. Kostní dřev dělíme do několika vývojových typů:

- červená dřev (*medulla rubra*): Aktivní krvetvorná dřev. U novorozence je ve všech kostech, během dospívání mizí zejména z diafýz dlouhých kostí a po celý život se zachovává v plochých a krátkých kostech.
- žlutá dřev (*medulla flava*): Vzniká tukovou degenerací červené kostní dřevě. Nemá již krvetvornou funkci. V dospělosti se vyskytuje především v diafýzách dlouhých kostí.
- šedá dřev (*medulla grisea*): Vzniká ve stáří úplnou degenerací kostní dřevě (ztrátou tuku).

3.3.2 TYPY KOSTÍ

- **kosti typu dlouhého** (*ossa longa*, j. č. *os longum*): Kosti, u nichž převažuje jeden rozměr nad oběma ostatními, tzn. kost má tělo a dva konce. Dlouhé kosti sestávají ze dvou základních částí:
 - *diafýza*: Střední dlouhá část dlouhé kosti (tělo). Na povrchu je silná vrstva kompaktní kostní tkáně a uvnitř je dřevná dutina (*cavum medullare*) vyplněná kostní dřeví.
 - *epifýza*: Je to koncová část dlouhé kosti. Ne však každý konec dlouhé kosti je epifýzou. Epifýza je přesněji definovaná jako samostatně osifikující jednotka na konci kosti. Na povrchu epifýz je tenká vrstva kompaktní kostní tkáně, vnitřek je vyplněn spongiózní kostí, prostoupenou kostní dřeví. Podle toho, jestli se nachází na obou koncích nebo pouze na jednom, rozlišujeme:
 - dvouepifýzové kosti: Epifýza se nachází na obou koncích. Příkladem jsou velké dlouhé kosti končetin (paže, předloktí, stehna a bérce).
 - jednoepifýzové kosti: Epifýza se nachází pouze na jednom konci kosti. Příkladem jsou malé dlouhé kosti ruky (kosti záprstní a kosti prstů) a nohy (kosti nártní a kosti prstů), dále kost klíční a žebra.

Kromě diafýz a epifýz najdeme na některých (nejen) dlouhých kostech i tzv. apofýzy – reliéfní kostní útvary (výrůstky, hrboly, hrany atd.), které mají samostatné osifikační jádro a s diafýzou kosti srůstají, podobně jako epifýzy, až v průběhu života.



- **kosti typu krátkého** (*ossa brevia*, j. č. *os breve*): Kosti, u nichž výrazněji nepřevažuje žádný rozměr. Na jejich povrchu je tenká vrstva kompaktní kostní tkáně, vnitřek je vyplněn spongiózní kostí, prostoupenou kostní dřeví. Příkladem jsou kosti zápěstní nebo zánártní.
- **kosti typu plochého** (*ossa plana*, j. č. *os planum*): Kosti se dvěma plochami kryté tenkou vrstvou kompaktní kostní tkáně, mezi nimiž je spongiózní kost prostoupená kostní dřeví. Příkladem jsou kosti klenby lebeční, lopatka či hrudní kost. Kosti klenby lebeční mají vnější vrstvu kompaktní kosti (*lamina externa*), podobnou vnitřní vrstvu (*lamina interna*) a mezi nimi spongiózní kost zvanou *diploë*.
- **kosti nepravidelné** (*ossa irregularia*, j. č. *os irregulare*): Kosti, jež nelze přiřadit tvarově k žádnému předchozímu typu, např. obratle, kosti obličejového skeletu atd.

3.3.3. KOSTNÍ SPOJE (*juncturae ossium*)

Synartrózy

Je to tzv. pojivové spojení kostí, kdy jsou dvě či více kostí spojeny vrstvou vložené pojivové tkáně. Někdy jde o pohyblivé, jindy o nepohyblivé spojení kostí. Podle typu pojivové tkáně, účastníci se spoje, dělíme tento typ na:

- **syndezmózy:** Jedná se o spojení kostí pomocí vaziva. Rozlišujeme několik typů tohoto spojení:
 - vaz (*ligamentum*): Vaz je pruh tuhého kolagenního (popř. elastického) vaziva probíhající od jedné kosti ke druhé. Vazy jsou provazovité, stuhovité nebo vytvářejí ploché membrány.
 - šev (*sutura*): Typ vazivového spoje, který spojuje většinu kostí lebky. Kosti se dotýkají svými okraji, které mohou být hladké, zoubkované, pilovité nebo šupinovitě uspořádané, a mezi ně je vložena tenká vrstvička tuhého kolagenního vaziva.
 - vklínění (*gomphosis*): Vazivová fixace zubu v zubním lůžku (alveolu).
- **synchondrózy:** Jedná se o spojení kostí pomocí chrupavky. Realizováno je jednak chrupavkou hyalinní (např. připojení žeber ke sternu) či chrupavkou vazivovou (např. spojení obratlů meziobratlovými ploténkami nebo spojení pánevních kostí sponou stydkou).
- **synostózy:** Jedná se o spojení kostí pomocí kostní tkáně, výsledkem je tedy srůst dvou nebo více kostí. Příkladem je kost křížová, kostrč, kosti pánevní a některé kosti lebky, jež vznikly srůstem více původně samostatných kostí.



*Některé synostózy však vznikají působením patologických procesů (např. infekce) a přinášejí tak zdravotní komplikace. Příkladem patologické synostózy je **ankylóza**, při níž srůstají přiléhající kloubní plochy a kloub se tak stává nepohyblivým.*

Diartrózy

Jedná se o spojení kostí pomocí **kloubu** (*articulatio*), obvykle je to tedy pohyblivé kostní spojení. Pokud se v kloubu stýkají dvě kosti, jedná se o *kloub jednoduchý*. Pokud se v něm stýkají více než dvě kosti, jedná se o *kloub složený*. Každý kloub je složen z několika součástí:

- **kloubní plocha** (*facies articularis*): Je to plocha, kterou se kost v kloubu dotýká jiné kosti. Je pokryta kloubní chrupavkou, ve většině případů hyalinní. Kloubní plochy mohou mít různý tvar, nejtypičtějším (ne však jediným) příkladem je spojení kloubní hlavice a kloubní jamky. Tvar kloubních ploch předurčuje možnosti pohybu v kloubu. Podle tvaru kloubních ploch dělíme klouby do následujících kategorií:
 1. kloub s nepravidelnými ploškami: Styčné plošky mají nepravidelný povrch, rozdělený na mnoho malých faset, které do sebe vzájemně zapadají. To prakticky znemožňuje pohyb (např. kloub křížokýčelní).
 2. kloub plochý: Styčné plošky jsou rovné a ploché, v kloubu jsou proto možné klouzavé (posuvné) pohyby (např. meziobratlové klouby).

3. kloub kulový: Styčné plošky (v tomto případě hlavice a jamka) jsou úseky koule. Jde o tříosý rotační kloub, pohyby jsou proto možné kolem tří na sebe kolmých ploch, je možné v něm tedy provádět teoreticky neomezené spektrum pohybů (např. kloub ramenní nebo kyčelní).
 4. kloub vejčitý (elipsový): Styčné plošky mají vejčitý tvar. Jde o dvouosý rotační kloub, pohyb je tedy možný kolem dvou na sebe kolmých os (např. kloub zápěstní).
 5. kloub sedlový: Styčné plošky mají sedlovitý tvar – v jedné rovině jsou konvexní a ve druhé konkávní, čímž do sebe zapadají. Jde o dvouosý rotační kloub, pohyby jsou tedy možné kolem dvou na sebe kolmých os (např. karpometakarpální kloub palce, který umožňuje jeho opozici).
 6. kloub válcový: Styčné plochy jsou úsekem pláště válce nebo jsou od tohoto tvaru odvozeny. Jde o jednoosý rotační kloub, pohyby jsou proto možné kolem jedné osy. Existují dvě formy tohoto kloubu (podle typu osy pohybu):
 - *kloub šarnýrový*: Osa pohybu v kloubu je kolmá na podélnou osu kosti (např. interfalangeální klouby ruky a nohy). Poměrně častým případem tohoto typu kloubu je tzv. kladkový kloub – jedna válcová plocha v kloubu má vodící hranu, která zapadá do vodící rýhy druhé válcové plochy.
 - *kloub kolový*: Osa pohybu v kloubu je současně podélnou osou kosti (např. skloubení radioulnární části loketního kloubu).
- **kloubní pouzdro** (*capsula articularis*): Je to vazivový obal kloubu, který se připojuje obvykle na okraje kloubních plošek a uzavírá dutinu uvnitř kloubu. Často obsahuje výběžky do okolních tkání, které se mohou i odškrtnit, čímž vznikají tzv. burzy (*viz níže*). Kloubní pouzdro sestává ze dvou vrstev:
 - *stratum fibrosum*: Vnější vrstva z tuhého kolagenního vaziva, má mechanickou funkci (ochrana kloubu).
 - *stratum synoviale*: Vnitřní tenká vrstva z jemného vaziva prostoupeného krevními cévami. Produkuje tekutinu zvanou kloubní maz (*synovia*).
 - **kloubní dutina** (*cavum articulare*): Jedná se o dutinu (či štěrbinu) uvnitř kloubu mezi kloubními plochami a kloubním pouzdem vyplněná kloubním mazem (*synovií*), který umožňuje hladké klouzání kloubních ploch.
 - **pomocná kloubní zařízení**: Jsou to speciální kloubní součásti vyskytující se pouze v některých kloubech, kde se podílejí na zajištění jejich lepší funkce. Patří mezi ně:
 - kloubní vazy (*ligamenta articularia*): Zpevňují kloub uvnitř v kloubní dutině (tzv. intraartikulární vazy) nebo vně na kloubním pouzdře (tzv. extraartikulární vazy).
 - chrupavčité ploténky: Ploténky z kolagenní chrupavky, které přepažují kloubní dutinu mezi kloubními plochami. Vyskytují se v kloubech, ve kterých jsou kloubní plochy nestejně zakřivené (nezapadají do sebe). Jejich funkce spočívá ve vyrovnávání těchto nestejně zakřivených kloubních ploch (tzv. vyrovnávací destičky). Jsou dvojího typu:

- *discus articularis*: Přepažuje úplně kloubní dutinu a dělí ji tak na dvě.
- *meniscus articularis*: Přepažuje částečně kloubní šterbinu.
- chrupavčité lemy (*labra articularia*): Pruhy kolagenní chrupavky, které se připojují po obvodu některých kloubních jamek, které tak prohlubují (vyskytují se v ramenním a kyčelním kloubu).
- tíhové váčky (*bursae synoviales*): Váčky v okolí kloubu vznikající odštěpením z kloubního pouzdra (viz výše), mají proto stejnou stavbu – na povrchu fibrózní vrstvu, uvnitř vrstvu synoviální, vyplněnou kloubním mazem. Vyskytují se tam, kde svaly a šlachy naléhají na kostní podklad, usnadňují tedy posun kloubů (vodní polštář).

3.4 Lebka (*cranium*)

Lebku (kostru hlavy) dělíme na dvě základní části – část mozkovou (*neurocranium*) a část obličejovou (*splanchnocranium*).

3.4.1 NEUROKRÁNIUM (*cranium cerebrale*)

Neurokranium tvoří kostěné ohraničení dutiny lební (*cavum cranii*) a slouží tak jako pouzdro na mozek. Skládá se ze dvou částí – báze lební a klenby lební. Báze lební (*basis cranii*) vytváří spodinu lebeční dutiny a její kosti vznikají chondrogenní osifikací. Klenba lební (*calvaria cranii*) tvoří stěny a strop dutiny lební a její kosti jsou desmogenního původu. Neurokranium je tvořeno několika párovými i nepárovými kostmi.

Kost čelní (*os frontale*)

Je to nepárová kost, embryonálně se však zakládá jako párová, přičemž pravá a levá původní čelní kost srůstají ve většině případů v jedinou nepárovou kost. Kost čelní se skládá z nepárové šupiny (*squama*), nepárové části nosní (*pars nasalis*) a párové části očníkové (*pars orbitalis*).

- **šupina (*squama*)**: Jedná se o plochou kost klenby lební, která tvoří kostěný podklad čela. Má dvě plochy:
 - vnější plocha (*facies externa*): S očníkovou částí se stýká v nadočnicovém okraji (*margo supraorbitalis*). Nad ním je oboustranně vyvýšený val zvaný nadočnicový oblouk (*arcus supraorbitalis*). Vyvýšené místo mezi oběma oblouky se nazývá *glabella*. Na přední ploše se dále nachází hladký párový čelní hrbol (*tuber frontale*).
 - vnitřní plocha (*facies interna*): Ve střední rovině na ní odshora dolů probíhá hrana (*crista frontalis*), jejímž pokračováním dále na klenbu lební je žlábek (*sulcus sinus sagittalis superioris*).
- **část nosní (*pars nasalis*)**: Leží ve střední rovině a připojují se na ni nosní kosti. Je v ní hluboký zářez (*incisura ethmoidalis*), do něhož se klade dírkovaná ploténka kosti čichové. Uvnitř se nachází párová dutina (*sinus frontalis*). Je to jedna z tzv. vedlejších nosních dutin (viz níže).
- **část očníková (*pars orbitalis*)**: Plochá párová destička, tvoří strop očnice. Se šupinou ohraničuje přední jámu lební (*fossa cranii anterior*), kde jsou uloženy čelní laloky koncového mozku.

Kost temenní (*os parietale*)

Je to párová kost, pravá a levá je spojena ve středové rovině šípovým švem. Je tvořena plochou šupinou (*squama*), která má tvar přibližně čtyřhranné misky. Tvoří kostěný podklad temene.

- vnější plocha (*facies externa*): Je vyklenuta v hladký temenní hrbol (*tuber parietale*). Probíhají na ní dvě drsné čáry – *linea temporalis superior* a *linea temporalis inferior* (místa počátku spánkového svalu).
- vnitřní plocha (*facies interna*): Nacházíme na ní otisky mozkových závitů a tepen. Ve střední rovině v místě švu pravé a levé kosti probíhá žlábek (*sulcus sinus sagittalis superioris*) pokračující z kosti čelní.

Kost týlní (*os occipitale*)

Je to nepárová kost, která se podílí částečně na stavbě báze, částečně na stavbě klenby lebni. Popisujeme na ní několik částí – nepárová spodinová část (*pars basilaris*), párová boční část (*pars lateralis*) a nepárová šupina (*squama*). Všechny tyto části obkružují velký týlní otvor (*foramen occipitale magnum*), který je největším otvorem v lebce.

- **část spodinová** (*pars basilaris*): Krátká a úzká část kosti. Z celé kosti týlní leží nejvíce vpředu, kde se spojuje s tělem kosti klínové. Tvoří přední ohraničení velkého týlního otvoru.
- **část boční** (*pars lateralis*): Tvoří laterální ohraničení velkého týlního otvoru. Nápadným útvarem je kloubní hrbol (*condylus occipitalis*) kloubně se spojující s prvním krčním obratlem. Pod kondylem probíhá *canalis nervi hypoglossi*, kterým vychází z lebky ven 12. hlavový nerv (*nervus hypoglossus*). Na laterálním okraji je zářez (*incisura jugularis*), který se stejnojmenným zářezem na přilehlé kosti skalní obkružuje otvor – *foramen jugulare*.
- **šupina** (*squama*): Nejrozsáhlejší část kosti týlní. Ohraničuje velký týlní otvor zezadu. Je to plochá kost, má tedy dvě plochy, vnější a vnitřní.
 - vnější plocha (*facies externa*): Dělí se na dvě dílčí plochy:
 - šíjová plocha (*planum nuchale*): Tvoří podklad šíjové krajiny. Má zdrsnělý povrch (svalový reliéf), neboť se zde upínají šíjové svaly. K významným útvarům patří týlní hrbol (*protuberantia occipitalis externa*), od něhož dolů pokračuje hrana (*crista occipitalis externa*).
 - týlní plocha (*planum occipitale*): Je hladká a tvoří podklad týlu.
 - vnitřní plocha (*facies interna*): Obsahuje vyvýšeninu tvaru kříže (*eminentia cruciata*). Středem vyvýšeniny je hrbol (*protuberantia occipitalis interna*), dolním ramenem hrana (*crista occipitalis interna*), horním ramenem žlábek (*sulcus sinus sagittalis superioris*), který je pokračováním téhož žlábků z kostí temenních, a bočními rameny párový žlábek (*sulcus sinus transversi*). Uvedené struktury jsou místy úponů řas tvrdé pleny mozkové, ve žlábcích probíhají žilní splavy. Ramena kříže rozdělují vnitřní plochu šupiny kosti týlní do čtyř kvadrantů (jam) – v horních je párová *fossa occipitalis superior* (jsou v ní týlní laloky koncového mozku), v dolních je párová *fossa occipitalis inferior* (jinak zadní jáma lebni – *fossa cranii posterior*, v níž jsou hemisféry mozečkové).

Kost čichová (*os ethmoidale*)

Je to nepárová kost. Skládá se z nepárové dírkované ploténky (*lamina cribrosa*), nepárové svislé ploténky (*lamina perpendicularis*) a párového čichového labyrintu (*labyrinthus ethmoidalis*).

- **dírkovaná ploténka (*lamina cribrosa*):** Tvoří strop nosní dutiny, je vložena do *incisura ethmoidalis* nosní části kosti čelní. Je perforovaná, otvůrky procházejí vlákna čichových nervů. Na horní ploše je hřeben (*crista galli*).
- **svislá ploténka (*lamina perpendicularis*):** Odstupuje od dírkované ploténky směrem dolů a podílí se na vytváření kostěného septa nosní dutiny.
- **čichový labyrint (*labyrinthus ethmoidalis*):** Je to složitě stavěná párová ploténka, jejíž vnější plocha vytváří část mediální stěny očné, vnitřní plocha vytváří boční stěnu dutiny nosní, kde z ní odstupují dva výběžky, a to horní skořepa nosní (*concha nasalis superior*) a střední skořepa nosní (*concha nasalis media*). Dolní skořepa je samostatnou kostí. Uvnitř čichových labyrintů je větší množství malých dutinek (*cellulae ethmoidales*), které jsou vystlány sliznicí a patří k tzv. vedlejším dutinám nosním.

Kost klínová (*os sphenoidale*)

Je to nepárová kost, která se podílí především na stavbě báze lební. Skládá se z těla (*corpus*) a párového malého křídla (*ala minor*), párového velkého křídla (*ala major*) a rovněž párového křídlovitého výběžku (*processus pterygoideus*).

- **tělo (*corpus*):** Má přibližně tvar krychle. Uvnitř je dutina (*sinus sphenoidalis*), vystlaná sliznicí, která patří mezi tzv. vedlejší dutiny nosní. Zadní plocha těla je spojena s *pars basilaris* kosti týlní. Na horní ploše se nachází turecké sedlo (*sella turcica*), ve kterém je uložena hypofýza. Před ní je žlábek (*sulcus chiasmatis*), kde se kříží zrakové nervy.
- **malé křídlo (*ala minor*):** Odstupuje od těla směrem dopředu a laterálně. Uvnitř křídla probíhá *canalis opticus* (prochází jím zrakový nerv).
- **velké křídlo (*ala major*):** Vytváří tzv. střední jámu lební (*fossa cranii media*), což je část lební báze, v níž jsou uloženy spánkové laloky koncového mozku. Částečně velké křídlo přechází i na klenbu lební, kde je pozorovatelné při pohledu na lebku z boku. Mezi malým a velkým křídlem je štěrbina – *fissura orbitalis superior*, vedoucí do očné. Ve velkém křídle jde za sebou několik otvorů – *foramen rotundum*, *foramen ovale* a *foramen spinosum*. Těmito otvory procházejí významné cévy a nervy.
- **křídlovitý výběžek (*processus pterygoideus*):** Párový výběžek odstupující od dolní plochy těla kosti klínové. Je složen ze dvou plotének – *lamina medialis* (užší) a *lamina lateralis* (širší), mezi nimiž je dozadu otevřená jáma – *fossa pterygoidea*. Mediální ploténky ohraničují vnitřní východ z dutiny nosní, tzv. vnitřní nozdry (*choanae*).

Kost spánková (*os temporale*)

Je to párová kost podílející se na stavbě jak klenby, tak báze lební. Skládá se z pěti původně samostatných částí – šupina (*squama*), bradavkový výběžek (*processus mastoideus*), bodcovitý výběžek (*processus styloideus*), část bubínková (*pars tympanica*) a část skalní (*pars petrosa*).

- **šupina (*squama*):** Je to plochá kost klenby lební. Má dvě plochy:
 - vnější plocha (*facies externa*): Tvoří podklad spánkové krajiny. V její spodní části je kloubní jamka čelistního kloubu (*fossa mandibularis*), směrem dopředu vybíhá jařmový výběžek (*processus zygomaticus*), který se spojuje s *processus temporalis* lícni kosti, čímž vzniká jařmový oblouk (*arcus zygomaticus*).
 - vnitřní plocha (*facies interna*): Je obrácena do dutiny lební a najdeme na ní otisky mozkových závitů a tepen.
- **bradavkový výběžek (*processus mastoideus*):** Jedná se o masivní výběžek, hmatný pod kůží za boltcem ušním. V jeho vnitřku se nachází větší množství malých dutinek (*cellulae mastoideae*), vystlaných sliznicí, která do nich přechází z dutiny středoušní (ta dále komunikuje Eustachovou trubicí s dutinou nosní, jedná se tedy o vzájemně propojený systém dutin). Bradavkový výběžek je místem úponu zdvihače hlavy (*musculus sternocleidomastoideus*), který udržuje hlavu ve vzpřímené poloze při vzpřímeném postoji. Je plně vyvinut až u anatomicky moderního člověka.
- **bodcovitý výběžek (*processus styloideus*):** Je to krátký trn, vyčnívající z báze lební směrem dolů.
- **část bubínková (*pars tympanica*):** Je tvořena kornoutovitě stočenou kostěnou ploténkou, uvnitř které prochází vnější zvukovod (*meatus acusticus externus*), vyúsťující na povrch otvorem (*porus acusticus externus*). V této části kosti je vsazen bubínek.
- **část skalní (*pars petrosa*):** Má tvar pyramidy, jejíž hrot směřuje ventromediálně mezi *pars basilaris* kosti týlní a velké křídlo kosti klínové. Je viditelná při pohledu na lebku zdola nebo zevnitř. Je tvořena nejtvrdějším kostním tkáním v těle (tzv. kost skalní) a tvoří pouzdro na orgány středního a vnitřního ucha. Uvnitř je středoušní dutina (*cavum tympani*) a kostěný labyrint (*labyrinthus osseus*). Kostí prochází kanálky pro průchod cév a nervů.
 - *canalis caroticus*: Začíná na bázi lební a vyúsťuje na hrotu pyramidy. Prochází jím vnitřní krkavice (*arteria carotis interna*).
 - *canalis nervi facialis*: Začíná na vnitřní ploše pyramidy otvorem *porus acusticus internus*, pokračujícím jako kanál – *meatus acusticus internus*. V tomto úseku v něm prochází 7. a 8. hlavový nerv. Dále do kosti jím probíhá pouze 7. nerv (*nervus facialis*). Kanálek ústí ven otvorem *foramen stylomastoideum* mezi bradavkovým a bodcovitým výběžkem.
 - *canalis musculotubarius*: Začíná na hrotu pyramidy a pokračuje do středoušní dutiny. Je rozdělen podélně probíhajícím kostěným septem na dvě etáže – v horní probíhá sval – napínač bubínku (*musculus tensor tympani*), v dolní se nachází Eustachova trubice (*tuba auditiva*).

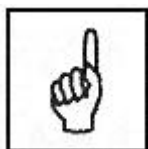
3.4.2 SPLANCHNOKRÁNIUM (*cranium faciale*)

Splanchnokránium je kostěným podkladem obličeje. Vytváří kostěné ohraničené dutiny nosní, dutiny ústní a částečně i očnice. Je tedy především kostěným obalem počátečních úseků trávicí a dýchací trubice. Kostí splanchnokránia vznikají desmogenní osifikací. Splanchnokránium je tvořeno několika párovými i nepárovými kostmi.

Horní čelist (maxilla)

Horní čelist je párová kost. Skládá se z těla (*corpus*), z něhož odstupuje několik výběžků k okolním kostem, a to výběžek čelní (*processus frontalis*), výběžek lící (*processus zygomaticus*), dásňový (*processus alveolaris*) a patrový (*processus palatinus*).

- **tělo** (*corpus*): Má přibližně tvar trojbokého jehlanu. Uvnitř se nachází dutina vystlaná sliznicí (*sinus maxillaris*), která je svým objemem (asi 25 cm³) největší vedlejší nosní dutinou. Na předním ploše těla je mělké prohloubení (*fossa canina*).
- **čelní výběžek** (*processus frontalis*): Výběžek směřující k čelní kosti. Mediální okraje výběžků obou kostí ohraničují spolu s kostmi nosními kostěný vstup do dutiny nosní (*apertura piriformis*).
- **lící výběžek** (*processus zygomaticus*): Výběžek směřující ke kosti lící.
- **dásňový výběžek** (*processus alveolaris*): Obloukovitý výběžek, v řadě za sebou jsou v něm umístěny jamky – alveoly, do nichž jsou vsazeny zuby.



Část alveolárních výběžků v rozsahu řezáků se embryonálně zakládá samostatně a později srůstá s maxillou v jednotnou kost. V některých případech však zůstává původní kost oddělená jako tzv. **os incisivum (praemaxilla)**.

- **patrový výběžek** (*processus palatinus*): Tenká kostěná ploténka, patrové výběžky obou maxil jsou podkladem tvrdého patra a tvoří tak přepážku mezi dutinou ústní a nosní. Na styku obou patrových výběžků v přední části patra probíhá *canalis incisivus*, který spojuje dutinu nosní s dutinou ústní. Jedná se o rudiment *organon vomeronasale* (tzv. Jacobsonův orgán).

Dolní čelist (mandibula)

Dolní čelist je nepárová kost, embryonálně se však zakládá jako párová, obě poloviny potom srůstají za vzniku jediné kosti. Na mandibule rozlišujeme nepárové tělo (*corpus*) a párové rameno (*ramus*), z nichž odstupují výběžky.

- **tělo** (*corpus*): Tělo mandibuly má podkovovitý tvar. Uprostřed přední strany je bradový hrbol (*protuberantia mentalis*), znak typický pouze pro anatomicky moderního člověka. Po horním obvodu těla vystupuje obloukovitý *processus alveolaris* s jamkami pro vsazení zubů.
- **rameno** (*ramus*): Rameno odstupuje od těla přibližně pod úhlem 125°. Vyčníhá ve dva výběžky – přední výběžek svalový (*processus coronoideus*), na který se upíná spánkový sval, a zadní výběžek kloubní (*processus condylaris*) zakončený hlavicí (*caput mandibulae*), což je kloubní hlavice čelistního kloubu. Přejít těla a ramene se nazývá úhel dolní čelisti (*angulus mandibulae*). Jsou na něm drsnatiny pro úpony svalů, a to na vnější ploše *tuberositas masseterica* a na vnitřní ploše *tuberositas pterygoidea*.

Kost lící (os zygomaticum)

Párová kost tvořící kostěný podklad lící krajiny. Centrální částí kosti je tělo (*corpus*), z něhož odstupuje několik výběžků – *processus frontalis* (k čelní kosti), *processus maxillaris* (k horní čelisti) a *processus temporalis* (ke kosti spánkové, s jejímž lícím výběžkem vytváří jařmový oblouk – *arcus zygomaticus*).

Kost nosní (*os nasale*)

Malá plochá párová kůstka tvořící podklad kostěného křídla nosního (zbytek nosních křídel je doplněn chrupavkami).

Kost slzná (*os lacrimale*)

Malá párová kůstka uložená v přední části mediálního okraje očníce. Vede do *canalis nasolacimalis*, kudy odtékají slzy do nosní dutiny.

Dolní skořepa nosní (*concha nasalis inferior*)

Samostatná párová kost, která se připojuje na vnitřní plochu čichového labyrintu kosti čichové (horní a střední skořepa je součástí kosti čichové).

Kost patrová (*os palatinum*)

Složitě stavěná párová kost, jejíž část doplňuje vzadu patrový výběžek horní čelisti a podílí se tak na stavbě tvrdého patra.

Kost radličná (*vomer*)

Nepárová kost, která se podílí na stavbě kostěného septa dutiny nosní (doplňuje tak svislou ploténku kosti čichové).

Jazykka (*os hyoideum*)

Jazykka je nepárová kost umístěná na krku pod mandibulou (je hmatná pod kůží). Nemá tedy přímý kontakt s ostatními lebečními kostmi (embryonálně je však součástí splachnokránia), je k nim připojena pouze vazy. Skládá se z těla (*corpus*), z něhož odstupuje párový velký roh (*cornu majus*) a párový malý roh (*cornu minus*). Malý roh bývá často pouze chrupavčitý. Na jazykce je vazivově zavěšen zesponu hrtan, shora se na ni upínají některé svaly jazyka.

3.4.3 SPOJE LEBEČNÍCH KOSTÍ

Syndezmózy

- **ligamentum stylohyoideum:** Vaz spojující *processus styloideus* kosti spánkové s malým rohem jazykky (zavěšuje jazykku na bázi lebni).
- **švy** (*suturæ*): Pomocí švů je vzájemně spojena většina kostí lebky. V určitém věku však švy obliterují (uzavírají se), což se děje osifikací vaziva uvnitř švu (syndesmóza se tak stává synostózou). Nejznámější a nejdelší švy se nacházejí na klenbě lebni. Jedná se o následující:
 - věncový šev (*sutura coronalis*): Nepárový šev, který spojuje kost čelní s kostmi temenními.
 - šířový šev (*sutura sagittalis*): Nepárový šev, spojuje obě temenní kosti.
 - lambdový šev (*sutura lambdoidea*): Nepárový šev, který spojuje kost týlní s kostmi temenními.
 - šupinový šev (*sutura squamosa*): Párový šev, který spojuje kost temenní s kostí spánkovou.
 - čelní šev (*sutura frontalis*): Nepárový šev spojující v dětství pravou a levou kost čelní. Pokud přetrvává až do dospělosti (asi v 8-10 % případů), nazývá se *sutura metopica* (tomuto stavu říkáme metopizmus).

Synchondrózy

- *synchrondrosis sphenooccipitalis*: Je to spojení přední plochy *pars basilaris* kosti týlní a zadní plochy těla kosti klínové pomocí hyalinní chrupavky. V době kolem 18. roku života toto spojení osifikuje, což se považuje za jednu ze známek dospělosti.

Synostózy

Jak vyplývá z popisu jednotlivých kostí lebky, řada z nich je tvořena několika částmi, které se v průběhu embryonálního vývoje spojují (srůstají). Tyto kosti jsou tedy synostózami původně několika samostatných kostí (např. kost spánková, kost klínová a další).

Klouby

- **čelistní kloub** (*articulatio temporomandibularis*): Párový kloub a jediné kloubní spojení mezi dvěma lebečními kostmi. Kloubní hlavicí je *caput mandibulae* na kondylárním výběžku dolní čelisti, kloubní jamkou je *fossa mandibularis* na dolním okraji šupiny kosti spánkové. Uvnitř kloubu se nachází chrupavčitý disk. Kloub je zpevněn několika vazy.
- *articulatio atlantooccipitalis*: Párové kloubní spojení kosti týlní a prvního krčního obratle. Kloubní hlavicí je *condylus occipitalis*, kloubní jamkou je horní kloubní ploška na atlasu. Kloub umožňuje kývavé čili flexní pohyby hlavy (anteflexi, retroflexi a lateroflexi).

3.4.4 LEBKA NOVOROZENCE

Hlava, resp. lebka novorozence se v mnohých aspektech liší od lebky dospělého člověka.

- je relativně velká – tvoří asi jednu čtvrtinu délky těla, kdežto u dospělého jednu osminu (velké je hlavně *neurocranium* a očníce – mozek novorozence má objem asi 400 cm³)
- *splanchnocranium* je velmi malé (především čelisti – důsledek ještě neprořezaných zubů)
- kosti klenby lební jsou velmi tenké, svými okraji se nedotýkají (nejsou tu ještě vytvořeny švy) – při styku okrajů kostí jsou mezi kostmi vloženy vazivové ploténky, tzv. **fontikuly** (fontanely), které jsou měkké a pohyblivé

Na lebce novorozence se vyskytují dva nepárové fontikuly (jeden mezi kostí čelní a kostmi temenními, druhý mezi kostí týlní a kostmi temenními) a dva párové fontikuly (při styku kostí na bočních částech klenby lební). Fontikuly od věku tří měsíců do dvou let postupně osifikují.

Evoluce dala člověku relativně obrovský mozek a tím i *neurocranium*, proto je i hlava novorozence obrovská. To přináší problémy s porodem hlavičky, jež se nevejde za normálních okolností do porodního kanálu (ten je navíc zúžen v důsledku adaptace pánve na vzpřímený postoj).



Lidské děti se rodí velmi nedokonale vyvinuté, na rozdíl od novorozenců lidopů (tedy nám nejpříbuznějších tvorů), kteří jsou již časné po narození schopni efektivního pohybu a smyslového vnímání. Je to dáno tím, že lidské děti se rodí s velmi nezrálým mozkem. Uvádí se, že aby byly lidští novorozenci stejně

relativně vyspělí jako jejich příbuzní lidoopí novorozenci, museli by se rodit minimálně po dvouletém těhotenství a s téměř dvojnásobně velkou hlavou než doposud (s objemem až 700 cm³). Tím by ale normální porod už vůbec nebyl možný. Člověk tedy z důvodů narůstající velikosti a kvality mozku během svého evolučního vývoje „vymyslel“ strategii rození málo vyspělých mláďat nutnou pro uskutečnění porodu, která ale musí být kompenzována dlouhou poporodní péčí. To byl také zřejmě důvod vytvoření párového (monogamního) sociálního systému (narozdíl od lidoopí polygamie), neboť složitá postnatální péče vyžaduje v ideálním případě kooperaci obou členů reprodukčního páru, tedy ženy i muže. Trvalé partnerské svazky (monogamie) byly zřejmě biologicky umožněny trvalou sexualizací a oddělením sexuálních aktivit od vlastního rozmnožování. Vyspělý lidský mozek tedy znamenal dalekosáhlé změny sociálního a sexuálního chování člověka, nutné pro efektivnější výhodu „bezbranných“ mláďat.

Průměr hlavičky se musí během porodu alespoň mírně zmenšit, což se děje tak, že jednotlivé šupiny kostí klenby lebni se během porodu přes sebe mírně střechovitě překrývají (to umožňují právě ploténky mezi jednotlivými kostmi). To však může způsobovat traumata mozku nebo velkých cév uvnitř lebeční dutiny, což znamená někdy fatální nitrolební krvácení (nehledě k samotnému komplikovanému porodu na straně matky). Přesto však nevýhoda těžkého porodu u člověka (jako následku adaptace na vzpřímenou postavu) a těžkých porodních traumat novorozenců nebyla pro evoluci takovou nevýhodou, aby zastínila výhody vzpřímeného postoje a velkého rozvoje mozku.

3.5 Páteř (*columna vertebralis*)

3.5.1 OBECNÁ STAVBA OBRATLE

Základní stavební jednotkou páteře je **obratel** (*vertebra*), což je kost nepravidelná. Základem je obratlové tělo (*corpus vertebrae*), které má tvar přibližně válce. Má tedy horní plochu (*facies terminalis superior*) a dolní plochu (*facies terminalis inferior*) a plášť po obvodu.

Velikost obratlových těl se zvětšuje kaudálním směrem, protože čím kaudálněji je obratel uložen, tím větší hmotnost těla (nad ním) musí nést. Páteř tak získává tvar sloupu, který se směrem kraniálním zužuje. Toto uspořádání je u člověka adaptací na vzpřímený postoj.

Z těla odstupuje **obratlový oblouk** (*arcus vertebrae*), který uzavírá **obratlový otvor** (*foramen vertebrale*). Jednotlivé nad sebou ležící obratlové otvory vytvářejí **páteřní kanál** (*canalis vertebralis*) obsahující míchu. V místě odstupu od těla obratle (napravo i nalevo) je oblouk zúžený, a to shora horním obratlovým zářezem (*incisura vertebralis superior*) a zdola dolním obratlovým zářezem (*incisura vertebralis inferior*). Dolní zářez kraniálnějším obratle a horní zářez kaudálnějším obratle ohraničují společně **meziobratlový otvor** (*foramen intervertebrale*), z něhož vystupuje míšní nerv. Z oblouku odstupuje několik výběžků. Směrem dozadu je to nepárový **trnový výběžek** (*processus spinosus*). Do stran odstupuje párový **příčný výběžek** (*processus transversus*). Nahoru odstupuje párový **horní kloubní výběžek** (*processus articularis superior*) a dolů párový **dolní kloubní výběžek** (*processus articularis inferior*). Kloubní výběžky mají kloubní plochy pokryté kloubními chrupavkami.

3.5.2 POPIS JEDNOTLIVÝCH TYPŮ OBRATLŮ

Krční obratle (*vertebrae cervicales*)

Je jich celkem sedm. Jejich specifikem je otvor procházející oběma příčnými výběžky a rozdvojení konce trnového výběžku. Od této základní stavby se však liší první a druhý krční obratel, jejichž zvláštní stavba je dána funkcí při pohybech hlavy.

- První krční obratel se nazývá nosič – **atlas**. Nemá tělo, pouze dvě masivní postranní části, na nichž jsou umístěny kloubní plošky (horní je hlubší a větší a spojuje se s kondyly kosti týlní, dolní je plošší a menší a spojuje se s horními kloubními ploškami druhého krčního obratle). Obě tyto části jsou spojeny předním a zadním obloukem – *arcus anterior* a *arcus posterior* (což je běžný obratlový oblouk). Atlas nemá trnový výběžek. Atlas umožňuje svou stavbou kývavé pohyby hlavy (anteflexi, retroflexi a lateroflexi).
- Druhý krční obratel se nazývá čepovec – **axis**. Má stavbu typickou pro jiné krční obratle, navíc však obsahuje zub (*dens axis*), uložený na horní ploše těla. Zub axisu je původně tělem prvního krčního obratle, které se druhotně spojilo s druhým krčním obratlem. Axis umožňuje otáčivé pohyby hlavy (rotace probíhá podle osy procházející *dens axis*).

Hrudní obratle (*vertebrae thoracicae*)

Je jich celkem dvanáct. Jejich zvláštností jsou kloubní plošky pro žebra, umístěné na těle (na spodním i dolním okraji poblíž přechodu v oblouk – sem se kloubně připojuje hlavice žebra) a na příčném výběžku (sem se kloubně připojuje krček žebra).

Bederní obratle (*vertebrae lumbales*)

Je jich celkem pět a jsou ze všech obratlů největší. Jejich původní příčné výběžky jsou zakrnělé a to, co se u nich jeví jako příčný výběžek, je výběžek žeberní (*procesus costarius*). Jedná se o rudiment bederního žebra, který se spojil pevně s bederním obratlem.

Křížové obratle (*vertebrae sacrales*)

Je jich pět, samostatné jsou však pouze na počátku vývoje, poté srůstají v kost křížovou (*os sacrum*). To je zploštělá kost tvaru čtyřbokého jehlanu. Horní širší část je báze (*basis*) a je na ní *facies terminalis superior*. Přední část báze prominuje dopředu a nazývá se předhoří (*promontorium*). Je to nejvíce mechanicky zatěžovaná část páteře (nese největší zátěž). Dolní konec je hrot (*apex*) a je na něm *facies terminalis inferior*. Přední plocha (*facies pelvica*) je hladká a obrací se do pánve. Zadní plocha (*facies dorsalis*) má výrazný reliéf. Jsou na ní hrany probíhající kraniokaudálně, jež vznikly srůstem výběžků původních obratlů. Uprostřed je to nepárová *crista sacralis mediana* (vznikla srůstem trnových výběžků obratlů), směrem laterálním potom párová *crista sacralis medialis* (vznikla srůstem kloubních výběžků obratlů) a dále párová *crista sacralis lateralis* (vznikla srůstem příčných výběžků obratlů). Uvnitř kosti křížové probíhá kanál (*canalis sacralis*), jenž je pokračováním páteřního kanálu. Na přední i zadní plochu z něj vedou čtyři páry otvorů – *foramina sacralia pelvica* a *foramina sacralia dorsalia* (obdoba *foramina intervertebralia*). Sakrální kanál vyúsťuje na kaudálním konci otvorem *hiatus sacralis*. Boční části kosti (z vý-

vojového hlediska jde o srostlá sakrální žebra) jsou masivní a je na nich kloubní ploška (*facies auricularis*) pro kloubní spojení s kostí kyčelní. Nad touto ploškou se nachází drsnatina (*tuberositas sacralis*).

Kostrční obratle (*vertebrae coccygeae*)

Je jich tři až pět a srůstají v kost kostrční (*os coccygis*), jinak označovanou jako kostrč (*coccyx*). Kostrč má tvar zploštělého kužele, kraniální konec je širší (*basis*) a kaudální vybíhá v hrot (*apex*).

3.5.3 TVAR A ZAKŘIVENÍ PÁTEŘE

Zakřivení v sagitální rovině

V sagitální rovině je páteř dvojesovitě (bisigmoidálně) prohnutá. Toto prohnutí je vyvinuto pouze u člověka a je to adaptace na vzpřímený postoj (bipedii) – páteř tak slouží jako pružina tlumící nárazy při chůzi, především nárazy na lebku (mozek). Čtyřnozí (kvadrupední) tvorové mají páteř prohnutou obloukovitě. Zakřivení v sagitální rovině je tedy dvojí:

- **lordóza:** Je to ventrální prohnutí v krčním a bederním úseku páteře.
- **kyfóza:** Je to dorzální prohnutí v hrudním a křížovém úseku páteře.

Zakřivení ve frontální rovině

Zakřivení ve frontální rovině se nazývá **skolióza** (vybočení). Lehká skolióza je fyziologická a vyskytuje se u všech lidí – u většiny mírně doprava (dextroskolióza), u některých mírně doleva (sinistroskolióza). Je to pravděpodobně kompenzační jev, daný mírnou asymetrií v délce končetin. Výraznější skolióza je patologický stav odrážející různé aspekty životního stylu (tzv. špatné držení těla), který přináší zdravotní problémy.

3.5.4 SPOJE NA PÁTEŘI

Syndezmózy

- *ligamentum longitudinale anterius*: Vaz probíhající podél páteře po předních plochách těl jednotlivých obratlů.
- *ligamentum longitudinale posterius*: Vaz probíhající podél páteře po zadních plochách těl obratlů (tedy uvnitř páteřního kanálu).
- *ligamentum interspinale*: Vaz rozepjatý mezi trnovými výběžky sousedních obratlů
- *ligamentum intertransversarium*: Vaz mezi příčnými výběžky dvou sousedních obratlů.
- *ligamentum interarcuale (flavum)*: Vaz mezi oblouky dvou sousedních obratlů. Je tvořen elastickým vazivem (na rozdíl od předchozích).
- *ligamentum nuchae*: Vaz rozepjatý ve středové rovině mezi kostí týlní a vrcholy trnových výběžků krčních obratlů, tvoří tedy septum šíjové krajiny.

Synchondrózy

- **meziobratlová ploténka (*discus intervertebralis*):** Chrupavčitý disk mezi těly dvou sousedních obratlů. První je mezi druhým a třetím krčním obratlem, poslední mezi pátým bederním obratlem a kostí křížovou (dohromady tedy 23). Ploténky tlumí nárazy při chůzi. Ploténka se skládá ze dvou částí:

- *anulus fibrosus*: Jedná se o několik koncentrických a do sebe vsazených prstenců z koleganní chrupavky.
- *nucleus pulposus*: Je to vnitřní polotekuté jádro z velkých buněk, které podle některých hypotéz představují zbytek *chorda dorsalis*.
- ***synchrondrosis sacrococcygea***: Spojení hrotu kosti křížové a báze kostrční kosti vrstvou vazivové chrupavky. Je zesíleno vazy.

Synostózy

Spojení pomocí kostní tkáně představuje kost křížová, vzniklá srůstem pěti původně samostatných křížových obratlů, a kost kostrční, vzniklá srůstem tří až pěti původně samostatných kostrčních obratlů.

Klouby

- **meziobratlový kloub (*articulatio intervertebralis*)**: Je to kloub mezi dvěma sousedními obratli. Kloubní plochy se nacházejí na kloubních výběžcích. Spojuje se vždy dolní kloubní výběžek kranialnějšího obratle s horním kloubním výběžkem kaudálnějšího obratle příslušné strany. Všechny meziobratlové klouby se pohybují jako celek.

3.6 Hrudník (*thorax*)

Hrudník je útvar složený z 12 hrudních obratlů (ty patří i k páteři), 12 párů žebber a kosti hrudní. Tyto kosti vytvářejí tzv. hrudní koš. Ten má tvar komolého kužele a je lehce předozadně oploštělý. Uvnitř je dutina (*cavum thoracis*), v níž jsou uloženy orgány dutiny hrudní (hrudník má tedy funkci mechanické ochrany na měkké orgány). Užší kranialní vchod do hrudníku se nazývá *apertura thoracis superior*, širší kaudální východ *apertura thoracis inferior*.

3.6.1 POPIS KOSTÍ HRUDNÍKU

Žebra (*costae*)

Žebro (*costa*) je dlouhá oploštělá a obloukovitě probíhající kost. Rozeznáváme na něm dvě základní části – chrupavčitou (na sternálním konci z hyalinní chrupavky) a kostěnou (většina žebra). Kostěná část se skládá z několika oddílů. Na začátku je **hlavička** (*caput costae*) s kloubní ploškou pro spojení s kloubními ploškami na tělech hrudních obratlů. Následuje **krček** (*collum costae*), na němž je kloubní ploška pro spojení s kloubní ploškou na příčném výběžku hrudního obratle. Další částí je **tělo** (*corpus costae*), které zaujímá celý zbytek kostěné části a obloukovitým průběhem zahýbá směrem ventrálním a mediálním. Dolní okraj žebra je ostrý (*crista costae*) a za ním probíhá žlábek (*sulcus costae*), v němž probíhá mezižeberní nervově cévní svazek. Lidský hrudník obsahuje 12 párů žebber, které dělíme na následující skupiny:

- **žebra pravá (*costae verae*)**: Prvních 7 párů žebber, která se svými chrupavčitými částmi připojují na kost hrudní.
- **žebra nepravá (*costae spuriae*)**: 8. – 10. pár, který se připojuje chrupavkou na chrupavku posledního pravého žebra.
- **žebra volná (*costae fluctuantes*)**: 11. a 12. pár, které končí ve svalech stěny dutiny břišní a nemá chrupavčitou část.

Žebra se embryonálně zakládají po celé délce páteř (u všech obratlů), avšak v průběhu ontogeneze se plně vyvinou pouze v hrudní oblasti, kde vytvářejí hrudní koš. Rudiment žebra u krčních obratlů srůstá s jejich příčným výběžkem, v němž se tak vytváří otvor. V bederní oblasti se rudiment žebra připojí k obratli a vytváří zde *processus costarius* (viz výše), který na první pohled vypadá jako příčný výběžek (původní příčný výběžek bederního obratle zakrňuje). U kosti křížové odpovídá žebřím laterální rozšířená část, kde je kloubní plocha pro spojení s kostí kyčelní, stejně je tomu u kosti kostrční.



KOST HRUDNÍ (*sternum*)

Plochá kost uložená ve střední rovině v přední části hrudníku, kde je hmatná přímo pod kůží. Skládá se z několika oddílů:

- **rukojeť** (*manubrium*): Leží nejkraniálněji a její okraj obsahuje několik zářezů. Na horním okraji ve střední rovině je to nepárový hrdelní zářez (*incisura jugularis*), hmatný pod kůží. Na laterálních okrajích jsou párový klíční zářez (*incisura clavicularis*), kam se kloubně připojuje kost klíční, a žeberní zářez (*incisura costalis*), kam se připojuje první žebro.
- **tělo** (*corpus*): Na laterálních okrajích jsou *incisurae costales* pro připojení pravých žeber. Tělo je spojeno s rukojetí často pouze chrupavčitě a svírá s ní tupý úhel otevřený dorzálně.
- **mečovitý výběžek** (*processus xiphoideus*): Zůstává obvykle chrupavčitý.

3.6.2 SPOJE NA HRUDNÍKU

- **mezižeberní membrána** (*membrana intercostalis*): Vazivová blána rozeptatá mezi dvěma sousedními žebry. Je dvojí, vnější (*membrana intercostalis externa*) a vnitřní (*membrana intercostalis interna*). Obě dvě membrány jsou vazivovým pokračováním stejnojmenných mezižeberních svalů.
- **articulatio costovertebralis**: Kloubní spojení mezi žebrem a hrudním obratlem. Žebro se připojuje k obratli dvakrát. Na tělo obratle se připojuje hlavice žebra, a to tak, že se obvykle vkládá do mezery mezi dvěma sousedními hrudními obratli, přičemž svou kloubní ploškou zasahuje na dolní okraj těla kraniálnějšího obratle a na horní okraj těla kaudálnějšího obratle. Na příčný výběžek hrudního obratle se připojuje krček žebra. Oba klouby jsou zpevněny řadou vazů.
- **synchrondrosis sternocostalis**: Jedná se o chrupavčité spojení (srůst) mezi sternálním koncem žebra a hrudní kostí (*incisura costalis*). U některých žeber je však připojení ke sternu kloubní (jsou tedy vytvořeny kloubní plochy a kloubní pouzdro).

3.7 Kostra horní končetiny (*ossa membri superioris*)

3.7.1 ZÁKLADNÍ STAVBA HORNÍ KONČETINY

Kostra horní končetiny se skládá z kostry pletence (kostí připojující volnou končetinu k trupu) a z kostí volné končetiny. Ta se dělí na tři úseky – *stylopodium* (odpovídá paži), *zeugopodium* (odpovídá předloktí) a *autopodium* (pěti-prstří, odpovídá ruce).

- **pletenec:** kost klíční (*clavicula*)
lopatka (*scapula*)
- **stylopodium:** kost pažní (*humerus*)
- **zeugopodium:** kost loketní (*ulna*)
kost vřetenní (*radius*)
- **autopodium:** kosti zápěstní (*ossa carpi*)
kosti záprstní (*ossa metacarpi*)
kosti prstů (*ossa digitorum manus*)

3.7.2 POPIS KOSTÍ HORNÍ KONČETINY

Kost klíční (*clavicula*)

Je to kost typu dlouhého, skládá se tedy z těla a dvou konců. Mediální konec se označuje také jako **sternální**, neboť směřuje ke sternu, s nímž se kloubně spojuje. Laterální konec se nazývá **akromiální**, neboť směřuje k acromiu lopatky, s nímž se kloubně spojuje. Tělo je esovitě prohnuté, v mediální polovině ventrálně, v laterální polovině dorzálně. Horní plocha těla je hladká, dolní plocha je zdrsňená (místa úponů několika svalů a vazů).

Lopatka (*scapula*)

Je to kost typu plochého a má přibližně trojúhelníkový tvar. Proto na ní popisujeme dvě plochy, tři hrany a tři úhly. Přední plocha (*facies costalis*) je prohloubena po celém povrchu v mělkou jámu (*fossa subscapularis*). Zadní plocha (*facies dorsalis*) je přepažena hřebenem (*spina scapulae*), který laterálně vybíhá v tzv. nadpažek (*acromion*). Průběhem hrany je zadní plocha rozdělena na dvě jámy – *fossa supraspinata* (nad spinou) a *fossa infraspinata* (pod spinou). Lopatka má tři hrany – *margo superior*, *margo medialis* a *margo lateralis*. Dále na ní můžeme popsat tři úhly (rohy) – *angulus superior*, *angulus inferior* a *angulus lateralis*. Laterální roh má složitější stavbu. Najdeme zde mělkou jamku (*cavitas glenoidalis*), což je jamka ramenního kloubu. Nad ní leží svalový hrbolek – *tuberculum supraglenoidale*, pod ní obdobný svalový hrbolek – *tuberculum infraglenoidale*. Z laterálního rohu vybíhá hákovitý výběžek (*processus coracoideus*), rudiment původně samostatné kosti krkavčí.

Kost pažní (*humerus*)

Kost typu dlouhého, skládá se tedy z těla a proximálního a distálního konce.

- **proximální konec:** Je tvořen hlavicí (*caput humeri*) krytou kloubní chrupavkou, jde tedy o hlavici ramenního kloubu. Následuje mírně zúžená část – krček (*collum humeri*) a dva svalové hrbolky – *tuberculum majus* (distálně od něho pokračuje hrana – *crista tuberculi majoris*) a *tuberculum minus* (distálně od něho pokračuje hrana – *crista tuberculi minoris*). Mezi hrbolky a hranami je žlábek (*sulcus intertubercularis*).
- **distální konec:** Je tvořen kloubním hrbolem (*condylus humeri*) pokrytým chrupavkou. Mediální část kondylu se nazývá kladka (*trochlea humeri*) a slouží ke kloubnímu spojení s ulnou, nad ní je malá jamka (*fossa coronoidea*). Laterální částí kondylu je hlavička (*capitulum humeri*) sloužící ke kloubnímu spojení s radiem, nad ní je opět malá jamka (*fossa radialis*). Na zadní ploše distálního konce humeru je větší jamka (*fossa olecrani*). Nad

mediální i laterální částí kondylu najdeme svalový hrbolek – *epicondylus medialis* a *epicondylus lateralis*.

- **tělo:** Je tvořeno diafýzou a má na průřezu přibližně kruhový až oválný tvar. Na laterální ploše těla, přibližně uprostřed jeho délky, je drsnatina – *tuberositas deltoidea*.

Kost loketní (*ulna*)

Kost typu dlouhého, skládá se tedy z těla a dvou konců, proximálního a distálního. Leží na mediálním okraji předloktí (směřuje k malíčku).

- **proximální konec:** Vybíhá vzadu ve svalový hrbol – okovec (*olecranon*). Na přední ploše je hluboký zářez (*incisura trochlearis*), pokrytý kloubní chrupavkou, do níž se klade *trochlea humeri* (je to tedy kloubní jamka části loketního kloubu). Přední okraj zářezu se nazývá *processus coronoideus*. Pod ním leží drsnatina – *tuberositas ulnae*. Na laterálním okraji proximálního konce je zářez (*incisura radialis*), do něhož se klade hlavice radia.
- **distální konec:** Užší než proximální, nazývá se hlavice (*caput ulnae*) a vybíhá v krátký výběžek (*processus styloideus*).
- **tělo:** Je tvořeno diafýzou, má na průřezu přibližně trojúhelníkovitý tvar, přičemž nejostřejší hrana (mezikostní okraj) směřuje k radiu.

Kost vřetenní (*radius*)

Kost typu dlouhého, skládá se tedy z těla a dvou konců, proximálního a distálního. Leží na laterálním okraji předloktí (směřuje k palci).

- **proximální konec:** Nazývá se hlavice (*caput radii*). Má tvar nízkého válce – jeho plášť se nazývá *circumferentia articularis*, horní plocha je mírně prohloubená v jamku (*fovea capitis radii*), do níž zapadá *capitulum humeri* (ač tedy hlavice, funkčně je to jamka humeroradiální části loketního kloubu). Pod hlavicí je zúžené místo, zvané krček (*collum radii*) a ještě distálněji na přední ploše se nachází malý hrbolek (*tuberculum radii*).
- **distální konec:** Je širší než proximální a vybíhá v *processus styloideus*. Na mediálním okraji distálního konce je zářez (*incisura ulnaris*), do které se klade distální konec ulny.
- **tělo:** Je tvořeno diafýzou, na průřezu má kapkovitý tvar – ostrou hranou směřuje k ulně.

Kosti zápěstní (*ossa carpi*)

Zápěstních kostí je celkem osm a jedná se o kosti typu krátkého. Jsou uspořádány ve dvou řadách – proximální a distální.

V *proximální řadě* leží (směrem od palce k malíčku):

- **kost lod'kovitá** (*os scaphoideum*)
- **kost poloměsíčitá** (*os lunatum*)
- **kost trojhranná** (*os triquetrum*)
- **kost hráškovitá** (*os pisiforme*)

V *distální řadě* leží (směrem od palce k malíčku):

- **kost mnohohranná větší** (*os trapezium*)
- **kost mnohohranná menší** (*os trapezoideum*)
- **kost hlavatá** (*os capitatum*)
- **kost hákovitá** (*os hamatum*)

Kosti záprstní (*ossa metacarpi*)

Záprstních kostí je celkem pět a jedná se o kosti typu dlouhého – mají tělo a dva konce, proximální a distální. Záprstní kosti jsou kosti typu dlouhého, ale epifýzu mají pouze na distálním konci (s výjimkou palcového metakarpu, u něhož je epifýza na proximálním konci).

Kosti prstů ruky (*ossa digitorum manus*)

Označují se také jako články (*phalanges*, j. č. *phalanx*) a jde o kosti typu dlouhého. Skládají se z těla a dvou konců, proximálního a distálního (má kladkovitou úpravu). Na palci jsou dva články, proximální a distální, na ostatních prstech tři – *phalanx proximalis*, *phalanx media* a *phalanx distalis*. Články prstů mají epifýzu pouze na proximálním konci.

3.7.3 SPOJE KOSTÍ HORNÍ KONČETINY

- **articulatio sternoclavicularis**: Kloub mezi sternálním koncem klavikuly a *incisura clavicularis* sternu. Uvnitř kloubu je vložen chrupavčitý disk.
- **articulatio acromioclavicularis**: Kloub mezi akromiálním koncem klavikuly a *acromionem* lopatky. Uvnitř kloubu je vložen chrupavčitý disk.
- **kloub ramenní** (*articulatio humeri*): Kloubní spojení mezi lopatkou a kostí pažní. Kloubní hlavicí je *caput humeri*, kloubní jamkou je *cavitas glenoidalis* na lopatce, která je prohloubena chrupavčitém lemem. Kloub je zpevněn několika vazy. Speciálním vazem je *ligamentum coracoacromiale*, rozepjatý mezi acromiem a hákovitým výběžkem lopatky, který tvoří mechanickou bariéru proti nadměrné abdukci ramenního kloubu.
- **loketní kloub** (*articulatio cubiti*): Kloubní spojení mezi humerem, ulnou a radiem, jde tedy o složený kloub. Rozlišujeme tři části tohoto kloubu:
 1. *Articulatio humeroulnaris*: Kloubní spojení mezi *trochlea humeri* a *incisura trochlearis* na ulně.
 2. *Articulatio humeroradialis*: Kloubní spojení mezi *capitulum humeri* a *fovea capitis radii*.
 3. *Articulatio radioulnaris proximalis*: Kloubní spojení mezi *incisura radialis* na proximálním konci ulny a *circumferentia articularis* na hlavici radia. Kloubní ploška na ulně je velmi malá a dotýká se jí pouze malá část příslušné kloubní plošky na obvodu hlavice radia, proto je k okrajům kloubní plošky na ulně připojen prstenčitý vaz – *ligamentum anulare radii*, který obkružuje zbytek obvodu hlavice radia. Zabraňuje jednak vychýlení hlavice radia, jednak rozšiřuje kloubní plošku.

Celý kloub je obalen kloubním pouzdem. Kloubní pouzdro je zpevněno několika vazy, především *ligamentum collaterale radiale* (na laterálním okraji) a *ligamentum collaterale ulnare* (na mediálním okraji).

- **articulatio radioulnaris distalis:** Kloub mezi distálními konci ulny a radia, tedy mezi *caput ulnae* a *incisura ulnaris* na radiu. Uvnitř kloubu je chrupavčitý disk.
- **membrana interossea antebrachii:** Vazivová blána rozepjatá mezi mezi-kostními okraji diafýz ulny a radia. Je místem odstupů několika svalů.
- **zápěstní kloub (articulatio radiocarpea):** Kloub mezi kloubní ploškou na distálním konci radia a společnou kloubní ploškou na proximální řadě zápěstních kůstek. Kloubní pouzdro je zpevněno několika vazy, především *ligamentum collaterale radiale* (na laterálním okraji) a *ligamentum collaterale ulnare* (na mediálním okraji).
- **articulatio intercarpea:** Kloub mezi proximální a distální řadou zápěstních kůstek a mezi jednotlivými zápěstními kůstkami.
- **articulatio carpometacarpea:** Kloubní spojení mezi distální řadou zápěstních kůstek a bázemi kostí záprstních (metakarpů). Speciální význam má karpometakarpální kloub palce, jehož kloubní plošky jsou sedlovité a umožňují opozici palce (lidský znak).
- **articulatio metacarpophalangea:** Kloubní spojení mezi hlavičkami metakarpů a bázemi proximálních článků prstů.
- **articulatio interphalangea:** Kloubní spojení mezi hlavičkou (kladkou) proximálnějšího a bází distálnějšího prstního článku. Na palci je tedy jeden, na ostatních prstech dva.

3.8 Kostra dolní končetiny (*ossa membri inferioris*)

3.8.1 ZÁKLADNÍ STAVBA DOLNÍ KONČETINY

Kostra dolní končetiny se skládá z kostry pletence a z kostí volné končetiny. Ta se dělí na tři úseky – *stylopodium* (odpovídá stehnu), *zeugopodium* (odpovídá bérce) a *autopodium* (pětipaprscité, odpovídá noze).

- **pletenec:** kost pánevní (*os coxae*)
- **stylopodium:** kost stehenní (*femur*)
- **zeugopodium:** kost holenní (*tibia*)
kost lýtková (*fibula*)
- **autopodium:** kosti zánártní (*ossa tarsi*)
kosti nártní (*ossa metatarsi*)
kosti prstů (*ossa digitorum pedis*)

3.8.2 POPIS KOSTÍ DOLNÍ KONČETINY

Kost pánevní (*os coxae*)

Pánevní kost vzniká během ontogeneze srůstem tří původně samostatných kostí, jimiž jsou kost kyčelní (*os ilium*), kost sedací (*os ischii*) a kost stydká (*os pubis*). Všechny tři kosti se spojují v hluboké jámě na laterálním okraji pánevních kostí, která se nazývá *acetabulum*. Jedná se o jamku kyčelního kloubu, do níž zapadá hlavice femuru. Uvnitř acetabula je poloměsíčitá, kloubní chrupavkou pokrytá kloubní ploška (*facies lunata*), přerušená zářezem (*incisura acetabuli*). Uprostřed acetabula je jamka (*fossa acetabuli*), která je ohraničená

výše uvedenou poloměsíčitou kloubní ploškou. Pravá a levá pánevní kost tvoří spolu s kostí křížovou útvar zvaný pánev – **pelvis**.

- **kost kyčelní** (*os ilium*): Skládá se z těla (*corpus*) a lopaty (*ala*).
 - *corpus*: Část kosti přiléhající k acetabulu.
 - *ala*: Plochá kost, jež tvoří největší část pánevní kosti. Má dvě plochy – zadní *facies glutea* (upínají se sem hýžd'ové svaly) a přední – *facies pelvica*, prohloubenou v jámu (*fossa iliaca*). Lopata je po obvodu lemována masivní hranou (*crista iliaca*), která vybíhá vpředu v horní a dolní trn – *spina iliaca anterior superior* a *spina iliaca anterior inferior*, a podobně vzadu v horní a dolní trn – *spina iliaca posterior superior* a *spina iliaca posterior inferior*. V zadní části lopaty je kloubní plocha pro spojení s kostí křížovou – *facies auricularis* (má boltcovitý tvar) a nad ní drsnatina – *tuberositas iliaca*. Pod kloubní plochou je velký sedací zářez (*incisura ischiadica major*).
- **kost sedací** (*os ischii*): Skládá se z těla (*corpus*) a ramene (*ramus*).
 - *corpus*: Je při acetabulu a vybíhá v trn (*spina ischiadica*), který tak leží při dolním okraji *incisura ischiadica major*.
 - *ramus*: Je rozšířeno v sedací hrbol (*tuber ischiadicum*).
- **kost stydká** (*os pubis*): Skládá se z těla (*corpus*), horního ramene (*ramus superior*) a dolního ramene (*ramus inferior*).
 - *corpus*: Leží při acetabulu (někdy je však jako tělo popisován úsek kosti na přechodu horního a dolního ramene).
 - horní rameno – *ramus superior* a dolní rameno – *ramus inferior* se stýkají na stydké plošce – *facies symphyialis* (na jejím horním okraji je hrbolek – *tuberculum pubicum*), kde se obě stydké kosti mezi sebou chrupavčitě spojují tzv. sponou stydkou. Obě ramena kosti stydké spolu s ramenem kosti sedací ohraničují velký otvor v pánevní kosti – *foramen obturatum* (otvor ucpaný).

Kost stehenní (*femur*)

Kost typu dlouhého, skládá se tedy z těla a proximálního a distálního konce.

- **proximální konec**: Je tvořen hlavicí (*caput femoris*), která je hlavicí kyčelního kloubu. Hlavice je pokryta kloubní chrupavkou s výjimkou malé jamky na vrcholu (*fovea capitis femoris*). Následuje krček (*collum femoris*), svírající s tělem femuru tzv. **kolodiafyzární úhel** (asi 125°). Dále jsou na proximálním konci dva svalové hrbolky (tzv. chocholíky) – *trochanter major* (na jeho zadní ploše je jamka – *fossa trochanterica*) a *trochanter minor*.
- **distální konec**: Vybíhá ve dva kloubní hrboly – *condylus medialis* a *condylus lateralis*, které jsou pokryty kloubní chrupavkou, tvoří tedy hlavice kolenního kloubu. Oba kondyly jsou odděleny zářezem (*incisura condylaris*). Nad každým kondylem je menší svalový hrbolek – *epicondylus medialis* a *epicondylus lateralis*.
- **tělo**: Je tvořeno diafýzou, má na průřezu přibližně oválný až kruhový průřez. Je obloukovitě prohnuto mírně dopředu. Po jeho zadní ploše probíhá

odshora dolů drsná čára (*linea aspera*), jejíž proximální konec je rozšířen v drsnatinu – *tuberositas glutea*.

Češka (patella)

Patella je největší sezamskou kostí lidského těla (jako sezamské označujeme kosti vznikající osifikací části úponových šlach svalů v blízkosti kloubů). Patella vzniká osifikací části úponové šlachy čtyřhlavého svalu stehenního. Horní část je širší (*basis patellae*), dolní část užší (*apex patellae*). Zadní plocha je pokryta kloubní chrupavkou a je rozdělena svisle probíhající hranou na menší mediální a větší laterální část.

Kost holenní (tibia)

Kost typu dlouhého, skládá se tedy z těla a dvou konců, proximálního a distálního. Leží na mediálním okraji bérce, směřuje tedy k palci.

- **proximální konec:** Tvořen dvěma kloubními hrboly – *condylus medialis* a *condylus lateralis*. Jejich horní plocha je pokryta kloubní chrupavkou, tvoří tedy jamky kolenního kloubu. Mezi kondyly leží vyvýšenina (*eminentia intercondylaris*) tvořená několika hrbolky bez kloubní chrupavky, na něž se upínají křížové vazy a menisky kolenního kloubu. Na předním okraji pod kondyly leží výrazná drsnatina – *tuberositas tibiae* (místo úponu čtyřhlavého svalu stehenního).
- **distální konec:** Užší než proximální a vybíhá ve vnitřní kotník (*malleolus medialis*). Dolní plocha tibie i vnitřního kotníku je pokryta kloubní chrupavkou. Na laterálním okraji distálního konce tibie je zářez (*incisura fibularis*), do níž se klade distální konec fibuly.
- **tělo:** Je tvořeno diafýzou a má na průřezu trojúhelníkovitý tvar, má tedy tři plochy. Vzadu je tělo ploché – *facies posterior*, dopředu vybíhá hrana hmatná pod kůží bérce, která rozděluje přední plochu na *facies medialis* (opět hmatná pod kůží) a *facies lateralis*.

KOST LÝTKOVÁ (fibula)

Kost typu dlouhého, skládá se tedy z těla a dvou konců, proximálního a distálního. Leží na laterálním okraji bérce, směřuje tedy k malíčku.

- **proximální konec:** Vybíhá v hlavici (*caput fibulae*).
- **distální konec:** Vybíhá ve vnější kotník (*malleolus lateralis*) krytý z vnitřní strany kloubní chrupavkou, vyjma žlábků na zadní straně jeho vnitřní plochy (*sulcus malleoli lateralis*), kterým probíhají šlachy některých svalů.
- **tělo:** Je tvořeno diafýzou a má na průřezu nepravidelný, tří- až pětiúhelníkový tvar, který je velmi variabilní.

Kosti zánártní (ossa tarsi)

Zánártních kostí je celkem sedm a jedná se o kosti typu krátkého. Mají složitější úpravu než odpovídající kosti na ruce. Patří mezi ně:

- **kost hlezenní (talus)**
- **kost patní (calcaneus)**

- **kost lodkovitá** (*os naviculare*)
- **kost krychlová** (*os cuboideum*)
- **vnitřní klínová kost** (*os cuneiforme mediale*)
- **střední klínová kost** (*os cuneiforme intermedium*)
- **vnější klínová kost** (*os cuneiforme laterale*)

Kost hlezenní (*talus*) leží nejproximálněji. Největší část kosti zaujímá kladka (*trochlea*), která zapadá do vidlice mezi distálními konci tibie a fibuly. Kladka je pokrytá kloubní chrupavkou, tvoří tedy hlavici hlezenního kloubu. **Kost patní** (*calcaneus*) je největší zánártní kostí a je uložena pod kostí hlezenní. Vybíhá směrem dozadu v patní hrbol (*tuber calcanei*).

Kosti nártní (*ossa metatarsi*)

Nártních kostí je celkem pět a jedná se o kosti typu dlouhého – mají tělo a dva konce, proximální a distální. Podobně jako na ruce i nártní kosti mají epifýzu pouze na jednom konci, a to na distálním (kromě palcového metatarzu, kde je epifýza na proximálním konci).

Kosti prstů nohy (*ossa digitorum pedis*)

Označují se rovněž jako články (*phalanges*) a jedná se o kosti typu dlouhého. Skládají se z těla a dvou konců, proximálního a distálního (má kladkovitou úpravu). Na palci jsou dva články, proximální a distální, na ostatních prstech tři – *phalanx proximalis*, *phalanx media* a *phalanx distalis*. Rovněž články prstů nohy mají pouze jednu epifýzu, a to na proximálním konci.



Klenba nožní

Kosti nohy nejsou za běžných okolností při vzpřímeném postoji rovnoběžné s podložkou, nýbrž jsou klenuté. Vzniká tím tzv. podélná a příčná klenba nožní, která způsobuje, že při stání či chůzi se podkladu dotýkají pouze tři body na plosce nohy – pata a oblast pod hlavičkami prvního a pátého metatarsu. Toto klenutí je způsobeno jednak anatomickou stavbou kostí nohy (např. metatarsy jsou dorzálně prohnuty), jednak tahem vazů a svalů. Jedná se o adaptaci na vzpřímený postoj, kdy klenba nožní jednak odpružuje tělo při chůzi (působí jako pružina), jednak chrání měkké tkáně (především cévy a nervy) při stání (kdyby kosti doléhaly při stání na podložku, uskrínuly by se pod nimi probíhající cévy a nervy).

3.8.3 SPOJE KOSTÍ DOLNÍ KONČETINY

- **kloub křížokyčelní** (*articulatio sacroiliaca*): Kloub mezi kostí křížovou a kostí kyčelní. Spojují se v něm *facies auriculares* obou těchto kostí. Kloub je téměř nepohyblivý, což je dáno tím, že kloubní plochy mají nepravidelný povrch, jsou pokryty vazivovou chrupavkou (nikoliv hyalinní) a kloubní pouzdro je těsné a zpevněné silnými vazy. Mezi zpevňující vazy patří:
 - *ligamentum sacroiliacum anterius*: Mezi křížovou a kyčelní kostí vpředu.
 - *ligamentum sacroiliacum posterius*: Mezi křížovou a kyčelní kostí vzadu.
 - *ligamentum sacroiliacum interosseum*: Mezikostní vaz běžící mezi *tuberositas iliaca* kosti kyčelní a *tuberositas sacralis* kosti křížové.

- *ligamentum sacrospinale*: Vaz napjatý mezi *spina ischiadica* a laterální částí kosti křížové. Uzavírá *incisura ischiadica major* a mění ji tak na otvor – *foramen ischiadicum majus*.
- *ligamentum sacrotuberale*: Vaz rozepjatý mezi *tuber ischiadicum* a laterální částí kosti křížové.
- **spona stydká** (*symphysis pubica*): Je to nepárové chrupavčité spojení mezi kostmi pánevními ve středové rovině – mezi obě *facies symphysiales* stydkých kostí je vložen *discus interpubicus* z kolagenní chrupavky. Spoj je zesílen několika vazy.
- **membrana obturatoria**: Jedná se o vazivovou membránu přepažující *foramen obturatum*.
- **kloub kyčelní** (*articulatio coxae*): Kloubní spojení mezi kostí pánevní a kostí stehenní. Kloubní hlavicí je *caput femoris*, kloubní jamkou je *acetabulum*. Vlastní kloubní ploškou v acetabulu je *facies lunata*. Acetabulum je prohloubeno chrupavčítým lemem připojujícím se na jeho okraje, v oblasti *incisura acetabuli* je však tento lem přerušen a doplněn vazem – *ligamentum transversum acetabuli*. Kloub je zpevněn několika vazy:
 - *ligamentum capitis femoris*: Vaz odstupující od *fovea capitis femoris* na vrcholu hlavice femuru, směřuje do *fossa acetabuli*, poté podbíhá *ligamentum transversum acetabuli* a upíná se v sousedství acetabula. Je to tedy intraartikulární vaz.
 - *ligamentum iliofemorale*: Mezi krčkem femuru a kostí kyčelní.
 - *ligamentum ischiofemorale*: Mezi krčkem femuru a kostí sedací.
 - *ligamentum pubofemorale*: Mezi krčkem femuru a kostí stydkou.
 - *zona orbicularis*: Vaz cirkulárně obepínající krček femuru. Vzniká z části vláken, která odstupují z předchozích tří vazů.
- **kloub kolenní** (*articulatio genus*): Kloub mezi kostí stehenní, kostí holenní a česčkou (kost lýtková se na něm nepodílí). Je to nejsložitější kloub v těle. Má tři části:
 1. Spojení mezi kloubními plochami na mediálním kondylu femuru a mediálním kondylu tibie. Protože mají uvedené plošky odlišné zakřivení, je mezi ně vložena chrupavčitá ploténka – *meniscus medialis*.
 2. Spojení mezi kloubními plochami na laterálním kondylu femuru a laterálním kondylu tibie. Protože mají uvedené plošky odlišné zakřivení, je mezi ně vložena chrupavčitá ploténka – *meniscus lateralis*.
 3. Spojení mezi patelární plochou na femuru a zadní plochou patelly.

Fibrózní vrstva kloubního pouzdra obaluje celý kloub a vybíhá z ní několik výčlipek do okolních tkání, z nichž některé se odškrcejí a vytvářejí tak burzy okolo kloubu. Synoviální vrstva se však upíná pouze na okraje kloubních plošek obou kondylů, dovnitř její dutiny se tedy nedostanou prostory mezi kondylly jak na femuru, tak na tibi, obsahující křížové vazy (*viz níže*). Kromě toho vybíhá v několik řas, podložených tukovou tkání. Kloub je zpevněn několika vazy:

- křížové vazy (*ligamenta cruciata*): Dva silné vazy, probíhající mezi *incisura condylaris* na femuru a *eminentia intercondylaris* na tibiai. Jsou to tedy intraartikulární vazy, které zpevňují spojení femuru a tibie a brání nadměrným pohybům v kloubu.
- *ligamentum collaterale tibiale*: Zesiluje kloubní pouzdro na mediálním okraji kloubu.
- *ligamentum collaterale fibulare*: Zesiluje kloubní pouzdro na laterálním okraji kloubu.
- ***articulatio tibiofibularis***: Kloubní spojení mezi proximálním koncem fibuly (hlavicí) a proximálním koncem tibie (není součástí kolenního kloubu).
- ***syndesmosis tibiofibularis***: Spojení mezi distálními konci tibie a fibuly (ten se klade do *incisura fibularis na tibiai*). Není to tedy kloub.
- ***membrana interossea cruris***: Vazivová blána rozepjatá mezi mezikostními okraji diafýz tibie a fibuly. Je místem odstopu několika svalů.
- **kloub hlezenní (*articulatio talocruralis*)**: Kloubní spojení mezi talem, tibií a fibulou. Kloubní hlavicí je *trochlea tali*, kloubní jamka, do které zapadá kladka, je tvořena vidlicí distálního konce tibie (s vnitřním kotníkem) a distálního konce fibuly (s vnějším kotníkem). Kloub je zpevněn řadou vazů, např. *ligamentum collaterale tibiale* (na mediálním okraji) a *ligamentum collaterale fibulare* (na laterálním okraji).
- ***articulatio intertarsea***: Souhrnné označení pro kloubní spoje mezi jednotlivými tarsálními kostmi.
- ***articulatio tarsometatarsea***: Kloubní spojení mezi distálními tarsálními kostmi (*os cuboideum* a *ossa cuneiformia*) a bázemi metatarsů.
- ***articulatio metatarsophalangea***: Kloubní spojení mezi hlavičkami metatarsů a bázemi proximálních článků prstů.
- ***articulatio interphalangea***: Kloubní spojení mezi hlavičkou (kladkou) proximálnějšího a bází distálnějšího prstního článku. Na palci je tedy jeden, na ostatních prstech dva.
- ***ligamentum plantare longum***: Jedná se o vaz začínající na *tuber calcanei* a upínající se na bázi několika metatarzálních kostí. Vaz se významně podílí na udržování klenby nožní.

4 SVALOVÁ SOUSTAVA (*systema musculorum*)

4.1 Funkce svalové soustavy

- **pohybová funkce** – svaly tvoří aktivní součást pohybového systému
- **tvárová funkce** – muskulatura vytváří exteriér (vnější tvar) člověka

4.2 Rozdělení svalové soustavy

Jednotkou svalové soustavy je sval (*musculus*). Svalová soustava se dělí na:

- **svaly hlavy** (*musculi capitis*)
- **svaly trupu** (*musculi trunci*)
 - svaly dorzální části trupu – svaly zad (*musculi dorsi*)
 - svaly ventrální části trupu
 - svaly krku (*musculi colli*)
 - svaly hrudníku (*musculi thoracis*)
 - svaly břicha (*musculi abdominis*)
 - svaly pánevní přepážky (*musculi diaphragmatis pelvis*)
 - svaly hráze (*musculi perinei*)
- **svaly končetin**
 - svaly horních končetin (*musculi membri superioris*)
 - svaly dolních končetin (*musculi membri inferioris*)

4.3 Obecná myologie

4.3.1 STAVBA SVALU

- **začátek** (*origo*): Tvořen počáteční šlachou odstupující obvykle od kosti, někdy i od kůže. Šlacha je tvořena pravidelně uspořádanými vlákny tuhého kolagenního vaziva, která mají hierarchické uspořádání – jednotlivá vlákna se spojují ve svazečky, ta potom ve větší svazky a dále ve svazky vyšších řádů, až utvoří celou šlachu. Vlákna jsou mezi sebou propojena řídkým kolagenním vazivem zvaným *peritenonium internum* (*endotenonium*). Na povrchu je šlacha kryta tužším vazivovým obalem označovaným jako *peritenonium externum* (*epitenonium*).
- **bříško** (*venter*): Masitá část svalu. Její počátek se také nazývá *caput* (hlava), konec se označuje jako *cauda* (cíp). Svalové bříško je tvořeno příčně pruhovanou svalovou tkání. Základní jednotkou je svalové vlákno vzniklé splynutím za sebou jdoucích buněk, je to tedy mnohjaderný útvar. Vlákna mají ve svalu hierarchické uspořádání – tvoří svalové snopečky, ty se spojují ve větší snopce a ty ve snopce vyšších řádů, až nakonec utvoří celý sval. Svalová vlákna jsou ve snopcích spojena řídkým kolagenním vazivem označovaným jako *perimysium internum* (*endomysium*). Povrch celého svalu je obalen tužším vazivem zvaným *perimysium externum* (*epimysium*).

Na povrchu svalu jsou tzv. **povázky svalové (fascie)** – vazivové blány obalující jeden celý sval, skupinu několika svalů nebo všechny svaly příslušné části těla. Tzv. povrchová fascie obaluje téměř celou muskulaturu těla přímo pod kůží.

- **úpon (insertio):** Tvořen úponovou šlachou, která se upíná obvykle na kost, někdy do kůže či na jiné orgány. Její vnitřní stavba je stejná jako u počáteční šlachy.

4.3.2 ROZDĚLENÍ SVALŮ PODLE TVARU

Rozdělení podle převažujícího rozměru

- **svaly dlouhé:** Převládá u nich délka. Mají stuhovité či provazovité šlachy.
- **svaly krátké:** Všechny tři rozměry (délka, šířka i tloušťka) jsou přibližně stejné. Mají stuhovité či provazovité šlachy.
- **svaly ploché:** Převládají u nich dva rozměry. Tyto svaly mají obvykle široké ploché šlachy, které se označují jako **aponeurózy**.

Rozdělení podle průběhu svalových vláken

- **svaly paralelní:** Svalová vlákna probíhají přibližně rovnoběžně s podélnou osou svalu.
- **svaly zpeřené:** Svalová vlákna probíhají rovnoběžně, ale svírají s podélnou osou svalu určitý úhel. Šlacha probíhá po celé jejich délce. Dělíme je na:
 - *svaly jednozpeřené:* Svalová vlákna se připojují na jeden okraj šlachy.
 - *svaly dvojzpeřené:* Svalová vlákna se na šlachu připojují ze dvou stran.
 - *svaly mnohozpeřené:* Svalová vlákna se napojují ke šlaše ze všech stran.
- **svaly radiální:** Svalová vlákna se sbíhají k jedné šlaše.
- **svaly cirkulární (orbikulární):** Svalová vlákna mají kruhový průběh.

Rozdělení podle počtu hlav

- **svaly jednohlavé:** Mají pouze jednu hlavu (jeden začátek).
- **svaly vícehlavé:** Mají více začátků. Dělí se podle počtu hlav na:
 - sval dvojhlavý – *musculus biceps*: Má dvě hlavy (dva začátky).
 - sval trojhlavý – *musculus triceps*: Má tři hlavy (tři začátky).
 - sval čtyřhlavý – *musculus quadriceps*: Má čtyři hlavy (čtyři začátky)

Rozdělení podle počtu bříšek

- **svaly jednobříškové:** Mají pouze jedno bříško.
- **svaly vícebříškové:** Mají dvě či více za sebou jdoucích bříšek, které jsou od sebe odděleny vsunutými šlachami (*tendo intermedius*).

4.3.3 ROZDĚLENÍ SVALŮ PODLE FUNKCE

Každý sval může vykonávat svoji funkci pouze tehdy, překlene-li alespoň jedno pohyblivé kostní spojení, ve kterém dochází vlivem kontrakce svalu ke změně postavení kostí, tedy k jejich pohybu. Svaly, které se spolu účastní na jednom pohybu, se označují jako **synergisté**. Svaly vykonávající opačný pohyb

se navzájem označují jako **antagonisté** (protichůdné svaly). Rozlišujeme několik antagonistických skupin (dvojic) svalů, jejichž názvy jsou odvozeny od příslušného typu pohybu:

Hlavní antagonistické skupiny

Svaly vykonávající pohyby podle příčné osy těla:

- **flexory** (ohybače) × **extenzory** (natahovače)

Svaly vykonávající pohyby podle sagitální osy těla:

- **adduktory** (přitahovače) × **abduktory** (odtahovače)

Svaly vykonávající pohyby podle podélné osy končetin (rotátory):

- **pronátory** (vnitřní rotátory) × **supinátory** (vnější rotátory)

Další antagonistické skupiny

- **levátory** (zdvíhače) × **depresory** (stahovače)
- **sfinktery** (svěrače) × **dilatátory** (rozvěrače)

4.3.4 VÝVOJ SVALŮ

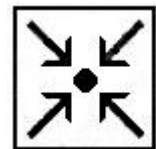
Příčně pruhovaná svalová tkáň, podílející se hlavní měrou na stavbě a funkci svalové soustavy, je původu mezodermálního (ze středního zárodečného listu). Podle konkrétního místa vzniku rozdělujeme svaly na dvě hlavní skupiny:

Axiální svalstvo

Axiální svalstvo se vyvíjí ze somitů čili prvosegmentů (segmentárně uspořádané okrsky mezodermu po obou stranách středové roviny podél dorzální části zárodka). Každý somit se během embryonálního vývoje rozdělí na *sklerotom* (z něho vzniká kost), *dermatom* (dává vzniknout škáře) a *myotom* (vzniká z něho příčně pruhovaná svalovina). Axiální svalstvo vzniká z myotomů jednotlivých segmentů. Myotomy mají tedy segmentární uspořádání a každý je inervován jedním nervem vystupujícím z neurální trubice. V další fázi vývoje se každý myotom rozdělí přepážkou (*myoseptum horizontale*) na dorzální čili epaxiální úsek, inervovaný zadní větvičkou míšního nervu, a ventrální čili hypaxiální úsek, inervovaný přední větvičkou míšního nervu.

Myoseptum je dobře zachováno např. u ryb. U člověka je jeho pozůstatkem vazivová přepážka mezi hlubokými svaly zádozími a zadní skupinou břišních svalů (probíhá tedy ve frontální rovině na úrovni příčných výběžků obratlů).

- **epaxiální (dorzální) svalovina:** Vzniká z epaxiálních oddílů myotomů. Do této skupiny patří svaly uložené od páteře směrem dozadu, tedy autochtonní (hluboké) svaly zádozí. Epaxiální svalovina si zachovává určitý stupeň segmentace po celý život. Je inervována zadními větvičkami míšních nervů, kdy každý segment inervuje příslušný nerv.
- **hypaxiální (ventrální) svalovina:** Vyvíjí se z hypaxiálních oddílů myotomů. Do této skupiny patří svaly uložené od páteře směrem dopředu, tedy větší část svalů trupu (svaly krku, hrudníku, břicha, pánve a rovněž svaly horních a dolních končetin, které vznikají složitějším přesunem hypaxiální svaloviny do základů končetin). U hypaxiální svaloviny dochází v průběhu



vývoje ke splývání segmentů a k vymizení segmentace. Je tomu tak v krční, břišní a pánevní oblasti ventrální části trupu. Hrudní oblast je výjimkou, zde se segmentace zachovává (ve formě mezižeberních svalů). Hypaxiální svalovinu inervují přední větvičky míšních nervů, u nichž dochází ke splývání za vzniku nervových pletení (mimo hrudní oblast).

Branchiální svalstvo

Branchiální (žaberní) svalovina se vyvíjí z mezodermy žaberních oblouků. Protože každý žaberní oblouk je inervován jedním hlavovým nervem, jsou i svaly branchiálního původu inervovány příslušnými hlavovými nervy (5., 7., 9., 10. a 11.). Patří sem svaly žvýkácí (na hlavě i některé svaly suprahyoidní na krku – 5. hlavový nerv), mimické (na hlavě i některé svaly suprahyoidní na krku – 7. hlavový nerv), svaly hltanu (9. a 10. hlavový nerv), svaly měkkého patra (10. hlavový nerv), svaly hrtanu (10. hlavový nerv), příčně pruhované svaly jícnu (10. hlavový nerv) a dva další svaly – *m. strenocleidomastoideus* a *m. trapezius* (11. hlavový nerv).

4.4 Svaly hlavy (*musculi capitis*)

4.4.1 SVALY ŽVÝKACÍ (*musculi masticatorii*)

Žvýkácí svaly se upínají na dolní čelist a zajišťují tak pohyby v čelistním kloubu. Podílejí se tak na žvýkání čili mechanickém zpracovávání potravy. Funkčně k nim patří i některé svaly nadžylkové v krční krajině (*viz níže*). Žvýkácí svaly jsou branchiálního původu a jsou inervovány 5. hlavovým nervem.

- ***musculus temporalis*** – sval spánkový: Začíná ve *fossa temporalis* (mělká jáma na vnější ploše temenních a spánkových kostí) a od spánkových linií na temenních kostech. Upíná se na *processus coronoideus* (svalový výběžek) dolní čelisti.
- ***musculus masseter*** – sval žvýkácí: Začíná na jařmovém oblouku, upíná se do *tuberositas masseterica* na úhlu dolní čelisti.
- ***musculus pterygoideus medialis***: Začíná ve *fossa pterygoidea* na křídlovitém výběžku kosti klínové, upíná se do *tuberositas pterygoidea* na úhlu dolní čelisti.
- ***musculus pterygoideus lateralis***: Začíná na *lamina lateralis* křídlovitého výběžku kosti klínové, upíná se do čelistního kloubu.

4.4.2 SVALY MIMICKÉ (*musculi faciales*)

Mimické svaly začínají na kostech obličejového skeletu a upínají se do kůže obličeje, popř. začínají i upínají se do kůže. Svými kontrakcemi způsobují pohyb kůže na obličeji (tvorbu či vyrovnávání záhybů, jamek, vrásek atd.), čímž vytvářejí mimiku obličeje (jsou tedy efektoři neverbální – mimické řeči). Mimické svaly jsou branchiálního původu a jsou inervovány 7. hlavovým nervem. Jejich základem je tzv. podkožní sval, který se v celistvé formě vyskytuje u některých savců. Mimické svalstvo u člověka vzniká rozpadem tohoto původně jednotného svalu, jehož část se zachovala pouze v krční krajině jako *musculus platysma* (*viz níže*). Mimické svaly dělíme topograficky (podle umístění) do následujících skupin:

Svaly klenby lební

- ***musculus occipitofrontalis*** – týločelní sval: Má dvě bříška:

- týlní bříško (*venter occipitalis*) – začíná od týlní kosti
- čelní bříško (*venter frontalis*) – upíná se do kůže čela.

Bříška jsou spojena širokou plochou šlachou, tzv. šlachovou přilbou (*galea aponeurotica*), která pokrývá kosti klenby lební a je pevně srostlá s kůží.

Svaly štěrbiny oční

Jedná se o svaly umístěné kolem vnějších vchodů do očnice, umožňují mimiku kolem očí. Největším je:

- ***musculus orbicularis oculi*** – kruhový sval oční: Sval obkružuje očnice a je umístěn uvnitř obou očních víček.

Svaly nosní

Jsou to svaly umístěné na křídlech nosních nebo v jejich blízkosti. Umožňují pohyby nosních křídel včetně zužování a rozšiřování nosních dírek. Patří sem:

- ***musculus nasalis***
- ***musculus levator labii superioris alaeque nasi***

Svaly štěrbiny ústní

Jsou to svaly umístěné kolem vchodu do ústní dutiny. Podílejí se na pohybech rtů, tváří a brady. Topograficky je můžeme rozdělit do tří skupin – horní, střední a dolní.

a) horní skupina (zdvihače)

- ***musculus zygomaticus major***
- ***musculus zygomaticus minor***
- ***musculus levator anguli oris***
- ***musculus levator labii superioris***

b) střední skupina

- ***musculus orbicularis oris*** – kruhový sval ústní: Obkružuje vchod do dutiny ústní, je tedy umístěn uvnitř horního a dolního rtu.
- ***musculus buccinator*** – sval tvářový: Sval začíná na alveolárních výběžcích horní i dolní čelisti v rozsahu molárů a upíná se do kůže rtů, přičemž jeho vlákna se proplétají i s vlákny kruhového svalu ústního. Svými kontrakcemi vytlačuje tento sval vzduch z předsíně dutiny ústní (tedy z prostoru mezi rty a zuby) a uplatňuje se tak mimo jiné při hře na dechové nástroje (jiný název tohoto svalu je sval trubačský).
- ***musculus risorius*** – sval smíchový: Čistě kožní sval pod kůží napříč tváří od ušního boltce do ústního koutku. Jeho přítomnost je velmi variabilní.

c) dolní skupina (stahovače)

- ***musculus depressor anguli oris***
- ***musculus depressor labii inferioris***
- ***musculus mentalis***

Svaly boltce ušního

- **extraaurikulární svaly:** Svaly probíhající od klenby lební ke chrupavce boltce ušního. U některých savců pohybují ušním boltcem (natáčejí ho ve směru přicházejícího zvuku), u člověka jsou rudimentární.
- **intraaurikulární svaly:** Velmi krátké svaly umístěné přímo na chrupavce boltce ušního. U některých savců ovlivňují tvar boltce ušního, u člověka jsou rudimentární.

4.5 Svaly krku (*musculi colli*)

4.5.1 POVRCHOVÉ SVALY KRČNÍ

- ***musculus platysma*:** Je to velmi tenký plochý sval umístěný přímo pod kůží (na povrchové fascii) krku. Z jeho kraniiální části se v průběhu embryonálního vývoje oddělují jednotlivé mimické svaly (*viz výše*). Je branchiálního původu a je inervován ze 7. hlavového nervu.
- ***musculus sternocleidomastoideus*:** Jde o dlouhý a silný sval, který začíná na *manubrium sterni* a sternálním konci klavikuly, probíhá kraniiálně a mírně dorzálně a upíná se na *processus mastoideus*. Tento sval udržuje hlavu ve vzpřímené poloze při vzpřímeném postoji (ochabuje při únavě a usínání, kvůli čemuž „padá“ hlava). Je branchiálního původu a je inervován z 11. hlavového nervu.

4.5.2 SVALY JAZYLKOVÉ (HYOIDNÍ)

Svaly podjazylkové (infrahyoidní)

Jsou to svaly umístěné pod jazylkou, upínají se obvykle na spodní okraj jazyky. Patří vývojově k vlastním krčním svalům, jsou proto inervovány nervy z krční nervové pleteně.

- ***musculus sternohyoideus*:** Začátek na *manubrium sterni*, úpon na jazylce.
- ***musculus sternothyroideus*:** Začátek na sternu, úpon na štítné chrupavce.
- ***musculus thyrohyoideus*:** Začíná na štítné chrupavce hrtanu a upíná se na jazylku. Je tedy kraniiálním pokračováním předchozího svalu.
- ***musculus omohyoideus*:** Jedná se o dvojbříškový sval ležící pod *musculus sternocleidomastoideus*.

- dolní bříško (*venter inferior*) – začíná na horním okraji lopatky
- horní bříško (*venter superior*) – upíná se na tělo jazylky

Bříška jsou spojena krátkou úzkou šlachou.

Svaly nadjazylkové (suprahyoidní)

Jsou to svaly umístěné nad jazylkou. Obvykle běží od jazylky k dolní čelisti nebo k bázi lební. Tyto svaly patří vývojově i funkčně ke svalům hlavy, a to jak ke žvýkacím, tak k mimickým (jsou tedy branchiálního původu). Jsou proto inervovány 5. a 7. hlavovým nervem.

- ***musculus stylohyoideus***: Začíná na *processus styloideus* kosti spánkové a upíná se na jazylku. Jeho úponová šlacha je vidlicovitě rozdělena.
- ***musculus digastricus***: Jedná se o dvojbrříškový sval.
 - zadní brříško (*venter posterior*) – začíná na *processus mastoideus*
 - přední brříško (*venter anterior*) – upíná se na dolní okraj mandibuly
 Brříška jsou spojena krátkou úzkou šlachou, která prochází pod vidlicovitým rozdělením úponové šlachy *musculus stylohyoideus* (viz níže).
- ***musculus mylohyoideus***: Plochý sval, začíná po celé délce vnitřní plochy těla mandibuly a nálevkovitě pokračuje k jazylce, na kterou se upíná.
- ***musculus geniohyoideus***: Začíná na dolním okraji mandibuly, probíhá po vnitřní ploše *musculus mylohyoideus* a upíná se na jazylku.

4.5.3 ŠIKMÉ SVALY KRČNÍ (*musculi scaleni*)

Skupina tří párových svalů, které vznikly splynutím původních krčních mezižeberních svalů. Začínají po stranách krční páteře a upínají se na první a druhé žebro. Jsou to tedy původní krční svaly, čímž je jejich inervace realizována nervy krční nervové pleteně. Názvy svalů vyjadřují jejich umístění:

- ***musculus scalenus anterior***
- ***musculus scalenus medius***
- ***musculus scalenus posterior***

4.5.4 HLUBOKÉ SVALY KRČNÍ

Svaly probíhající po předním okraji krční páteře k bázi lebni. Patří k vlastním svalům krku, jsou proto inervovány nervy krční nervové pleteně. Patří k nim:

- ***musculus longus colli***: Probíhá po celé přední ploše krční páteře, nedosahuje však báze lebni. Dělí se na několik oddílů.
- ***musculus longus capitis***: Běží po celé přední ploše krční páteře až k bázi lebni (k *pars basilaris* kosti týlní).

4.6 Svaly zádové (*musculi dorsi*)

4.6.1 AUTOCHTONNÍ SVALY ZÁDOVÉ

Jedná se o svaly původem zádové, jsou tedy součástí epaxiální svaloviny. Zachovávají si více či méně segmentované uspořádání. Jsou inervovány ze zadních větvíček míšních nervů. Jako celek tvoří tzv. hluboké svaly zádové, umístěné podél páteře ve žlábcích mezi trnovými a příčnými výběžky. Některé svaly (s úplně zachovalou segmentací) běží mezi dvěma sousedními obratli, jiné (s částečně porušenou segmentací) přeskakují jeden, dva či více obratlů, některé (s úplně porušenou segmentací) běží podél celé páteře. V této skupině lze rozlišit větší množství svalů. Souhrnně se označují jako **vzpřimovač trupu** (*musculus erector trunci*). Jejich funkcí je svým tonusem udržovat páteř ve vzpřímené poloze (jsou to tedy posturální svaly), zajišťují rovněž pohyby páteře.

4.6.2 HETEROCHTONNÍ SVALY ZÁDOVÉ

Jedná se o svaly, které se embryonálně založily ve většině případů jako svaly horních končetin (vznikly tedy z hypaxiální svaloviny), avšak druhotně se přesunuly na zadní část těla (jejich úpony však zůstávají na kostech horní končetiny). Svaly jsou tedy inervovány – podobně jako svaly horních končetin – převážně nervy pažní nervové pleteně. Největšími svaly této skupiny jsou:

- ***musculus trapezius*** – sval trapézový: Je to plochý sval přibližně trojúhelníkového tvaru. Začíná na týlní kosti (od *protuberantia occipitalis externa* a *septum nuchae*) a od trnových výběžků všech krčních a hrudních obratlů. Svalové snopce se sbíhají a upínají na *spina scapulae*, *acromion* a akromiální konec klavikuly.
- ***musculus latissimus dorsi*** – široký sval zádový: Je to široký plochý sval začínající na trnových výběžcích kaudální poloviny hrudních a všech bederních obratlů a od zadní plochy kosti křížové. Svalové snopce se upínají na *crista tuberculi minoris* na humeru.

4.7 Svaly hrudníku (*musculi thoracis*)

4.7.1 AUTOCHTONNÍ SVALY HRUDNÍ

Jedná se o svaly původem z hrudní oblasti hypaxiální části trupu. Jako celek si zachovávají si segmentární uspořádání, podobně jako jiné útvary v hrudní oblasti (např. žebra). Inervovány jsou mezižeberními nervy. Funkčně se jedná o svaly respirační (dechové).

- ***musculi intercostales externi*** – vnější mezižeberní svaly: Svaly rozepjaté mezi dolním okrajem kranálnějšiho žebra a horním okrajem kaudálnějšiho žebra blíže k povrchu těla. Svalová vlákna mají mediokaudální průběh. Svaly svou činností zvedají žebra, čímž se zvětšuje objem hrudní dutiny, do které je tak nasáván vzduch. Jedná se tedy o svaly inspirační (nádechové).
- ***musculi intercostales interni*** – vnitřní mezižeberní svaly: Svaly rozepjaté mezi horním okrajem kaudálnějšiho a dolním okrajem kranálnějšiho žebra hlouběji od povrchu těla. Svalová vlákna mají mediokraniální průběh, jsou tedy kolmá na vlákna předchozího svalu. Svaly svou činností stahují žebra, čímž se zmenšuje objem hrudní dutiny, ze které je tak vypuzován vzduch. Jedná se tedy o svaly expirační (výdechové).

4.7.2 HETEROCHTONNÍ SVALY HRUDNÍ

Jedná se o svaly, které se embryonálně založily jako svaly horních končetin, avšak druhotně se přesunuly na hrudní oblast. Jsou tedy inervovány podobně jako svaly horních končetin nervy pažní nervové pleteně (obdobu heterochtonních svalů zádových).

- ***musculus pectoralis major*** – velký sval prsní: Začíná na okraji sternu a na chrupavčitých částech žeber, úpon je na *crista tuberculi majoris* na humeru.
- ***musculus pectoralis minor*** – malý sval prsní: Začíná na třetím až pátém žebře a upíná se na *processus coracoideus* lopatky.
- ***musculus subclavius*** – podklíčkový sval: Malý sval začínající na prvním žebře, probíhá laterokraniálně a upíná se na spodní plochu klavikuly.

- ***musculus serratus anterior*** – přední sval pilovitý: Začíná na prvních devíti žebrech (jeho začátek má zubatý či pilovitý vzhled), obtáčí se kolem hrudního koše dozadu, podbíhá lopatku a upíná se na její *margo medialis*.

4.7.3 BRÁNICE (*diaphragma*)

Bránice je plochý sval tvořící přepážku mezi dutinou hrudní a dutinou břišní. Začíná na kostech podél celého dolního obvodu hrudníku, tedy na *processus xiphoides* sternu, na kaudálních žebrech a na kaudálních hrudních a kraniálních bederních obratlech. Svalové snopce se sbíhají do středu do široké ploché šlachy (*centrum tendineum*). Bránice je vyklenutá do dutiny hrudní. Napravo tak tvoří pravou brániční klenbu (jsou v ní uložena játra), nalevo levou brániční klenbu (je v ní uložen žaludek a slezina). V bránici jsou otvory k prostupu různých orgánů z dutiny hrudní do dutiny břišní. Z těch větších to jsou:

- *hiatus aorticus*: Otvor, kterým prochází aorta.
- *hiatus oesophageus*: Otvor, kterým prochází jícen.
- *foramen venae cavae inferioris*: Otvor, kterým prochází dolní dutá žíla.

Při kontrakci klesá bránice do dutiny břišní, čímž se zvyšuje nitrobřišní tlak, naopak se zvětšuje objem dutiny hrudní, do které je nasáván vzduch. Bránice je tak hlavním inspiračním (nádechovým) svalem. Embryonálně se zakládá v krční oblasti, během nitroděložního vývoje klesá do své definitivní pozice. Je proto inervována nervy krční nervové pleteně, ve své poloze je tedy rovněž hrudním svalem heterochtonním.

4.8 Svaly břišní (*musculi abdominis*)

4.8.1 PŘEDNÍ SKUPINA BŘIŠNÍCH SVALŮ

Přední skupina svalů břicha je tvořena svaly původem z mezižeberní oblasti, které se druhotně přesunuly na přední stěnu dutiny břišní (přední stěna dutiny břišní nemá žádnou kostěnou ochranu). Jsou proto inervovány mezižeberními nervy. Podílejí se svou kontrakcí na dýchacích pohybech a rovněž vytvářejí tzv. břišní lis. U člověka je výrazněji vyvinut pouze jeden, a to:

- ***musculus rectus abdominis*** – přímý sval břišní: Začíná na chrupavkách dolních žeberech a upíná se na horní rameno kosti stydké. Je to vícebříškový sval, vždy dvě sousední bříška jsou spojena šlachou (*intersectio tendinea*).

4.8.2 LATERÁLNÍ SKUPINA BŘIŠNÍCH SVALŮ

Tvořena svaly (částečně) původem z mezižeberní oblasti, které se druhotně přesunuly na boční stěnu dutiny břišní (boční stěna dutiny břišní podobně jako přední nemá žádnou kostěnou ochranu). Jsou proto inervovány mezižeberními nervy. Podílejí se na dýchacích pohybech a rovněž vytvářejí tzv. břišní lis.

- ***musculus obliquus externus abdominis*** – vnější šikmý sval břišní: Tvoří vnější svalovou vrstvu laterální části stěny břišní. Začíná od kaudálních žeberech, svalové snopce probíhají mediokaudálně a upínají se na *crista iliaca* a na horní rameno stydké kosti. Snopce mají tedy stejný průběh jako vnější mezižeberní svaly.
- ***musculus obliquus internus abdominis*** – vnitřní šikmý sval břišní: Tvoří střední svalovou vrstvu laterální části stěny břišní, je tedy umístěn pod před-

chozím svalem. Začíná od *crista iliaca*, svalové snopce probíhají mediokraniálně a upínají se na kaudální žebra. Snopce mají tedy stejný průběh jako vnitřní mezižební svaly.

- ***musculus transversus abdominis*** – přímý sval břišní: Tvoří vnitřní vrstvu laterální části stěny břišní, je tedy umístěn pod předchozím svalem. Začíná od kaudálních žebor, hluboké bederní fascie a *crista iliaca*, svalové snopce probíhají obloukovitě napříč dopředu (po obvodu břicha) a upínají se do pochvy přímého svalu břišního (*viz níže*).

4.8.3 ZADNÍ SKUPINA BŘIŠNÍCH SVALŮ

Jde o vlastní svaly břišní části trupu umístěné v zadní části břišní stěny, podél bederní páteře. Jsou inervovány nervy bederní nervové pleteně. Největším je:

- ***musculus quadratus lumborum***: Sval je napjat po stranách bederní páteře mezi *crista iliaca* a dvanáctým žebrem.

4.8.4 SPECIÁLNÍ ÚTVARY SVALOVÉ STĚNY BŘIŠNÍ

- **pochva přímého svalu břišního** (*vagina musculi recti abdominis*): Jedná se o vazivový obal uvedeného svalu, na jehož stavbě se podílejí aponeurózy svalů boční břišní skupiny. Masité části bočních břišních svalů končí při laterálním okraji přímého svalu břišního, dále mediálně pokračují pouze jejich aponeurózy. Aponeuróza *musculus obliquus externus abdominis* kryje přední plochu přímého břišního svalu. Aponeuróza *musculus obliquus internus abdominis* se štěpí ve dva listy – přední (kryje přední plochu přímého svalu břišního) a zadní (kryje zadní plochu přímého svalu břišního). Aponeuróza *musculus transversus abdominis* kryje zadní plochu přímého svalu břišního. Přímý sval břišní je tedy zepředu i zezadu krytý dvěma aponeurózami, které zpevňují přední část břišní stěny. Ve střední rovině, mezi pravým a levým přímým břišním svalem, se všechny aponeurotické listy spojují a vytvářejí tak šlašitý pruh, tzv. bílou čáru (*linea alba*), probíhající od dolní části sternu až po sponu stydkou. Asi uprostřed její délky je zbytek po pupečním otvoru (*umbilicus*), kudy za intrauterinního vývoje probíhaly útvary pupečního provazce z plodu do placenty.
- **tříselný vaz** (*ligamentum inguinale*): Jde o zesílený spodní okraj *musculus obliquus externus abdominis*. Je rozepjatý mezi *spina iliaca anterior inferior* a *tuberculum pubicum*. Tvoří topografickou hranici mezi břišní a stehenní krajinou. Pod vazem probíhají z břišní dutiny do dolní končetiny některé svaly, cévy a nervy.
- **tříselný kanál** (*canalis inguinalis*): Jedná se o kanál ve svalech boční stěny břišní. Probíhá těsně nad *ligamentum inguinale*. Vchod do tříselného kanálu je zevnitř břišní dutiny, poté kanál probíhá mediokaudálně (nad *ligamentum inguinale*) a ústí v podkoží – u muže do skrota, u ženy do podkoží velkých stydkých pysků. Kanálem v embryonálním období probíhal vaz, který byl jedním koncem připojen k pohlavní žláze uvnitř břišní dutiny, druhým koncem se upínal do podkoží. U ženy je tato situace zachována po celý život. Obsahem tříselného kanálu u ženy je tedy tzv. oblý děložní vaz (*ligamentum teres uteri*). U muže dochází na konci prenatálního vývoje k tomu, že okolní struktury (svaly) rostou rychleji než vaz, ten se tak relativně zkracuje a táhne mužskou pohlavní žlázu (varle) tříselným kanálem do skrota. U muže te-

dy tříselný kanál slouží jako místo sestupu varlat do skrota. Varle s sebou táhne i své vývody, cévy, nervy a obaly, jež tvoří po narození a po celý další život obsah tříselného kanálu, tzv. semenný provazec (*funiculus spermaticus*). Jeho základem je chámovod (*ductus deferens*), kolem kterého probíhají tepny vyživující varle i chámovod spolu s žilami. Fasciální výstelka vnitřku dutiny břišní na tyto útvary přechází v oblasti vchodu do tříselného kanálu jako *fascia spermatica interna*. Faciální pokryv vnější plochy břišních svalů přechází na útvary semenného provazce po jejich výstupu z tříselného kanálu jako *fascia spermatica externa*. Za průběhu semenného provazce tříselným kanálem k němu odstupují vlákna bočních břišních svalů a tvoří tzv. *musculus cremaster* (reflexní zdvihač varlete, přitiskující pohlavní žlázu v chladu ke stěně břišní).

4.9 Svaly pánevní oblasti

4.9.1 SVALY PÁNEVNÍ PŘEPÁŽKY (*musculi diaphragmatis pelvis*)

Pánevní přepážka (*diaphragma pelvis*) je svalová ploténka odstupující po obvodu vchodu do pánevního kanálu. Svalová vlákna probíhají nálevkovitě směrem kaudálním. Na dně této svalové nálevky je otvor, kterým prostupuje rektum, v její přední části (za sponou stydkou) je otvor, jímž prostupují vývodné cesty močové a pohlavní. Svaly přepážky působí jako sfinktery (svěrače) konečníku a výraznou měrou se podílejí na fixaci pánevních orgánů (např. dělohy, pochvy a močového měchýře) ve správné poloze. Svaly vznikly z hypaxiální svaloviny sakrální oblasti trupu (ze svalstva původní ocasní části páteře) jako důsledek adaptace na vzpřímený postoj a jsou inervovány nervy křížové nervové pleteně. Největším svalem této skupiny je:

- ***musculus levator ani*** – zdvihač konečníku: Začíná téměř po celém obvodu vstupu do malé pánve a upíná se do svaloviny rekta.

4.9.2 SVALY HRÁZE (*musculi perinei*)

Svaly hráze jsou uloženy kaudálněji než předchozí skupina a jsou součástí tzv. urogenitální přepážky (*diaphragma urogenitale*), což je svalová ploténka trojúhelníkového tvaru, rozepjatá pod sponou stydkou mezi rozbíhajícími se dolními rameny pravé a levé stydké kosti. Svaly mají funkční vztah především k pohlavním a jiným pánevním orgánům. Jsou v nich otvory, jimiž prostupují vývodné cesty trávicí, močové a pohlavní. Svaly urogenitální přepážky působí jako sfinktery (svěrače) konečných úseků trávicí, vylučovací a pohlavní soustavy a účastní se rovněž při erekci a ejakulaci. Vznikly rozpadem původního svěrače kloaky (*musculus sphincter cloacae*). Jsou inervovány nervy křížové nervové pleteně.

4.10 Svaly horní končetiny (*musculi membri superioris*)

Svaly horní končetiny pocházejí z hypaxiální svaloviny kaudální části krční oblasti. Jsou inervovány nervy pažní nervové pleteně. Svaly se topograficky dělí do několika skupin – svaly pletence horní končetiny, svaly paže, svaly předloktí a svaly ruky. Jednotlivé skupiny se dělí na další podskupiny.

4.10.1 SVALY PLETENCE HORNÍ KONČETINY

Jsou to svaly začínající na kostech pletence horní končetiny (na klíční kosti a na lopatce) a upínající se na proximální část kosti pažní.

- ***musculus deltoideus***: Začíná na *spina scapulae*, *acromiu* a akromiálním konci klavikuly (tedy ve stejných místech, na kterých se upíná sval trapézový), pokrývá ramenní kloub a upíná se na *tuberositas deltoidea* na humeru.
- ***musculus subscapularis***: Začíná na přední ploše lopatky (ve *fossa subscapularis*), upíná se na *tuberculum minus* na humeru.
- ***musculus supraspinatus***: Začíná ve *fossa supraspinata* na zadní ploše lopatky, upíná se na *tuberculum majus* na humeru.
- ***musculus infraspinatus***: Začíná ve *fossa infraspinata* na zadní ploše lopatky, upíná se na *tuberculum majus* na humeru.
- ***musculus teres minor***: Začíná na laterálním okraji lopatky, upíná se na *tuberculum majus* na humeru.
- ***musculus teres major***: Začíná na dolním úhlu lopatky, upíná se na *crista tuberculi minoris* na humeru.

4.10.2 SVALY PAŽE

Přední skupina

Přední skupina pažních svalů má jako celek funkci ohybačů (flexorů) loketního, někdy i ramenního kloubu. Patří sem následující svaly:

- ***musculus coracobrachialis***: Začíná na *processus coracoideus* lopatky, upíná se na přední plochu těla humeru.
- ***musculus brachialis***: Začíná na přední ploše těla humeru, upíná se na *processus coronoideus* na ulně.
- ***musculus biceps brachii*** – dvojhlavý sval pažní: Začíná dvěma hlavami:
 - dlouhá hlava (*caput longum*) – začíná na *tuberculum supraglenoidale* na lopatce
 - krátká hlava (*caput breve*) – začíná na *processus coracoideus* lopatkyObě hlavy se na přední ploše humeru spojují v jedno břicho, které se upíná na *tuberculum radii*.

Zadní skupina

Zadní skupina pažních svalů má jako celek funkci natahovačů (extenzorů) loketního a ramenního kloubu. Patří sem:

- ***musculus triceps brachii*** – trojhlavý sval pažní: Začíná třemi hlavami:
 - dlouhá hlava (*caput longum*) – začíná na *tuberculum infraglenoidale* na lopatce
 - mediální hlava (*caput mediale*) – začíná na mediální ploše těla humeru
 - laterální hlava (*caput laterale*) – začíná na laterální ploše těla humeru

Na zadní ploše humeru se všechny hlavy spojují v jedno břicho, které se upíná na *olecranon* na ulně.

4.10.3 SVALY PŘEDLOKTÍ

Přední skupina

Přední skupina předloketních svalů má jako celek funkci ohybačů (flexorů) ruky (zápěstí) a prstů, jsou zde však rovněž pronátory předloktí. Podle funkce je můžeme rozdělit na tyto skupiny:

Pronátory předloktí: Začínají na ulně, upínají se na radius. Patří k nim:

- ***musculus pronator teres*** – v proximální části předloktí
- ***musculus pronator quadratus*** – v distální části předloktí přímo na kostech

Flexory ruky (zápěstí): Upínají se na zápěstní kosti. Patří k nim:

- ***musculus flexor carpi radialis*** – laterální ohybač ruky (zápěstí)
- ***musculus flexor carpi ulnaris*** – mediální ohybač ruky (zápěstí)
- ***musculus palmaris longus*** – nekonstantní sval (u některých jedinců není)

Flexory prstů: Upínají se na články prstů. Patří k nim:

- ***musculus flexor digitorum superficialis*** – povrchový ohybač prstů, upíná se na střední články prstů, ke kterým se rozbíhají jeho jednotlivé šlachy
- ***musculus flexor digitorum profundus*** – hluboký ohybač prstů, upíná se na distální články prstů, ke kterým se rozbíhají jeho jednotlivé šlachy

Zadní skupina

Zadní skupina předloketních svalů má jako celek převážně funkci natahovačů (extenzorů) ruky (zápěstí) a prstů. Patří sem především následující svaly:

- ***musculus extensor carpi ulnaris*** – mediální natahovač ruky (zápěstí)
- ***musculus extensor digitorum*** – natahovač prstů

Laterální skupina

Laterální skupina předloketních svalů má funkci převážně natahovačů (extenzorů) ruky (zápěstí), kromě toho je zde i jeden supinátor předloktí a jeden ohybač (flexor) loketního kloubu. Patří sem především následující svaly:

- ***musculus brachioradialis*** – probíhá od distálního konce humeru k distálnímu konci radia, je to ohybač (flexor) loketního kloubu
- ***musculus extensor carpi radialis longus*** – dlouhý laterální ohybač ruky
- ***musculus extensor carpi radialis brevis*** – krátký laterální ohybač ruky
- ***musculus supinator*** – uložený v proximální části předloktí, začíná na ulně, obtáčí radius a upíná se na něho

4.10.4 SVALY RUKY

Svaly palcového valu

Palcový val (*thenar*) je tvořen několika krátkými svaly, které pohybují palcem. Umožňují opozici palce (palec se postaví do opozice proti ostatním prstům), což je znak typický pouze pro člověka. Umožňuje lepší uchopování předmětů.

Svaly malíčkového valu

Malíčkový val (*hypothenar*) je slabší val probíhající po mediálním okraji ruky. Je tvořen svaly, které pohybují malíčkem. Malíček člověka je díky těmto svalům schopen i málo výrazné opozice.

Mezikostní svaly ruky

Svaly vyplňující mezikostní prostory mezi jednotlivými metakarpy.

4.11 Svaly dolní končetiny (*musculi membri inferioris*)

Svaly dolní končetiny pocházejí z hypaxiální svaloviny bederní a křížové oblasti. Jsou proto inervovány nervy bederní nervové pleteně (přední skupina svalů pletence a přední a mediální skupina svalů stehna) a křížové nervové pleteně (všechny ostatní). Svaly se topograficky dělí do několika skupin – svaly pletence dolní končetiny, svaly stehna, svaly bérce a svaly nohy. Jednotlivé skupiny se dělí na další podskupiny.

4.11.1 SVALY PLETENCE DOLNÍ KONČETINY

Přední skupina

Svaly přední skupiny pletence dolní končetiny mají jako celek funkci ohybačů (flexorů) kyčelního kloubu. Podílejí se tedy na vykročení při chůzi. Jsou inervovány nervy bederní nervové pleteně. Patří sem:

- ***musculus iliopsoas*** – bedrokyčelní sval: Má několik částí (hlav) pojmenovaných jako samostatné svaly. Jsou to:
 - kyčelní sval (*musculus iliacus*) – začíná ve *fossa iliaca*
 - velký bederní sval (*musculus psoas major*) – začíná podél bederní páteře několika samostatnými začátky

Obě bříška (svaly) se na přední ploše pánve spojují v jednotné bříško, které podbíhá *ligamentum inguinale* a upíná se na *trochanter minor* na femuru.

Zadní skupina

Svaly zadní skupiny mají jako celek funkci obvykle natahovačů (extenzorů) kyčelního kloubu. Jsou inervovány nervy křížové nervové pleteně. Patří sem:

- ***musculus gluteus maximus*** – velký sval hýžd'ový: Začíná na zadní ploše kosti křížové a na přilehlé části zadní plochy lopaty kosti kyčelní, překlenuje hlouběji uložené svaly a upíná se jednak do *tuberositas glutea* na femuru, jednak do *tractus iliotibialis*, což je zesílený laterální okraj povrchové stehenní fascie probíhající od kosti kyčelní až po laterální kondyl tibie. Sval vypíná při vzpřímeném postoji svým neustálým tonusem dolní končetinu v kyčelním a díky svému úponu do *tractus iliotibialis* i v kolenním kloubu.



U lidoopů je tento sval tenký, dlouhý a slabý, takže nedokáže vypnout dolní končetinu a kyčelní a kolenní kloub zůstává při bipedním postoji ohnutý. Naopak velmi silně vyvinutý velký hýžd'ový sval u člověka udržuje svým tonusem neustálou extenzi dolní končetiny při vzpřímeném postoji i při chůzi, jeho přestavba je tedy adaptací na vzpřímený postoj.

- ***musculus gluteus medius*** – střední sval hýžděový: Začíná na zadní ploše lopaty kosti kyčelní a upíná se na *trochanter major* na femuru.
- ***musculus gluteus minimus*** – malý sval hýžděový: Začíná na zadní ploše lopaty kosti kyčelní a upíná se na *trochanter major* na femuru.
- ***musculus tensor fasciae latae***: Začíná na *spina iliaca anterior superior* a upíná se do *tractus iliotibialis*. Napíná stehenní fascii a vypíná dolní končetinu v kolenním kloubu (podílí se tak na udržování vzpřímeného postoje).

Pelvitrochanterické svaly

Nejhlouběji uložené svaly pletence dolní končetiny. Jde o supinátory kyčelního kloubu. Začínají na kosti kyčelní a křížové a upínají se do *fossa trochanterica* na femuru. Jsou inervovány nervy křížové nervové pleteně. Patří sem:

- ***musculus piriformis***: Začíná na laterálním okraji kosti křížové, upíná se do *fossa trochanterica*. Svým průběhem přepažuje velký sedací otvor (*foramen ischiadicum majus*), z něhož zůstávají při horním a dolním okraji svalu šterbiny pro průchod cév a nervů z pánevní oblasti na zadní stranu stehna.
- ***musculus obturatorius internus***: Začíná na vnitřní ploše *membrana obturatoria* a upíná se do *fossa trochanterica* na femuru.
- ***musculus gemellus superior***: Začíná na *spina ischiadica*, upíná se do *fossa trochanterica*. Provází horní okraj *musculus obturatorius internus*.
- ***musculus gemellus inferior***: Začíná na *tuber ischiadicum*, úpon je do *fossa trochanterica*. Provází dolní okraj *musculus obturatorius internus*.

4.11.2 SVALY STEHNA

Přední skupina

Přední skupina stehenních svalů má jako celek funkci natahovačů (extenzorů) kolenního kloubu a je inervována nervy bederní nervové pleteně. Patří sem:

- ***musculus sartorius*** – sval krejčovský: Začíná na *spina iliaca anterior superior*, sestupuje po přední ploše stehna distálně a mediálně a upíná se na mediální kondyl tibie, do tzv. *pes anserinus* (společná úponová šlacha *musculus sartorius*, *musculus gracilis* a *musculus semitendinosus*).
- ***musculus quadriceps femoris*** – čtyřhlavý sval stehenní: Je to nejmohutnější sval lidského těla. Má čtyři hlavy pojmenované jako samostatné svaly:
 - *musculus rectus femoris* – začíná na *spina iliaca anterior inferior*, leží nejpovrchověji
 - *musculus vastus medialis* – začíná na mediální ploše těla femuru a od *linea aspera*
 - *musculus vastus lateralis* – začíná na laterální ploše těla femuru a od *linea aspera*
 - *musculus vastus intermedius* – začíná od přední plochy těla femuru

Hlavy se v distální části stehna spojují v jednotné břicho upínající se mohutnou šlachou na *tuberositas tibiae*. Ve šlaše je zavzata česka, jež vzniká osifikací části šlacha (tzv. sezamská kost). Sval svým neustálým tonusem při vzpřímeném postoji udržuje dolní končetinu napjatou v kolenním kloubu.



U lidoopů jsou přední stehenní svaly slabé. Poměr hmotnosti předních a zadní stehenních svalů je u nich zhruba 1 : 1, zatímco u člověka asi 3 : 1. Velká mohutnost a síla těchto svalů u člověka (především čtyřhlavého svalu stehenního) je důležitá pro trvalé vypnutí dolní končetiny v kolenním kloubu, což je důležitý předpoklad vzpřímeného postoj. Velikost a síla čtyřhlavého svalu stehenního je tedy u člověka adaptací na vzpřímený postoj.

Zadní skupina

Zadní skupina stehenních svalů má jako celek funkci ohybačů (flexorů) kolenního kloubu, kromě toho se podílejí i na extenzi kyčelního kloubu. Svaly jsou inervovány nervy bederní nervové pleteně. Patří sem:

- ***musculus biceps femoris*** – dvojhlavý sval stehenní: Má dvě hlavy:
 - dlouhá hlava (*caput longum*) – začíná na *tuber ischiadicum*
 - krátká hlava (*caput breve*) – začíná na zadní ploše těla femuruObě hlavy se spojují v jednotné bříško, které se upíná na *caput fibulae*.
- ***musculus semimembranosus*** – sval poloblanitý: Začíná na *tuber ischiadicum* a upíná se na mediální kondyl tibie.
- ***musculus semitendinosus*** – sval pološlašitý: Začíná na *tuber ischiadicum* a upíná se na mediální kondyl tibie, do tzv. *pes anserinus* (viz výše).

Mediální skupina

Svaly mediální skupiny mají jako celek funkci přitahovačů (adduktorů) stehna v kyčelním kloubu. Jsou inervovány nervy bederní nervové pleteně. Patří sem:

- ***musculus gracilis***: Začíná na ramenech kosti stydké a upíná se na mediální kondyl tibie, do tzv. *pes anserinus*. Leží nejpovrchověji z celé skupiny (nejvíce mediálně).
- ***musculus adductor brevis***: Začíná na ramenech stydké kosti a upíná se na proximální třetinu *linea aspera* na femuru.
- ***musculus adductor longus***: Začíná na ramenech kosti stydké a upíná se na prostřední třetinu *linea aspera* na femuru.
- ***musculus adductor magnus***: Začíná na ramenech kosti stydké a upíná se po celé délce *linea aspera* na femuru (za oběma předchozími svaly).

4.11.3 SVALY BÉRCE

Přední skupina

Přední skupina bérce svalů má jako celek funkci natahovačů (extenzorů) nohy a prstů. Svaly jsou inervovány nervy křížové nervové pleteně. Patří sem:

- ***musculus tibialis anterior*** – natahovač nohy, upíná se na zánártní kosti
- ***musculus extensor digitorum longus*** – dlouhý natahovač prstů, upíná se proto na články prstů, ke kterým vysílá své šlachy
- ***musculus extensor hallucis longus*** – dlouhý natahovač palce, upíná se na jeho články

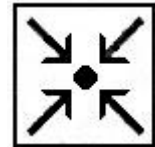
Zadní skupina

Zadní skupina bérce svalů má jako celek funkci ohybačů (flexorů) nohy a prstů. Svaly jsou inervovány nervy křížové nervové pleteně.

- ***musculus tibialis posterior*** – ohybač nohy, upíná se na zánártní kosti
- ***musculus flexor digitorum longus*** – dlouhý ohybač prstů, upíná se na články prstů, ke kterým vysílá své šlachy
- ***musculus flexor hallucis longus*** – dlouhý ohybač palce, upíná se na články tohoto prstu
- ***musculus triceps surae*** – trojhlavý sval lýtkový: Je to nejmohutnější bérce sval, uložený v zadní skupině nejvýše. Má tři hlavy pojmenované jako dva samostatné svaly, z toho jedné se dvěma hlavami:
 - *musculus soleus* – začíná na zadní ploše tibie
 - *musculus gastrocnemius* – začíná dvěma hlavami na obou epikondylech femuru, a to:
 - *caput mediale* – začíná na mediálním epikondylu femuru
 - *caput laterale* – začíná na laterálním epikondylu femuru

Všechny hlavy se v distální části lýtka spojují v jednotné bříško, které se upíná na *tuber calcanei*. Mohutná a velmi pevná úponová šlacha tohoto svalu je nazývána také jako šlacha Achillova (*tendo calcaneus*).

U lidoopů je mezi podélnou osou bérce a podélnou osou nohou při běžném postoji ostrý úhel (méně než 90°), zatímco bérce a noha člověka svírají víceméně pravý úhel (90°), což je nutné pro udržení vzpřímeného postoj. To umožňuje právě velmi silný trojhlavý sval lýtkový se silnou úponovou šlachou, která tento postoj svým tahem zajišťuje. Velká mohutnost tohoto svalu u člověka je tedy jedním z adaptací na vzpřímený postoj.



Laterální skupina

Laterální skupina bérce svalů má jako celek funkci ohybačů (flexorů) nohy. Svým tahem se rovněž podílejí na udržování klenby nožní. Svaly jsou inervovány nervy křížové nervové pleteně. Patří sem:

- ***musculus fibularis (peroneus) longus*** – dlouhý lýtkový sval
- ***musculus fibularis (peroneus) brevis*** – krátký lýtkový sval

4.11.4 SVALY NOHY

Svaly nohy jsou tvořeny systémem většího množství krátkých svalů, které se podílejí na pohybech prstů. Jsou inervovány nervy křížové nervové pleteně. Noha člověka je adaptována na stání a na chůzi, na které se podílejí především velké svaly dolní končetiny. U člověka tedy není možná opozice palce nohy. Noha lidoopů je však přizpůsobena k uchopování předmětů a má oponovatelný palec, není však příliš využívána k chůzi, protože lidoopi se pohybují obvykle brachiací čili ručkováním, při které používají především horní končetiny.

5 CÉVNÍ SOUSTAVA (*systema cardiovasculare*)

5.1 Funkce cévní soustavy

- **oběhová funkce** – cirkulace extracelulárních tělních tekutin (krve a mízy)
- **transportní funkce** – distribuce biologicky aktivních látek v těle – přívod do tělních tkání nebo odvod z tkání (pohyb dýchacích plynů, hormonů, živin, minerálních látek atd.)
- **vnitřní dýchání** – výměna dýchacích plynů mezi krví a tkáněmi
- **imunitní funkce**

5.2 Rozdělení cévní soustavy

- **krevní systém** (*systema synguineum*)
 - srdce (*cor*)
 - krevní cévy (*vasa sanguinea*)
 - malý krevní oběh (*circuitus sanguinis minor*)
 - velký krevní oběh (*circuitus sanguinis major*)
- **mízní systém** (*systema lymphaticum*)
 - mízní cévy (*vasa lymphatica*)
 - lymfatické orgány
 - mízní uzliny (*nodi lymphatici*)
 - mízní uzlíky (*folliculi lymphatici*)
 - brzlík (*thymus*)
 - slezina (*lien*)

5.3 Srdce (*cor*)

5.3.1 TOPOGRAFIE SRDCE

Srdce je centrální orgán oběhové soustavy. Má funkci čerpadla tělních tekutin, především krve, a pohání tak jejich oběh v cévách. Je uloženo v mezihrudí. Jednou třetinou je uloženo v pravé polovině dutiny hrudní, dvěma třetinami v její levé polovině. Vytváří mohutný otisk na levé plíci, která má z tohoto důvodu – na rozdíl od plíce pravé – pouze dva laloky.



Mezihrudí (mediastinum) je označení prostoru v hrudní dutině mezi plícemi, bránicí, sternem a páteří, který je vyplněný řídkým kolagenním vazivem (vmezeřenou výplňkovou tkání), v němž probíhají cévy a nervy.

5.3.2 MAKROSKOPICKÁ STAVBA SRDCE

Velikostně je srdce přirovnáváno k velikosti dlaně člověka, kterému patří. Jeho hmotnost je asi 260 – 320 g, u mužů o něco vyšší než u žen. Tvar srdce závisí na několika faktorech, mimo jiné na tvaru hrudníku. Srdce má tvar nepravidelného kužele, na němž rozlišujeme bázi (*basis cordis*) a hrot (*apex cordis*). Hrot

směřuje dolů, dopředu a doleva a jeho úder je hmatný v pátém levém mezižebří. Uvnitř je srdce rozděleno do 4 dutin – pravá a levá předsíň (*atrium dextrum* a *atrium sinistrum*) a pravá a levá komora (*ventriculus dexter* a *ventriculus sinister*). Zevně jsou předsíně od komor odděleny žlábkem (*sulcus coronarius*), který lemují spodní okraje obou předsíní. Rozdělení srdce na 4 dutiny je utvářeno průběhem dvou vnitřních přepážek. První je podélná přepážka (*septum cordis*), která rozděluje srdce na pravou a levou polovinu (tzv. pravé a levé srdce). Mezi předsíněmi se úsek této přepážky nazývá *septum interatriale* a mezi komorami *septum interventriculare*. Druhá je přepážka příčná – *septum atrioventriculare*, oddělující od sebe předsíně a komory.

- **pravá předsíň** (*atrium dextrum*): Do pravé srdeční předsíně ústí horní a dolní dutá žíla. Zadní úsek předsíně, kam vstupují obě žíly, se nazývá *sinus venarum cavarum* (jde o pozůstatek *sinus venosus* – zvláštní dutiny vyvinuté u nižších obratlovců, do které se vlévaly obě duté žíly). Pod ústím dolní duté žíly ústí srdeční žilní splav (*viz níže*). Výstup z pravé předsíně představuje *ostium atrioventriculare dextrum*, které se otevírá do pravé komory. Dopředu vybíhá pravá předsíň v ouško (*auricula dextra*). Na mezipředsíňové přepážce je *fossa ovalis*, jamka, jež je pozůstatkem po *foramen ovale* (otvor, kterým během prenatalního vývoje byly spojeny obě předsíně).
- **levá předsíň** (*atrium sinistrum*): Do levé srdeční předsíně ústí obvykle 4 plicní žíly. Výstupem z levé předsíně je *ostium atrioventriculare sinistrum*, které se otevírá do levé komory. Dopředu vybíhá ouško – *auricula sinistra*.
- **pravá komora** (*ventriculus dexter*): Má na průřezu poloměsíčitý tvar. Dělí se část vtokovou a výtokovou. Vtoková část začíná otvorem *ostium atrioventriculare dextrum* a končí u hrotu. Výtoková část začíná u hrotu a končí v *ostium trunci pulmonalis*, kterým pokračuje krev do plicního kmene.
- **levá komora** (*ventriculus sinister*): Má na průřezu oválný tvar a má silnější svalovinu než pravá komora (čerpá krev do velkého krevního oběhu, který je rozsáhlejší než malý). Levá komora se dělí opět na dvě části – vtokovou a výtokovou. Vtoková část začíná otvorem *ostium atrioventriculare sinistrum* a končí na hrotu. Výtoková část začíná na hrotu a končí v *ostium aortae*, kterým pokračuje krev do aorty.

5.3.3 HISTOLOGICKÁ STAVBA SRDCE

- **endocardium**: Je to tzv. nitroblána srdeční, vystýlající vnitřní plochu srdečních dutin. Je tvořena jednou vrstvou plochých epitelových buněk (tzv. endotelem, podobně jako výstelka cév). Součástí endotelu jsou chlopně. Chlopně (*valva*) je zařízení uzavírající jednostranně průtok srdečními otvory. Je to vychlipka (duplikatura) endokardu podložená vrstvičkou vaziva, připojujícího se na srdeční skelet (*viz níže*). Existují dva typy chlopní:
 - **předsíňokomorové chlopně**: Jsou uloženy v *ostium atrioventriculare dextrum* a *sinistrum* (mezi předsíněmi a komorami) a brání zpětnému průtoku krve z komor do předsíní. Jsou složeny z cípů, jsou to tedy tzv. chlopně cípaté. Od jednotlivých cípů odstupují směrem ke stěnám komor šlašinky (*chordae tendineae*), které se připojují k papilárním svalům, které je fixují. Napravo je trojcípá chlopně (*valva atrioventricularis dextra* nebo *valva tricuspidalis*), složená ze tří cípů. Odděluje od sebe pravou

předsíň a pravou komoru. Nalevo je dvojcípá chlopeč (*valva atrioventricularis sinistra* nebo *valva bicuspidalis*), složená ze dvou cípů. Odděluje od sebe levou předsíň a levou komoru.

- komorotepenné chlopně: Jsou to tzv. poloměsíčné chlopně. Brání zpětnému toku krve z tepen do komor. Jsou složeny na obou tepenných výstupech (plicního kmene i aorty) ze tří poloměsíčných řas kapsovitého tvaru (*valvulae semilunares*), které se svými okraji k sobě přibližují a uzavírají tak příslušný otvor. Napravo je *valva trunci pulmonalis*, která odděluje pravou komoru od plicního kmene. Nalevo je *valva aortae*, oddělující levou komoru od aorty.
- **myocardium**: Je to srdeční svalovina, která zaujímá nejsilnější úsek srdeční stěny. Myokard je dvojího typu – pracovní a převodní.
 - pracovní myokard: Zajišťuje kontrakce a vypuzování (ejekci) krve. Je upevněn na vazivové ploténce, tzv. srdečním skeletu, která je uložena v atrioventrikulárním septu. Srdeční skelet je tvořen tuhým kolagenním vazivem. Úplně od sebe odděluje svalovinu předsíní a svalovinu komor. U některých savců je srdeční skelet chrupavčitý a u některých dokonce kostěný (*os cordis*). Jsou v něm 4 velké otvory:
 - *ostium atrioventriculare dextrum* – z pravé předsíně do pravé komory
 - *ostium atrioventriculare sinistrum* – z levé předsíně do levé komory
 - *ostium trunci pulmonalis* – z pravé komory do plicního kmene
 - *ostium aortae* – z levé komory do aorty
 - svalovina předsíní: Je tvořena dvěma vrstvami myokardu. Vnitřní, cirkulární vrstva obkružuje každou předsíň zvlášť, vnější, rovněž převážně cirkulární, obkružuje obě předsíně dohromady. Na vnitřní ploše předsíní prominují svazky svalových vláken a vytvářejí zvrásnělý povrch, tzv. hřebenové svaly (*musculi pectinati*).
 - svalovina komor: Je silnější než svalovina předsíní (silnější je v levé komoře) a je tvořena třemi vrstvami myokardu. Vnější vrstva myokardu je spirální a obkružuje obě komory dohromady v levotočivé spirále. Střední vrstva je cirkulární a obkružuje zvlášť každou komoru. Vnitřní vrstva je podélná a pro každou komoru opět samostatná. Vnitřní vrstva srdeční svaloviny promínuje na vnitřní ploše komor do endokardem pokrytých hran (*trabeculae carneae*) a speciálních bradavkovitých svalů (*musculi papillares*).
 - převodní myokard: Speciální typ srdeční svaloviny, její funkcí je generovat a rozvádět vzruchy pro kontrakce pracovního myokardu. Vytváří tzv. převodní systém srdeční (*systema conducens cordis*). Buňky obsahují méně myofibril a více sarkoplazmy než buňky pracovního myokardu. Převodní myokard vytváří několik struktur:
 - *nodus sinuatrialis*: Tzv. Keith-Flackův uzlík, uložený na zadní ploše pravé předsíně u ústí horní duté žíly. Má funkci tzv. „pacemakeru“, který generuje impulsy vedoucí ke kontrakci svaloviny předsíní, jež přecházejí na další součásti převodního systému.
 - *nodus atrioventricularis*: Tzv. Aschoff-Tawarův uzlík, je uložený v předsíňovém septu na rozhraní předsíní a komor. Přijímá podněty z

předešlého uzlíku a rozvádí je dále na svalovinu komor. Za normálních podmínek nevydává vlastní impulsy, avšak může tuto funkci obnovit při poruše sinuatriálního uzlíku.

- internodální spoje: Jde o svazky, které spojují oba uzlíky a rozvádějí vzruchy ze sinuatriálního uzlíku po svalovině předsíní.
 - *fasciculus atrioventricularis*: Tzv. Gaskell-Hisův svazek – svazek vláken, jež vystupují z atrioventrikulárního uzlíku do mezikomorového septa. Počáteční úsek se nazývá *truncus* a ten se v komorovém septu dělí ve dvě raménka – *crus dextrum* (probíhá pod endokardem pravé komory) a *crus sinistrum* (probíhá pod endokardem levé komory).
 - *rami subendocardiales*: Tzv. Purkyňova vlákna, ve která se rozpadají obě raménka předešlého svazku. Větví se po stěnách komor a šíří impulsy k jejich kontrakci.
- ***pericardium***: Osrdcečník čili perikard je serózní obal srdce tvořený dvěma listy – nástěnným a útrobním (epikardem). Útrobní list obaluje přímo srdce, ke kterému je připojen vazivem, obsahujícím na některých místech tukovou tkáň. V oblasti odstupu velkých cév přechází v nástěnný list, který znovu obaluje celé srdce a je k okolí (ke sternu a k bránici) fixován vazy. Mezi oběma listy je štěrbina (osrdcečnicková dutina) vystlaná mezotelem (jednou vrstvou plochých epitelových buněk) a vyplněná vazkou tekutinou zabezpečující hladké klouzání srdečního svalu v perikardu. Osrdcečník se vyvinul z célomových váčků a osrdcečnicková dutina představuje tedy část původní célomové dutiny.

5.4 Krevní cévy (*vasa sanguinea*)

5.4.1 OBECNÁ STAVBA KREVNÍCH CÉV

Krevní cévy jsou trubice, kterými protéká krev. Větví se téměř v každém orgánu těla. Hustota větvení je odrazem činnosti jednotlivých orgánů a potřeby kyslíku. Stěna cév se skládá s následujícími základními vrstev:

- ***tunica intima***: Nejnvnitřnější vrstva tvořená jednou vrstvou plochého dlaždicovitého epitelu (tzv. endotel). K hlubším vrstvám je připojena pomocí subendotelového vaziva.
- ***tunica media***: Vrstva složená z kolagenního a elastického vaziva a hladké svaloviny. Poměr obou tkání závisí na typu cévy. Hladká svalová tkáň umožňuje vazokonstrikci (zužování cév) a vazodilataci (rozšiřování cév) a tím regulaci krevního tlaku.
- ***tunica adventitia***: Vazivový obal cévy, složený z vazivových buněk a kolagenních vláken, která plynule přecházejí do okolního vaziva a cévy tak fixují ve své poloze.

Stěny především silnějších cév mají i svoje vlastní krevní zásobení, které se realizuje drobnými větvemi nejbližších probíhajících tepen. V adventicii mnoha cév se rovněž nacházejí jemné sítě autonomních nervů, které inervují hladkou svalovinu v *tunica media*.

5.4.2 TEPNY (*arteriae*)

Tepny jsou cévy kordifugální, tzn., že vedou krev ze srdce do periferie těla bez ohledu na to, jestli okysličenou nebo odkysličenou. Jejich stěna je složena ze tří základních částí (*viz výše*) a je velmi pevná a silná, tzn., že při odkrvení tepna zeje (zůstane zachován její kruhový průřez). Podle složení *tunica media* dělíme tepny do dvou základních typů – elastického a svalového. U tepen **typu elastického** převažuje v *tunica media* elastické vazivo. Vyskytuje se v počátečních nejširších úsecích tepen těsně po výstupu ze srdce, kde je velký tlak krve, kterému elastické vazivo dobře odolává. U tepen **typu svalového** převažuje v *tunica media* hladká svalovina. Vyskytuje se v úsecích tepen vzdálenějších od srdce, kde je již nižší tlak a kde reguluje krevní tlak. Mezi počátečním a koncovým úsekem jsou **tepny smíšené**, ve kterých je zastoupen různý poměr elastické a svalové složky. Tepny nejmenšího průměru na koncích tepenného řečiště, jež se větví do kapilár, se nazývají **arterioly**. Pohyb krve v tepnách je poháněn kinetickou energií (tlakem), kterou dodává při svých kontrakcích myokard. Tlak klesá úměrně se vzdáleností tepny od srdce – v aortě činí asi 140-150 torrů, v pažních tepnách asi 120 torrů a v předloketních asi 80 torrů. Na proudění krve na úrovni pod srdcem má vliv rovněž gravitace. Průběh tepen v těle je více méně konstantní, někdy však vykazuje určitou variabilitu (tzn. odlišnosti v jejich průběhu mezi jednotlivými lidmi). Podle charakteru krevního zásobení nutritivních oblastí dělíme tepenné systémy na:

- **tepny typu terminálního (konečného):** Jedná se o tepny nebo jejich větve, které se samy podílejí na zásobení určitého okrsku tkáně nebo orgánu, nedochází tedy k prolínání s větvemi jiné tepny. Dojde-li k trombóze (uzavření) takové tepny, je vyřazeno krevní zásobení její nutritivní oblasti, kde dojde k ischemii a následně k nekróze tkání. K tomuto typu patří mj. i koronární tepny srdeční. Při pomalém uzavírání takových tepen však může přesto dojít k vytvoření pomocných spojek s řečištěm sousední tepny (tzv. „přirozené bypassy“), které alespoň částečně kompenzují dodávky krve do daného okrsku tkáně.
- **tepny typu kolaterálního (souběžného):** Jsou to takové tepny, jejichž nutritivní oblasti jsou zásobeny i jinou (sousední tepnou), dojde-li tedy k uzavření jedné tepny, je druhá tepna schopna více či méně kompenzovat její činnost. Vyskytují se např. na končetinách nebo ve střevech. K tepnám kolaterálního typu patří k nim i tepny zásobující mozek, avšak v tomto případě značná spotřeba krve (kyslíku, živin) u tohoto orgánu vyžaduje její pravidelný přísun všemi mozkovými tepnami.

5.4.3 ŽÍLY (*venae*)

Žíly jsou cévy kordipetální, tzn., že přivádějí krev z periferie do srdce, opět bez ohledu na to, jestli je okysličená nebo odkysličená. Stěna žil je slabá a při odkrvení splaskne. Obsahuje rovněž méně svaloviny než tepny. Tlak krve v žilách je velmi malý, dosahuje obvykle 5 – 20 torrů, ale v blízkosti srdce se může vyskytnout i tlak záporný (podtlak). Malé žíly na začátku žilního řečiště, vzniklé soutokem kapilár, nazýváme **venuly**. Pohyb krve je v žilách poháněn několika mechanismy. Jednak je to právě podtlak, který nasává krev žil do srdce, jednak i aktivní kontrakce svaloviny žilní stěny. Dále se na něm podílejí i kontrakce okolních svalů, které vytlačují krev v žilách směrem k srdci. Podobně rovněž tepny probíhající souběžně s žilami (v jejich těsném sousedství, často

ve společných vazivových obalech) stlačují svou pulzovou vlnou i krev v žilách a posunují ji směrem k srdci. Krev z dolní části těla, především z dolních končetin, je navíc nucena pohybovat se proti gravitaci a z tohoto důvodu mají některé žíly chlopně – vnitřní klapkové výčlipky stěny, které umožňují pohyb krve pouze jedním (kordipetálním) směrem, zamezují tedy zpětnému toku krve. Žilní systém vykazuje větší variabilitu v průběhu jednotlivých žil než systém tepenný. Na rozdíl od tepen rozlišujeme (především na končetinách) dva žilní systémy – hluboký a povrchový.

- **hluboký žilní systém:** Tvořen žilami doprovázejícími příslušné (stejnomené) tepny, odvádějí tedy tu krev, kterou do dané oblasti přivedla je doprovázející tepna. Tyto žíly (zvláště na končetinách) bývají často zdvojené, tzn. příslušná tepna je doprovázena dvěma žilami.
- **povrchový žilní systém:** Nachází se těsně pod kůží a je tvořen variabilními žilními pleteněmi (soustavou navzájem se propojujících žil), z nichž vychází několik hlavních vývodných podkožních žil, které se nakonec vnořují do hloubky a ústí do hlubokých žil (*blíže viz žilní systémy horní a dolní končetiny*).

5.4.4 KAPILÁRY (*vasa capillaria*)

Kapiláry jsou drobné a velmi tenké cévy (někdy tenčí než krvinky), které spojují tepenné a žilní řečiště a tvoří hlavní funkční složku cévního systému – na jejich úrovni probíhá difúze dýchacích plynů a jiných aktivních látek mezi krví a tkáněmi (vnitřní dýchání). K tomu je přizpůsobena i jejich stavba – stěna kapilár se skládá pouze z jedné vrstvy plochých endotelových buněk, prostupné pro výměnu látek. Kapiláry vytvářejí velmi husté a anastomozující síť téměř ve všech tkáních. Jejich celková délka se odhaduje na desítky tisíc kilometrů, celková aktivní vnitřní plocha až na 1000 m² a celkový průřez na 6000 m². Krev se průtokem v nich značně zpomaluje (asi na 0,4 mm/s), protože součet průměrů všech kapilár větvících se z dané tepny je podstatně větší než průměr zásobující tepny. Kapiláry se poté sbírají do žil.

V některých orgánech (např. slezina, játra, kostní dřev, topořivá tělesa penisu, některé endokrinní žlázy) se vyskytují speciální široké kapiláry – sinusoidy, které jsou adaptovány na výkon zvláštních funkcí v těchto orgánech.

5.4.5 ARTERIOVENÓZNÍ ANASTOMÓZY

Na některých místech krevního oběhu se vyskytují spoje přímo mezi tepnami a žilami (arteriolami a venulami), které tak obcházejí kapilární řečiště. Nemohou se tedy podílet na výměně látek mezi krví a tkáněmi. Tyto anastomózy můžeme najít především pod kůží, a to na bříšcích prstů, na dlaních a v ušním boltci. Vyskytují se však i v jazyku těch živočichů, kteří používají jazyk jako termoregulační orgán. Lokalizace těchto spojů tedy naznačuje, že se zřejmě uplatňují při termoregulaci – pokud hrozí přehřátí organismu, jsou tyto anastomózy uzavřené a krev proudí podkožním kapilárním řečištěm, kde kromě difúze látek probíhá také výdej tepla do okolí, tedy ochlazování organismu. Naopak při potřebě uchování tepla v organismu při nebezpečí podchlazení se arteriovenózní anastomózy otevřou, část krve tak přejde přímo z tepen do žil a neochlazuje se v podkožním kapilárním řečišti. Kromě toho najdeme tyto struktury ve střevních klících, kde regulují přívod krve k resorpčnímu epitelu a tedy intenzitu vstřebávání látek.

5.5 Malý krevní oběh (*circuitus sanguinis minor*)

Malý krevní oběh zajišťuje okysličování odkysličené krve, která se vrátila z tělního oběhu zpět do srdce. Prvním úsekem je plicní kmen (*truncus pulmonalis*), který vychází z pravé komory srdeční a pod aortálním obloukem se rozdvouje (v úhlu téměř 180°) na pravou a levou plicní tepnu (*arteria pulmonalis dextra* a *arteria pulmonalis sinistra*), které pokračují dále do hilu příslušné plíce. Ještě před vstupem do plic se obě tepny větví. Přibližně z míst rozdělení plicního kmene odstupuje směrem k aortě vaz (*ligamentum arteriosum*), které je pozůstatkem *ductus arteriosus* (tzv. Botallova dučej), kudy za intrauterinního vývoje proudila krev přímo z plicního kmene do aorty, obchází tak ještě nefunkční malý krevní oběh. Okysličená krev se vrací zpět do srdce (do levé předsíně) přes plicní žíly (*venae pulmonales*), které jsou obvykle 2 na každé straně, dohromady tedy celkem 4.

5.6 Velký krevní oběh (*circuitus sanguinis major*)

Velký krevní oběh zajišťuje distribuci okysličené krve do celého těla, okysličování tkání a přívod funkčních látek do tkání a sběr odkysličené krve a její přívod zpět do srdce. Začíná v levé srdeční komoře srdečnicí (*aorta*) a končí v pravé srdeční předsíni horní dutou žilou (*vena cava superior*), dolní dutou žilou (*vena cava inferior*) a několika srdečními žílami. Můžeme ho tedy rozdělit na 3 funkčně odlišné části:

1. **Distribuční část:** Tvořena tepnami, všechny jsou větvemi jediné hlavní tepny – aorty. Tepenný systém je tedy jednotný – veškerá okysličená krev je do těla rozváděna jedinou tepnou, která se dále větví.
2. **Difúzní část:** Tvořena kapilárami, u nichž probíhá mechanismem difúze výměna látek a dýchacích plynů mezi krví a tkáněmi (vnitřní dýchání).
3. **Sběrná část:** Tvořena žílami, jež sbírají odkysličenou krev z těla a odvádějí ji do srdce. Na rozdíl od tepenného systému není žilní systém jednotný, neboť odkysličená krev se do srdce vrací více žílami. Jsou to:
 - horní dutá žíla (*vena cava superior*) – ústí do pravé předsíně
 - dolní dutá žíla (*vena cava inferior*) – ústí do pravé předsíně
 - srdeční žilní splav (*sinus coronarius*) – ústí do pravé předsíně
 - přední srdeční žíly (*venae cordis anteriores*) – ústí do pravé předsíně
 - malé srdeční žíly (*venae cordis minimae*) – ústí do všech srdečních dutin

5.7 Aorta

Srdečnice (*aorta*) je hlavní a nejsilnější tepnou velkého krevního oběhu. Začíná v levé srdeční komoře otvorem *ostium aortae*, které je opatřeno třemi poloměsíčitými chlopněmi (*valva aortae*). Podle směru a topografie průběhu se aorta dělí na následující úseky:

- **pars ascendens** (vzestupná část)
- **arcus aortae** (oblouk aorty)
- **pars descendens** (sestupná část) – nejdelší úsek, prochází otvorem v bránici (*hiatus aorticus*), která ho rozděluje na:

- hrudní úsek (*pars thoracica*)
- břišní úsek (*pars abdominalis*)
- **bifurcatio aortae** – rozdělení aorty na dvě tepny – pravou a levou společnou kyčelní tepnu (*arteria iliaca communis*)

5.7.1 PARS ASCENDENS

Vzestupná aorta je krátký úsek mezi odstupem ze srdce a aortálním obloukem. Odstupují od ní pouze dvě větve, a to pravá a levá srdeční věnčitá tepna (*arteria coronaria cordis dextra* a *arteria coronaria cordis sinistra*), které přivádějí krev do srdečního svalu. Koronární tepny jsou tepny konečného (terminálního) typu, dojde-li tedy v nich, popř. v jejich větvích k náhlé trombóze, je vyraženo krevní zásobení příslušného okrsku myokardu, což vede k ischemii a následně k infarktu myokardu.

5.7.2 ARCUS AORTAE

Aortální oblouk se otáčí kolem rozdělení *truncus pulmonalis*, se kterým je spojen pomocí *ligamentum arteriosum* (viz výše). Oblouk směřuje konvexitou kraniálně a probíhá směrem dozadu a dolů. Z horní plochy oblouku odstupují obvykle tři větve:

1. ***truncus brachiocephalicus*** (hlavopážní kmen), který se po krátkém průběhu dělí na ***arteria carotis communis dextra*** (pravá společná krkavice) a ***arteria subclavia dextra*** (pravá podklíčková tepna)
2. ***arteria carotis communis sinistra*** (levá společná krkavice)
3. ***arteria subclavia sinistra*** (levá podklíčková tepna)

Toto větvení se vyskytuje asi u 70 % lidí, u zbytku můžeme nalézt variabilní způsoby větvení, např. společný odstup krkavice a podklíčkové tepny se může vyskytnout oboustranně, stejně jako samostatný odstup pravé i levé krkavice a podklíčkové tepny, eventuálně mohou z aortálního oblouku odstupovat zvlášť i některé větve uvedených tepen.

- ***arteria carotis communis***: Společná krkavice odstupuje na pravé straně z aortálního oblouku společně s pravou podklíčkovou tepnou, nalevo odstupuje obvykle samostatně z aortálního oblouku. Probíhá kraniálně a na krku, pod *musculus sternocleidomastoideus*, se dělí na dvě větve – vnitřní krkavici (*arteria carotis interna*) a vnější krkavici (*arteria carotis externa*). V místě větvení je ve vazivovém obalu tepen uloženo drobné tělísko – *glomus caroticum*, jež má funkci chemoreceptoru (sleduje obsah O₂ a CO₂ v krvi).
 - *arteria carotis interna*: Na krku se nevětví. Její počáteční úsek je rozšířený (*sinus caroticus*) a v jeho stěně jsou uloženy baroreceptory (receptory sledující tlak krve). Tepna vstupuje do *canalis caroticus* ve skalní části spánkové kosti, kudy se dostává do lebeční dutiny. Zde se větví a jednotlivé větve se podílejí především na krevním zásobení mozku (nikoliv ale mozkových obalů).
 - *arteria carotis externa*: Vydává během svého průběhu na krku a podél ramene mandibuly řadu větví, které se dále větví. Zásobuje krví část krku a hlavu s výjimkou mozku (ale nikoliv mozkových obalů, které rovněž zásobují některé její větve).

- **arteria subclavia:** Podklíčková tepna odstupuje na pravé straně z aortálního oblouku společně s pravou krkavicí, nalevo odstupuje obvykle samostatně z aortálního oblouku. Prostupuje mezi klavikulou a prvním žebrem a postupuje dále do podpažní jamky. Zásobuje krví především horní končetinu a přilehlou část trupu.

*Jednou z větví arteria subclavia je i arteria vertebralis, jež vstupuje do otvory v příčném výběžku 6. krčního obratle, dále postupuje kraniálně přes otvory v příčných výběžcích všech dalších krčních obratlů a skrz foramen occipitale magnum vstupuje do lebeční dutiny. Na spodní ploše mozkového kmene se pravá a levá tepna spojují ve společnou arteria basilaris. Na bázi mozku se tato tepna spouje s arteria carotis interna a obě tepny tak vytvářejí tepenný okruh – **circulus arteriosus**, uložený na bázi mozku. Z něho odstupují jednotlivé větve zásobující mozek.*

Arteria subclavia pokračuje dále v podpažní jamce pod názvem podpažní tepna (*arteria axillaris*), která dále pokračuje na paži jako pažní tepna (*arteria brachialis*). Ta se na přední straně loketního kloubu dělí na dvě větve – vřetenní tepnu (*arteria radialis*), která probíhá po laterální straně předloktí, a loketní tepnu (*arteria ulnaris*), probíhající po mediální straně předloktí. Na ruce se konečné úseky radiální a ulnární tepny obloukovitě spojují a větví k jednotlivým prstům.

5.7.3 PARS DESCENDENS

Sestupná aorta probíhá od aortálního oblouku kaudálně podél páteře za jícnem. Prochází bránicí skrz *hiatus aorticus*, který ji tak topograficky dělí na hrudní část (*pars thoracica*) a břišní část (*pars abdominalis*). Obě části vydávají dvojí typ větví – *parietální* (nástěnné), jež přivádějí krev do kůže, svalů a kostí, tedy do stěny tělních dutin, a *viscerální* (útrobní), zásobující vnitřní orgány.

Pars thoracica

- **parietální větve:** Nejvýznamnějšími nástěnnými větvemi hrudní aorty jsou párové mezižeberní tepny (*arteriae intercostales*), které probíhají v *sulcus costae*, tedy v mezižeberních prostorech, kde jsou částečně kryty spodním okrajem žeber.
- **viscerální větve:** Několik drobných nepárových větví, které zásobují útrobní orgány hrudní dutiny – plíce, průdušky, jícen, mediastinum a osrdečník.

V případě plic se jedná o tepny tzv. nutritivního (výživného) plicního oběhu, který dodává plicím okysličenou krev (na rozdíl od funkčního oběhu, kterým je malý krevní oběh, jenž zajišťuje okysličování odkysličené krve). Oba dva tepenné systémy v plicích anastomozují (propojují se).

Pars abdominalis

- **parietální větve:** Nejvýznamnějšími nástěnnými větvemi břišní aorty jsou párové bederní tepny (*arteriae lumbales*), které jsou obdobou mezižeberních tepen. Probíhají v počtu 4 párů na zadní stěně břišní dutiny.
- **viscerální větve:** Systém útrobních větví břišní aorty je složitý vzhledem ke složitosti útrobních poměrů v břišní dutině. Rozlišujeme 3 párové větve, které zásobují párové orgány dutiny břišní, a 3 nepárové větve, které zásobují nepárové orgány dutiny břišní.

- párové viscerální větve
 - **arteria suprarenalis:** Zásobuje nadledviny.
 - **arteria renalis:** Zásobuje ledviny.
 - tepny zásobující pohlavní žlázy: U muže je to **arteria testicularis** (sestupuje společně s varletem do skrota, je tedy součástí funiculus spermaticus), u ženy se jedná o **arteria ovarica**.
- nepárové viscerální větve
 - **truncus coeliacus:** Bohatě se větví k orgánům horní části břišní dutiny. Zásobuje žaludek, první úsek tenkého střeva (dvanáctník), játra, žlučník, slinivku a slezinu.
 - **arteria mesenterica superior:** Zásobuje střevo od konce dvanáctníku až po hranici příčného a sestupného tračnicku tlustého střeva.
 - **arteria mesenterica inferior:** Zásobuje střevo od hranice příčného a sestupného tračnicku tlustého střeva až po začátek recta.

Obě mezenterické tepny vstupují po výstupu z aorty do okruží (mesenteria) – vazivového závěsu střeva probíhajícího téměř po celé jeho délce. V mesenteriu se tepny větví, přičemž jednotlivé větve se spojují do obloučků, ty opět vydávají větve, které se zase spojují do obloučků. Takto to probíhá 3 – 4 násobně. Vznikají tak etážovitý systém tepenných oblouků, tzv. arkád. Účelem je to, aby při eventuálním uskrínutí jedné tepenné větve během střevních pohybů a tlaku v břišní dutině nedošlo k nekróze části střeva. Jde tedy o systém kolaterálních tepen.

5.7.4 BIFURCATIO AORTAE

Jedná se o rozdvojení aorty ve výši 4. bederního obratle na pravou a levou společnou kyčelní tepnu (*arteria iliaca communis*). Rozdvojení má u mužů úhel asi 60 – 70°, u žen asi 70 – 80° (odráží se zde velikost subpubického úhlu a rozdílná šířka mužské a ženské pánve).

*Z bifurkace mezi oběma společnými kyčelními tepnami však odstupuje ještě jedna nepárová tepna (*arteria sacralis mediana*), která je pozůstatkem ocasního úseku aorty. U člověka je rudimentární a krátká, probíhá po přední ploše křížové kosti a zakončuje se na hrotu kostrče.*

Společná kyčelní tepna vzniká napravo i nalevo rozdělením břišní aorty. Probíhá kaudálně směrem k příslušné dolní končetině. Po krátkém úseku, před vstupem do pánve, se větví na vnitřní kyčelní tepnu (*arteria iliaca interna*), a vnější kyčelní tepnu (*arteria iliaca externa*).

- **arteria iliaca interna:** Směřuje do malé pánve, kde vydává parietální a viscerální větve. *Parietální* větve zásobují pánevní kosti a klouby, svaly pleťence dolní končetiny a rovněž i některé svaly stehna. *Viscerální* větve zásobují vnitřní orgány v malé pánvi (rektum, močový měchýř a pohlavní orgány s výjimkou pohlavních žláz).
- **arteria iliaca externa:** Pokračuje kaudálně směrem do dolní končetiny. Podbíhá pod *ligamentum inguinale* na přední stranu stehna, kde má již název stehenní tepna (*arteria femoralis*). Ta pokračuje dále po mediálním okraji stehna do zákolenní jamky, kde se nazývá zákolenní tepna (*arteria*

poplitea). Ta se na kraniálním konci bérce dělí na *arteria tibialis anterior*, probíhající mezi přední skupinou bérce svalů, a *arteria tibialis posterior* (jednou její větví je *arteria fibularis*), probíhající mezi svaly zadní skupiny bérce svalů.

5.8 Horní dutá žíla (*vena cava superior*)

Horní dutá žíla sbírá krev z horní poloviny těla – z hlavy, krku, horní poloviny zad a hrudníku. Přibližně je možno říct, že sbírá krev z těch oblastí, které zásobují větve aortálního oblouku a hrudní části sestupné aorty. Ústí do pravé srdeční předsíně otvorem. Horní dutá žíla vzniká soutokem pravé a levé hlavopážní žíly (*vena brachiocephalica dextra* a *vena brachiocephalica sinistra*).

5.8.1 HLAVNÍ KMEN HORNÍ DUTÉ ŽÍLY

Kromě *venae brachiocephalicae* a jejich přítoků ústí přímo do *vena cava superior* ještě několik dalších drobných přítoků, které doprovázejí větve hrudní části sestupné aorty. Tyto přítoky můžeme podobně jako u tepenného systému rozdělit na viscerální a parietální.

- **parietální přítoky:** Sbírají krev ze stěn dutiny hrudní a nejvýznamnějšími z nich jsou mezižeberní žíly (*venae intercostales*), doprovázející v mezižeberních prostorech stejnojmenné tepny.

Na rozdíl od tepen nevstupují tyto žíly do dolní duté žíly přímo, ale slévají se napravo do jediné tenké žíly – vena azygos, probíhající podél hrudní páteře napravo, a nalevo do podobné žíly – vena hemiazygos, probíhající podél hrudní páteře nalevo, která však také ústí do vena azygos příčnou spojkou uprostřed hrudní páteře. Vena azygos ústí zezadu do dolní duté žíly.

- **viscerální přítoky:** Sbírají krev z útrob hrudní dutiny, tedy z plic (z jejich nutritivního oběhu), průdušek, jícnu, mediastina a perikardu. Některé viscerální žíly z hrudní dutiny však ústí do dolní duté žíly nikoliv přímo, ale vlévají se nejprve do *vena azygos* nebo *vena hemiazygos* a teprve jejich prostřednictvím se krev z útrob dutiny hrudní dostává do horní duté žíly.

5.8.2 HLAVOPAŽNÍ ŽÍLY (*venae brachiocephalicae*)

Hlavopážní žíly jsou obdobou tepenného *truncus brachiocephalicus*. Každá žíla vzniká soutokem vnitřní hrdelní žíly (*vena jugularis interna*) – obdoba *arteria carotis communis*) a podklíčkové žíly (*vena subclavia*) – obdoba *arteria subclavia*). Místo soutoku obou žil se nazývá žilní úhel (*angulus venosus*).

- ***vena jugularis interna*:** Vnitřní hrdelní žíla vzniká těsně pod bází lebky pod *foramen jugulare* soutokem hlavních žilních splavů z mozkových obalů. První úsek tedy odvádí krev z lebeční dutiny – z mozku a jeho obalů. Na krku sestupuje kaudálním směrem, přičemž se přikládá k *arteria carotis interna* a níže (v jejím pokračování) k *arteria carotis communis*. Tyto hlavní krční tepny a žíly jsou obklopeny společným vazivovým obalem (*vagina carotica*). Na krku přibírá vnitřní hrdelní žíla několik přítoků, jejichž analogie v tepenném systému jsou větvemi *arteria carotis externa* a *arteria subclavia*. *Vena jugularis interna* tedy odvádí krev z míst, které zásobuje *arteria carotis communis* (a obě její větve – *interna* a *externa*) a částečně i *arteria subclavia*.

- **vena subclavia:** Podklíčková tepna přijímá jen několik menších přítoků, neboť většina žil provázejících větve *arteria subclavia* ústí do *vena jugularis interna* nebo do přímo *vena brachiocephalica* (např. *vena vertebralis*, doprovázející stejnojmennou tepnu, ústí právě až do *vena brachiocephalica*). V podpažní jamce pokračuje podklíčková žíla pod názvem *vena axillaris*, na kterou se napojuje systém žil horní končetiny. Na rozdíl od tepen rozlišujeme u horních končetin dva žilní systémy – hluboký a povrchový.
 - **hluboký žilní systém:** Odpovídá tepennému systému, tedy jednotlivé žíly doprovázejí příslušné stejnojmenné tepny, často jsou však na paži a na předloktí zdvojené. Na paži pokračuje *vena axillaris* jako *vena brachialis*, ta potom na přední ploše loketního kloubu přibírá dva přítoky – *vena radialis* a *vena ulnaris*.
 - **povrchový žilní systém:** Je uložen pod přímo kůží a je velmi variabilní. Začíná v síti drobných podkožních žil na hřbetu ruky, které jsou zvnějšku viditelné. Z této sítě se sbírají především dvě hlavní povrchové žíly:
 - **vena cephalica:** Probíhá po laterálním okraji předloktí a paže, v proximální části paže se zanořuje do hloubky a ústí do *vena axillaris*.
 - **vena basilica:** Probíhá po mediálním okraji předloktí a paže a asi v polovině paže proniká do hloubky a ústí do *vena brachialis*.
- Na přední ploše loketního kloubu pod kůží jsou obě povrchové žíly obvykle spojeny šikmo probíhající žilní spojkou *vena mediana cubiti*. Povrchové žíly mají transfasciální anastomózy s hlubokými žilami.

5.9 Dolní dutá žíla (*vena cava inferior*)

Dolní dutá žíla sbírá krev přibližně z těch oblastí, které jsou zásobeny větvemi břišní části sestupné aorty a aortální bifurkace. Vzniká soutokem pravé a levé společné kyčelní žíly (*vena iliaca communis*) před dolní částí bederní páteře.

Kromě toho ústí do tohoto soutoku ještě i drobná nepárová vena sacralis mediana (někdy asymetricky ústí do vena iliaca communis sinistra), která doprovází stejnojmennou tepnu. Je pozůstatkem ocasní žíly, u člověka je rudimentární.

Z dutiny břišní do dutiny hrudní probíhá dolní dutá žíla otvorem v bránici (*foramen venae cavae inferioris*) a ústí do pravé srdeční předsíně otvorem.

5.9.1 HLAVNÍ KMEN DOLNÍ DUTÉ ŽÍLY

V dutině břišní přibírá dolní dutá žíla parietální a viscerální přítoky.

- **parietální přítoky:** Sbírají krev ze stěn dutiny břišní. Analogicky k tepennému systému sem patří především bederní žíly (*venae lumbales*) doprovázející příslušné tepny.
- **viscerální přítoky:** Sbírají krev z útrob dutiny břišní. Můžeme je rozdělit na párové a nepárové.
 - párové viscerální přítoky
 - **vena suprarenalis:** Odvádí krev z nadledvin. Vpravo ústí do *vena cava inferior*, vlevo však ústí do *vena renalis sinistra* (viz níže) a až jejím prostřednictvím se krev z levé nadledviny dostává do dolní duté žíly.

- **vena renalis:** Odvádí krev z ledvin.
- žíly odvádějící krev z pohlavních žláz: U muže je to **vena testicularis** (sestupuje společně s varletem do skrota, je tedy součástí *funiculus spermaticus*), u ženy se jedná o **vena ovarica**. Pravá žíla ústí (podobně jako u nadledvinných žil) do *vena cava inferior* a levá do *vena renalis sinistra* a až jejím prostřednictvím se krev z pohlavních žláz dostává do dolní duté žíly.
- nepárové viscerální přítoky: Jediným nepárovým viscerálním přítokem dolní duté žíly je jaterní žíla – **vena hepatica**, která v počtu 2 – 3 odvádí krev z jater.

5.9.2 JATERNÍ PORTÁLNÍ OBĚH

Krev z ostatních nepárových orgánů dutiny břišní mimo játra není odváděna přímými přítoky do dolní duté žíly, ale tzv. portálním oběhem do jater, je tedy možno říct, že veškerá krev z nepárových orgánů dutiny břišní je v konečném důsledku odváděna do dolní duté žíly prostřednictvím *venae hepaticae*. Jaterní portální oběh tvoří vrátnicová žíla – **vena portae**, které vzniká soutokem kapilár v nepárových orgánech břišní dutiny (tedy v žaludku, střevech, slinivce a slezině) a ústí do jater, kde se opět rozpadá v síť kapilár, které anastomozují s kapilární sítí jaterních tepen (tedy s nutritivním oběhem jater). Teprve z této jaterní kapilární sítě se spojují *venae hepaticae*, ústící do dolní duté žíly. Ze střev jsou tímto způsobem do jater dopravovány rozložené a vstřebané živiny, které jsou v játrech metabolizovány (spalovány a přestavovány v látky tělu vlastní). Ze sleziny se do jater dostává hemoglobin z rozpadlých erytrocytů, který je v játrech přestavěn na bilirubin.



Kdyby neexistoval jaterní portální oběh, tak by se ve střevech vstřebané živiny z kapilární sítě dostaly do žil velkého tělního oběhu a přes srdce a malý krevní oběh opět do tepen velkého krevního oběhu a s nimi nakonec i do jater. Avšak tímto průchodem celým cévním řečištěm by se už do jater dostala jen malá část vstřebaných živin, zbytek by se „rozlil“ do zbytku těla a byl by nevyužitelný. Portální oběh tedy zefektivňuje transport živin ze střev do jater. U nižších obratlovců se můžeme setkat i s jinými portálními systémy, např. s portálním systémem renálním (ledvinovým). U člověka existuje ještě portální oběh hypothalamo-hypofyzární, který zajišťuje přímý transport některých účinných látek z hypothalamu do předního laloku hypofýzy (viz pasáž „Hypothalamus“ v kapitole „Endokrinní systém“).

5.9.3 SPOLEČNÉ KYČELNÍ ŽÍLY (*venae iliacae communes*)

Společná kyčelní tepna se napravo i nalevo po krátkém úseku dělí na vnitřní kyčelní žílu (*vena iliaca interna*) a vnější kyčelní žílu (*vena iliaca externa*).

- **vena iliaca interna:** Vystupuje z malé pánve, kde přibírá parietální a viscerální přítoky. Parietální přítoky odvádějí krev ze stěn pánve a přilehlých oblastí trupu a dolních končetin. Viscerální přítoky odvádějí krev z orgánů uložených v malé pánvi, tedy z rekta, močového měchýře a pohlavních orgánů s výjimkou pohlavních žláz. Tyto útrobní přítoky vznikají obvykle ve vazivových obalech příslušných orgánů soutokem rozsáhlých a velmi variabilních žilních pletení, které jsou tvořeny hustou sítí anastomozujících žil.

- **vena iliaca externa:** Odvádí krev především z dolních končetin. Podbíhá *ligamentum inguinale* na přední plochu stehna, kde se nazývá již *vena femoralis*. Na dolní končetině rozlišujeme podobně jako na horní končetině systém hlubokých a povrchových žil.
 - **hluboký žilní systém:** Doprovází příslušné tepny. Žíly hlubokého systému dolní končetiny jsou (na rozdíl od končetiny horní) zdvojené obvykle pouze na bérce. *Vena femoralis* se v zákolenní jamce nazývá *vena poplitea*, která vzniká soutokem *vena tibialis anterior* a *vena tibialis posterior* (do ní se vlévá *vena fibularis*).
 - **povrchový žilní systém:** Uložen pod kůží a je velmi variabilní. Začíná v síti drobných podkožních žil na hřbetu nohy, které jsou zvnějšku viditelné. Z této sítě se sbírají především dvě hlavní povrchové žíly.
 - **vena saphena magna:** Probíhá pod kůží mediální strany bérce a stehna a v horní části stehna se zanořuje do hloubky a ústí do *vena femoralis*.
 - **vena saphena parva:** Probíhá pod kůží nejprve laterálního a poté dorzálního okraje bérce a v zákolenní jamce se zanořuje do hloubky a ústí do *vena poplitea*. Povrchové žíly mají několik transfasciálních anastomóz s hlubokými žilami.

5.10 Srdeční žíly (*venae cordis*)

Odkysličená krev ze srdečního svalu není odváděna do srdečních dutin prostřednictvím dutých žil, nýbrž samostatnými srdečními žilami, které více či méně doprovázejí koronární tepny a jejich větve. Jedná se o následující žíly:

- **žilní splav (*sinus coronarius*):** Jedná se o hlavní srdeční žílu, která odvádí krev asi z 60 % srdce. Je uložen v *sulcus coronarius* (žlábek oddělující předsíně od komor) na zadní straně srdce. Ústí do pravé srdeční předsíně otvorem *ostium sinus coronarii*.
- **přední srdeční žíly (*venae cordis anteriores*):** Jedná se o 2 – 4 samostatné žíly obvykle bez návaznosti na systém *sinus coronarius* ústící samostatně do pravé srdeční předsíně.
- **malé srdeční žíly (*venae cordis minimae*):** Několik drobných žil, které ústí do všech srdečních dutin (do pravé předsíně i komory tedy přivádějí neokysličenou krev, která však na kvalitu jinak okysličené krve, která v těchto srdečních dutinách proudí, nemá pro svůj nepatrný objem prakticky vliv).

5.11 Fetální krevní oběh

5.11.1 SPOJKY MALÉHO A VELKÉHO KREVNÍHO OBĚHU

Krevní oběh plodu během intrauterinního vývoje se odlišuje od krevního oběhu narozeného člověka. Je to dáno především odlišným způsobem okysličování krve. K němu dochází nikoliv v plicích, ale v placentě. Plíce plodu jsou nefunkční, kolabované a průtok krve jimi je minimální, proto v nich nemůže docházet k okysličování krve. Fetální krevní oběh tedy není rozdělen na malý a velký, resp. proudící krev obchází malý krevní oběh několika spojkami mezi malým a velkým krevním oběhem. Těmito spojkami jsou:

- **ductus arteriosus:** Tzv. Botallova dučej – jedná se o cévní spojení mezi *truncus pulmonalis* a *arcus aortae*. Krev tak neprotéká z plicního kmene dále do plicních tepen, nýbrž přímo do aorty, tedy do velkého krevního oběhu. Po narození se tato spojka uzavírá a vazivově se přeměňuje na vaz (*ligamentum arteriosum*).
- **foramen ovale:** Je to otvor mezi pravou a levou předsíní. Odkysličená krev, přivedená do pravé srdeční předsíně žilami (budoucího) velkého krevního oběhu pokračuje tímto otvorem přímo do levé předsíně a komory a aortou do velkého krevního oběhu. Po narození se mezipředsíňový otvor uzavře a zůstane po něm mělká jamka (*fossa ovalis*).

5.11.2 STRUKTURA FETÁLNÍHO KREVNÍHO OBĚHU

Fetální krevní oběh sestává z pupeční tepny (*arteria umbilicalis*) a pupeční žíly (*vena umbilicalis*), mezi nimiž se nechází placventární kapilární síť.

- **pupeční tepna (*arteria umbilicalis*):** Párová viscerální větev *arteria iliaca interna*. Odvádí odkysličenou krev z těla plodu. Prochází skrz pupeční otvor přes pupeční provazec do placenty. Spirálovitě obtáčí stejnojmennou žílu. Po narození je nevyužitelná a mění se na párové *ligamentum umbilicale mediale*, probíhající po přední stěně dutiny břišní (na dutinové straně) od močového měchýře k pupku.
- **placentární kapilární síť:** Pupeční tepna (*arteria umbilicalis*) se v placentě rozpadá na kapilární síť, ve které dojde k okysličení krve a k načerpání živin a dalších důležitých látek. K tomu dochází procesem difúze, krev plodu tedy nikdy nepřijde do přímého kontaktu s krví matky. Kapilární síť se sbírá do *vena umbilicalis*.
- **pupeční žíla (*vena umbilicalis*):** Nepárová žíla, která přivádí okysličenou a živinami obohacenou krev zpět do těla plodu. Vstupuje do jater, kde se rozpadá do kapilární sítě, která se napojuje na kapilární síť *vena portae*. Tímto způsobem jsou do jater plodu přivedeny mateřské živiny k dalšímu zpracování a rovněž kyslík. Z *vena umbilicalis* však odstupuje spojka do dolní duté žíly. Tou je přivedena okysličená krev z placenty do velkého krevního oběhu plodu. Tato krev se smísí s odkysličenou krví v dolní duté žíle, do pravé srdeční komory tedy přichází krev smíšená, ale stále ještě relativně bohatá na kyslík. Z pravé předsíně pokračuje tato krev přes *foramen ovale* do levé předsíně a dále přes levou komoru do aorty. Do pravé předsíně však přichází i odkysličená krev cestou horní duté žíly, která pokračuje do pravé komory, z ní do *truncus pulmonalis* a dále přes spojku, *ductus arteriosus*, přímo do aorty a do velkého krevního oběhu. V aortě proudí tedy smíšená krev, avšak obsah kyslíku stačí k zásobení celého těla plodu. V pravé předsíni nedochází v důsledku laminárního proudění k většímu míšení krve přicházející horní a dolní dutou žílou. Po narození je *vena umbilicalis* již nevyužitelná a přemění se na tzv. oblý vaz jaterní (*ligamentum teres hepatis*) probíhající od pupku na spodní plochu jater. Ductus venosus se mění na *ligamentum venosum*, uložené na spodní ploše jater.

5.12 Mízní cévy (*vasa lymphatica*)

Funkcí lymfatického (mízního) systému je odvádění přebytku nahromaděného tkáňového moku (tedy filtrované krevní plazmy a tekutiny produkované spolu s metabolity buňkami tkání) z tkání zpět do krve. Kromě toho má řadu dalších funkcí spojených s imunitou. Je tvořen systémem lymfatických cév, lymfatických uzlin a dalších lymfatických orgánů a je napojen na systém krevních cév. Mízní cévy tvoří transportní část lymfatického systému. Jejich funkcí je transport mízy do krve. Vyskytují se především v řídkém vazivu uvnitř orgánů i ve vazivu vyplňujícím prostory mezi orgány. Nevyskytují se v těch tkáních, ve kterých nenajdeme ani krevní kapiláry, tedy především v epitelu kůže a sliznic, ve chrupavce, v oku v bělímě, rohovce, čočce a sklivci a nebyly prokázány ani v centrální nervové soustavě a v kostní dřeni. Začínají jako lymfatické kapiláry, které se dále spojují ve stále silnější lymfatické cévy.

5.12.1 MÍZNÍ KAPILÁRY

Počátečním úsek lymfatických cév. Začínají slepě ve tkáních, vzájemně anastomozují a vytvářejí tak kapilární síť. Jejich stěna je tvořena jedinou vrstvou endotelových buněk, mezi nimiž jsou štěrby. Tento systém umožňuje nasávat tkáňový mok, včetně látek s velkými molekulami, které by neprošly do krve stěnou krevních kapilár (např. bílkoviny). Bez odvodu z tkání by se tyto látky hromadily, vážaly na sebe vodu a vznikaly by tak otoky (edémy).

5.12.2 SBĚRNÉ MÍZNÍ CÉVY

Sběrné mízní cévy (kolektory) vznikají spojením ze sítí lymfatických kapilár. Obsahují chlopně ve dvojicích blízko nad sebou. Jejich stěna je stavěna podobně jako stěna krevních cév, je tedy trojvrstevná.

- *tunica intima*: vnitřní výstelka z plochých endotelových buněk
- *tunica media*: vrstva vaziva a hladké svaloviny
- *tunica adventitia*: vazivový obal

5.12.3 MÍZNÍ KMENY (*trunci lymphatici*)

Silnější lymfatické cévy, které vznikají soutokem lymfatických kolektorů z určité sběrné oblasti. Stavba jejich stěny je stejná jako u kolektorů. Na lidském těle můžeme najít následující lymfatické kmeny:

- ***truncus jugularis***: Párový kmen, sbírá lymfu z hlavy a krku.
- ***truncus subclavius***: Párový kmen, sbírá lymfu z horní končetiny.
- ***truncus bronchomediastinalis***: Párový, sbírá lymfu z hrudních orgánů.
- ***truncus intestinalis***: 2 – 3 kmeny sbírající lymfu z orgánů břišní dutiny. Obvykle se stékají v jeden kmen ukončený rozšířením, tzv. *cisterna chyli* (míza z trávicí trubice se nazývá *chylus* a obsahuje některé vstřebané živiny, především tuky).
- ***truncus lumbalis***: Párový kmen, sbírá lymfu z dolní končetiny.

5.12.4 MÍZOVODY (*ductus lymphatici*)

Mízovody jsou hlavní lymfatické sběrače v těle. Stavba jejich stěny je stejná jako u kolektorů. U člověka jsou vyvinuty obvykle dva mízovody:

- ***ductus thoracicus*** (hrudní mízovod): Sbírá mízu z dolní poloviny těla (tedy z dolních končetin, pánve a břicha) a z levé části horní poloviny těla (z levé poloviny hlavy, krku, hrudníku a levé horní končetiny). Vzniká pod bránicí soutokem *truncus lumbalis dexter*, *truncus lumbalis sinister* a *truncus intestinalis*. Probíhá kraniálně, prostupuje otvorem v bránici společně s aortou do hrudní dutiny a ústí do *angulus venosus sinister*. Těsně před vyústěním však přibírá 3 další mízní kmeny, a to *truncus jugularis sinister*, *truncus subclavius sinister* a *truncus bronchomediastinalis sinister*.
- ***ductus lymphaticus dexter*** (pravostranný mízovod): Je kratší než předešlý a sbírá mízu z pravé části horní poloviny těla (z pravé poloviny hlavy, krku, hrudníku a pravé horní končetiny). Vzniká soutokem *truncus jugularis dexter*, *truncus subclavius dexter* a *truncus bronchomediastinalis dexter* a ústí do *angulus venosus dexter*.

5.13 Lymfatické orgány

5.13.1 MÍZNÍ UZLINY (*nodi lymphatici*)

Mízní uzlina (*nodus lymphaticus*) je drobný orgán o velikosti několika mm až cm a je vsazena do průběhu mízních cév. Na povrchu je uzlina pokryta vazivovým pouzdem, z něhož směrem dovnitř vyběhají neúplná septa, dělicí vnitřek uzliny na několik oddílů. Uvnitř tak vzniká trámčina, jejíž dutiny jsou vyplněny retikulárním vazivem, obsahujícím lymfocyty. Do mízní uzliny ústí několik přírodních lymfatických cév, tzv. *vasa afferentia*, zatímco ven z ní vychází pouze jediná vývodná céva, tzv. *vas efferens*. Ta potom obvykle vstupuje ještě do další uzliny. Lymfa se průtokem mízními uzlinami čistí, zbavuje choroboplodných zárodků a obohacuje o lymfocyty. Mízní uzliny se vyskytují buď roztroušeně ve tkáních a orgánech, nebo tvoří skupiny. Některé jsou konstantní, jiné variabilní. Skrz mízní cévy mohou proudit i nádorové buňky, které se v nich mohou zachytávat a uzliny se tak mohou stát nebezpečným zdrojem těchto buněk. Největší koncentrace uzlin je na krku, v podpaží a v tříselné krajině.

5.13.2 MÍZNÍ UZLÍKY (*folliculi lymphatici*)

Mízní uzlíky jsou malé okrsky lymfatické tkáně (retikulárního vaziva z retikulárních buněk a retikulárních vláken, prostoupených lymfocyty), jež se vyskytují na několika místech těla, především ve sliznici trávicí trubice (především tenkého střeva), dýchací soustavy, močových cestách, v lymfatických uzlinách a ve dřeni sleziny. Nejsou to samostatné orgány, ale funkčně patří k lymfatickému systému. Jsou spojeny především s imunitou. Bývají buď roztroušené, nebo tvoří shluky (agregáty). Specifické nahromadění lymfatických folikulů na některých místech pod sliznicí dutiny ústní a hltanu se nazývá mandle (*tonsilla*). Mandle jsou uloženy v počátečním úseku trávicích a dýchacích cest, na přechodu dutiny ústní a hltanu a jako celek jsou součástí tzv. **Waldeyerova mízního okruhu**, který slouží jako první linie obrany (imunologická bariéra) proti vstupu choroboplodných zárodků (antigenů) do trávicích a dýchacích cest. Najdeme zde následující mandle:

- *tonsilla palatina*: Patrová mandle, je uložena po stranách hltanové úžiny.
- *tonsilla lingualis*: Pokrývá zadní třetinu jazyka.
- *tonsilla pharyngea*: Nosní mandle, je uložena pod sliznicí nosohltanu.
- *tonsilla tubaria*: Je to nahromadění lymfatické tkáně v Eustachově trubici.

5.13.3 BRZLÍK (*thymus*)

Brzlík je uložený v předním mediastinu (za hrudní kostí nad srdcem mezi horní polovinou pravé a levé plíce). Je vyvinut zvláště u nejmenších dětí, v průběhu dospívání podléhá involuci a mění se na pruh vaziva. Brzlík kontroluje prostřednictvím některých látek, které produkuje, tvorbu lymfocytů (jejich proliferaci, zrání a diferenciaci) v celém těle – jedná se tedy o endokrinní funkci. Jeho hlavní funkcí je však diferenciaci lymfocytů kostní dřeně v T-lymfocyty („T“ je odvozeno právě od názvu „*thymus*“), které jsou efekторы tzv. buněčné imunity. V raném dětství je brzlík nezbytný pro normální vývoj ostatních lymfatických tkání v orgánech a mízních uzlinách. Nové poznatky naznačují, že určitou funkci si brzlík zachovává i v dospělosti.

Makroskopická stavba brzlíku

Brzlík je složen ze dvou nestejně velkých laloků (levý je větší než pravý). Oba laloky jsou protáhlé odshora dolů, přičemž dole jsou širší (báze), nahoře užší (hrot). Barva, konzistence a velikost brzlíku se liší v průběhu života. V dětství (ve funkčním stavu) je červený a měkký a váží asi 30 – 40 g. V dospělosti (v době involuce) má žlutou barvu a váží asi 10 g.

Histologická stavba brzlíku

- **vazivové pouzdro**: Je to tenký obal z tužšího vaziva. Vysílá do nitra brzlíku vazivová septa, která dělí vnitřek na lalůčky.
- **parenchym**: Je tvořen dvěma hlavními složkami:
 - *cytoretikulum*: Je to síťovitě uspořádaný epitel složený ze sítě hvězdovitých buněk, mezi nimiž jsou štěrbiny. Při povrchu lalůček je hustší a tmavší (označuje se jako kůra), v jejich nitru je řidší a světlejší (označuje se jako dřev).
 - *lymfocyty*: Jsou uloženy ve štěrbinách mezi buňkami cytoretikula brzlíku. V mládí tvoří až 90 % hmotnosti brzlíku. V embryonální době migrují z kostní dřeně do brzlíku kmenové krevní buňky, které se zde diferencují na T-lymfocyty. Ty jsou vyplavovány do krve, kde se zúčastňují imunitních reakcí (tzv. buněčné imunity). Ještě před narozením osídlují T-lymfocyty lymfatické uzliny.

5.13.4 SLEZINA (*lien*)

Slezina je nepárový orgán uložený v levé brániční klenbě vlevo za žaludkem. Slezina slouží jednak jako zásobárna krve, jež je v případě nutnosti vytlačována do krevního oběhu (tato funkce je však u člověka rudimentární), jednak – především – jako místo zániku červených krvinek. Hemoglobin z destruovaných erytrocytů je odváděn portální žilou do jater (v krvi je vázán na albuminy), kde je z něho syntetizováno žlučové barvivo bilirubin a vychytáváno železo (v kostní dřeni je potom použito na tvorbu nových erytrocytů).

Makroskopická stavba sleziny

Slezina má přibližně protáhle oválný tvar. Je dlouhá 10 – 12 cm, široká asi 6 cm a tloušťka dosahuje asi 3 cm. Je fialově červené barvy, na povrchu lesklá a má křehkou konzistenci. Rozlišujeme na ní dvě plochy – mediální (útrobní, konkávní) a laterální (brániční, konvexní), dále dva okraje – horní a dolní a dva póly – přední a zadní. Přibližně uprostřed mediální plochy je slezinná branka (*hilum lienis*), kudy do sleziny vstupují a vystupují cévy a nervy.

Histologická stavba sleziny

- **vnější obal:** Slezina je intraperitoneální orgán. Na povrchu je kryta útrobním listem peritonea, který přechází závěsem v nástěnný list.
- **vazivové pouzdro:** Jedná se o obal z tužšího kolagenního vaziva s obsahem hladkých svalových buněk, z něhož pronikají do nitra septa dělicí vnitřek sleziny na mnoho oddílů.
- **parenchym:** Označuje se rovněž jako tzv. slezinná pulpa. Je to dřev, která vyplňuje vnitřek sleziny. Je dvojího typu:
 - *červená pulpa:* Je tvořena retikulárním vazivem, krevními kapilárami a tzv. sinusy – širokými krevními kapilárami, které jsou fenestrovány (mezi buňkami jsou štěrby, kterými prostupují krevní buňky do nitra sleziny).
 - *bílá pulpa:* Je tvořena drobnými uzlíky lymfatické tkáně (retikulárního vaziva z retikulárních buněk a vláken, prostoupeného lymfocyty), které jsou rozptýleny po celém vnitřku sleziny v její červené pulpě (*viz níže*).

6 DÝCHACÍ SOUSTAVA (*systema respiratorium*)

6.1 Funkce dýchací soustavy

- **vnější dýchání** – přívod kyslíku do těla a odvod plyných zplodin metabolismu (především oxidu uhličitého) z těla ven, výměna plynů mezi vzduchem a krví (okysličování krve)
- **fonace** – tvorba hlasu

6.2 Rozdělení dýchací soustavy

Základem dýchací soustavy je dýchací trubice, která vzniká během embryonálního vývoje jako ventrální výchlípka trávicí trubice. Proto se trávicí a dýchací soustava označují dohromady jako *systém gastropulmonální* (*gaster* = žaludek; *pulmo* = plíce). Výstelka dýchací trubice je entodermálního původu, ostatní složky (slizniční a podslizniční vazivo, svalová vrstva, 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*)

6.3 Horní cesty dýchací

6.3.1 ZEVNÍ NOS (*nasus externus*)

Zevní nos je útvar ohraničující vchod do dutiny nosní (připojuje se k okrajům *apertura piriformis*). Rozlišujeme na něm kořen, hřbet, hrot a nosní křídla. Podkladem zevního nosu jsou jednak nosní kosti, jednak nosní chrupavky (elastické chrupavky křídla nosního, na něž se upínají některé mimické svaly). Nos je kryt kůží obsahující velké mazové žlázy.

6.3.2 DUTINA NOSNÍ (*cavum nasi*)

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

V embryonální období se kolem předního okraje primitivního střeva zakládá jediná dutina, později horizontální přepážkou (*patrem*) rozdělená na dvě dutiny – dutinu ústní (*pod patrem*) a dutinu nosní (*nad patrem*).

Ohraničení dutiny nosní

- **přední stěna:** Tvořena zevním nosem (nosními kostmi a chrupavkami nosních křídel). Uvnitř zevního nosu je předsíň krytá kůží a chloupky.
- **zadní stěna:** Obsahuje vnitřní nozdry (*choany*), oddělené od sebe nosním septem a ústící do nosní části hltanu.
- **horní stěna:** Tvořena dírkovanou ploténkou kosti čichové.
- **dolní stěna:** Tvořena horní plochou tvrdého patra, tedy patrovými výběžky horní čelisti (vpředu) a patrových kostí (vzadu).
- **laterální stěna:** Má složitou strukturu. Je tvořena několika kostmi, z nichž největší plochu zaujímají mediální stěny labyrintů kosti čichové. Z nich odstupují směrem mediálním 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 (*meatus nasi superior*), střední průchod nosní (*meatus nasi medius*) a dolní průchod nosní (*meatus nasi inferior*).
- **mediální stěna:** Tvořena septem nosním, které je vzadu kostěné (na jeho stavbě se podílí především vomer a svislá ploténka kosti čichové), vpředu je tvořeno chrupavkou, dosahující až do zevního nosu.

Stavba stěny dutiny nosní

Vnitřní plocha dutiny nosní (kosti a chrupavky) je kryta sliznicí, která je fixována k podkladu vrstvou podslizničního vaziva. Sliznice je dvojího typu:

- **dýchací sliznice:** Kryje většinu dutiny nosní. Je vystlána víceřadým řasinkovým epitelem, typickým pro dýchací cesty. Sliznice obsahuje četné žlázy, produkující hlen, jenž zvlhčuje povrch sliznice. Sliznice je bohatě krevně zásobená, zvláště tam, kde pokrývá skořepy nosní. Její funkcí je zvlhčovat, ohřívat a očišťovat vdechovaný vzduch.
- **čichová sliznice:** Kryje strop dutiny nosní a přilehlou část septa. Obsahuje čichové buňky a je tak součástí čichového ústrojí (viz kapitola „Čichové ústrojí“).

6.3.3 VEDLEJŠÍ DUTINY NOSNÍ (*sinus paranasales*)

Vedlejší dutiny nosní (tzv. paranazální dutiny) jsou výchlipky dutiny nosní do okolních kostí neurokránie i splachnokránie. Jsou kryty stejnou sliznicí, která kryje dutinu nosní, a otvírají se do dutiny nosní svými vývody. Jejich primární význam tkví v odlehčení lebečních kostí, navíc slouží i jako tzv. rezonanční dutiny (ovlivňují barvu hlasu).

Zánětlivé procesy probíhající v dutině nosní se mohou snadno a plynule dostávat i do vedlejších nosních dutin právě přes komunikační vývody (zánět vedlejších nosních dutin se označuje jako sinusitida).

- **čelní dutina (*sinus frontalis*)** – v čelních kostech, ústí do středního průchodu nosního

- **klínová dutina** (*sinus sphenoidalis*) – uložena v těle kosti klínové, ústí do horního průchodu nosního
- **čelistní dutina** (*sinus maxillaris*) – v těle horní čelisti, je největší (objem až 25 cm³) ze všech paranazálních dutin a ústí do středního průchodu nosního
- **čichové dutiny** (*cellulae ethmoidales*) – v labyrintech čichové kosti – jedná se o větší množství drobných dutinek, které ústí do středního a horního průchodu nosního

6.3.4 HLTAN (*pharynx*)

Hltan je součástí jak trávicí, tak dýchací soustavy, neboť jím prochází vdechaný vzduch (viz kapitola „Trávicí soustava“). Úpravu typickou pro dýchací cesty má však pouze jeho nosní část (nosohltan), která navazuje na choany dutiny nosní. Zde je hltan kryt sliznicí s víceřadým řasinkovým epitelem. Ústní a hrtanová část má výstelku z mnohvrstevného plochého nerohovatějícího epitelu, neboť tudy prochází potrava.

6.4 Dolní cesty dýchací

6.4.1 HRTAN (*larynx*)

Makroskopická stavba hrtanu

Hrtan je prvním úsekem dolních cest dýchacích. Je to trubicovitý orgán, který kraniálně navazuje na hltan a kaudálně přechází v průdušnici. Je uložen v krční krajině. Je vazivově upevněn (zavěšen) na jazylce. Je to nejen dýchací orgán, ale rovněž orgán hlasotvorný. Hrtan se skládá z následujících částí:

- **horní část:** Je pokračování hltanu. Vnitřní prostor se směrem dolů zužuje.
- **střední část:** Je zúžená a obsahuje hlasivky (*glottis*).
- **dolní část:** Vnitřní prostor se směrem dolů rozšiřuje a ústí do průdušnice.

Sliznice hrtanu

Sliznice vystýlá vnitřní dutinu hrtanu. Ve střední části hrtanu (*glottis*) vytváří sliznice dva páry nad sebou umístěných, sagitálně (předozadně) orientovaných řas. Jedná se o:

- vestibulární (nepravé hlasivkové) řasy (*plicae vestibulares*) – horní pár, mezi nimi je široká sagitálně orientovaná nepravá štěrbina
- vokální (pravé hlasivkové) řasy (*plicae vocales*) – dolní pár, mezi nimi je úzká sagitálně orientovaná pravá hlasivková štěrbina (*rima glottidis*).

Sliznice hrtanu je kryta víceřadým řasinkovým epitelem. To neplatí pouze pro oblast pravých hlasivkových řas, které jsou kryty vícevrstevným plochým nerohovatějícím epitelem (jako mechanická ochrana, neboť jsou namáhané průchodem silného proudu vzduchu při mluvení). Mezi horním a dolním párem vybíhá sliznice napravo i nalevo do tzv. hlasivkových vaků (*ventriculus laryngis*). Ty jsou u člověka malé, ale např. u lidoopů zasahují až do podpaží a slouží jako rezonátory zvuku. Pod sliznicí se nachází podslizniční vazivová vrstva, jež fixuje sliznici k dalším vrstvám. Podslizniční vrstva je zahuštěna v souvislou podslizniční membránu.

Chrupavky hrtanu

Hrtanové chrupavky představuje několik velkých a malých párových i nepárových chrupavek, obvykle hyalinních, příklopková chrupavka je elastická.

- **štítná chrupavka** (*cartilago thyroidea*): Je nepárová a je ne větší z hrtanových chrupavek. Sestává ze dvou 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 (*cornu superius*), dolů párový dolní roh (*cornu inferius*) s kloubní ploškou pro spojení s chrupavkou prstenčitou.
- **prstenčitá chrupavka** (*cartilago cricoidea*): Je nepárová a je umístěna pod chrupavkou štítnou. Má tvar prstence, jehož přední část je nízká (pod štítnou chrupavkou), zadní část je vysoká (doplňuje zezadu 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*): Nepárová chrupavka, která připomíná list s řapíkem. Je podkladem tzv. hrtanové příklopkovy (*epiglottis*), která při polykání uzavírá vchod do hrtanu.
- **hlasivková chrupavka** (*cartilago arytaenoidea*): Jedná se o párovou chrupavku tvaru přibližně trojbokého jehlanu. Svou bází obě chrupavky nasedají 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 (*viz výše*). Horní pár představují vestibulární vazy (jsou podkladem vestibulárních slizničních řas), dolní pár vokální vazy (jsou podkladem vokálních slizničních řas).

Spoje hrtanových chrupavek

Chrupavky hrtanu jsou vzájemně spojeny jednak vazy (syndesmózami), jednak klouby. Nejdůležitějšími jsou:

- *ligamentum thyrohyoideum*: Fixuje štítnou chrupavku k dolní ploše jazylky.
- *ligamentum cricotracheale*: Připojuje prstenčitou chrupavku k první chrupavce průdušnice.
- *ligamentum cricothyroideum*: Spojuje štítnou a prstenčitou chrupavku.
- *ligamentum thyroepiglotticum*: Připojuje příklopkovou chrupavku k zadní ploše chrupavky štítné.
- *ligamentum hyoepiglotticum*: Připojuje příklopkovou chrupavku k jazylce.
- *ligamentum vestibulare*: Je to párový vaz rozepjatý mezi chrupavkou hlasivkovou a zadní plochou chrupavky štítné. Je podkladem slizničních vestibulárních (nepravých hlasivkových) řas (*viz výše*).
- *ligamentum vocale*: Je to párový vaz rozepjatý mezi chrupavkou hlasivkovou a zadní plochou chrupavky štítné pod předchozím vazem. Je podkladem slizničních vokálních (pravých hlasivkových) řas (*viz výše*).
- *articulatio cricothyroidea*: Je to párový kloub spojující chrupavku štítnou (dolní rohy) s chrupavkou prstenčitou. Oba klouby se pohybují současně. V

kloubu se realizují kývavé pohyby, způsobující napínání (prodlužování) a uvolňování (zkracování) hlasivkových vazů (ovlivňují tedy výšku hlasu).

- *articulatio cricoarytaenoidea*: Je to párový kloub mezi bází chrupavky hlasivkové a chrupavkou prstenčitou. V kloubu se realizují posuvné pohyby (doprava a doleva), které přibližují nebo oddalují hlasivkové vazy (ovlivňují tedy sílu hlasu).

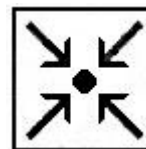
Svaly hrtanu

Na hrtanových chrupavkách začíná i upíná se několik příčně pruhovaných svalů, které svými kontrakcemi způsobují pohyby v kloubech mezi chrupavkami, působí tak na hlasivkové vazy a účastní se tím tvorby hlasu. Svaly jsou inervovány 10. hlavovým nervem.

Funkce hrtanu

Hrtan má dvojí funkci – dýchací (respirační) a hlasotvornou (fonační). Řečové orgány slouží k vytváření akustických komunikačních signálů (zvuků, hlasu), jejichž nejvýznamnějším druhem je artikulovaná řeč. Jejím smyslem je verbální (slovní) komunikace mezi jednotlivými členy lidské společnosti.

*Komunikace (dorozumívání) mezi jednotlivými individui určitého druhu i mezi jedinci různých druhů slouží k předávání informací o stavu prostředí (nebezpečí, zdroje potravy, sexuální partneři atd.). Ke komunikaci slouží několik typů signálů, vnímaných jednotlivými smyslovými orgány – dotykové (taktilní) signály, pachové signály, optické signály (barva, pohyby) a akustické signály (zvuky). Zvuky lze vydávat dvojím způsobem – **instrumentálně** (pomocí nástrojů – klacků, kamenů atd.) nebo **fyzilogicky** (vlastními orgány). Akustické signály jsou běžné u celé řady zástupců živočišné říše. Vydávání fyziologických zvuků je vázáno na určité orgány – zadní končetiny u rovnokřídlého hmyzu (sarančata, cvrčci), křídla u blanokřídlého hmyzu (včely), u obratlovců jsou však velmi často asociovány s dýchacím ústrojím, kde vznikají na základě rozechvívání (tření) proudu vzduchu v dýchací trubici.*



U člověka je řečové ústrojí úzce spjata rovněž s dýchací soustavou, netvoří tedy samostatné orgánovou soustavu. K vytváření hlasových signálů dochází v hrtanu (*larynx*), proto je možno je nazvat jako signály *laryngeální*. Řečové orgány dělíme na fonační a artikulační.

- **fonace**: Prvním krokem tvorby řeči je fonace, tedy vznik zvuku (hlasu). Ten vzniká třením proudu vydechovaného vzduchu o tzv. hlasivkové řasy v hrtanu, což je vlastní hlasový orgán. Fonace jsou schopni mnozí živočichové, nejedná se tedy o výlučně lidskou schopnost.

Poměr délky nádechu a výdechu je při respiraci asi 1 : 1,2, při fonaci však asi 1 : 8. Výdech je tedy při tvorbě hlasu mnohem delší než nádech. Z toho vyplývá, že mluvící tvor musí mít velmi jemnou a přesnou inervaci výdechových svalů (vnitřní mezižeberní svaly).

Při dýchání (bez mluvení) je štěrbina mezi hlasivkovými řasami široká (tzv. *respirační postavení hlasivek*). Při mluvení se však štěrbina zužuje a vzduch v těchto místech tedy prochází pouze úzkým prostorem mezi oběma řasami, což umožňuje jeho vytvoření (tzv. *fonační postavení hlasivek*). Zvuk lze hodnotit jeho intenzitou, výškou a barvou.

- intenzita hlasu: Závisí na rychlosti proudu vydechovaného vzduchu, což ovlivňuje velikost štěrby mezi hlasivkovými vazy – čím je proud rychlejší, tím je tato štěrbina širší a zvuk je tak hlasitější (oddalování hlasivkových vazů umožňují pohyby v *articulatio cricoarytaenoidea*, které zajišťují některé svaly hrtanu).
- výška hlasu: Závisí na napětí vokálních řas – čím jsou napjatější (tedy i delší), tím je zvuk vyšší (napínání hlasivkových vazů umožňují pohyby v *articulatio cricothyroidea*, jež zajišťují další svaly hrtanu).
- barva hlasu: Závisí na velikosti rezonančních dutin, mezi něž patří dutina hltanu (tzv. supralaryngeální prostor, tedy objem dýchací trubice nad hrtanem) a dále vedlejší dutiny nosní. U lidoopů jsou to navíc hrdelní vaky (*viz výše*), které jsou u člověka malé.
- **artikulace**: Mluvená řeč je artikulovaný (člankovaný) zvuk, který sestává z hlásek, které se dále skládají do slov. Artikulace je transformace (surového) zvuku do podoby konkrétní hlásky. O tom jak budou jednotlivé hlásky znít, rozhoduje momentální 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. Rozhodující vliv má hlavně jazyk. Každá hláska je tedy výsledkem velmi jemné koordinace svalů v okolí ústní dutiny a v jejím vnitřku (svaly žvýkací, 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.

Svaly podílející se na artikulaci mají některé zvláštní fyziologické vlastnosti, které jim umožňují bezproblémové vytváření hlásek – jsou jednak velmi přesně a jemně inervované (koordinované) a jsou rezistentní vůči únavě.

Artikulace je motoricky velmi složitá činnost, realizovaná velmi jemnou a přesnou koordinací více než 100 různých svalů v oblasti dutiny ústní. Uvědomíme-li si, že každá hláska potřebuje pro své vytvoření v řečových orgánech přesné nastavení napětí uvedeného velkého množství svalů a že za vteřinu jsme schopni říct řádově desítky různých hlásek (tedy mnohokrát toto jemné nastavení svalů za velmi krátkou dobu změnit), vyplne z toho, že artikulace musí být speciálně centrálně řízená. Toto centrální řízení je realizováno prostřednictvím tzv. řečových center umístěných v koncovém mozku (Brocovo a Wernickeovo centrum – *viz nervová soustava*). Artikulace (tedy mluvené řeči vůbec) je prokazatelně schopen pouze dnešní člověk (není ani známo, kdy v minulosti schopnost artikulované řeči vznikla).

6.4.2 PRŮDUŠNICE (*trachea*)

Průdušnice je trubicovitý orgán kraniálně navazující na hrtan, jejímž kaudálním pokračováním jsou průdušky. Je uložena částečně ještě v krku, většinou své délky se však nachází v dutině hrudní.

Makroskopická stavba průdušnice

Průdušnice je dlouhá asi 10 – 12 cm. Na průřezu má tvar vzadu příčně useknutého kruhu – přední a laterální obvod je zaoblený (podobně jako chrupavky, které ho podmiňují – *viz dále*) a zadní stěna je rovná a naléhá na jícen, který je uložen těsně za průdušnicí.

Histologická stavba průdušnice

- **sliznice:** Vystýlá vnitřní povrch průdušnice a je kryta víceřadým řasinkovým epitelem (typickým pro dýchací cesty). Obsahuje četné žlázy.
- **podslizniční vazivo**
- **vazivově-chrupavčitě-svalová vrstva:** Tato vrstva je na rozdíl od jiných trubicovitých orgánů (podobně jako u hrtanu) stavěna složitěji. Je vyztužena 15 – 20 podkovovitými hyalinními chrupavkami, které neúplně obkružují průdušnici zepředu a na bocích. Chrupavky jsou fixovány k podslizniční vazivové vrstvě a vzájemně jsou spojeny vazy. Na zadní stěnu průdušnice chrupavky nedosahují, je zde ale silnější svalová vrstva z hladké svaloviny.
- **vnější vrstva:** Průdušnice je na povrchu kryta adventiciálním obalem, tedy vazivem, které přechází do okolního meziorgánového vaziva.

6.4.3 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°. Vnitřní stavba průdušek (stavbě jejich stěny) je v podstatě stejná jako v případě průdušnice. Obě průdušky se liší svým tvarem a velikostí:

- **pravá průduška (*bronchus dexter*):** Je kratší (asi 3 cm) a širší a odstupuje z průdušnice pod menším úhlem (je téměř jejím pokračováním).
- **levá průduška (*bronchus sinister*):** Je delší (asi 4 – 5 cm) a užší a odstupuje z průdušnice pod větším úhlem.

6.5 Plíce

Plíce (*pulmo*, mn. č. *pulmones*) jsou párový orgán uložený v dutině hrudní. Jsou vlastním dýchacím orgánem, kde dochází k tzv. vnějšímu dýchání, tedy výměně dýchacích plynů mezi vzduchem a krví (vnitřní dýchání – výměna dýchacích plynů mezi krví a tkáněmi je potom záležitostí cévní soustavy).

6.5.1 MAKROSKOPICKÁ STAVBA PLIC

Plíce mají tvar nepravidelného zaobleného jehlanu, jehož báze nasedá na horní plochu bránice a hrot směřuje kraniálně, přičemž přesahuje horní východ z hrudního koše (jejich tvar kopíruje tvar hrudní dutiny). Plíce mají houbovitou konzistenci, šedorůžovou barvu (která však během života tmavne) a dohromady váží asi 600 – 800 g. Jejich hustota je menší než hustota vody, proto kousky plic ve vodě plavou. Na plicích rozlišujeme tři plochy, a to *brániční plochu* (dolní plocha v kontaktu s bránicí), *žeberní plochu* (boční zaoblená plocha naléhající na žebra) a *mediální plochu*. Přibližně ve středu mediální plochy je tzv. branka plicní (*hilum pulmonale*), místo, 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.

6.5.2 HISTOLOGICKÁ STAVBA PLIC

- **vnější vrstva:** Na povrchu je každá plíce kryta serózním obalem, zvaným *pleura*. Jedná se o lesklou hladkou serózní 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 příslušné 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.
- **parenchym:** Vlastní plicní tkáň. Jeho funkční složku tvoří rozvětvený bronchiální strom a na něho navazující alveolární strom, jejichž jednotlivé větve jsou stmeleny vmezeřeným (intersticiálním) vazivem s elastickými vlákny (plicní tkáň je tedy pružná).



Vlastnosti plicního parenchymu a pleurálních obalů plic významně ovlivňují mechaniku dýchání. V pleurální dutině je podtlak (nižší tlak než atmosférický), plicní tkáň je tedy jeho tahem roztahována. 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 činnost. 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 roztažení hrudní dutiny, která svým tahem roztahuje i pleurální dutinu, neboť pleura je pevně přirostlá ke stěnám hrudní dutiny. Podtlak v pleurální dutině roztahuje plicní tkáň a tím je do ní pasivně nasáván vzduch. Při kontrakci výdechových svalů (musculi intercostales interni) dojde k poklesu žeber, zmenšení objemu hrudní dutiny a k vytlačení vzduchu ven.

6.5.3 VĚTVENÍ BRONCHŮ V PLICÍCH

Bronchy vstupující v plicním hilu do plicního parenchymu se několikanásobně větví (obvykle rozdvoují nebo roztrojují) a vytvářejí tak útvar podoby rozvětveného stromu. Podle pořadí větvení se dělí jeho větve na následující útvary:

- **bronchiální strom** (*arbor bronchialis*): Je to počáteční několikanásobné větvení bronchů v plicním parenchymu (první 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. Tyto větve se poté několikanásobně rozvětví v plicní tkáni až na průdušinky (*bronchioli*). Během větvení se postupně zmenšuje průměr bronchů a ztenčuje se jejich stěna (snižuje se epitelová výstelka, mizí chrupavčité výztuhy, vazivo a hladká svalovina vytvářejí kolem nich síť). Nejmenšími větvemi jsou:
 - *bronchioli terminales* – terminální bronchioly: Průdušinky o průměru asi 1 mm. Jejich výstelka obsahuje ještě víceřadý řasinkový epitel, který je však již nízký. Oblast plíce ventilovaná jedním terminálním bronchiolem se nazývá **sekundární plicní lalůček** a je základní funkční jednotkou plic (má

tvar kužele dlouhého asi 0,5 – 2 cm s bází obrácenou na povrch plíce a hrotem směřujícím k hilu plicnímu).

- **alveolární strom** (*arbor alveolaris*): Další (submikroskopické a mikroskopické) větvení bronchiálního stromu. V jeho jednotlivých větvích jsou přítomny tzv. plicní sklípky (*alveoli pulmonales*) – výdutě o průměru asi 0,1 – 0,5 mm. V obou plicích je jich asi 300 – 400 milionů a jejich celková aktivní plocha dosahuje až 80 m². Plicní sklípky jsou vystlány jednou ultratenkou vrstvou plochých epitelových buněk (tzv. respirační epitel) a jsou ovinuty sítí krevních kapilár malého krevního oběhu. Slouží k vnějšímu dýchání, tedy k výměně dýchacích plynů mezi vzduchem a plícemi. Větvením terminálních bronchiolů vznikají následující útvary:
 - *bronchioli respiratorii* – respirační bronchioly: Vznikají rozdělením až roztrojením terminálních bronchiolů a mají průměr menší než 1 mm. Oblast plíce ventilovaná jedním respiračním bronchiolem se nazývá **pri-mární plicní lalůček**.
 - *ductuli alveolares*: Úzké kanálky vznikající rozvětvením (s až 10 větvemi) respiračních bronchiolů. Jejich konce jsou rozšířené v tzv. atrium.
 - *sacculi alveolares* – plicní váčky: Je to dvojice váčků, které odstupují z konce atrií jednotlivých ductuli alveolares. Jsou hlavními nositeli plicních sklípků, které se z nich vyklenují po celém jejich povrchu.

6.5.4 PLICNÍ KREVNÍ OBĚH

- **funkční oběh**: Jde o systém krevních cév zajišťujících okysličování krve v plicích (je to tedy malý krevní oběh).
- **nutritivní oběh**: Jde o systém krevních cév zajišťujících dodávku kyslíku (okysličené krve) pro plicní tkáň. Je realizován viscerálními větvemi hrudní části sestupné aorty.

7 TRÁVICÍ SOUSTAVA (*systema digestorium*)

7.1 Funkce trávicí soustavy

- příjem potravy
- trávení potravy – mechanické a chemické
- výdej nestrávených zbytků

7.2 Rozdělení trávicí soustavy

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 a koncový úsek je původu ektodermálního. Další vrstvy (slizniční vazivo, podslizniční vrstva, svalová vrstva a vazivové obaly) jsou mezodermální. K trávicí trubici se připojují některé velké žlázy. Orgány trávicí soustavy můžeme rozdělit do těchto skupin:

- **dutina ústní** (*cavum oris*)
 - rty (*labia*)
 - tváře (*buccae*)
 - tvrdé patro (*palatum durum*)
 - měkké patro (*palatum molle*)
 - 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*)
 - slinivka břišní (*pancreas*)

7.3 Dutina ústní (*cavum oris*)

Dutina ústní je počátečním úsekem trávicí trubice. Vpředu je ohraničena ústní štěrbinou (*rima oris*), vzadu hltanovou úžinou (*isthmus faucium*). Dutina ústní je rozdělena na dva oddíly – předsíň (*vestibulum oris*) a vlastní dutina ústní (*cavum oris proprium*). Hranicí mezi těmito částmi je horní a dolní zubní oblouk. Dutina ústní je vystlána sliznicí, která je kryta mnohvrstevným plochým nerohovatějším epitelem. Je připojena k podkladu (kostěnému nebo svalovému) podslizničním vazivem. Dutina ústní sestává z následujících komponent:

7.3.1 RTY (*labia*)

Rty vytváří 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*). Uvnitř je ret vyplněn svaly, zejména kruhovým svalem ústním (*musculus orbicularis oris*). Vnější povrch rtů je kryt kůží, vnitřní povrch je kryt sliznicí dutiny ústní, která ve střední rovině směrem k dásním vytváří tzv. uzdičku (*frenulum*). Mezi kožní a slizniční zónou rtu je tzv. přechodná červená zóna krytá tenkou modifikovanou kůží bez pigmentu, skrz kterou prosvítají krevní kapiláry a dodávají jí tak červené zbarvení (je to struktura vyvinutá pouze u člověka, je velmi citlivá a má vztah k sexualitě).

7.3.2 TVÁŘE (*buccae*)

Tvář (*bucca*) tvoří laterální stěnu (ohraničení) dutiny ústní. Na povrchu je kryta kůží, zevnitř je pokryta sliznicí dutiny ústní. Uvnitř tváře se nacházejí některé mimické svaly, především sval tvářový (*musculus buccinator*), a rovněž tukové těleso dávající tvářím charakteristické individuální zaoblení.

7.3.3 TVRDÉ PATRO (*palatum durum*)

Tvrdé patro tvoří horní stěnu (ohraničení) dutiny ústní a zároveň přepážku mezi dutinou ústní a nosní. Jejím podkladem jsou některé kosti splanchnocrania (především patrové výběžky horní čelisti, doplněné vzadu patrovými výběžky kosti patrové). Ze strany dutiny ústní je tvrdé patro kryto sliznicí dutiny ústní, která je pevně přirostlá k periostu kostí uvedených podkladů.

V přední části tvrdého patra, v jeho střední rovině, se nachází tzv. **canalis incisivus** (kanál vyplněný vazivem), který prochází tvrdým patrem a ústí do dutiny nosní. Tato struktura je rudimentem tzv. vomeronasálního (Jacobsonova) orgánu, který u nižších savců a plazů obsahuje smyslové buňky, sloužící k čichové kontrole obsahu dutiny ústní (přijímané potravy).



7.3.4 MĚKKÉ PATRO (*palatum molle*)

Měkké patro doplňuje vzadu tvrdé patro. Směrem dozadu odstupuje nepárový výběžek – čípek (*uvula*). Podkladem měkkého patra je plochá šlacha (*aponeurosis palatina*), na kterou se upíná několik párů příčně pruhovaných svalů. Svaly jsou inervovány 9. a 10. hlavovým nervem, podílejí se na polykání.

7.3.5 DNO DUTINY ÚSTNÍ (*diaphragma oris*)

Tvoří dolní stěnu (ohraničení) dutiny ústní. Je kryto jemnou sliznicí, skrz niž prosvítají slinné žlázy a jejich vývody. Samotné dno dutiny ústní tvoří některé suprahyooidní svaly, především *musculus mylohyoideus*.

7.3.6 HLTANOVÁ ÚŽINA (*isthmus faucium*)

Je to zadní stěna (ohraničení) dutiny ústní. Obsahuje otvor (*fauces*), který je vchodem do hltanu. Jde o zúžené místo, ohraničené po obou stranách dvěma za sebou vertikálně uloženými oblouky – obloukem patrojazykovým a patrohltanovým. Pod sliznicí oblouků probíhají příčně pruhované svaly inervované 10. hlavovým nervem a uzavírají svou kontrakcí hltanovou úžinu při polykání. Mezi oběma oblouky je jamka (*fossa tonsillaris*), v níž je patrová mandle (*tonsilla palatina*) – slizniční řasa s kumulací uzlíků lymfatické tkáně.

7.3.7 JAZYK (*lingua*)

Jazyk je zploštělý svalnatý orgán vybíhající ze spodiny dutiny ústní. Jeho funkcí je mechanické zpracování potravy, její posuny v dutině ústní, chemická kontrola potravy (chuťová funkce) a rovněž artikulace.

Makroskopická stavba jazyka

- **kořen** (*radix*) – navazuje na hrtanovou příklopku (*epiglottis*)
- **tělo** (*corpus*) – je zploštělé, má tedy dvě plochy, horní a dolní
- **hrot** (*apex*) – vybíhá směrem ke vchodu do dutiny ústní

Histologická stavba jazyka

- **sliznice:** Kryta epitelem dutiny ústní (tedy mnohvrstevným nerohovatějším). Na spodní ploše jazyka je hladká a je pokračováním sliznice dna dutiny ústní. Ve středové rovině je 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 četné uzlíky lymfatické tkáně tvořící v souhrnu tzv. jazykovou mandli (*tonsilla lingualis*). Na předních dvou třetinách horní plochy tvoří sliznice výběžky, tzv. papily, několika typů:
 - nitkovité papily (*papillae filiformes*): Drobné papily pokrývající hustě celou horní plochu jazyka. Dodávají jazyku sametový vzhled.
 - houbovitě papily (*papillae fungiformes*): Větší papily pravidelně rozmístěné mezi papilami nitkovitými. Obsahují chuťové pohárky.
 - listovité papily (*papillae foliatae*): 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:** Vazivová vrstva, jež je pod sliznicí horní plochy jazyka zahuštěna v souvislou vazivovou šlachu (*aponeurosis linguae*).
- **svaly:** Několik párů příčně pruhovaných svalů, jež pohybují jazykem. 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:* Jedná se o drobné svalové snopce uložené uvnitř jazyka (nezačínají na kostech), kde se upínají do *aponeurosis linguae*. Mění svými kontrakcemi tvar jazyka.

7.3.8 SLINNÉ ŽLÁZY (*glandulae salivariae*)

Jedná se o žlázy produkující sliny (*salivae*). Ty slouží k přípravě sousta – k posunu do dalších částí trávicí trubice a k počátku jeho trávení. Slinné žlázy obsahují několik typů buněk:

- *hlenové buňky:* Produkují hlen (mucin), který zvlhčuje sousto a napomáhá jeho posunům v dutině ústní (má tedy funkci lubrikantu).

○ *serózní buňky*: Produkuje řidší sekrety obsahující tyto složky:

- voda
- minerální látky
- slinné amylázy – štěpí škroby (ptyalin)
- imunoglobuliny – imunitní funkce

Slinné žlázy jsou dvojího typu:

- **malé slinné žlázy**: Velké množství drobných slinných žlázek uložených ve sliznici rtů, tváří, tvrdého patra a jazyka. Produkuje sliny neustále a podílí se tak na trvalém zvlhčování sliznice dutiny ústní.
- **velké slinné žlázy**: Jsou to tři páry slinných žláz v okolí dutiny ústní, s níž komunikují svými vývody. Produkuje sliny pouze na nervový podnět (např. při příjmu potravy). Na povrchu jsou kryty vazivovým pouzdem, z něhož do nitra pronikají septa dělicí žlázový parenchym na jednotlivé lalůčky. Žlázový parenchym obsahuje sekreční oddíly stmelené vazivem. Z nich vycházejí jednotlivé vývody, jež se mnohonásobně spojují, až vytvoří hlavní vývod. Jsou to následující žlázy:
 - žláza příušní (*glandula parotis*): Před boltcem ušním na vnější ploše ramena mandibuly a ústí na tváři (naproti druhému hornímu moláru).
 - žláza podjazyková (*glandula sublingualis*): Na spodině dutiny ústní nad *musculus mylohyoideus*. Ústí pod jazykem.
 - žláza podčelistní (*glandula submandibularis*): Na spodině dutiny ústní pod *musculus mylohyoideus*. Ústí pod jazykem (má společný vývod s předchozí žlázou).

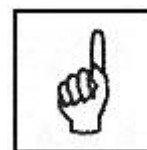
7.3.9 ZUBY (*dentes*)

Zuby jsou nejtvrďší orgány lidského těla. Jsou uloženy v zubních lůžkách, tzv. alveolech, 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. 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.

Makroskopická stavba zubů

- **kořen** (*radix dentis*): Část zubu, která je pomocí vazů fixována do zubního lůžka. Vazy připojující kořen do alveolu se nazývají souhrnně ozubice (*periodontium*). Jedná se o typ syndesmózy anatomicky podobné lebečním švům a označuje se jako tzv. *gomphosis* (vklínění). Jednotlivé zuby se liší počtem svých kořenů.
- **krček** (*collum dentis*): Jedná se o krátkou část zubu mezi kořenem a korunou krytá dásní.

Mezi dásní a krčkem je tzv. *gingivodentální uzávěr* – systém buněčných spojů a vaziva obsahujícího lymfocyty. Tato struktura umožňuje pevné přilnutí dásně ke krčku zubu a zabraňuje pronikání škodlivých látek ke krčku. Lymfocyty se účastní boje proti infekci (porucha uzávěru vede k onemocnění zvanému parodontóza, kdy dojde k uvolnění fixace zubu v zubním lůžku).



- **korunka** (*corona dentis*): Viditelná část zubu vyčnívající z dásní. Má různý tvar závislý na typu zubu. Rozlišujeme na ní pět ploch:
 - *facies vestibularis* – plocha otevřená směrem do vestibula 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 zubů

- **sklovina** (*enamelum*): Kryje zubní korunku. Je to nejtvrďší tkáň lidského těla (obsahuje až 96 % minerálních látek). Je ektodermálního původu.
- **zubní cement** (*cementum*): Je to modifikovaná kostní tkáň pokrývající zubní kořen a krček, je tedy mezodermálního původu. Na kořeni je vazivovými vlákny fixován ke stěně alveolu (viz výše), na krčku k dásni.
- **zubovina** (*dentinum*): Jedná se o modifikovanou kostní tkáň tvořící kostru celého zubu (je uložen pod sklovinou i cementem). Je tedy mezodermálního původu. Zubovina je druhou nejtvrďší tkání lidského těla, obsahuje až 70 % minerálních látek. Nalezneme v ní četné mikroskopické kanálky, kterými z dřevné dutiny prostupují nervová vlákna.
- **dřeňová dutina** (*cavum dentis*): Malá dutina uvnitř zubu zasahující až do kořene. Je vyplněna zubní dřeví (*pulpa dentis*) tvořené řídkým vazivem s cévami a nervy, jež se do ní dostávají otvůrkem na vrcholu zubního kořene.

Typy zubů

Chrup člověka je *heterodontní*, což znamená, že obsahuje několik tvarově odlišných typů zubů. Jedná se o:

- **řezáky** (*dentes incisivi*): Jsou to zuby s dlátovitě formovanou korunkou, jejíž okluzní plocha je upravena do tvaru hrany. Mají jeden kořen.
- **špičáky** (*dentes canini*): Jedná se o zuby s korunkou formovanou do tvaru hrotu. Mají jeden kořen.
- **zuby třenové** (*dentes premolares*): Jsou to zuby s plochou korunkou, 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.
- **stoličky** (*dentes molares*): Jedná se o zuby s plochou korunkou, která má na svém povrchu čtyři až pět hrbolků. Horní moláry mají tři kořeny (dva vestibulární a jeden linguální), dolní moláry mají dva kořeny (jeden mesiální a jeden distální).

Generace chrupu

Chrup člověka je *difyodontní*, což znamená, že se vyvíjí dvě generace zubů, a to zuby mléčné a zuby trvalé. Prořezávání (erupce) zubů, jak mléčných, tak trvalých, má svůj charakteristický čas v průběhu postnatální ontogeneze.

- **mléčný chrup** (*dentes decidui*): Mléčný (dočasný) chrup je první generací zubů. Obsahuje v úplné podobě 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. Nejdříve se prořezává první dolní řezák, a to ve věku 6 – 8 měsíců. Jako poslední se ve věku 2,5 – 3 roky objevuje druhá stolička.

- **trvalý chrup** (*dentis permanentes*): Trvalý chrup je druhou generací zubů. Obsahuje v úplné podobě 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. Jako první se prořezává buď první dolní stolička, nebo první dolní řezák, a to ve věku kolem 6 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 současné populaci mají oba typy přibližně rovnoměrné zastoupení, progresivní je však incisivní typ). Potom následují ostatní řezáky, špičáky a premoláry. Druhá stolička se prořezává ve věku 10 – 15 let a třetí stolička (tzv. zub moudrosti) ještě později (od 17 let až asi do 40 let, u některých jedinců se však neprořeže vůbec, u některých se ani nezaloží).

Trvalé řezáky, špičáky a premoláry (celkem tedy 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 bylo při erupci trvalého chrupu prvotním stavem právě nejdříve doplnění mléčného chrupu trvalými stoličkami, čímž každý kvadrant obsahoval 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 však došlo k „zaostávání“ stoliček a k časovému posunu 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 prořeže deformovaná nebo 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 evolučního schématu spočívajícího v doplňování mléčných zubů stoličkami. V současné době však dochází stále častěji k tomu, že je „předběhnuta“ prvním špičákem, čímž se i ona dostává postupně do pozadí (viz výše – molární a incisivní typ erupce). Neprořezání třetí stoličky a incisivní typ zubní erupce můžeme tedy považovat za progresivní fylogenetické (evoluční) trendy.



7.4 Vlastní trávicí trubice

Další součásti trávicí trubice již mají tvar i stavbu typické trubice (viz pasáž „Trubicovité orgány“ v kapitole „Základní stavba útrobních orgánů“). Část se nachází v krční krajině a v dutině hrudní, největší část je v dutině břišní. Stěna trávicí trubice sestává z těchto součástí:

- **sliznice:** Vystýlá vnitřní povrch trávicí trubice. Sestává z těchto vrstev:
 - epitelová vrstva (*lamina epithelialis*) – tvořená v počátečním a koncovém úseku mnohvrstevným nerohovatějším epitelem, v ostatních částech jednovrstevným epitelem cylindrickým s resorpční funkcí
 - slizniční vazivo (*lamina propria*) – obsahuje lymfatické uzlíky
 - svalová vrstva (*lamina muscularis*)
- **podslizniční vrstva:** Vazivo obsahující autonomní nervové pleteně.

- **svalová vrstva:** Tvořena v počátečním a koncovém úseku příčně pruhovanou svalovinou, dále svalovinou hladkou ve dvou základních vrstvách – vnější podélné a vnitřní okružní. Mezi oběma vrstvami je tenká vrstva vaziva s autonomními nervovými pleteněmi.
- **vnější vrstva:** Část trávicí trubice v dutině hrudní je obalena adventiciálním obalem. Povrch úseku v dutině břišní tvoří tzv. pobřišnice (*peritoneum*). Je to lesklá hladká serózní blána tvořená jednou vrstvou plochých epitelových buněk (tzv. mezotel). Jde o jeden z útvarů vzniklých rozpadem embryonálních célomových váčků (viz pasáž „*Tunica serosa*“ v kapitole „*Základní stavba útrobních orgánů*“). Rozlišujeme dva listy pobřišnice – nástěnný, pokrývající stěny dutiny břišní, a útrobní, který pokrývá povrch většiny orgánů dutiny břišní. Oba listy v sebe vzájemně přecházejí (orgány jsou do nich vtlačeny jako do promáčklého míčku). Mezi oběma listy tak vzniká dutina vyplněná vazkou tekutinou, jež usnadňuje pohyby orgánů dutiny břišní vůči jejím stěnám (skluznost). Podle způsobu přechodu nástěnného a útrobního listu pobřišnice rozdělujeme prostory a orgány dutiny břišní na tyto skupiny:
 - **retroperitoneální:** Jsou to orgány, které jsou ponořené do vaziva zadní stěny dutiny břišní, nedosahuje na ně tedy peritoneální pokryv. Patří sem např. ledviny, rektum atd.
 - **mezoperitoneální:** Orgány přitisknuté zadní plochou do vaziva zadní stěny dutiny břišní, přes jejichž přední plochu přechází nástěnný list peritonea (stává se zde tedy útrobním listem). Patří sem slinivka, dvanáctník, vzestupný a sestupný tračník atd.
 - **intraperitoneální:** Orgány, které jsou obaleny útrobním listem peritonea téměř po celé ploše (u trávicí trubice po celém obvodu), kdy přechod útrobního listu v nástěnný má podobu závěsu (duplikatury). Patří sem např. žaludek, lačník a kyčelník tenkého střeva, příčný a esovitý tračník tlustého střeva, játra a slezina.

7.4.1 HLTAN (*pharynx*)

Hltan je trubicovitý orgán, který kranialně navazuje na dutinu nosní a (o něco kaudálněji) na dutinu ústní, jeho pokračováním je jednak jícen, jednak hrtan. Je tedy součástí jak trávicí, tak dýchací soustavy.

Makroskopická stavba hltanu

- **část nosní:** Tzv. nosohltan. Oddíl navazující na dutinu nosní, s níž komunikuje vnitřními nozdrami (*choanae*). Kranialně je ukončen slepě a opírá se zde o tělo kosti klínové. Z nosní části hltanu vede párová sluchová (Eustachova) trubice do středoušní dutiny.
- **část ústní:** Oddíl navazující na dutinu ústní, s níž komunikuje prostřednictvím hltanové úžiny (*isthmus faucium*).
- **část hrtanová:** Nejkaudálnější úsek, kde hltan pokračuje dolů dorzálně jako jícen, ventrálně jako hrtan (je tu tedy ke křížení trávicích a dýchacích cest).

Histologická stavba hltanu

- **sliznice:** Ústní a hrtanová část je pokryta mnohvrstevným plochým nerohovatějším epitelem, nosní část je kryta víceřadým řasinkovým epitelem

(jako jinde v dýchacích cestách). Nosní část obsahuje ve slizničním vazivu kumulace lymfatických uzlíků, které v souhrnu tvoří tzv. hltanovou mandli (*tonsilla pharyngea*), někdy označovanou rovněž jako krční mandle.

- **podslizniční vrstva**
- **svalová vrstva:** Tvořena několika příčně pruhovanými svaly s obvykle cirkulárním průběhem. Jsou inervovány 9. a 10. hlavovým nervem a svou kontrakcí zužují hltan, čímž posunují potravu do jícnu (tedy polykací funkce).
- **vnější vrstva:** Hltan je na povrchu kryt adventiciálním obalem, tedy vazivem, které přechází do okolního meziorgánového vaziva.

7.4.2 JÍCEN (*oesophagus*)

Jícen je trubicovitý orgán, který kraniálně navazuje na hltan, jeho kaudálním pokračováním je žaludek. Slouží k plynulému transportu sousta do žaludku.

Makroskopická stavba jícnu

Jícen dlouhý asi 25 – 30 cm. Ve svém průběhu je několikrát zakřiven v rovině sagitální i frontální (sleduje průběh hrudní páteře i umístění nitrohrudních orgánů) a má několik zúžení. Podle průběhu se dělí na následující části:

- **krční část** – krátký úsek po odstupu z hltanu
- **hrudní část** – nejdelší úsek, probíhá za průdušnicí, s níž je pevně spojen
- **břišní část** – krátký úsek před vyústěním do žaludku, do břišní dutiny se dostává skrz *hiatus oesophageus* bránice

Histologická stavba jícnu

- **sliznice:** Je pokryta mnohvrstevným plochým nerohovatějším epitelem. Vytváří podélné řasy, což jsou rezervní řasy vyrovnávající se při průběhu sousta. Na průřezu má tedy dutina jícnu hvězdicovitý tvar.
- **podslizniční vrstva**
- **svalová vrstva:** Tvořena jak příčně pruhovanou, tak hladkou svalovinou – v kraniálním úseku je pouze příčně pruhovaná svalovina upevněná na prstenčitou chrupavku hrtanu, ve středním úseku přibývá svalovina hladká a v kaudálním úseku je pouze hladká svalovina (tvoří vnější podélnou a vnitřní okružní vrstvu). Svaly jsou inervovány 9. a 10. hlavovým nervem a svou kontrakcí posunují 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 vrstva:** Jícen je kryt adventiciálním obalem, tedy vazivem, které přechází do okolního meziorgánového vaziva.

7.4.3 ŽALUDEK (*ventriculus, gaster*)

Žaludek je trubicovitý orgán, který kraniálně navazuje na jícen, jeho pokračováním je tenké střevo. Je uložen v dutině břišní v levé brániční klenbě. Je dlouhý asi 25 cm a široký v prázdném stavu 4 – 5 cm. Žaludek představuje vakovitě rozšířenou část trávicí trubice, kde dochází k dočasnému uskladnění potravy, k jejímu promíslení a chemickému trávení.

Makroskopická stavba žaludku

- **česlo** (*cardia*): Je to počáteční úsek žaludku navazující na jícen.
- **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 kanál navazující na tělo.
- **vrátník** (*pylorus*): Jedná se o úsek žaludku na přechodu do tenkého střeva.

Histologická stavba žaludku

- **sliznice**: Je kryta jednovrstevným cylindrickým epitelem. Vytváří podélné různě zprohýbané řasy, které mají rezervní funkci – při naplnění žaludku se vyrovnávají. Povrch žaludeční sliznice je rozdělen do malých políček, v jejichž centru je jamka (žaludeční krypta), do níž ústí drobná žláza sestávající z několika typů buněk:
 - *hlenové buňky*: Produkují hlen (mucin), který vytváří na povrchu sliznice ochrannou vrstvu proti agresivnímu působení žaludeční šťávy.
 - *zymogenní buňky*: Produkují žaludeční šťávu (*succus gastricus*) obsahující trávicí enzymy. Mezi ně patří:
 - žaludeční lipáza – štěpí tuky
 - žaludeční proteáza – štěpí bílkoviny (pepsinogen – neaktivní forma, vlivem kyselého prostředí uvnitř žaludku se mění na aktivní pepsin)
 - *krycí buňky*: Produkují dva typy sekretů:
 - kyselina chlorovodíková (HCl) – vytváří kyselé prostředí, přeměňuje neaktivní pepsinogen na aktivní pepsin, má antiseptické účinky
 - „žaludeční faktor“ – glykoprotein vázající se na vitamín B12 (nutný pro krvetvorbu), jenž může být díky němu vstřebáván v tenkém střevě
 - *endokrinní buňky*: Produkují hormony ovlivňující některé trávicí funkce (sekreci trávicích šťáv).
 - *nediferencované buňky*: Jedná se o buňky, z nichž vznikají diferenciací předešlé typy buněk.
- **podslizniční vrstva**
- **svalová vrstva**: Tvořena hladkou svalovinou, která má tři vrstvy – kromě běžné vnější podélné a vnitřní okružní vrstvy obsahuje i nejuvnitřnější šikmo probíhající vrstvu. Okružní vrstva tvoří svěrače při česlu a vrátníku.
- **vnější vrstva**: Žaludek je orgánem intraperitoneálním, je tedy kryt serózním obalem (viscerálním listem peritonea) téměř po celém povrchu. Od jeho velkého zakřivení odstupuje směrem dolů velká peritoneální řasa, vyplněná síťovitě uspořádanou tukovou tkání. Nazývá se velká předstěra (*omentum majus*) a klade se před kličku tenkého střeva.

7.4.4 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, šířka tenkého střeva je 2,5 – 3 cm. Je bohatě zprohýbané a vytváří tak tzv. střevní kličky. V tenkém střevě dochází k chemickému trávení potravy, k jejímu vstřebávání do tělních tekutin a k posunu nestrávených zbytků potravy do dalších úseků trávicí trubice. Obsah tenkého střeva se nazývá trávenina (*chymus*), která sem přichází z žaludku.

Makroskopická stavba tenkého střeva

- **dvanáctník** (*duodenum*): Počáteční úsek tenkého střeva dlouhý 20 – 25 cm (méně než 10 % celkové délky). Tvoří kličku konvexitou směřující doprava. Na jeho sliznici prominují dvě bradavky – *papilla duodeni major* (společné ústí žlučového a hlavního pankreatického vývodu) a *papilla duodeni minor* (ústí přídatného vývodu pankreatu).
- **lačník** (*jejunum*): Navazuje na dvanáctník. Je uložen v levé horní části dutiny břišní a zaujímá asi 40 % délky tenkého střeva (název lačník je od toho, že na mrtvole je tento úsek tenkého střeva prázdný).
- **kyčelník** (*ileum*): Poslední úsek tenkého střeva. Je uložen v pravé dolní části dutiny břišní a zaujímá asi 60 % 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 tenkého střeva

- **sliznice**: Je pokryta jednovrstevným cylindrickým epitelem, jehož buňky se podílejí na vstřebávání rozložených živin. Sliznice je zřasena v cirkulárně probíhající řasy (hustší v lačníku, řidší až žádné v kyčelníku). Povrch sliznice je opatřen hustě usazenými prstovitými výběžky, tzv. klky (*villi*). Jsou vysoké asi 0,5 – 1 mm a jejich hustota je asi 10 – 40 na mm² (vyšší a hustší v lačníku, nižší a řidší v kyčelníku). Klk je na povrchu kryt jednou vrstvou cylindrických epitelových buněk několika typů a uvnitř vyztužen slizničním vazivem obsahujícím hladká svalová vlákna. Ve vazivu probíhají jednak krevní cévy (vstřebávají se do nich cukry a aminokyseliny a představují je tepny a žíly spojené arteriovenózními anastomózami, kterými krev obchází kapilární řečiště při nižší intenzitě resorpce), jednak je zde centrálně umístěná lymfatická kapilára (vstřebávají se do ní tuky). Mezi jednotlivými klky se epitel vchlipuje dovnitř sliznice a vytváří tak drobné jamky (tzv. Lieberkühnovy krypty či žlázy). Epitel je složen z několika typů buněk:
 - *enterocyty*: Jsou to hlavní buňky podílející se na vstřebávání (resorpci) strávených živin. Pokrývají většinu povrchu klků. Každá buňka obsahuje na povrchu asi 3000 mikrokloků (*microvilli*) – drobných výběžků (výška asi 1 – 2 μm), které zvětšují resorpční povrch sliznice tenkého střeva až na 40 m². Enterocyty jsou neustále obnovovány a jejich rozpadem se z nich uvolňuje střevní šťáva (*succus entericus*) obsahující trávicí enzymy. Mezi ně patří:
 - střevní proteázy – štěpí bílkoviny (aminopeptidázy a dipeptidázy)
 - enterokináza – aktivuje pankreatické proteázy (*viz níže*)
 - střevní amylázy – štěpí cukry (laktáza a maltáza)

- *hlenové buňky*: Jednobuněčné žlázy produkují hlen (mucin), který vytváří na povrchu sliznice ochrannou vrstvu proti agresivnímu působení trávicích šťáv. Pro svůj tvar se označují rovněž jako pohárkové buňky. Nacházejí se na sliznici klků i v kryptách.
- *membranózní buňky*: Uloženy na bázi klků, kde jsou v kontaktu s lymfatickými folikuly slizničního vaziva. Podílejí se na obraně proti infekci.
- *endokrinní buňky*: Produkují hormony ovlivňující trávení.
- *nediferencované buňky*: Jde o buňky krypt, ze kterých diferenciací a neustálým posouváním směrem z krypt na klky vznikají předešlé typy buněk (hlavně enterocyty).
- **podslizniční vrstva**
- **svalová vrstva**: Tvořena hladkou svalovinou (vnější podélnou a vnitřní okružní vrstvou).
- **vnější vrstva**: Dvanáctník je orgánem mezoperitoneálním (je kryt zepředu serózním obalem, zezadu adventicií, je tedy zadní plochou přirostlý k zadní stěně dutiny břišní). Lačník a kyčelník jsou však orgány intraperitoneální, jsou tedy kryty téměř po celém obvodu serózou (viscerálním listem peritonea). 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. Skrz okružím vstupují po celé délce do tenkého střeva cévy.

7.4.5 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, šířka je asi 4 – 7 cm. V tlustém střevě dochází ke vstřebávání vody a minerálních látek, ke kvasným a hnilobným procesům za přítomnosti bakterií střevní mikroflóry a k vypuzení nestrávených zbytků potravy.

Makroskopická stavba tlustého střeva

- **slepé střevo** (*intestinum caecum*): Slepý výběžek (vak) tlustého střeva uložený pod ústím tenkého střeva. Vybíhá z něho slepě zakončený výběžek, tzv. *appendix vermiformis* (u člověka je to rudimentární orgán, obsahuje ve slizničním vazivu kumulaci lymfatických uzlíků, čímž připomíná tonzily).
- **tračník** (*colon*): Hlavní úsek tlustého střeva. Povrch je rozbrázděn příčnými rýhami v tzv. výpuky (*haustra*), jejichž hranice jsou dány tonusem okružní svaloviny a neustále se 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 před kličkami tenkého střeva v horní části dutiny břišní.
 - sestupný tračník (*colon descendens*): Probíhá dolů po levém okraji dutiny břišní.
 - esovitý tračník (*colon sigmoideum*): Poslední úsek tračníku, uložený v dolní části dutiny břišní a v malé pánvi.

- **konečník** (*rectum*): Konečný úsek trávicí trubice, který ústí na povrch těla řitním otvorem (*anus*). Je uložen v malé pánvi, kde prochází pánevní svalovou přepážkou a svaly hráze. Skládá se ze dvou základních částí:
 - konečníková výduť (*ampulla recti*): Počáteční rozšířený úsek rekta.
 - řitní kanál (*canalis analis*): Koncový úsek rekta ústící do řitního otvoru.

Histologická stavba tlustého střeva

- **sliznice:** Je pokryta jednovrstevným cylindrickým epitelem. Vytváří příčně probíhající poloměsíčité řasy, které jsou vnitřním ekvivalentem vnějších rýh, oddělujících jednotlivá haustra, jsou tedy rovněž nestálé a jejich poloha se mění. Sliznice netvoří klky. Buňky epitelu však obsahují na povrchu mikrokilky a podílejí se na vstřebávání (resorpci). Povrch sliznice je poset jamkami, do nichž ústí tzv. Lieberkühnovy krypty či žlázy.
- **podslizniční vrstva**
- **svalová vrstva:** Je tvořena hladkou svalovinou ve dvou vrstvách. Vnější podélná vrstva je nesouvislá a vytváří na povrchu tři podélně probíhající čáry (*taeniae*). Vnitřní vrstva je okružní, je souvislá a tvoří dočasné svěrače oddělující jednotlivá haustra (na povrchu se projevuje jako zářezy, uvnitř jako poloměsíčité slizniční řasy). Odlišnou podobu má svalovina v rektu. Obsahuje jak hladkou, tak příčně pruhovanou svalovou tkáň. Hladká svalovina tvoří opět vnější podélnou, tentokrát však souvislou vrstvu, a vnitřní okružní vrstvu, která v distální 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 pánevní přepážky se k němu připojuje zdvihač konečníku (*musculus levator ani*), který fixuje konečník ve své poloze. Z hráze se k němu připojuje vnější svěrač (*musculus sphincter ani externus*), který je vůlí ovladatelný.
- **vnější vrstva:** Vzestupný a sestupný tračník jsou orgány mezoperitoneální, jsou tedy kryty zepředu serózou (viscerálním listem peritonea), zadní plocha je kryta adventicií a je tak přirostlá k zadní stěně dutiny břišní. Slepé střevo a příčný a esovitý tračník jsou orgány intraperitoneální, jsou tedy kryty serózou (viscerálním listem peritonea) téměř po celém obvodu (např. příčný tračník má podobný závěs jako tenké střevo). Rektum je kryto adventicií (je orgánem retroperitoneálním).

7.5 Velké žlázy trávicí soustavy

7.5.1 JÁTRA (*hepar*)

Funkce jater

Játra jsou největší žlázou lidského těla. Jsou uložena v pravé brániční klenbě. Játra mají v organizmu velké množství funkcí, z nichž nejdůležitější jsou:

- **produkce žluči:** Žluč je žlutá lesklá tekutina, která se podílí na trávení tuků (tzv. emulgace – vytváří s nimi v tenkém střevě komplexy, které zajišťují jejich afinitu k vodě, což je důležité pro jejich trávení a vstřebávání).

- *metabolismus živin*: Do jater přicházejí cestou *vena portae* živiny, jež se v tenkém střevě rozložily na jednoduché organické látky. V jaterních buňkách dochází k jejich dalšímu zpracování – ke spalování za vzniku energie nebo se z nich syntetizují látky tělu vlastní (např. glykogen, krevní bílkoviny atd.). Díky vysoké metabolické aktivitě jsou játra nejteplejším orgánem v těle (mají teplotu až 40° C).
- *detoxikační procesy*: Odbourávání škodlivých látek.
- *krvetvorba*: Pouze v prenatálním období.

Makroskopická stavba jater

Játra mají tvar přibližně šikmo seříznutého ovoиду. Mají červenohnědou barvu, měkkou a křehkou konzistenci a váží v průměru asi 1,5 kg. Rozlišujeme na nich dvě plochy – *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 a žlučovodů. Játra sestávají ze dvou na první pohled viditelných laloků, avšak při pohledu na útrobní plochu lze rozeznat celkem čtyři laloky:

- **pravý lalok** (*lobus dexter*) – největší
- **levý lalok** (*lobus sinister*)
- **čtverhranný lalok** (*lobus quadratus*)
- **ocasatý lalok** (*lobus caudatus*)

Histologická stavba jater

- **vnější vrstva**: Játra jsou orgánem intraperitoneálním, na většině svého povrchu jsou tedy kryta serózou (viscerálním listem peritonea), který plynule přechází na stěnu dutiny břišní. Přechod útrobního a nástěnného listu má podobu závěsu, který fixuje játra ke stěnám dutiny břišní, především k dolní ploše bránice.
- **vazivové pouzdro**: Je to tužší vazivový obal kryjící povrch jater. Jeho vazivo prostupuje i dovnitř jaterní tkáň.
- **parenchym**: Vlastní žláznatá tkáň jater. Jeho funkční složkou jsou trámce jaterních žlázových buněk – *hepatocytů* stmelené vazivem. Základní stavební jednotkou jaterního parenchymu je tzv. **jaterní lalůček** (*lobulus hepatis*). Jedná se o útvar ve tvaru přibližně šestibokého hranolu o průměru asi 1 mm a výšce asi 2 mm. Jeho středem prochází tzv. centrální žíla (*vena centralis*). Na styku tří lalůček probíhá společně *vena interlobularis* (větev *vena portae*, přivádí krev s živinami ze střev), *arteria interlobularis* (větev *arteria hepatica*, přivádí okysličenou krev) a žlučovod (*ductus bilifer*) – dohromady je tato trojice označována jako *jaterní triáda*. Jednotlivé interlobulární žíly jsou spojeny příčnými spojkami, které probíhají při styku dvou stran sousedících lalůček. Od nich odstupují větve (tzv. jaterní sinusy – široké krevní kapiláry), které se radiálně sbíhají do centrální žíly jaterního lalůčku po celém jeho obvodu. Mezi těmito sinusy jsou trámce vlastních jaterních žlázových buněk, které mají vůči centrální žíle rovněž radiální uspořádání. Vždy sousední dvojice trámců uzavírá žlučovou kapiláru. Soutokem žlučových kapilár vznikají interlobulární žlučovody, které se stékají až do vzniku hlavního žlučového vývodu.

Jaterní krevní oběh

- **funkční oběh:** Je to portální jaterní oběh. Do jater vstupuje *vena portae*, jež přivádí živiny strávené a vstřebané ve střevech. V játrech se bohatě větví až do interlobulárních žil, které se rozpadají na síť kapilár (jaterních sinusů). Z nich se do jaterních buněk vstřebávají přivedené živiny. Krev ze sinusů se sbírá do centrálních žil jaterních lalůček. Centrální žíly se mnohonásobně stékají až do jaterních žil (*venae hepaticae*), které ústí do dolní duté žíly.
- **nutritivní oběh:** Je to klasický velký krevní oběh, který přivádí okysličenou krev. Ta vstupuje do jater skrz jaterní tepnu (*arteria hepatica*), která je větví *truncus coeliacus*. Tepna se větví v interlobulární tepny a ty dále v kapiláry, které ústí do jaterních sinusů. V nich je z arteriální krve vychytáván kyslík a odevzdáván oxid uhličitý. Další pasáž krve je shodná s funkčním oběhem – krev pokračuje do centrálních žil a z nich dále přes jaterní žíly až do dolní duté žíly.

7.5.2 ŽLUČOVÉ CESTY (*ductus biliares*)

Žluč je produkována jaterními buňkami v trámčích jednotlivých lalůček a je odevzdávána do systému žlučových vývodů. Ty rozdělujeme na nitrojaterní (intrahepatální) a nějaterní (extrahepatální).

- **nitrojaterní vývody:** Uloženy uvnitř jater. Sestávají z těchto složek:
 - žlučové kanálky (kapiláry): Štěrbiny mezi dvěma hepatocyty.
 - intralobulární žlučovody: Štěrbiny mezi sousední dvojicí jaterních trámčů. Ústí do nich jednotlivé žlučové kanálky.
 - interlobulární žlučovody: Probíhají na styku tří jaterních lalůček (jsou součástí jaterní triády) a vznikají soutokem přilehlých intralobulárních žlučovodů.
- **vnějaterní vývody:** Uloženy mimo játra. Sestávají z těchto složek:
 - lobární žlučovody: Vznikají soutokem všech interlobulárních žlučovodů v jednom jaterním laloku, ze kterého potom vystupují ven. Jsou dva – pravý (*ductus hepaticus dexter*) a levý (*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.
 - žlučník (*vesica fellea*): Je to slepě ukončený váček, uložený na spodní ploše jater (mírně přesahuje jejich přední okraj). Je dlouhý 8 – 12 cm, široký 3 – 4 cm a jeho obsah je asi 30 – 80 cm³. Žlučník vychytává žluč, která se hromadí ve žlučových cestách, a zahušťuje ji (resorpcí vody – žluč vytvořená v játrech obsahuje asi 97 % vody, žluč ve žlučníku a dále ve žlučovodech asi 88 %).

7.5.3 SLINIVKA BŘIŠNÍ (*pancreas*)

Slinivka břišní je velká žláza umístěná v levé části břišní dutiny za a mírně pod žaludkem. Produkuje trávicí šťávy a hormony regulující hladinu cukru v krvi.

Makroskopická stavba slinivky

Slinivka břišní má šedorůžovou barvu a měkkou konzistenci. Je dlouhá asi 12 – 15 cm a váží 60 – 90 g. Rozlišujeme na ní následující části.

- **hlava** (*caput*) – uložená v konkavitě dvanáctníku
- **krček** (*collum*) – zúžená část
- **tělo** (*corpus*) – přibližně trojboký průřez
- **ocas** (*cauda*) – směřuje doleva

Histologická stavba slinivky

- **vnější vrstva:** Slinivka je orgánem mezoperitoneálním. Přes její přední plochu přechází seróza (nástěnný list peritonea), zadní plocha je přitisknuta do vaziva zadní stěny dutiny břišní.
- **vazivové pouzdro:** Tenká vrstva tužšího vaziva na povrchu slinivky, ze kterého do nitra odstupují septa, dělicí žlázový parenchym na lalůčky.
- **žlázový parenchym:** Vnitřní výplň slinivky obsahující sekreční oddíly a systémy vývodů (funkční složka). Vše je stmeleno vmezeřeným vazivem. Slinivka patří mezi žlázy smíšené, má tedy exokrinní i endokrinní funkci.

○ exokrinní oddíl: Zaujímá většinu objemu parenchymu slinivky. Je složen ze sekrečních elementů (váčky ze žlázových buněk), které produkují pankreatickou šťávu (*succus pancreaticus*) s trávicími enzymy. Jsou to:

- pankreatické proteázy – štěpí bílkoviny. Jsou produkovány v neaktivní formě, ve střevě se aktivují enterokinázou. Patří mezi ně:
 - trypsinogen – neaktivní, aktivní formou je trypsin
 - chymotrypsinogen – neaktivní, aktivní formou je chymotrypsin
 - carboxypeptidáza
- pankreatické lipázy – štěpí tuky. Jsou však v čistém stavu neaktivní, aktivují se v tenkém střevě za přítomnosti střevní enterokinázy.
- pankreatické amylázy – štěpí cukry

Z jednotlivých sekrečních oddílů vycházejí vývody, které se postupně stékají do dvou vývodů ústících do dvanáctníku:

- 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: Tvořen tzv. Langerhansovými ostrůvky (*insulae pancreaticae*) – shluky žlázových buněk o velikosti asi 0,1 – 0,5 mm. Je jich asi 1 – 2 milióny a dohromady váží asi 1 g (tvoří asi 1,5 % hmotnosti slinivky). Nejvíce jich je v ocasu pankreatu. Jejich produktem jsou hormony regulující hladinu cukru v krvi (inzulín a glukagon). Endokrinní buňky zřejmě pocházejí z neurální lišty.

8 VYLUČOVACÍ SOUSTAVA (*systema urinarium*)

8.1 Funkce vylučovací soustavy

- **vylučovací funkce** – vylučování (exkrece) odpadních látek z těla, především zplodin metabolismu dusíkatých látek (bílkovin). Produktem vylučovací soustavy je moč – tekutina obsahující vodu a v ní rozpuštěné odpadní látky (především močovinu).
- **osmotické funkce** – regulace složení tělních tekutin

8.2 Rozdělení vylučovací soustavy

- **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*)

8.3 Ledviny

8.3.1 TOPOGRAFIE LEDVIN

Ledviny (*ren*, mn. č. *renes*) jsou párový orgán uložený v horním úseku zadní části dutiny břišní. Spočívají ve vazivu retroperitoneálního prostoru, kde jsou obklopeny tukovou tkání, která tlumí nárazy a má tedy ochranný význam. Pravá ledvina je uložena o něco níže než levá, neboť je mírně zatlačována hmotou jater. 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).

8.3.2 MAKROSKOPICKÁ STAVBA LEDVIN

Ledvina má fazolovitý tvar. Je tužší konzistence a má červenohnědou barvu. Je dlouhá asi 10 – 12 cm, široká 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. V místě branky je mediální okraj prohlouben v hlubokou ledvinnou zátoku (*sinus renalis*), která obsahuje počáteční úseky vývodných cest močových (tedy ledvinné kalichy a ledvinnou pánvičku, pokračující jako močovod).

8.3.3 HISTOLOGICKÁ STAVBA LEDVIN

- **vazivové pouzdro:** Je to tenká slupka tuhého vaziva na povrchu ledviny.
- **parenchym:** Vlastní ledvinná tkáň. Skládá se v každé ledvině asi z 1 miliónu nefronů (*viz níže*) a rozvětvených sběrných kanálků, vzájemně stmelených vmezeřeným vazivem. Ledvinný parenchym je uložen ve dvou vrstvách:
 - ledvinná kůra (*cortex renalis*): Tenká vnější vrstva parenchymu pod vazivovým pouzdrém, má světlejší barvu.
 - ledvinná dřevina (*medulla renalis*): Silnější vnitřní vrstva parenchymu. Má tmavší barvu a není kompaktní, ale je rozdělena do 15 – 20 tzv. ledvinných pyramid. Báze pyramid směřují k povrchu ledviny, zaoblené hroty (tzv. ledvinné papily) k ledvinnému hilu. Pyramidy jsou pozůstatkem původního členění ledviny na laloky (ledvina, u níž přetrvává segmentace na laloky, se označuje jako renkulizovaná ledvina).

Stavba nefronu

Nefron (ledvinný tubulus) je základní stavební a funkční jednotka ledvin (ledvinného parenchymu), ve které dochází k vlastní tvorbě moči. Je dlouhý asi 40 – 50 mm a jeho stěna je tvořena jednou vrstvou epitelových buněk, jejichž tvar a velikost se úsek od úseku liší. Včetně sběrných a papilárních kanálků (které však již nejsou přímo součástí nefronu) se skládá z následujících úseků:

- **ledvinné (Malpighiho) tělíčko** (*corpusculum renale*): Proximální část nefronu, uložená v ledvinné kůře. Sestává ze dvou základních komponent:
 - **Bowmannův váček** (*capsula Bowmani*): Je to váček ve tvaru pohárku, kterým je nefron proximálně ukončen. Má dva listy – vnější a vnitřní, které do sebe vzájemně na okraji přecházejí (váček má tedy podobu promáčklého míčku). Oba listy jsou tvořeny jednou vrstvou plochých epitelových buněk. Mezi buňkami vnitřního listu, tzv. *podocyty*, jsou ultramikroskopické štěrbiny.
 - **klubíčko** (*glomerulus*): Klubíčko krevních kapilár vsunuté do Bowmanova váčku. Buňky endotelu kapilárních stěn jsou v těsném kontaktu s buňkami vnitřního listu Bowmanova váčku a jsou mezi nimi mikroskopické štěrbiny. Do klubíčka ústí jedna přívodná tepénka (*arteriola afferens*) a odchází z něho jedna odvodná tepénka (*arteriola efferens*), která má menší průměr. Tím vzniká v glomerulu tlak, kterým se filtruje krevní plazma s odpadními látkami skrz póry mezi endotelovými buňkami kapilár a podocyty Bowmanova váčku do dutiny ledvinného tělíška. Celková filtrační plocha všech glomerulů dosahuje asi 1,5 m².
- **kanálek I. řádu** (*tubulus proximalis*): Je to krátký kanálek odstupující z Bowmanova váčku. Má dva úseky – proximální stočený a distální rovný. Je uložen v ledvinné kůře.
- **Henleova klička** (*ansa nephroni*): Jedná se o delší kanálek, který je pokračováním kanálku I. řádu. Její počáteční úsek je tenký, koncový úsek je široký (poměr délky úzkého a širokého úseku je u různých nefronů variabilní). Henleova klička sestává ze dvou ramének – sestupného a vzestupného. Je uložena v ledvinné dřevině.

- **kanálek II. řádu** (*tubulus distalis*): Je to krátký kanálek navazující na vze-
stupné raménko Henleovy kličky. Má dva úseky – proximální rovný a
distální stočený. Je uložen v ledvinné kůře v těsné blízkosti příslušného
Bowmannova váčku.
- **sběrný kanálek** (*ductus colligens*): Je to kanálek vzniklý soutokem 5 – 10
nefronů. Je uložený v ledvinné dřeni.
- **papilární kanálek** (*ductus papillaris*): Vzniká soutokem několika sběrných
kanálků. Je uložen v ledvinné dřeni a ústí na povrchu ledvinné pyramidy na
ledvinné papile.

8.4 Horní cesty močové

8.4.1 LEDVINNÉ KALICHY (*calices renales*, j. č. *calix renalis*)

Nálevky uložené uvnitř ledvinného hilu, které obepínají jednotlivé ledvinné papily, z nichž do nich proudí moč. Svými okraji jsou k papilám přirostlé. Kalichy se vzájemně stékají až do vytvoření ledvinné pánvičky.

8.4.2 LEDVINNÁ PÁNVIČKA (*pelvis renalis*)

Rozšířená horní část močovodů, do níž se stékají jednotlivé ledvinné kalichy a která vystupuje z ledvinného hilu.

8.4.3 MOČOVOD (*ureter*)

Močovod je párový kanálek odvádějící moč z ledvin do močového měchýře. Je dlouhý 25 – 30 cm a široký 4 – 7 mm. Probíhá v retroperitoneálním prostoru po zadní stěně dutiny břišní. Sliznice obsahuje podélné řasy, které ji dodávají na průřezu hvězdicovitý vzhled (jedná se o rezervní řasy, které se vyrovnávají při náplni močí). Svalová vrstva obsahuje vnější okružní a vnitřní podélnou vrstvu hladké svaloviny. Povrch je kryt adventicíí, tedy vazivem, které přechází do okolního meziorgánového vaziva.

8.5 Dolní cesty močové

8.5.1 MOČOVÝ MĚCHÝŘ (*VESICA URINARIA*)

Trubicovitý orgán (vakovitého tvaru) uložený v malé pánvi za sponou stydkou, který slouží jako zásobárna moči před jejím 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 močového měchýře

- **hrot** (*apex*) – horní část, při náplni přesahuje sponu stydkou
- **tělo** (*corpus*)
- **spodina** (*fundus*)
- **krček** (*cervix*) – zúžená část při odstupu močové trubice

Histologická stavba močového měchýře

- **sliznice**: Je kryta přechodným epitelem. Tvoří síťovitě uspořádané řasy. Na spodině je hladké trojúhelníkové políčko (*trigonum vesicae*), jehož dva zadní vrcholy tvoří ústí obou močovodů a přední vrchol odstup močové trubice.

- **podslizniční vrstva**
- **svalová vrstva:** Silná vrstva hladké svaloviny, obsahující vnější podélnou, střední okružní a vnitřní síťovitou vrstvu (podmiňuje síťovité řasy sliznice). Svalovina vytváří několik funkčních svalů podílejících se na vyprazdňování měchýře. Jsou to:
 - *musculus detrusor vesicae*: Jedná se o souhrnné označení pro svalovinu všech vrstev stěny močového měchýře, jejíž kontrakce zajišťují vypuzování jeho obsahu.
 - *musculus sphincter vesicae*: Je to svěrač okružní svaloviny při vyústění močového měchýře do močové trubice. Není ovladatelný vůlí.
- **vnější vrstva:** Močový měchýř je kryt adventicíí, tedy vazivem, jež přechází do okolního meziorgánového vaziva. Pouze horní plocha je pokryta serózou (přechází přes ni nástěnný list peritonea dutiny břišní).

8.5.2 MOČOVÁ TRUBICE (*urethra*)

Močová trubice je nepárový kanálek, který představuje konečný úsek vývodných cest močových. Po výstupu z močového měchýře (směrem dolů) 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. 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* při horním okraji vchodu do pochvy. Má složitější systém příčně pruhovaných svěračů než močová trubice u muže, neboť zde hrozí snadnější poškození vnějšími vlivy (např. infekcí).
- **mužská močová trubice:** U mužů je močová trubice delší (její délka je asi asi 20 – 25 cm) a je současně vývodnou cestou močovou i pohlavní. Po výstupu z močového měchýře vstupuje do prostaty, po výstupu z ní se lomí dopředu přibližně pod úhlem 90° a vstupuje do spongiózního tělesa penisu, kterým prochází a ústí na jeho konci.

9 POHLAVNÍ ÚSTROJÍ (*oragana genitalia*)

9.1 Funkce pohlavního ústrojí

Pohlavní ústrojí úzce souvisí se sexualitou. Primární funkcí pohlavního ústrojí i sexuality je rozmnožování čili reprodukce, tedy plození nových individuí. Pohlavní orgány jakožto primární pohlavní znaky jedince zajišťují svou fyziologickou aktivitou rozvoj sekundárních pohlavních znaků. Kromě primárního reprodukčního významu má sexualita u člověka i velmi významnou funkci sociální, která souvisí s částečným oddělením sexuality od rozmnožování. Tato druhotná funkce sexuality u člověka obecně převažuje nad funkcí primární.

9.2 Rozdělení pohlavního ústrojí

Pohlavní ústrojí má těsný vývojový i anatomický vztah k vylučovací soustavě, proto se oba systémy označují souhrnně jako systém *urogenitální*. Pohlavní ústrojí dělíme na několik úseků podle několika kritérií:

1) ROZDĚLENÍ PODLE UMÍSTĚNÍ

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

2) ROZDĚLENÍ PODLE FUNKCE

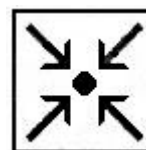
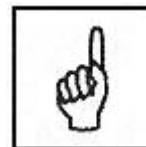
- **pohlavní žlázy (gonády)** – produkují pohlavní buňky a pohlavní hormony
- **vývodné cesty pohlavní** – zajišťují odvod pohlavních buněk ven z těla
- **kopulační orgány** – přenos pohlavních buněk mezi oběma pohlavími

9.3 Pohlavní diferenciaci

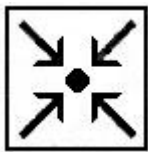
Pohlavní rozmnožování umožňuje produkci nové generace s novou kombinací genetické informace. U člověka je podobně jako u naprosté většiny jiných organismů vyvinuta *bipolární sexualita* – existence dvou pohlaví. Odlišení pohlaví u člověka můžeme sledovat na několika úrovních:

- **genetické pohlaví:** Je to základní úroveň pohlaví, daná sestavou pohlavních chromozómů. Kombinace XY (přítomnost chromozómu Y) značí mužské pohlaví, kombinace XX (absence chromozómu Y) ženské pohlaví.
- **gonadální pohlaví:** Je to úroveň pohlaví daná přítomností pohlavní žlázy. Varle značí gonadální pohlaví mužské, vaječník gonadální pohlaví ženské. V naprosté většině případů souhlasí s genetickým pohlavím, ale mohou se vyskytnout odchylky.

Lidské zárodky se v počátečních fázích embryonálního vývoje vyvíjejí ženským směrem. Pokud je jedinec geneticky XX, pokračuje v této linii dále a z jeho nerozlišené gonády se vyvine vaječník. Je-li však geneticky XY, dojde v průběhu 6. týdne vývoje vlivem genů chromozómu Y k přeměně nediferencované gonády ve varle, které začne produkovat pohlavní hormon testosteron. Ten zahájí diferenciaci zárodku mužským směrem. Může se stát, že jedinec je geneticky muž, avšak vlivem genetické poruchy nejsou jeho buňky citlivé na testosteron a vyvine se z něho žena s genetickým základem XY.



- **genitální pohlaví:** Je to úroveň pohlaví daná 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 však vyskytnout rozmanité poruchy diferenciace vnějších pohlavních orgánů vedoucí až k přechodným tvarům, tzv. biologické intersexualitě.
- **somatické pohlaví:** Jde o úroveň pohlaví danou přítomností sekundárních pohlavních znaků, tedy všech tvarových a funkčních rozdílů mezi mužem a ženou mimo pohlavní orgány (rozdíly v proporcích postavy, distribuci tuku a svalové hmoty, v rozvoji ochlupení, pohlavní rozdílů na kostech, pohlavní rozdílů ve velikosti a aktivitě útrobních orgánů atd.). Somatické pohlaví tedy opět v naprosté většině případů koresponduje s pohlavím genetickým, gonadálním a genitálním, ale mohou se vyskytnout vývojové poruchy.



Až do počátku puberty jsou jedinci mužského i ženského pohlaví z hlediska somatického pohlaví přibližně stejní (mají stejnou postavu i výkonnost), liší se pouze v předchozích třech pohlavních úrovních. Puberta je obdobím, kdy vlivem pohlavních hormonů dojde k diferenciaci somatického pohlaví (a vyšších úrovní pohlaví – viz dále) a vyvinou se sekundární pohlavní znaky.

- **psychické pohlaví:** Je to úroveň pohlaví daná způsobem myšlení a prožívání – buď mužským, nebo ženským. Opět ve většině případů souhlasí tato úroveň s úrovněmi předchozími, avšak mohou se vyskytnout odchylky, projevující se poruchami sexuální identifikace.
- **sociální pohlaví:** Jedná se o úroveň pohlaví danou pohlavní sociální rolí jedince ve společnosti, tedy tím, jak je jedinec společností vnímán a za jaké pohlaví je považován. Tato úroveň již překračuje biologické hranice a vstupuje na pole sociální.

9.4 Mužské pohlavní ústrojí (*organa genitalia masculina*)

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*)
 - semenné váčky (*vesiculae seminales*)
 - předstojná žláza (*prostata*)
 - Cowperova žláza (*glandula bulbourethralis*)

2) VNĚJŠÍ POHLAVNÍ ORGÁNY

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

9.4.1 VARLE (*testis*)

Varle je mužská pohlavní žláza. Je to párový orgán uložený v šourku. Jedno varle je obvykle níže uložené než druhé. Funkcí varlete je tvorba mužských pohlavních buněk – spermií procesem *spermiogeneze* a mužského pohlavního hormonu testosteronu.

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 sestupuje proto do chladnějšího skrota, a to již na konci prenatalní fáze vývoje. Sestouplá varlata jsou jednou ze známek donošenosti plodů mužského pohlaví.

Makroskopická stavba varlete

Varle je žláza zploštělého ovoidního tvaru a tuhé a pružné konzistence. Jeho délka je asi 4 – 5 cm, šířka asi 3 cm a tloušťka asi 2,5 cm. Váží asi 20 – 25 g. Rozlišujeme na něm dvě plochy – mediální a laterální, dále dva okraje – přední a zadní a dva póly – horní a dolní. Na zadním okraji varlete je tzv. branka (*hilum testis*), kudy vstupují a vystupují cévy, nervy a vývodné kanálky (v počtu 15 – 20) ústící do nadvarlete.

Histologická stavba varlete

- **vnější vrstva:** Varle je na povrchu obaleno serózním obalem – lesklou blánou tvořené jednou vrstvou plochých epitelových buněk (tzv. mezotel) podložených subserózním vazivem. Tento obal vzniká odštěpením části peritonea a sestupem spolu s varlem do skrota skrz tříselný kanál. Serózní obal má dva listy – útrobní, který naléhá přímo na povrch varlete, a nástěnný, 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 tužšího vaziva na povrchu varlete. Dovnitř varlete vysílá septa, která v parenchymu varlete tvoří trámčinu a rozdělují vnitřní prostor na 200 – 300 lalůček, které svým hrotem směřují k hilu.
- **parenchym:** Jedná se o vnitřní žlázovou hmotu varlete. Jeho funkční složkou jsou tzv. stočené semenotvorné kanálky, jejichž délka v obou varlatech je až 500 m a jsou v parenchymu varlete mnohonásobně stočeny. V kanálkách probíhá spermiogeneze. Stočené kanálky se napojují na 15 – 20 vývodných kanálků, které v hilu varlete vystupují ven a vstupují do nadvarlete. Kanálky jsou vzájemně stmeleny vmezeřeným (intersticiálním) vazivem, které obsahuje tzv. *Leydigovy buňky* produkující testosteron.

Stočené semenotvorné kanálky (*tubuli seminiferi contorti*)

Semenotvorné kanálky tvoří funkční složku parenchymu – dochází v nich k *spermiogenezi*. Každý kanálek je obalen tenkou vrstvou vaziva a jeho výstelka je tvořena tzv. *Sertolliho buňkami* (jedná se o zárodečný epitel). Jsou to vysoké buňky, jejichž boční stěny a apikální pól jsou opatřeny mnoha záhyby membrány. V záhybech bočních stěn Sertolliho buněk (tedy v prostorech mezi nimi) se nacházejí jednotlivá vývojová stádia spermií (tvořící tzv. spermiogenní epitel) a probíhá zde spermiogeneze, a to po dobu asi 74 dní. Při bázi kanálku jsou nezralá stádia, směrem do lumina kanálku neustále postupují pokročilejší vývojová stádia spermií. Tím můžeme spermiogenní epitel rozdělit na tyto vrstvy:

- **zóna množení:** Je uložena při bázi kanálků. Obsahuje tzv. *spermiogonie* – diploidní buňky, ze kterých vznikají spermie. Spermiogonie se neustále mitoticky dělí, přičemž jedna z dceřiných buněk zůstává vždy v zóně množení a druhá postupuje směrem do lumina kanálků do dalších zón.
- **zóna růstu:** Je to střední zóna, kde jednotlivé spermiogonie rostou (zvětšují svůj objem) a mění se na (stále ještě diploidní) *spermiocyty I. řádu*.
- **zóna zrání:** Jedná se o nejvnitřnější zónu kanálku, kde spermiocyty I. řádu vstupují redukčního dělení (meiózy), přičemž z nich nejdříve během prvního zracího dělení vznikají haploidní *spermiocyty II. řádu* a potom během druhého zracího dělení *spermatidy*. Spermatidy vstupují do vrcholových záhybů Sertolliho buněk, kde se z nich stávají spermie.

Spermie

Spermie jsou mužské pohlavní buňky, které patří k nejmenším buňkám lidského těla. Mají vlastní aktivní pohyb. Tvoří se v tzv. spermiogenním epitelu semenotvorných kanálků varlat (*viz výše*). Spermie se skládá z těchto součástí:

- **hlavička:** Připomíná zploštělou hrušku o velikosti asi $5 \times 3 \times 2$ mikrometrů. Téměř celý její vnitřní prostor vyplňuje buněčné jádro nesoucí haploidní sadu chromozómů, tedy genetickou informaci spermie. V přední části (mezi membránou a jádrem) se nachází tzv. *akrozóm* – váček obsahující enzymy nutné při pronikání spermie do vajíčka (*viz níže*).
- **krček:** Segment dlouhý asi 5 mikrometrů. Obsahuje hlavně mitochondrie.
- **bičík:** Je to nejdelší součást spermie (délka asi 40 mikrometrů). Jedná se o pohyblivou část spermie vyztuženou svazky mikrotubulů.

9.4.2 NADVARLE (*epididymis*)

Nadvarle je párový orgán 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, které jím procházejí 8 – 17 dní. V případě ejakulace jsou vypuzeny do vývodných pohlavních cest, v ostatních případech zde zanikají fagocytární aktivitou.

Makroskopická stavba nadvarlete

- **hlava (*caput*)** – při horním pólu varlete, vstupují sem v jeho vývodné kanálky
- **tělo (*corpus*)** – uložené podél zadního okraje varlete
- **ocas (*cauda*)** – uložené při dolním pólu varlete

Histologická stavba nadvarlete

- **vnější vrstva:** Do serózy kryjící varle je zavzato i nadvarle.
- **vazivové pouzdro:** Tenká vrstva vaziva na povrchu nadvarlete vysílající dovnitř septa, která oddělují jednotlivé lalůčky (ty jsou uloženy v hlavě nadvarlete, kde jich je 8 – 12).
- **parenchym:** Je tvořen mnohonásobně stočenými kanálky (jejich celková délka je asi 6 m), stmelеныmi vmezeřeným vazivem obsahujícím hladkou svalovinu. V každém lalůčku hlavy nadvarlete je jeden stočený kanálek jako pokračování vývodného kanálku varlete. V těle a v ocasu nadvarlete se tyto kanálky vzájemně spojují, až vytvoří jediný vývod, který pokračuje jako

chámovod. Kanálky jsou vystlány dvouvrstevným epitelem, jehož buňky produkují kyselou tekutinu, která dočasně zastaví aktivní pohyb spermií (ty jsou z nadvarlete vypuzovány stahy jeho hladké svaloviny).

9.4.3 CHÁMOVOD (*ductus deferens*)

Chámovod je hlavní úsek mužských vývodných pohlavních cest. Slouží k odvodu spermií při ejakulaci. Je to párová trubice dlouhá asi 35 – 40 cm a široká asi 3 mm. Začíná od ocasu nadvarlete, kde se prudce lomí směrem nahoru. Poté vstupuje do tříselního kanálu, kde se stává součástí semenného provazce (je obalen řadou fascií a svalů a doprovázen cévními a nervovými pleteněmi) (viz pasáž „Tříselný kanál“ v kapitole „Svalová soustava“). Po výstupu z tříselního kanálu se ze semenného provazce odděluje a zahýbá pod močový měchýř, kde se ampulovitě rozšiřuje. Poté vstupuje do prostaty, kde ústí do močové trubice. Chámovod je vystlán sliznicí s dvouvrstevným epitelem, jeho stěna dále obsahuje poměrně silnou vrstvu hladké svaloviny a je obalen adventicií, tedy vazivem, které přechází do okolního meziorgánového vaziva.

9.4.4 SEMENNÉ VÁČKY (*vesiculae seminales*)

Zploštělé párové žlázy o velikosti asi 5 × 2 cm přitisknuté ke spodině močového měchýře. Každý vzniká laterálním vychlípením konečného úseku chámovodu. Mají podobnou vnitřní stavbu jako chámovod, do něhož ústí. Jejich povrch je hrbolatý. Semenné váčky produkují tekutinu mírně alkalické reakce, tvořící většinu objemu ejakulátu. Alkalická reakce zajišťuje pohyblivost spermií. Sekret obsahuje rovněž fruktózu (výživa spermií) a prostaglandiny (ovlivňují děložní svalovinu a tím pohyb spermií v ženském pohlavním traktu).

9.4.5 PŘEDSTOJNÁ ŽLÁZA (*prostate*)

Prostata patří mezi přídatné žlázy mužských vývodných pohlavních cest. Je to nepárová žláza, uložená pod spodinou močového měchýře, kde ze všech stran obepíná počáteční úsek močové trubice. Sekret prostaty tvoří část ejakulátu a je mírně kyselé reakce.

Makroskopická stavba prostaty

Prostata je žláza tuhé a pružné konzistence. Má tvar přibližně mírně předozadně zploštělého komolého kužele, jehož báze směřuje nahoru (dotýká se spodiny močového měchýře) a hrot směřuje dolů. Její délka je asi 4 cm. Během embryonálního vývoje je složena z několika laloků, které však později splývají v jednotný útvar.

Histologická stavba prostaty

- **vazivový obal:** Je to vnější tužší obal sestávající z více vrstev, mezi nimiž se nacházejí žilní pleteně. Vazivo vysílá do nitra žlázy septa, která ji dělí na jednotlivé oddíly. K okolním strukturám je prostata fixována vazy.
- **parenchym:** Je to vnitřní hmota vyplňující jednotlivé oddíly prostaty. Její funkční složkou je asi 30 – 50 rozvětvených žlázek, které produkují prostatický sekret (viz výše) a ústí samostatnými vývody do úseku močové trubice procházejícím prostatou. Žlázky jsou stmeleny vazivem obsahujícím hladkou svalovinu (tzv. fibromuskulární stroma).

9.4.6 COWPEREOVA ŽLÁZA (*glandula bulbourethralis*)

Párová žláza ústící do močové trubice před jejím vstupem do penisu. Má přibližně velikost hrachu a její vývodný oddíl je dlouhý asi 3 cm. Žlázy produkují sekret, který čistí a lubrikuje močovou trubici těsně před ejakulací.

9.4.7 PYJ (*penis*)

Penis (řecky *falos*) je mužský kopulační orgán. Jeho sexuální funkcí je zajišťování přenosu spermií do ženského pohlavního ústrojí. Zároveň zajišťuje i odvod moči. Penis je uložen pod sponou stydkou a ke stěně břišní je fixován vazy odstupujícími z povrchové fascie břišní.

Makroskopická stavba penisu

- **kořen (*radix*):** Je to část penisu skrytá v dutině malé pánve. Jeho základem jsou kavernózní a spongiózní topořivá tělesa (*viz níže*).
- **tělo (*corpus*):** Je to největší vnější část penisu. Má rovnou horní a konvexní dolní plochu. Obsahuje topořivá tělesa a prochází jím močová trubice.
- **žalud (*glans*).** Jedná se o vrcholovou část penisu obsahující vnější ústí močové trubice. Je obklopen kožní duplikaturou – předkožkou (*preputium*) fixovanou k tělu penisu uzdičkou (*frenulum*).

Histologická stavba penisu

- **kůže:** Je tenká, posunlivá a pigmentovaná.
- **povrchová fascie**
- **hluboká fascie**
- **topořivá tělesa:** Jsou to struktury zajišťující erekci. Na povrchu jsou obalena tuhým vazivovým pouzdrém, ze kterého odstupují dovnitř septa tvořící trámčinu a dělící vnitřek na velké množství dutinek (tzv. kaverny). Dutinky jsou vystlány jednovrstevným plochým epitelem (tzv. endotelem) a ústí do nich krevní kapiláry. Při erekci jsou kaverny vyplněny krví, jejíž vysoký tlak způsobuje ztvrdnutí penisu. Na topořivá tělesa se upínají některé příčně pruhované svaly (patří topograficky ke svalům hráze).
 - kavernózní těleso (*corpus cavernosum*): Jedná se o párové topořivé těleso, které má při erekci tvrdou konzistenci. Každé z obou těles samostatně odstupuje od spodního ramene kosti stydké (*crura penis*). Při koření penisu se obě tělesa spojují a na místě jejich kontaktu se vytvoří vazivové septum. Tělesa procházejí penisem a končí zahroceně v žaludu. Na obě *crura* a na počáteční část spojených kavernózních těles se upíná *musculus ischiocavernosus*, který svou kontrakcí stlačuje žíly penisu a podílí se tak na erekci.
 - spongiózní těleso (*corpus spongiosum*): Je to nepárové topořivé těleso, při erekci má měkkou konzistenci. Začíná před začátkem penisu rozšířeninou (*bulbus penis*) a probíhá penisem pod kavernózními tělesy. Vpredu se opět rozšiřuje a je podkladem žaludu. Prochází jím močová trubice, kterou udržuje při erekci v otevřeném stavu. Na bulbus se upíná *musculus bulbospongiosus*, který se svou kontrakcí podílí na ejakulaci.

9.4.8 ŠOUREK (*scrotum*)

Šourek je kožní vak, v němž jsou uložena varlata. Vazivovým septem je rozdělen na pravou a levou část, obě varlata jsou tedy od sebe oddělena. Stěna skrota sestává z následujících vrstev:

- *kůže*: Je zvrásnělá, pigmentovaná a porostlá jemnými chloupky.
- *tunica dartos*: Je to 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 tříselního kanálu.
- *musculus cremaster*: Jedná se o nesouvislou vrstvu příčně pruhované svaloviny, která je tvořena vlákny oddělujícími se z laterální skupiny břišních svalů do tříselního kanálu. Svými kontrakcemi (v reakci na chlad) zvedá varle a přitiskuje je ke stěně dutiny břišní.
- *fascia spermatica interna*: Jedná se o derivát fascie vystýlající vnitřní plochu břišních svalů, která se přidává k semennému provazci po jeho vstupu do tříselního kanálu.
- *tunica serosa*: Je to nástěnný list serózního obalu varlete (*viz výše*).

9.5 Ženské pohlavní ústrojí (*organa genitalia feminina*)

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

- velké stydké pysky (*labia majora pudendi*)
- malé stydké pysky (*labia minora pudendi*)
- Venušin pahorek (*mons pubis*)
- poševní předsíň (*vestibulum vaginae*)
- poštváček (*clitoris*)
- vestibulární bulbus (*bulbus vestibuli*)
- malé vestibulární žlázy (*glandulae vestibulares minores*)
- velké vestibulární žlázy (*glandulae vestibulares majores*)

9.5.1 VAJEČNÍK (*ovarium*)

Vaječník je ženská pohlavní žláza. Je to párový orgán uložený při stěnách malé pánve. Funkcí je tvorba a dozrávání ženských pohlavních buněk – vajíček procesem *oogeneze* a ženských pohlavních hormonů – estrogenů a progesteronu.

Makroskopická stavba vaječníku

Vaječník je orgán šedorůžové barvy a tužší konzistence. Na povrchu je v mládí hladký, s přibývajícím věkem se stává hrbolatým (hrboly jsou podmíněny rostoucími folikuly). Má tvar zploštělého ovoиду. Je dlouhý asi 4 – 5 cm, široký asi 2 – 3 cm a tlustý asi 1,5 – 2 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. Při horním pólu je tzv. branka (*hilum ovarii*), kudy do vaječnicků vstupují a vystupují cévy a nervy.

Histologická stavba vaječníku

- **vnější vrstva:** Je tvořena útrobním listem peritonea, který při předním okraji vaječníku přechází v závěs, upevněný na serózním pokryvu širokého vazu děložního (*viz níže*). Seróza je tvořena jednou vrstvou buněk (tzv. mezotel), které mají na rozdíl od serózních obalů jiných orgánů kubický tvar (dříve se soudilo, že tento obal je zdrojem zárodečných buněk, proto se označoval jako zárodečný epitel).
- **vazivové pouzdro:** Je to obal z tužšího vaziva.
- **parenchym:** Je to vnitřní hmota vaječníku (častěji se označuje jako stroma). Tvoří dvě vrstvy:
 - kůra (*cortex*): Je to vrstva řídkého vaziva přiléhající k vazivovému pouzdru. Obsahuje tzv. folikuly, tedy shluky folikulárních buněk obklopujících vajíčko v různých vývojových stádiích.
 - dřev (*medulla*): Je to tužší vrstva uvnitř vaječníku, která je tvořena vazivem s hladkou svalovinou.

Folikuly

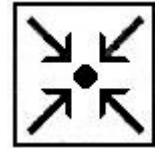
Folikuly jsou shluky folikulárních buněk obklopujících vajíčko, uložené v kůře vaječníku. Folikulární buňky vznikají v embryonálním období vchlípením a zmnožením mezotelových buněk serózního obalu vaječnicků, jež ve formě provazců vnikají do kůry vaječníku. Poté do nich vcestují zárodečné buňky (oogonie), z nichž později vznikají vajíčka (jedná se tedy o zárodečný epitel). Vznik vajíčka z oogonií probíhá ve třech fázích:

- **fáze množení:** Zvyšuje se množství diploidních *oogonií*.
- **fáze růstu:** Oogonie se mění na (stále ještě diploidní) *oocyt I. řádu*.
- **fáze zrání:** Oocyt I. řádu vstupuje do redukčního dělení (meiózy). Nejprve z něho v průběhu prvního zracího dělení vzniká haploidní *oocyt II. řádu* a tzv. pólóvé tělíčko (malé tělíčko tvořené víceméně pouze haploidním jádrem), při druhém zracím dělení vzniká *ootida* (zralé vajíčko) a druhé pólóvé tělíčko. Dělení buněk během meiózy je tedy značně nesymetrické. Je to dáno tím, že vajíčko musí být velké, protože z jeho hmoty vzniká po oplození nový jedinec. Proto jsou haploidní jádra vylučována jako drobná pólóvá tělíčka bez ostatní hmoty vajíčka.

Ve vaječniku se vyskytuje několik vývojových stupňů folikulů:

- **primární folikuly:** Jsou to malé nezralé folikuly, složené z nezralého vajíčka, jež obklopuje jediná vrstva folikulárních buněk. Vajíčko primárního folikulu je oocyt I. řádu, který zůstal zakonzervován v profázi prvního zracího dělení, a to od embryonálního období až po začátek růstu folikulu od puberty dále.

Primární folikuly se zakládají již v prenatálním období v počtu až 7 miliónů, avšak již během embryonálního období zanikají, takže při narození jich existuje v obou vaječnicích asi 2 milióny. Po narození dále zanikají a do počátku puberty jich zůstane asi 400 tisíc.



- **rostoucí folikuly:** Jsou to folikuly ve fázi dozrávání, které nastává vlivem pohlavních hormonů od období puberty až do konce plodného období ženy. Vajíčko je v nich obklopené více vrstvami folikulárních buněk. Ve vaječniku se nachází mnoho rostoucích folikulů v různých stupních dozrávání.
- **Graafovy folikuly:** Jedná se o zralé folikuly, které dozrávají v období ovulace, kdy praskají a uvolňují (vyplavují) vajíčko. Teprve těsně před ovulací je dokončeno první zrací dělení vajíčka, které se z oocyty I. řádu mění na oocyt II. řádu a pólové tělíčko. K druhému zracímu dělení, tedy k přeměně oocyty II. řádu na zralé vajíčko (ootidu) dojde pouze v případě jeho oplození. Graafovy folikuly jsou velké měchýřkovité útvary o velikosti 1 – 2 cm s dutinou uvnitř. Během plodného období ženy se jich vytvoří asi 400. Sestávají z těchto komponent:
 - *theca folliculi:* Je to zahuštěné vazivo kolem folikulu. Jeho buňky produkují estrogeny.
 - *membrana granulosa:* Jedná se o výstelku dutiny folikulu tvořenou několika vrstvami folikulárních buněk.
 - *antrum folliculi:* Je to dutina uvnitř folikulu vyplněná tekutinou.
 - *cumulus oophorus:* Malá vyvýšenina jedné ze stěn folikulu do jeho dutiny obsahující vajíčko obklopené folikulárními buňkami. Vajíčko je kryto glykoproteinovým obalem (*zona pellucida*). Vrstva folikulárních buněk přiléhajících těsně k povrchu tohoto obalu se označuje jako *corona radiata*.
- **žluté tělíčko (*corpus luteum*):** Je to útvar vzniklý přeměnou Graafova folikulu po ovulaci. Buňky membrana granulosa se přemění na tzv. luteinové buňky, obsahující pigment lutein (dodává žlutou barvu). Dutina původního folikulu se vyplní tzv. fibrinovým jádrem, vzniklým z krve a folikulární tekutiny. Vývoj žlutého tělíska se liší podle toho, došlo-li k oplození vajíčka či nikoliv. Vzniká z něho:
 - *corpus luteum menstruationis:* V případě, že nedošlo k oplození vajíčka, přetrvává žluté tělíčko asi 10 – 12 dní a poté podléhá involuci.
 - *corpus luteum graviditatis:* V případě, že dojde k oplození vajíčka, přetrvává žluté tělíčko až do 4. měsíce těhotenství, zvětšuje se, vaskularizuje (pronikají do něho krevní cévy) a produkuje pohlavní hormony (estrogeny a progesteron), které udržují těhotenství. Ve 4. měsíci těhotenství postupně zaniká a jeho funkci přebírá placenta.

- **bílé tělísko** (*corpus albicans*): Jedná se o vazivovou jizvu po žlutém tělísku na povrchu vaječníku. V případě menstruačního tělíška je dočasná a později úplně zaniká, v případě těhotenského tělíška je však větší a perzistuje na povrchu vaječníku.

Vajíčka

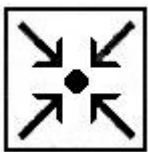
Vajíčka jsou ženské pohlavní buňky bez vlastního aktivního pohybu. Během své existence jsou neustále obaleny a chráněny vrstvami tzv. folikulárních buněk (viz výše). Mají kulovitý tvar a jsou to největší buňky lidského těla (průměr je asi 150 mikrometrů).



Spermie a vajíčka jsou velikostně a morfologicky značně odlišnými typy buněk. Zatímco vajíčko je největší buňkou lidského těla, spermie patří k nejmenším. Tyto rozdíly jsou dány odlišnou funkcí a osudem obou typů pohlavních buněk – zatímco spermie dodá do budoucího jedince pouze genetickou informaci v jádře, vajíčko je základem celého nového jedince a musí mít proto na rozdíl od spermie zásobu velkého množství látek.

Vajíčko z výše uvedených důvodů obsahuje na rozdíl od spermie úplnou zásobu buněčných organel, neboť je vlastně jediným „dodavatelem“ těchto organel do zygoty, tedy i potenciálně budoucímu potomkovi (spermie dodávají pouze jádro). Kromě běžných organel, jako jsou jádro a mitochondrie, obsahuje vajíčko následující speciální součásti:

- **zona pellucida:** Složitý organický obal povrchu vajíčka. Bílkoviny tohoto obalu zajišťují především kontakt se spermii a pronikání spermie do vajíčka.



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

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



Oplození vajíčka více spermii (tzv. polyspermie) je neslučitelné s dalším vývojem zygoty. Proto ihned po vniknutí spermie do vajíčka dojde k chemickým změnám, na základě kterých se do cytoplazmy uvolní obsah kortikálních granulí vajíčka (tzv. kortikální reakce). To vede k „uzavření“ povrchu (buněčné membrány) vajíčka pro další spermie.

- **žloutkové inkluze:** Směs organických látek v cytoplazmě vajíčka, jež obstarávají výživu vyvíjejícího se embrya v prvních dnech jeho života (savčí vajíčko obsahuje narozdíl od ptačího vajíčka jen nepatrné množství žloutku, protože v dalších fázích vývoje savčího embrya je výživa zajištěna tělem matky prostřednictvím placenty).

Ovariální cyklus

Vaječník podléhá pravidelnému měsíčnímu cyklu změn, který koresponduje s děložním (menstruačním) cyklem. Je regulován gonadotropními hormony hypofýzy. Během cyklu se střídají následující fáze:

- **folikulární fáze** (1. – 13. den): V této fázi dochází ke zrychlenému růstu jednoho z rostoucích folikulů, který dozraje v Graafův folikul. Oba vaječníky se v této situaci chovají jako jeden orgán, tedy folikul dozraje pouze v jednom z nich, přičemž dozrávání se ve vaječnicích více či méně střídá. Dozrávání folikulu je pod vlivem folikulostimulačního hormonu hypofýzy, který způsobuje sekreci estrogenů ve vazivovém obalu folikulu. Jejich 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 folikulu do vejcovodu.
- **luteální fáze** (15. – 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 k opětovné aktivaci sekrece folikulostimulačního hormonu v hypofýze, čímž začne nový cyklus.

9.5.2 VEJCOVOD (*tuba uterina*)

Vejcovod je párový trubicovitý orgán uložený v malé pánvi. Jedním koncem je otevřen do dutiny břišní, druhým se otevírá do dělohy. Vejcovod je prvním úsekem ženských vývodných pohlavních cest a je rovněž nejčastějším místem oplození vajíčka.

Makroskopická stavba vejcovodu

Vejcovod je dlouhý asi 10 – 15 cm a široký pouze asi 0,5 cm. V laterální části je širší a otevírá se do dutiny břišní v bezprostřední blízkosti vaječníku. Toto ústí má tvar cípate nálevky, která v době ovulace obklopuje vaječník. V mediální části je užší a ústí do dělohy.

Histologická stavba vejcovodu

- **sliznice:** Je kryta jednovrstevným cylindrickým epitelem s řasinkami, jež kmitají směrem k děloze, kam posunují vajíčko.
- **podslizniční vrstva**
- **svalová vrstva:** Je tvořena několika vrstvami hladké svaloviny, jejíž kontrakce přispívají k pohybu vajíčka směrem do dělohy.
- **vnější vrstva:** Vejcovod je orgánem intraperitoneálním, je tedy kryt serózou (viscerálním listem peritonea), který je v tomto případě horním okrajem širokého vazů děložního, odstupujícího z okrajů dělohy (*viz níže*).

9.5.3 DĚLOHA (*uterus*)

Děloha je nepárový trubicovitý orgán uložený v malé pánvi. Kraniálně navazuje na oba vejcovody, jejím kaudálním pokračováním je pochva. Embryonálně se zakládá jako párová trubice, 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 dělohy

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

- **spodina** (*fundus*) – slepě ukončená horní část dělohy, vybíhající v tzv. rohy děložní, do nichž ústí vejcovody
- **tělo** (*corpus*) – hlavní úsek dělohy
- **zúžení** (*isthmus*) – zúžený úsek na přechodu těla v krček
- **krček** (*cervix*) – dolní část otevřená do pochvy, do níž prominuje jako tzv. čípek děložní, v němž je ústí dělohy do pochvy

Histologická stavba dělohy

- **sliznice:** Označuje se jako *endometrium*. Vystýlá vnitřní dutinu dělohy a je pokryta jednovrstevným cylindrickým epitelem, jehož některé buňky obsahují řasinky. Sliznice obsahuje velké žlázy dosahující až do svalové vrstvy. Sliznice podléhá pravidelným měsíčním změnám (menstruační cyklus).
- **podslizniční vrstva**
- **svalová vrstva:** Označuje se jako *myometrium*. Je silná asi 1 cm a obsahuje několik vrstev hladké svaloviny různých směrů, promíchaných s vazivem. Hladké svalové buňky mají schopnost několikanásobného prodloužení v době těhotenství. Kontrakcemi se při porodu podílejí na vypuzování plodu.
- **vnější vrstva:** Označuje se jako *perimetrium*. Děloha je orgánem intraperitoneálním, je tedy kryta serózou (viscerálním listem pobřišnice). Viscerální listy pokrývající přední a zadní plochu dělohy se na pravém i levém okraji spojují a pokračují laterálně, přičemž vytvářejí duplikaturu označovanou jako široký vaz děložní (*ligamentum latum uteri*). Vaz je tedy orientován ve frontální rovině. Jeho přední a zadní plochu pokrývá viscerální list peritonea, který při okrajích malé pánve přechází v nástěnný list peritonea. Mezi oběma listy je vrstva vaziva, v níž probíhají silnější vazivové pruhy fixující dělohu ve své poloze. Od horního okraje tohoto vazy odstupuje peritoneální závěs vejcovodů i vaječnicků.

Menstruační cyklus

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

- **deskvamační fáze** (1. – 4. den): Je to období odlupování (tzv. deskvamace) a odplavování zbytků děložní sliznice menstruační krví.
- **proliferační fáze** (5. – 14. den): Působením zvýšené hladiny estrogenů folikulární fáze ovariálního cyklu dochází k obnově děložní sliznice (k jejímu růstu – proliferaci).

- **sekreční fáze** (15. – 27. den): Působením progesteronu luteální fáze ovariaálního cyklu dochází k přípravě děložní sliznice na uhníždění oplozeného vajíčka – sliznice roste a zesiluje se, slizniční žlázy produkují hojně sekrety.
- **ischemická fáze** (28. den): Vlivem poklesu hladiny hormonů na konci luteální fáze ovariaálního cyklu dochází ke konstrikci arteriol děložní sliznice, čímž dojde k nekrotizaci. Po několika hodinách konstrukce arteriol povolí a nahrnutá krev, která vyvolá přetlak, zahájí odplavování zbytků děložní sliznice. Tím začne nový cyklus.

9.5.4 POCHVA (*vagina*)

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

Makroskopická stavba pochvy

Pochva má tvar předozadně zploštělé trubice. Délka přední stěny je asi 8 cm, délka zadní stěny je asi 10 cm. Šířka je asi 3 cm. Stěna je široká asi 0,4 cm a je elastická. V klidovém stavu je přední a zadní stěna v kontaktu (naléhá na sebe).

Histologická stavba pochvy

- **sliznice:** Je kryta mnohvrstevným plochým nerohovatějším epitelem, jehož buňky tvoří glykogen. Ten se rozpadem buněk dostane do lumina pochvy, kde je vlivem laktobacilů přeměněn na kyselinu mléčnou (ta způsobuje kyselou reakci poševní tekutiny). Ve slizničním vazivu jsou obsaženy četné žilní pleteně, jež při sexuálním vzrušení propouštějí tekutinu (transsudát) do lumina pochvy. Sliznice tvoří na přední i zadní stěně příčné řasy. Poševní sliznice rovněž podléhá pravidelným měsíčním změnám.
- **podslizniční vrstva**
- **svalová vrstva:** Tvořena několika vrstvami velmi pružné hladké svaloviny.
- **vnější vrstva:** Pochva je kryta adventiciálním obalem, tedy vazivem, které přechází do okolního meziorgánového vaziva.

9.5.5 VNĚJŠÍ POHLAVNÍ ORGÁNY

Vnější pohlavní orgány (*vulva, pudendum femininum*) představují u ženy pouze malou část pohlavních orgánů. Patří mezi ně útvary obklopující poševní předsíň (*vestibulum vaginae*), z nichž většina je z vnějšího pohledu skryta velkými stydkými pysky a pubickým ochlupením.

Velké stydké pysky (*labia majora pudendi*)

Párové sagitálně orientované kožní valy ohraničující tzv. stydkou štěrbinu (*rima pudendi*). Jsou ekvivalentem mužského skrota. Na povrchu jsou kryty pigmentovanou kůží s pubickým ochlupením. Pod kůží se nachází vrstvička hladké svaloviny (*tunica dartos*) a pod ní tukové těleso.

Malé stydké pysky (*labia minora pudendi*)

Jsou to párové sagitálně orientované kožní řasy uložené navnitř od velkých stydkých pysků. Těmi jsou úplně kryty (je to jedna ze známek donošenosti

plodu ženského pohlaví). Malé stydké pysky jsou kryty kůží slizničního charakteru – je na povrchu tvořena mnohvrstevným plochým nerohovatějším epitelem, pod nímž prosvítají krevní kapiláry.

Venušín pahorek (*mons pubis*)

Je to kožní vyvýšenina v oblasti spony stydké, podložená tukovým polštářem a pokrytá pubickým ochlupením. Tukové těleso podléhá hormonálním změnám.

Poštěváček (*clitoris*)

Je to nepárový orgán uložený mezi předními okraji malých stydkých pysků. Ty kolem něho vytvářejí předkožku. Je ekvivalentem penisu (resp. jeho kavernózních těles). Uvnitř klitoris probíhá párové kavernózní těleso (*corpus cavernosum*). To začíná dvěma větvemi (*crura clitoridis*) od dolních ramen kostí stydké, které se potom spojují a pronikají do klitorisu. Vnitřní struktura je podobná kavernózním tělesům u muže, avšak jejich erektilní schopnost je menší.

Vestibulární bulbus (*bulbus vestibuli*)

Jedná se o párový orgán uložený pod velkými stydkými pysky. Je ekvivalentem spongiózních těles u muže. Pravý a levý bulbus se spojují ve svých předních částech mezi klitorisem a vnějším ústím močové trubice. Jsou tvořeny houbovým vazivem obsahujícím žilní pleteně.

Poševní předsíň (*vestibulum vaginae*)

Jde o sagitálně orientovanou vkleslinu ohraničenou malými stydkými pysky. Je pokryta sliznicí, která do ní přechází ze sliznice poševní. Do poševní předsíně se otevírají dva otvory:

- *ostium vaginae*: Je to vnější ústí pochvy. Před deflorací je opatřeno různě velkou a různě formovanou slizniční řasou, tzv. panenskou blánou (*hymen*).
- *ostium urethrae externum*: Je to vnější ústí močové trubice. Je uloženo na drobné papile nad poševním ústím.

Malé vestibulární žlázy (*glandulae vestibulares minores*)

Jedná se o větší množství malých žlázek, které ústí na sliznici poševní předsíně, kterou svými sekrety neustále zvlhčují.

Velké vestibulární žlázy (*glandulae vestibulares majores*)

Je to párová žláza velikosti hrachu, uložená pod vestibulárními bulby a ústící do poševní předsíně, kterou svými sekrety zvlhčuje v době sexuální aktivity. Jsou ekvivalentem mužských Cowperových žláz.

10 ENDOKRINNÍ SYSTÉM (*systema endocrinum*)

10.1 Funkce endokrinního systému

Endokrinní systém je vedle soustavy nervové dalším řídicím systémem organismu. Oproti nervovému systému je evolučně starší a fyziologicky jednodušší. Zatímco nervový systém řídí činnost orgánů i těla jako celku pomocí elektrických impulzů, principem funkce endokrinního systému je řízení pomocí chemických látek označovaných jako hormony, tedy řízení látkové čili humorální.

10.2 Rozdělení nervového systému

Nejedná se o souvislou orgánovou soustavu, ale o žlázy a jiné sekreční orgány rozptýlené 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 jsou proto vstřebávány do tělních tekutin. Jsou to následující žlázy:
 - podvěsek mozkový (*hypophysis cerebri*) – přední lalok
 - štítná žláza (*glandula thyroidea*)
 - příštitná tělíška (*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. neurosekreční buňky) produkujícími hormony. Patří k nim:
 - šišinka (*epiphysis cerebri, corpus pineale*)
 - hypothalamus
 - nadledviny (*glandulae suprarenales*) – dřev
 - paraganglia
- **difúzní endokrinní systém:** Buňky rozptýlené ve tkáních řady orgánů těla.

10.3 Vlastní endokrinní žlázy

10.3.1 PODVĚSEK MOZKOVÝ (*hypophysis cerebri*)

Hypofýza je malá žláza složená uložená v tureckém sedle na horní ploše těla kosti klínové a zavěšená na stopce hypothalamu. Produkuje řadu hormonů s širokým vlivem na řadu buněk a tkání, především ovlivňují sekreci většiny ostatních endokrinních žláz. Hypofýza je tedy nadřazenou endokrinní žlázou.

Makroskopická stavba hypofýzy

Hypofýza má tvar přibližně shora dolů zploštělého ovoidu. Její sagitální (předozadní) délka je asi 10 mm, transversální (pravolevá) šířka asi 13 mm a tloušťka asi 6 mm. Váží asi 0,5 – 0,7 g. Je složena ze dvou laloků, z nichž každý je jiného embryonálního původu:

- **přední lalok** (*lobus anterior*): Označuje se také jako adenohypofýza. Je to typická endokrinní žláza složená ze sekrečních buněk produkujících hormony. V embryonálním vývoji vzniká jako kraniální výchlípka epitelu zadní stěny hltanu, se kterým je spojena vývodem. Je tedy entodermálního původu. Vývod však v dalším vývoji zaniká a hypofýza se stává žlázou bez vývodu (endokrinní žlázou).
- **zadní lalok** (*lobus posterior*): Označuje se rovněž jako neurohypofýza. Nejde o žlázu, ale o výběžek hypothalamu zavěšený na jeho stopce, který se přidává k vlastní žláze (přednímu laloku). Je tedy ektodermálního původu. Neprodukuje hormony, ale deponuje a v případě potřeby uvolňuje některé biologicky aktivní látky původem z hypothalamu (*viz níže*).

Histologická stavba hypofýzy

Vlastní žlázový oddíl hypofýzy (tedy přední lalok) je složen ze sítě několika typů buněk, které produkují hormony. Buňky jsou opředeny sítěmi krevních kapilár, do kterých odevzdávají své produkty. Sekrece těchto buněk je však pod vlivem regulačních látek hypothalamu (*viz níže*). Buňky můžeme rozdělit na dva základní typy, které se dále dělí na:

- **chromofóbní buňky**: Jsou to buňky bez sekreční aktivity. Některé představují nediferencované buňky, z nichž se vytvářejí buňky chromofilní (*viz dále*). Většina těchto buněk má hvězdicovitý tvar a vytváří prostorovou síť (stroma hypofýzy), v níž jsou ukotveny chromofilní buňky.
- **chromofilní buňky**: Jsou to vlastní sekreční buňky hypofýzy, které produkují hormony. Dělí se na následující typy:
 - acidofilní buňky
 - *somatotropní buňky*: Produkují růstový hormon – somatotropin, který působí na téměř všechny buňky v těle.
 - *laktotropní buňky*: Produkují hormon prolaktin, který působí na proliferaci buněk mléčné žlázy a na sekreci mléka. Jeho vysoká hladina v době kojení snižuje sekreci ženských pohlavních hormonů (estrogenů a progesteronu).
 - bazofilní buňky
 - *gonadotropní buňky*: Produkují dva hormony, které stimulují sekreci pohlavních hormonů v pohlavních žlázách. 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 semennotvorných kanálcích varlete a ovlivňuje tak spermiogenezi.
 - lutropin (luteinizační hormon): U žen spouští ovulaci a luteální fázi ovariálního cyklu (aktivuje tedy dokončení prvního zracího dělení vajíčka, přeměnu Graafova folikulu na žluté tělíčko a sekreci progesteronu). U mužů stimuluje Leydigovy buňky varlete k sekreci testosteronu.
 - *thyrotropní buňky*: Produkují thyrotropin, který stimuluje růst štítné žlázy a sekreci jejích hormonů.

- *kortikotropní buňky*: Produkují kortikotropin čili adrenokortikotropní hormon, který stimuluje růst kůry nadledvin a sekreci jejích hormonů. Ovlivňuje též pigmentaci kůže a má lipolytický účinek.
- *melanotropní buňky*: Produkují melanotropin. Ten např. u obojživelníků působí na distribuci zrn melaninu v kožních buňkách (způsobuje tmavnutí kůže). U člověka není jeho funkce známa, pravděpodobně je ale rovněž spojena s pigmentací kůže (při nedostatku kortikotropinu – viz výše).

Melanotropní buňky jsou uloženy v zadní části předního laloku hypofýzy, která je rudimentem tzv. středního laloku (lobus intermedius), jenž se samostatně vyskytuje u některých obratlovců.

10.3.2 ŠTÍTNÁ ŽLÁZA (*glandula thyroidea*)

Štítná žláza je uložena v krční krajině po stranách hrtanu (jeho štítné chrupavky). Produkuje hormon tyroxin, který ovlivňuje fyzický i psychický růst organismu, a kalcitonin, ovlivňující metabolismus vápníku.

Makroskopická stavba štítné žlázy

Štítná žláza má hnědočervenou barvu. Je složena ze dvou laloků – pravého (*lobus dexter*) a levého (*lobus sinister*), které jsou ve střední rovině spojeny úzkým můstkem (*isthmus*). Každý lalok má tvar přibližně trojbokého jehlanu s bází obrácenou dolů a hrotem směřujícím nahoru. Velikost a hmotnost laloků je velmi variabilní – v průměru je každý lalok dlouhý asi 5 – 8 cm, široký asi 3 – 4 cm a silný asi 2 – 3 cm. Celá žláza váží asi 30 – 40 g.

Mikroskopická stavba štítné žlázy

- **vazivové pouzdro**: Je to obal z tužšího vaziva, ze kterého odstupují dovnitř laloků septa, dělící jejich vnitřní prostor na lalůčky.
- **parenchym**: Vnitřní výplň štítné žlázy obsahující sekreční oddíly bez vývodů (funkční složka). Vše je stmeleno vmezeřeným vazivem, ve kterém se bohatě větví krevní cévy. Sekreční složka je tvořena dvěma komponentami:
 - *folikuly*: Jedná se o uzavřené váčky se stěnou tvořenou jednou vrstvou kubických epitelových buněk. Uvnitř váčku je koloidní roztok. Folikulární buňky vychytávají z krve jód, vážou ho na aminokyselinu tyrozin a tu používají k syntéze hormonů a jejich prekurzorů – monojodthyroninu, dijodthyroninu, trijodthyroninu a tetrajodthyroninu (tyroxinu). Hormony jsou hlavním obsahem koloidního roztoku ve folikulech.
 - *parafolikulární buňky*: Buňky rozptýlené v parenchymu nebo zabudované do stěny folikulů. U některých savců tvoří samostatný orgán, tzv. ultimobranchiální tělísko. Tyto buňky produkují hormon kalcitonin.

10.3.3 PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA (*glandulae parathyroideae*)

Dva páry drobných žláz – **horní příštitná tělíska** (*glandulae parathyroideae superiores*) a **dolní příštitná tělíska** (*glandulae parathyroideae inferiores*). Jsou fixovány k zadní ploše štítné žlázy, někdy jsou ponořeny do jejího parenchymu. Mají růžovou barvu a přibližně velikost čocky. Na povrchu jsou kryty vazivovým pouzdrem, z něhož do nitra žlázy odstupují septa. Žlázový parenchym obsahuje dva hlavní typy buněk, které v parenchymu vytvářejí shluky:

- *chromofóbní buňky*: Jinak také hlavní buňky, jejich sekretem je parathormon (ovlivňuje metabolismus vápníku).
- *chromofilní buňky*: Jinak také oxyfilní buňky, jejich funkce není známa.

10.3.4 NADLEDVINY (*glandulae suprarenales*)

Nadledviny jsou žlázy složené ze dvou složek – kůry a dřene, které tvoří u nižších obratlovců samostatné orgány. Každá nadledvina je uložena jako čepička na horním pólu ledviny. Nadledviny produkují steroidní hormony (ovlivňují metabolismus minerálních látek a cukrů, patří sem i pohlavní hormony) a katecholaminy (adrenalin a noradrenalin – ovlivňují stresové reakce).

Makroskopická stavba nadledvin

Pravá nadledvina má přibližně tvar trojbokého jehlanu, levá 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 výška je asi 2 – 3 cm. Váží asi 6 – 12 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 nadledvin

- **vazivové pouzdro**: Je to tenký obal z tužšího vaziva, vysílá dovnitř septa.
- **kůra (*cortex*)**: Jedná se o vnější žláznatý oddíl 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 sekrečních buněk (mezodermálního původu), které produkují tzv. steroidní hormony několika typů. Buňky jsou obklopeny sítí širokých krevních kapilár (sinusoid), kam odevzdávají své produkty.

Základním kamenem pro syntézu steroidních hormonů je cholesterol, který je přeměňován v hladkém endoplazmatickém retikulu sekreční buněk kůry nadledvin na pregnenolon. Ten je prekurzorem všech steroidních hormonů.

- *zona glomerulosa*: Vnější vrstva kůry, obsahuje klubičkovité shluky sekrečních buněk, které produkují mineralokortikoidy (např. aldosteron) – hormony regulující hladinu sodíku a draslíku v tělních tekutinách.
- *zona fasciculata*: Střední vrstva kůry, obsahuje trámce sekrečních buněk orientované kolmo na povrch vrstvy. Produkují glukokortikoidy (např. kortizol a kortikosteron), které regulují hladinu cukrů v krvi.
- *zona reticularis*: Vnitřní vrstva, obsahuje trámce sekrečních buněk tvořící prostorovou síť. Buňky produkují pohlavní hormony – androgeny (např. dehydroepiandrosteron a testosteron) a estrogeny.
- **dřeň (*medulla*)**: Vnitřní žláznatý oddíl, který u nižších obratlovců tvoří samostatné tzv. adrenální orgány (odtud „adrenalin“). Dřeň je z embryonálního hlediska modifikované sympatické ganglium, jež bylo během prenatálního vývoje zavazato do hmoty nadledvin. Její buňky jsou tak přeměněné postgangliové buňky sympatiku (jsou 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* – produkují adrenalin, je jich většina (asi 95 %)
 - *N-buňky* – produkují noradrenalin

10.3.5 LANGERHANSOVY OSTRŮVKY (*insulae pancreaticae*)

Langerhansovy ostrůvky jsou okrsky endokrinních buněk uvnitř parenchymu slinivky břišní, jež je z hlediska sekrece žlázou smíšenou – exokrinní funkcí je produkce pankreatické šťávy, endokrinní funkce zahrnuje sekreci hormonů v Langerhansových ostrůvcích (viz pasáž „Slinivka břišní“ v kapitole „Trávicí soustava“).

10.3.6 BRZLÍK (*thymus*)

Brzlík je především lymfatickým orgánem, avšak má zřejmě i endokrinní funkce, týkající se látkové regulace diferenciací lymfocytů (viz pasáž „Brzlík“ v kapitole „Cévní soustava“).

10.3.7 POHLAVNÍ ŽLÁZY

Pohlavní žlázy jsou žlázy smíšené – jejich exokrinní funkcí je produkce pohlavních buněk, endokrinní funkce zahrnuje sekreci pohlavních hormonů (viz pasáže „Varle“ a „Vaječník“ v kapitole „Pohlavní ústrojí“).

10.4 Neuroendokrinní orgány

10.4.1 ŠIŠINKA (*epiphysis cerebri, corpus pineale*)

Šišinka není typickou endokrinní žlázou složenou z epitelových žlázových buněk, ale je tvořena buňkami neurosekrečními. Je tedy součástí nervové soustavy (viz pasáž „Epithalamus“ v kapitole „Nervová soustava“). Šišinka je uložena na stopce vyběhající z epithalamu směrem dozadu nad kolikuly středního mozku.

Šišinka produkuje melatonin, jenž např. u obojživelníků způsobuje shlukování zrněk melaninu v kožních buňkách a tím zesvětlení kůže (antagonista melatoninu z hypofýzy – viz výše). U člověka není jeho funkce příliš známa, avšak vzhledem k tomu, že maximální sekrece je dosahováno v noci, zřejmě řídí tzv. cirkadiánní rytmy (stav 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 organizmus do stavu klidu, spánku.

Makroskopická stavba šišinky

Šišinka má tvar předozadně protáhlého a odshora dolů zploštělého ovoidu. Je dlouhá asi 10 mm, široká asi 5 mm a váží asi 12 mg.

Histologická stavba šišinky

- **vnější obal:** Je tvořen měkkou plenou mozkovou (*pia mater*), vysílá septa.
- **vnitřní hmota:** Je tvořena několika typy gliových buněk, z nichž některé mají sekreční funkci. V průběhu života (v průměru od 7 let) se ve hmotě šišinky objevují zrnka uhličitanu vápenatého tvořící tzv. mozkový písek (*acervulus cerebri*).

10.4.2 HYPOTHALAMUS

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

- **hypofyzární regulační látky:** Jde o látky ovlivňující sekreci předního laloku hypofýzy a proudící do adenohypofýzy tzv. hypothalamo-hypofyzárním portálním oběhem (ten je realizován malou portální žílou, sbírající se z kapilární sítě hypothalamu). Žíla poté směřuje do hypofýzy, kde se opět rozpadá do sítě kapilár. 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 se deponují a v případě potřeby uvolňují ze zadního laloku hypofýzy. Tyto hormony se do neurohypofýzy dostávají tzv. axonálním prouděním – axony neurosekrečních buněk probíhají stopkou z hypothalamu do hypofýzy a působí tak jako potrubí, jímž protékají uvedené hormony do hypofýzy. Jedná se o tyto hormony:
 - *oxytocin (uterokinetický hormon):* Stimuluje kontrakce děložní svaloviny při porodu a při sexuálním kontaktu (nasávání spermatu) a kontrakce svalových buněk ve vývodech mléčné žlázy (ejekci mléka).
 - *vazopresin (antidiuretický hormon):* Stimuluje tubulární resorpci vody v kanálcích nefronů a tím tvorbu hypertonické moči (snižuje tvorbu moči). Podnětem k sekreci hormonu je zvýšení osmotického tlaku krve.

10.4.3 PARAGANGLIA

Jedná se o shluky buněk o velikosti řádově milimetrů. Jsou rozeseta na několika místech těla, především podél aorty a jejích větví. Vyskytují se hlavně v mládí, v dospělosti často podléhají involuci. Jde s největší pravděpodobností o modifikovaná sympatická ganglia obsahující specializované nervové buňky několika typů. Tyto buňky produkují především katecholaminy (adrenalin a noradrenalin), mají však i jiné funkce. Nejvýznamnějším je tzv. karotické tělísko (*glomus caroticum*), které je uloženo v místě větvení *arteria carotis communis* na *arteria carotis externa* a *arteria carotis interna*. Jeho buňky slouží jako chemoreceptor monitorující hladinu O_2 a CO_2 v krvi. Speciálním paragangliem (přeměněným sympatickým gangliem) je i dřeň nadledvin (*viz výše*).

10.5 Difúzní endokrinní systém

Difúzní endokrinní systém je tvořen buňkami produkujícími hormony, které jsou rozptýleny ve tkáních (především ve sliznicích) mnoha orgánů těla. Vyskytují se především v trávicí, dýchací, močové a pohlavní soustavě, dále v ledvinách, v srdci a v dalších orgánech. Jejich produkty ovlivňují tělesné tkáně jednak celkově, jednak lokálně. Buňky difúzního endokrinního systému pocházejí obvykle z materiálu tzv. neurální lišty (lemující neurální žlábký), ze které v prenatálním období vycestovaly a vnikly do útrobních orgánů. Sekrece těchto buněk může být následujícího typu:

- **endokrinní:** Sekrety buněk jsou vstřebávány do tělních tekutin (do krve) a transportovány do celého těla. Působí tedy i na vzdálené orgány.
- **parakrinní:** Sekrety buněk působí pouze ve tkáních v jejich okolí.
- **autokrinní:** Sekrety buněk působí na další sekreci těchto buněk.

Nejznámější součástí tohoto systému je tzv. **enteroendokrinní systém**, tvořený žláзовými buňkami umístěnými pod sliznicí žaludku, tenkého střeva, tlustého střeva a žlučníku. Tyto buňky produkují řadu hormonů, jež se podílejí na regulaci trávení (pohybů trávicí trubice a sekreci trávicích šťáv). Patří k nim např.:

- *gastrin*: Je produkován specializovanými buňkami žaludeční sliznice jako reakce na naplnění žaludku. Stimuluje sekreci žaludeční šťávy (HCl a pepsinu) a motilitu žaludku.
- *sekretin*: Je produkován buňkami sliznice tenkého střeva jako reakce na přítomnost kyselých látek ve dvanáctníku. Stimuluje sekreci žluči v játrech a pankreatické šťávy ve slinivce.
- *cholecystokinin – pankreozymín*: Je produkován buňkami sliznice tenkého střeva jako reakce na přítomnost mastných kyselin ve dvanáctníku. Stimuluje kontrakce žlučníku a vylučování žluči a rovněž podněcuje sekreci pankreatické šťávy ze slinivky.

11 NERVOVÁ SOUSTAVA (*systema nervosum*)

11.1 Funkce nervové soustavy

Nervová soustava zajišťuje nervové řízení činnosti orgánů a celého těla jakožto biologického systému. Základní vlastností nervové soustavy je excitabilita čili schopnost podráždění určitým podnětem. Podráždění vede ke generování elektrických impulzů, které zajišťují distribuci informací po těle a tím se podílejí na řízení jeho činnosti.

11.2 Rozdělení nervové soustavy

- **smyslové orgány** (vstupní systém)
- **centrální nervová soustava** (integrační systém)
 - mícha (*medulla spinalis*)
 - mozek (*encephalon, cerebrum*)
 - zadní mozek (*rhombencephalon*)
 - prodloužená mícha (*medulla oblongata*)
 - most Varolův (*pons Varoli*)
 - mozeček (*cerebellum*)
 - střední mozek (*mesencephalon*)
 - přední mozek (*prosencephalon*)
 - mezimozek (*diencephalon*)
 - koncový mozek (*telencephalon*)
- **periferní nervová soustava** (převodní systém)
 - somatický nervový systém
 - míšní nervy (*nervi spinales*)
 - hlavové nervy (*nervi craniales*)
 - viscerální nervový systém
 - sympatikus (*sympathicus*)
 - parasympatikus (*parasympathicus*)

11.3 Obecná stavba a principy funkce nervové soustavy

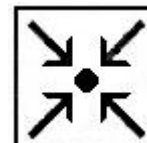


11.3.1 REFLEX

Každý živý systém, tedy i lidské tělo, je vysoce organizovaná hmota, která pro svoji správnou funkci vyžaduje stabilní vnitřní prostředí. Jednou z důležitých vlastností živé hmoty je tedy stálost jejího vnitřního prostředí – *homeostáza* (např. stálost teploty, pH, osmotického tlaku atd.). Změny fyzikálních a chemických charakteristik vnitřního prostředí ohrožují funkci životně důležitých orgánů, je proto třeba tyto výkyvy neustále monitorovat a napravovat. Výkyv stálosti vnitřního prostředí se označuje jako **stres** (zátěž) a faktory k němu vedoucí se nazývají **stresory** (mohou být jednak rázu fyzického, např. chemické,

fyzikální či biologické, jednak, a to platí právě především pro člověka, i rázu psychického). Změny homeostázy jsou zaznamenány příslušnými senzory (receptory), jež o tom prostřednictvím dostředivých drah informují centrální nervovou soustavu. Ta situaci vyhodnotí a zahájí tzv. **stresovou** reakci, tedy kroky vedoucí k opětovnému dosažení stability, resp. k ukončení stresu. *Nervový systém tedy neustále monitoruje stav vnějšího i vnitřního prostředí organismu pomocí receptorů, zpracovává a vyhodnocuje tyto informace a vydává na základě toho pokyny, které realizují výkonné orgány – efekторы.* Nervová soustava tedy pracuje na principu reflexů. Reflex je mechanismus umožňující organismu reagovat na podráždění, tedy změnu vnějšího nebo vnitřního prostředí.

Princip reflexů lze vysvětlit např. na funkci termostatu. Jedná se o zařízení, jehož úkol je udržovat stabilní nastavenou teplotu v místnosti (tedy vlastně její „homeostázu“). Termostat má čidlo, jež měří teplotu v místnosti. Jakmile teplota poklesne pod nastavenou mez, spustí centrální zařízení napojené na čidlo termostatu ohřev. Pokud teplota naopak stoupne, spustí chlazení (či vypne ohřev). Lidský mozek obsahuje podobný termostat, ten je však tvořený buňkami. Tento systém udržuje teplotu těla kolem hodnoty 36,5° C. Dojde-li k poklesu, vyhodnotí to nervový systém jako nebezpečí pro život (podchlazení) a spustí termoregulační mechanismy vedoucí opět k dosažení normální teploty (např. svalový třes). Dojde-li ke zvýšení teploty, spustí nervový systém termoregulační mechanismy vedoucí k poklesu teploty na běžnou úroveň (např. pocení).



11.3.2 REFLEXNÍ OBLOUK

Anatomickým podkladem reflexu je tzv. **reflexní oblouk** – systém nervových drah, na kterých se reflex uskutečňuje. Reflexní oblouk je tvořen receptory, dostředivými nervovými dráhami, centrální nervovou soustavou, odstředivými nervovými dráhami a výkonnými orgány – efekторы.

Receptory

Receptor (senzor) je orgán (buňka, tkáň), který reaguje na změny vnějšího či vnitřního prostředí organismu a tyto změny převádí na nervové impulzy a vysílá je do řídicího centra v CNS. Z anatomického hlediska se jedná o buňku nebo skupinu buněk smyslového epitelu, popř. o volná zakončení výběžků neuronů. Receptor vnímá informace o příslušných změnách prostředí a podněcuje chemické a fyzikální reakce, vedoucí ke generaci nervového impulzu.

Dostředivé nervové dráhy

Dostředivé (aferentní, senzitivní) nervové dráhy jsou dráhy, které vedou nervové impulzy z receptorů do centrální nervové soustavy. Informují tedy CNS o stavu změn vnějšího nebo vnitřního prostředí, které zaznamenaly receptory.

Centrální nervová soustava

Centrální nervová soustava je řídicí centrum nervového systému. Přijímá informace z receptorů prostřednictvím dostředivých nervových drah, tyto informace zpracovává a vyhodnocuje a zajišťuje odpovědi organismu prostřednictvím odstředivých nervových drah a efektorů. Je to tedy integrační centrum.

Odstředivé nervové dráhy

Odstředivé (eferentní, motorické) nervové dráhy jsou dráhy, které vedou nervové impulzy z centrální nervové soustavy do efektorů (výkonných orgánů).

Efektory

Efektory jsou výkonné orgány (tkáně), které zajišťují vlastní odpověď organismu (nervové soustavy) na podráždění. Mohou jimi být:

- svalové buňky – výsledkem reflexu je pohyb
- žlázné buňky – výsledkem reflexu je sekrece

11.3.3 TYPY REFLEXŮ

Podle složitosti dělíme reflexy na dvě následující skupiny:

Nepodmíněné reflexy

Jde o **vrozené reflexy**, tzn., že reflexní oblouky (systémy nervových drah), na nichž se tyto reflexy realizují, se tvoří během embryonálního vývoje a člověk se tak s nimi rodí (nemusí se je učit, jsou mu geneticky dané). Jsou tedy po celý život a u každého jedince přibližně stejné – na stejný podnět vzniká vždy kvalitativně stejná reakce. Nepodmíněné reflexy jsou základem **nižší nervové činnosti** a zajišťují elementární fungování nervové soustavy, tzn. základní životní funkce a instinktivní chování (reflexy jako sací, polykací, mrkací atd.).

Podmíněné reflexy

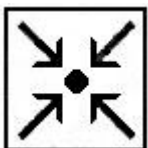
Jde o **získané reflexy** (tvořící se až v průběhu života jedince), tzn., že reflexní oblouky (systémy nervových drah), na kterých se tyto reflexy realizují, se vytvářejí až po narození, člověk se je musí se je učit (nejsou geneticky dané, ale schopnost vytvářet podmíněné reflexy je geneticky daná). Liší se tedy u různých lidí (či jiných tvorů). Pro jejich vytvoření a udržení je třeba neustálého opakování – pokud nejsou realizované, postupně vyhasínají. Podmíněné reflexy jsou základem tzv. **vyšší nervové činnosti** a rozvíjejí nepodmíněné reflexy o nové kvality. Na systému podmíněných reflexů je založeno učení.



Z historie biologie a neurologie jsou známy pokusy ruského fyziologa I. P. Pavlova (1849-1936) se psy, kteří dostávali žrádlo vždy po určitém signálu (zazvonění zvonku). Potrava způsobila reflexní slinění. Postupem času došlo k tomu, že po zaznění stejného signálu nastalo reflexní slinění i bez přístupu potravy. Postupným opakováním se tedy u psů vytvořil reflexní oblouk spojující sluchové ústrojí (receptor) a slinné žlázy (efektor), tedy něco, co nebylo dáno psům od narození a co nesouvisí s bezprostředním přežitím. Reflexní slinění na podkladě čichových vjemů je příkladem reflexu nepodmíněného (vrozeného), reflexní slinění na podkladě sluchových vjemů je však příkladem reflexu podmíněného (naučeného). Příkladem u člověka je navyknutí na každodenní zvonění budíku v určitou hodinu, což vede po jisté době ke vzbuzení i bez zazvonění.

Podle složitosti podnětů dělíme podmíněné reflexy na:

- **jednoduché** (konkretizační): Jsou to reflexy, jež představují reakci na nějaký **konkrétní** podnět, který je možné zaznamenat pomocí smyslových orgánů. Konkrétní podněty (signály) tvoří tzv. **první signální soustavu**. Jsou vlastní vyšším obratlovcům včetně člověka.



Když člověk ucítí voňavé nebo vizuálně přitažlivé jídlo, spustí jeho nervová soustava sekreci slinných žláz. Vůně jídla zaznamenaná čichovým receptorem či jeho podoba vnímaná zrakem jsou konkrétními signály. Stejnou reakci bychom viděli např. u psů.

- **složitě** (symbolizační): Jsou to reflexy, jež jsou reakcí na abstraktní podněty – tzv. symboly. Abstraktní podněty (signály) tvoří tzv. **druhou signální soustavu**. Ta je nesrovnatelně složitější než první. Vyšší nervová činnost je vlastní prokazatelně pouze člověku, i když v elementární podobě ji lze zaznamenat i u jiných nejvyspělejších obratlovců.

Symbol je zástupný znak, který reprezentuje určitou formu reality (věc, aktivitu, vlastnost atd.), přičemž s věcí, kterou zastupuje, může, ale také nemusí nijak přímo souviset – jde o dohodnutý znak. Symbolem zákazu vjezdu je dopravní značka. Symbolem křesťanství je kříž. Symbolem plodnosti byla v minulosti např. plastika gravidní ženy. Symbolem nebezpečné chemikálie je lebka. Symboly pojmenovávajícími různé předměty jsou slova. Význam symbolů nelze zdědit prostřednictvím genů, nýbrž je třeba se je naučit, po čemž je možno na ně i reflexně reagovat. Např. když člověk slyší někoho mluvit o jídle nebo čte o jídle, tak aniž by to jídlo viděl či jinak konkrétně vnímal, spustí v něm nervová soustava tutéž reakci, jako kdyby je přímo viděl či cítil, protože dokáže pochopit smysl vyřčené či napsané věty. Uvedená věta je tedy abstraktním signálem a člověk je na ni schopen reflexně reagovat (psovi můžeme o jídle vyprávět, jak dlouho chceme, ale pokud je neucítí svým čichem, tak to v něm žádnou reakci nevyvolá – pes tedy není schopen reflexně reagovat na abstraktní signály).



11.4 Vývoj nervové soustavy

Nervová soustava člověka (a všech obratlovců) je trubicovitá, tzn. jejím základem je *neurální trubice*, která je ektodermálního původu. Vyvíjí se již v raných stádiích prenatalního období (od třetího týdne embryonálního vývoje), a to v několika fázích:

- **neurální (medulární) ploténka**: Je to podélný pruh modifikovaného ektodermu (pokožky) na dorzální ploše zárodku (probíhá ve středové rovině).
- **neurální (medulární) žlábek**: Vzniká v dalším vývoji prohloubením neurální ploténky po celé její délce. Okraj žlábků je tak po obou stranách lemován vyvýšenými valy, tzv. *neurálními (medulárními) lištami*.
- **neurální (medulární) trubice**: Vzniká úplným vchlípením (odškrcením od povrchu těla směrem dovnitř) neurálního žlábků. Vznikne tak uzavřená trubice uvnitř těla embrya. V jejím nitru probíhá primitivní centrální kanál. Dalším vývojem z ní vzniká:
 - mícha (*medulla spinalis*): Vyvíjí se z kaudálního úseku neurální trubice. Po celý život si zachovává přibližně tvar původní neurální trubice.
 - mozek (*encephalon, cerebrum*): Vzniká tzv. encefalizací – složitou přestavbou kraniálního úseku neurální trubice. Prvním stádiem je mozkový váček, který se dále diferencuje na tři oddíly:
 - **RHOMBENCEPHALON** (zadní mozek) – v dalším vývoji se z něho diferencuje **prodloužená mícha** (*medulla oblongata*), **most Varolův** (*pons Varoli*) a **mozeček** (*cerebellum*). Rozšířením centrálního kanálu zadního mozku vzniká dutina, která je základem tzv. čtvrté komory mozkové (*ventriculus quartus*).

- **MESENCEPHALON** (střední mozek) – úsek, který se dále nediferencuje a zachovává si v dalším vývoji relativně jednoduchou stavbu. Z centrálního kanálu, který jím probíhá, vzniká tzv. mozkový mokovod (*aquaeductus cerebri*) spojující čtvrtou a třetí mozkovou komoru.
- **PROSENCEPHALON** (přední mozek) – v dalším vývoji se diferencuje na **mezimozek** (*diencephalon*) a **koncový mozek** (*telencephalon*). Uvnitř mezimozku se původní centrální kanál rozšiřuje v dutinu, ze které vzniká třetí komora mozková (*ventriculus tertius*). Koncový mozek je tvořen párem výchlipek z původního předního mozku, které jsou základem mozkových hemisfér. V každé z nich se nachází jedna dutina. Dutiny tvoří základy první a druhé (postranní) komory mozkové (*ventriculus lateralis dexter a sinister*).

11.5 Smyslové orgány (*organa sensuum*)

Smyslové orgány tvoří tzv. vstupní informační část nervové soustavy. Jedná se tedy o receptory (senzory), které přijímají podněty z vnějšího a vnitřního prostředí organismu. Receptor je zařízení, které reaguje na změny vnějšího nebo vnitřního prostředí organismu a tyto změny převádí na akční potenciály nervových impulzů a vysílá je do řídicího centra v CNS. Z anatomického hlediska jde o buňku nebo skupinu buněk primárního či sekundárního smyslového epitelu, popř. o volná nervová zakončení. Tyto struktury obsahují čidla, která jim předávají informace o příslušných změnách a podněcují chemické a fyzikální reakce, vedoucí ke generaci akčního potenciálu. Receptory se vyskytují v mnoha formách a můžeme je dělit podle několika kritérií.

11.5.1 ROZDĚLENÍ RECEPTORŮ

Rozdělení podle umístění

- **exteroreceptory** – receptory, které reagují na podněty (změny) z vnějšího prostředí organismu. Podle vzdálenosti podnětu od receptoru je můžeme rozdělit na:
 - *kontaktní receptory* – receptory přicházející do přímého styku s objektem vysílajícím podnět. Jedná se např. o čichový nebo chuťový receptor.
 - *distanční receptory* – receptory reagující na podnět z objektu, jenž nepřichází do přímého kontaktu s receptorem. Nazývají se i *telereceptory*. Příkladem je zrakový a sluchový receptor.
- **interoreceptory** – receptory, které reagují na podněty (změny) z vnitřního prostředí organismu. Podle konkrétního umístění je dělíme na:
 - *proprioceptory* – receptory umístěné v pohybovém systému (ve sva-lech, šlachách a kloubních pouzdrech)
 - *visceroreceptory* – receptory umístěné v útrobních orgánech a v cévách

Rozdělení podle fyzikálního charakteru (modality) působícího podnětu

- **mechanoreceptory** – receptory reagující na mechanické podněty (tah, tlak, pohyb), např. hmatové receptory v kůži, proprioceptory v pohybovém systému nebo sluchový a pohybově-rovnovážný receptor ve vnitřním uchu

- **chemoreceptory** – receptory reagující na chemické podněty, např. čichový či chuťový receptor, čidla monitorující obsah O₂ a CO₂ v krvi, popř. čidla sledující hladinu krevního cukru
- **termoreceptory** – receptory reagující na tepelné podněty, např. tepelné a chladové receptory v kůži, v útrobních orgánech nebo v mozku
- **fotoreceptory** – receptory reagující na světlo, např. zrakový receptor

Speciálním případem jsou tzv. **algoreceptory** – receptory reagující na bolest. Jde o volná nervová zakončení a vyskytují se v celém těle s výjimkou mozku, jater a plic. Jako bolest jsou pocíťovány podněty poškozující tkáň a tím je bolest varovným mechanismem, upozorňujícím na nebezpečí. Bolest může být způsobena mechanickými změnami (mechanická bolest), vysokou nebo nízkou teplotou (termická bolest) nebo chemickými změnami v porušených tkáních (chemická bolest, způsobuje histamin uvolňující se z narušených tkání).

Rozdělení podle složitosti

- **nespecializované smyslové orgány:** Buňky nebo skupiny smyslových (receptorových) buněk, které jsou součástí jiného orgánu primárně s jinou funkcí (jsou v nich buď rozptýlené, nebo lokalizované na jednom místě). Příkladem jsou receptory tahu, tlaku, teploty nebo bolesti v kůži, senzory tlaku a bolesti v útrobních orgánech, proprioreceptory v pohybovém systému, baroreceptory ve stěnách velkých cév (monitorující tlak krve), chemoreceptory ve velkých cévách (sledující obsah kyslíku a oxidu uhličitého v krvi), chemoreceptory v Langerhansových ostrůvcích slinivky břišní (monitorující hladinu krevního cukru), termoreceptory (pro vnímání chladu a tepla) v kůži, chemoreceptory a termoreceptory v mozku atd.
- **specializované smyslové orgány:** Orgány, jejichž primární funkce je smyslová. Obsahují tedy jednak receptory (smyslové buňky), jednak celou řadu dalších tkání a pomocných orgánů, které slouží ke správnému příjmu a modifikaci podnětu, který má daný smyslový orgán registrovat. Patří sem především zrakové a sluchově-rovnovážné ústrojí, která nejlépe vyhovují této definici. Jsou sem však řazeny i čichové a chuťové orgány, avšak v jejich případě se jedná spíše – podobně jako u nespecializovaných smyslových orgánů – o skupiny smyslových buněk, které jsou součástí jiných orgánů, tedy bez pomocných smyslových orgánů (čichové buňky jsou součástí sliznice dutiny nosní, chuťové buňky jsou součástí jazyka). Tradičně jsou popisována čtyři specializovaná smyslová ústrojí:
 - **ústrojí čichové** (*organum olfactus*)
 - **ústrojí chuťové** (*organum gustus*)
 - **ústrojí zrakové** (*organum visus*)
 - **ústrojí sluchově-rovnovážné** (*organum vestibulocochleare*)

11.5.2 ČICHOVÉ ÚSTROJÍ (*organum olfactus*)

Čichové ústrojí slouží ke vnímání chemického složení v plynném skupenství. Z funkčního hlediska se tedy jedná o chemoreceptor. Čich je fylogeneticky jedním z nejstarších dobře vyvinutých smyslů, který primárně informuje jedince o situaci v jeho okolí. Je dokonale vyvinut u nižších obratlovců (i u savců), u člověka (a jiných vyšších primátů) je však silně potlačen a nahrazen zrakem. Čichové ústrojí sestává z následujících součástí:

Čichová sliznice

Je to sliznice na stropu dutiny nosní, pokrývající zesponu *lamina cribrosa* kosti čichové. Sliznice obsahuje čichové buňky, což jsou modifikované neurony. Na krátkých výběžcích (směrem do dutiny nosní) obsahují receptory, které reagují na chemické látky ve vdechovaném vzduchu a na základě podráždění generují nervové impulzy. Kromě toho jsou zde obsaženy i podpůrné buňky a bazální buňky (jsou schopny se přeměnit na čichové buňky při jejich poškození).

Čichová vlákna

Jedná se o svazky axonů čichových buněk (tzv. *fila olfactoria*) z čichové sliznice, které procházejí skrz otvůrky v *lamina cribrosa* kosti čichové do lebeční dutiny. Jako celek tvoří tato vlákna čichový nerv (1. hlavový nerv).

Čichové bulvy

Čichový bulbus je párový orgán kyjovitého tvaru, který spočívá na dírkované ploténce kosti čichové. Je připojen dlouhou stopkou ke spodní ploše čelního laloku koncového mozku (je vlastně výchlípkou evolučně starší části mozkové kůry – allokortexu). Do čichových bulbů vstupují svazky axonů čichových buněk (viz výše), jsou zde přepojovány na další neurony a čichové vjemy jsou odtud vedeny dále do mozku (čichových center).



V přední části tvrdého patra, v jeho střední rovině, se nachází tzv. **canalis incisivus** (kanál vyplněný vazivem), který prochází tvrdým patrem a ústí do dutiny nosní. Tato struktura je rudimentem tzv. vomeronasálního (Jacobsonova) orgánu, který u nižších savců a plazů obsahuje smyslové buňky, sloužící k čichové kontrole obsahu dutiny ústní (přijímané potravy). Rudimentární nervová vlákna z tohoto orgánu jsou součástí čichového nervu, u nižších savců však tvoří samostatný nerv – nervus terminalis (označovaný jako 0. hlavový nerv).

11.5.3 CHUŤOVÉ ÚSTROJÍ (*organum gustus*)

Chuťové ústrojí slouží ke vnímání chemického složení v kapalném skupenství (potravy rozpuštěné ve slinách). Z funkčního hlediska se tedy jedná o chemoreceptor. Chuť je dalším z fylogeneticky starých smyslů, který informuje jedince o kvalitě přijímané potravy. Chuťové receptory, tzv. **chuťové pohárky** (*caliculi gustatorii*), jsou umístěny v dutině ústní, převážně na některých papírách horní plochy jazyka. Chuťové pohárky obsahují smyslové buňky, které reagují na chemické látky rozpuštěné ve slinách a na základě podráždění generují nervové impulzy. Chuťové buňky jsou ovinuty periferními výběžky pseudounipolárních neuronů, které převádějí svými axony dále chuťové informace do mozku, a to z předních dvou třetin jazyka lícním nervem (7. hlavový nerv) a ze zadní třetiny jazyka jazykohltanovým nervem (9. hlavový nerv). Kromě toho jsou v chuťových pohárcích obsaženy i podpůrné buňky a bazální buňky, z nichž se neustále tvoří nové chuťové buňky. Rozlišují se celkem čtyři základní typy chutí, které jsou vnímány ve všech chuťových pohárcích, avšak určité oblasti jazyka se specializují na vnímání jedné konkrétní chuti:

- **sladká chuť:** Je vnímána především na hrotu jazyka.
- **slaná chuť:** Je vnímána především v přední části okraje jazyka.
- **kyselá chuť:** Je vnímána především v zadní části okraje jazyka.
- **hořká chuť:** Je vnímána především při kořeni jazyka.

11.5.4 ZRAKOVÉ ÚSTROJÍ (*organum visus*)

Zrakové ústrojí slouží ke vnímání světla, resp. optických signálů. Zrakový receptor patří tedy z funkčního hlediska mezi fotoreceptory. Orgány zraku jsou uloženy v očníci (orbitě) – párové dutině ohraničené některými kostmi neurokránie a splachnokránie. Sestávají ze dvou základních částí, jimiž jsou **oční koule** (*bulbus oculi*) a **přídavné oční orgány** (*organa oculi accessoria*). Oční koule je složitě stavěný orgán, který obsahuje zrakové receptory. Z vývojového hlediska jde o výchlipku mezimozku. Má tvar mírně protáhlé koule – předozadní průměr je o něco větší než průměr horizontální a vertikální. Bod nejvíce vpředu se označuje jako *přední pól*, bod nejvíce vzadu jako *zadní pól*. Frontální obvod se označuje jako *ekvátor*. Na oční kouli popisujeme dvě osy – *optickou osu* (spojuje přední a zadní pól oční koule) a *zornou osu* (spojuje čočku se žlutou skvrnou na sítnici, tedy s místem nejostřejšího vidění, touto osou tedy prochází při vidění hlavní proud světelných paprsků). Osy nejsou totožné, mírně se rozbíhají. Jejich průsečík v zadní části čočky se označuje jako *uzlový bod oka*. Oční koule sestává z těchto částí:

- **stěna oční koule**
 - vnější vrstva (*tunica fibrosa*)
 - bělima (*sclera*)
 - rohovka (*cornea*)
 - střední vrstva (*tunica vasculosa*)
 - cévnatka (*chorioidea*)
 - řasnaté těleso (*corpus ciliare*)
 - duhovka (*iris*)
 - vnitřní vrstva (*tunica sensoria*)
 - sítnice (*retina*)
- **výplň oční koule**
 - oční komory (*camerae bulbi*)
 - čočka (*lens*)
 - sklivec (*corpus vitreum*)

Přídavné oční orgány slouží k ochraně oční koule před vnějšími vlivy (nečistoty) a k jejímu pohybu. Zlepšují tak funkce vlastního zrakového orgánu. Patří k nim především spojivka (*tunica conjunctiva*), oční víčka (*palpebrae*), okohybné svaly (*musculi oculomotorii*) a slzné ústrojí (*apparatus lacrimalis*).

Bělima (*sclera*)

Je to vnější bílá vazivová vrstva oční koule. Pokrývá asi 80 % jejího povrchu. V přední části je otvor, ve kterém je vsazena rohovka. Tloušťka bělimy je na různých místech odlišná, kolísá od 0,5 – 2 mm.

Rohovka (*cornea*)

Je to průhledná ploténka pokrývající oční kouli na jejím předním pólu, kde doplňuje bělimu. Má větší zakřivení než bělima a je na ni připojena na principu hodinového sklíčka. Je to první součást světlolomného (refrakčního) aparátu

oka (prochází jí při vidění světelné paprsky). Musí být tedy průhledná, což je zajištěno strukturou a barvou její hmoty, absencí krevních cév a modifikací kůže, která ji pokrývá zepředu. Rohovka má na průřezu 3 základní vrstvy:

- **vnější epitel:** Modifikovaná kůže z několika vrstev živých buněk.
- **vazivová vrstva:** Průhledná vazivová tkáň. Tvoří vlastní hmotu rohovky.
- **vnitřní epitel:** Kryje vnitřní povrch rohovky. Sestává z jedné vrstvy plochých epitelových buněk, které vystylají přední komoru oční.

Cévnatka (*chorioidea*)

Jedná se o tenkou vazivovou blánu přiléhající zevnitř k bělimě. Je bohatě prokrvena – obsahuje četné krevní cévy (odtud její název), které zajišťují výživu pro buňky sítnice.

Řasnaté těleso (*corpus ciliare*)

Jedná se o prstenec lemující přední okraj cévnatky. Uvnitř se nachází otvor, v němž je umístěna čočka. Rozlišujeme na něm dvě části – vnější hladký prstenec a vnitřní prstenec, ze kterého po celém vnitřním obvodu vystupují výběžky a řasy. Od nich směrem dovnitř odstupují tenká vlákna, která se připojují na obvod (ekvátor) čočky. Řasnaté těleso tedy tvoří závěsný aparát čočky. Základní hmota tělesa je tvořena vazivem obsahujícím hladkou svalovinu (*musculus ciliaris*), která svou činností natahuje nebo uvolňuje zmíněná vlákna připojená na čočku a čočka se tak buď zplošťuje (při zaostřování na dálku), nebo vyklenuje (při zaostřování na blízko). Tyto tvarové změny čočky označujeme jako *akomodace*. Hladká svalovina řasnatého tělesa je inervována parasympatickými vlákny 3. hlavového nervu (při akomodaci nablízko) a sympatickými vlákny z hrudního sympatiku (při uvolnění akomodace nablízko). Akomodace na dálku je pasivní děj zprostředkovaný napětím cévnatky při relaxaci *musculus ciliaris*.

Duhovka (*iris*)

Duhovka je prstenec lemující přední okraj cévnatky před řasnatým tělesem (je to vlastně zepředu viditelná část cévnatky). Je umístěna za rohovkou, a tudíž je viditelná při pohledu na oko zepředu. Ve středu duhovky je otvor zvaný zornice (*pupilla*). Základní hmota duhovky je tvořena vazivem s pigmenty, které jí dávají charakteristické zabarvení. Obsahuje také vlákna hladké svaloviny, jež způsobují rozšiřování nebo zužování zornice. Duhovka tedy působí jako clona, regulující množství světla, přicházejícího do oka. Při nadbytku světla dojde k reflexnímu zúžení zornice (tzv. mióza – parasympatický reflex, řízený visceromotorickými vlákny 3. hlavového nervu), realizovanému kontrakcí hladkého svalu – *musculus sphincter pupillae* (jeho cirkulární vlákna obkružují zornici). Při nedostatku světla k rozšíření zornice (mydriáza – sympatický reflex řízený vlákny hrudního sympatiku), uskutečňovanému kontrakcí hladkého svalu – *musculus dilatator pupillae* (jeho vlákna se radiálně sbíhají k zornici).

Sítnice (*retina*)

Je to Nejvnitřnější vrstva oční koule. Vzniká v embryonálním vývoji jako výchlípka mezimozku. Je velice složitě stavěná, najdeme zde mnoho typů modifikovaných nervových a gliových buněk, uložených v několika vrstvách.

- **pigmentová vrstva:** Obsahuje pigmentové buňky, jež řídí transport kyslíku (výživu) z cévnatky ke světločivným buňkám (tyčinkám a čípkům) sítnice.
- **smyslová vrstva:** Sestává ze dvou typů světločivných (smyslových) buněk, které reagují na světlo a mění je na akční potenciály nervových vzruchů. Každá smyslová buňka se skládá ze světločivné části (obsahuje složitě stavěnou buněčnou membránu, ve které jsou zabudována barviva reagující na světlo), střední části s buněčným jádrem a nožičky (modifikovaný axon, který převádí vzruchy na další neurony sítnice). Světločivné části přiléhají k pigmentové vrstvě, nožičky jsou orientovány směrem dovnitř oční koule. Světločivné buňky jsou dvojího typu:
 - **tyčinky:** Umožňují vnímání intenzity světla. Jsou aktivní již při jeho nízké intenzitě, umožňují tedy vidění za šera, vidění však není ostré ani barevné. Tyčinky obsahují ve své světločivné části barvivo (fotopigment) rhodopsin. V každém oku je jich asi 120-130 miliónů.
 - **čípky:** Umožňují vnímání barvy světla. Jsou aktivní až při vyšších intenzitách světla. Vidění pomocí nich je barevné a ostré. Obsahují ve své světločivné části barvivo iodopsin, a to ve třech typech, z nichž jeden reaguje na červené spektrum, druhý na modré a třetí na zelené. V každém oku je jich asi 6-7 miliónů. Jejich největší koncentrace je poblíž zadního pólu oční koule, v tzv. žluté skvrně (v jejím středu se nacházejí pouze čípky). Žlutá skvrna je tedy místem nejostřejšího vidění.
- **vrstva bipolárních neuronů:** Obsahuje bipolární neurony, tedy nervové buňky s jedním dendritem a jedním axonem. Dendrit je synapticky spojen s nožičkou světločivné buňky. Ve vrstvě těchto synapsí jsou uloženy ještě tzv. horizontální buňky, což jsou speciální gliové buňky. Axon je synapticky spojen s dalším (multipolárním) neuronem. V této vrstvě synapsí je zapojen další typ gliových buněk, tzv. amakrinní buňky.
- **vrstva multipolárních neuronů:** Obsahuje neurony s větším množstvím dendritů (které se synopticky spojují s axony bipolárních neuronů) a jedním axonem. Axony všech těchto neuronů se sbíhají do zrakového nervu (2. hlavový nerv), který vystupuje z oční koule poblíž jejího zadního pólu. V místě výstupu zrakového nervu neobsahuje sítnice žádné světločivné buňky, je to tedy místo bez schopnosti vidění (tzv. slepá skvrna).

Oční komory (*camerae bulbi*)

Jedná se o dutiny v přední části oční koule vyplněné komorovou vodou. Mezi rohovkou a duhovkou se nachází přední komora (*camera bulbi anterior*), mezi duhovkou a čočkou zadní komora (*camera bulbi posterior*). Komorová voda je dalším elementem světlolomného aparátu oka. Tvoří se filtrací z krevních kapilár a průběžně se vstřebává zpět do krve. Má tlak asi 14-17 torrů. Při zvýšení tlaku (při jejím nedostatečném zpětném vstřebávání) hrozí poškození světločivných buněk sítnice, tzv. zelený zákal (glaukom).

Čočka (*lens*)

Čočka je útvar ve tvaru bikonvexní (oboustranně vypouklé) čočky. Zadní plocha je vypouklá více než přední. Průměr čočky je asi 9-10 mm, tloušťka 3,7-4,4 mm. Čočka je zavěšena po celém obvodu (ekvátoru) na vlákních řasnatého

tělesa. Čočka je další součástí světlolomného aparátu oka. Je proto průhledná, což je dáno charakterem její hmoty a bezcévností. Porucha průsvitnosti čočky (zakalení) se nazývá šedý zákal (cataracta). Světelné paprsky procházející čočkou se v ní lomí (resp. spojují) tak, aby dopadaly správně na sítnici. Pro zajištění správného lomu světla přicházejícího z jakékoliv vzdálenosti má čočka schopnost tzv. *akomodace*, tedy zplošťování (při ostření na dálku) a vyklenování (při ostření na blízko). Akomodace je realizována kontrakcemi hladké svaloviny řasnatého tělesa, které napíná vlákna připojená na čočku.

Sklivec (*corpus vitreum*)

Sklivec je průhledná rosolovitá hmota vyplňující většinu vnitřku oční koule (za čočkou). Je další (nejdelší) součástí světlolomného aparátu oka, neboť jím procházejí světelné paprsky. Sklivec je složen převážně z vody se stopami minerálních a organických látek.

Spojivka (*tunica conjunctiva*)

Jemná blána pokrývající přední povrch oční koule, z něhož přechází na zadní plochu víček (přechod se označuje jako spojivková klenba). Je tvořena modifikovanou kůží slizničního charakteru (obsahuje četné jednobuněčné i mnohobuněčné žlázy). Prostor mezi bělímou a víčkem se nazývá spojivkový vak.

Okohybné svaly (*musculi oculomotorii*)

Jedná se o šest příčně pruhovaných svalů, které začínají na kostěných stěnách orbity a upínají se na oční kouli. Svými kontrakcemi umožňují pohyby oční koule. Svaly jsou inervovány 3., 4. a 6. hlavovým nervem. Na jejich inervaci jsou tedy „spotřebovány“ tři páry hlavových nervů, což je dáno tím, že pohyby oční koule musí být pro zajištění správného vidění (nasměrování na předmět) velmi dokonale koordinované. Tuto koordinaci zajišťuje speciální centrum v mozkové kůře, tzv. frontální okohybné pole (viz „*Nervová soustava*“). Porucha funkce okohybných svalů se nazývá šilhání (strabismus).

Víčka (*palpebrae*)

Kožní řasy kryjící zepředu oční kouli. Horní víčko (*palpebra superior*) je větší než dolní víčko (*palpebra inferior*). Přední plocha víčka je kryta jemnou kůží bez podkožní tukové vrstvy. Zadní plocha je kryta spojivkou. Přední a zadní plocha v sebe přecházejí na okraji víčka, v němž vede mělký, tzv. slzný žlábek. Přední okraj víčka je opatřen několika řadami specializovaných chlupů – řas. Do okraje víčka ústí i několik typů drobných žláz. Okraje horního a dolního víčka se stýkají ve vnějším a vnitřním očním koutku. Uvnitř je víčko vyztuženo vazivovou ploténkou (*tarsus superior* a *tarsus inferior*), do níž se upínají některé svaly pohybující víčkem, a to jak hladké, tak příčně pruhované.

Slzné ústrojí (*apparatus lacrimalis*)

Funkcí slzného ústrojí je produkce slz. Slzy jsou složeny převážně z vody, která obsahuje menší množství minerálních a organických látek, mimo jiné i protilátky. Slzy mají několik funkcí. Neustále zvlhčují rohovku a spojivku, odplavují z ní nečistoty, usnadňují pohyby očních víček (funkce lubrikantu) a protilátky v nich obsažené působí jako ochrana proti infekci. Slzné ústrojí sestává z následujících komponent:

- **slzná žláza** (*glandula lacrimalis*): Je to malá žláza uložená pod stropem očníce nad oční koulí. Produkuje slzy, které odvádí několika vývody do horního spojivkového vaku.
- **slzný žlábek** (*rivus lacrimalis*): Je to mělký žlábek na okraji víček. Slouží k odvodu slz k vnitřnímu koutku oka. Mazové žlázy ústící na okraji víčka zabraňují přetékání slz na tvář.
- **slzné jezírko** (*lacus lacrimalis*): Jedná se o malou jamku ve vnitřním koutku oka, kde se hromadí slzy.
- **slzné kanálky** (*canaliculi lacrimales*): Velmi drobné kanálky ve vnitřním okraji horního i dolního víčka. Odvádějí slzy ze slzného jezírka (nasáváním pomocí kontrakcí části kruhového svalu očního).
- **slzný váček** (*saccus lacrimalis*): Uložen ve vnitřním koutku oka ve žlábků na kosti slzné. Ústí do něho oba slzné kanálky.
- **nososlzný kanál** (*ductus nasolacrimalis*): Vede od slzného váčku směrem dolů do nosní dutiny, kde ústí do jejího dolního průchodu. Slzy jsou tak odváděny z oka do nosní dutiny.

11.5.5 SLUCHOVĚ-ROVNOVÁŽNÉ ÚSTROJÍ

(*organum vestibulocochleare*)

Sluchově-rovnovážné ústrojí slouží ke vnímání zvuku a rovnováhy (polohy a pohybu hlavy). Jeho receptory patří z funkčního hlediska mezi mechanoreceptory. Jednotlivé komponenty tohoto ústrojí jsou uloženy v bubínkové a skalní části kosti spánkové. Sluchově-rovnovážné ústrojí sestává z těchto součástí:

- **vnější ucho** (*auris externa*)
 - boltec (*auricula*)
 - vnější zvukovod (*meatus acusticus externus*)
 - bubínek (*membrana tympani*)
- **střední ucho** (*auris media*)
 - středoušní dutina (*cavum tympani*)
 - středoušní kůstky (*ossicula auditus*)
 - středoušní svaly (*musculi auditus*)
 - sluchová (Eustachova) trubice (*tuba auditiva*)
- **vnitřní ucho** (*auris interna*)
 - kostěný labyrint (*labyrinthus osseus*)
 - blanitý labyrint (*labyrinthus membranaceus*)

Boltec (*auricula*)

Boltec je kožní řasa umístěná ve spánkové krajině. Je vyztužený složitě formovanou elastickou chrupavkou, díky níž je velmi pružný (chrupavka chybí pouze v ušním lalůčku). Chrupavka je připojena ke kostem lebky vazy. Na chrupavku ušního boltece se upíná několik příčně pruhovaných svalů (extraaurikulární a intraaurikulární svaly, funkčně jsou to svaly mimické), které jsou však u člověka rudimentární. Funkcí boltece je správné nasměrování přicházejícího zvuku do vnějšího zvukovodu (boltec je u člověka však spíše rudimentární orgán).

Vnější zvukovod (*meatus acusticus externus*)

Trubice v laterálním (vnějším) úseku tvořená elastickou chrupavkou (pokračující z boltce), v mediálním (vnitřním) úseku bubínkovou částí kosti spánkové. Je kryt kůží s chloupky a apokrinními žlázami (produkují ušní maz – *cerumen*).

Bubínek (*membrana tympani*)

Tenká blána (tloušťka asi 0,1 mm) tvořící přepážku mezi vnějším zvukovodem a středoušní dutinou. Sestává ze tří vrstev. Ze strany zvukovodu je to modifikovaná, velmi tenká kůže, ze strany středoušní dutiny je podobně jemně stavěná středoušní sliznice a mezi nimi je tenká vrstva vaziva. Bubínek převádí zvukové vlny z vnějšího zvukovodu na sluchové kůstky a zesiluje je.

Středoušní dutina (*cavum tympani*)

Štěrbinovitá dutina ve skalní části kosti spánkové obsahující sluchové kůstky a jejich svaly. Je vystlána sliznicí, která do ní přechází z Eustachovy trubice z nosohltanu. Sliznice přechází i do dutinek v bradavkovém výběžku kosti spánkové (*cellulae mastoideae*), se kterými středoušní dutina komunikuje otvorem.

Sluchová trubice (*tuba auditiva*)

Kanál vedoucí z nosohltanu do středoušní dutiny, tvořený částečně chrupavčítým a částečně kostěným kanálkem ve skalní části kosti spánkové (horní etáž *canalis musculotubarius*). Je vystlána sliznicí, která do ní přechází z nosohltanu a pokračuje do středoušní dutiny. Sluchová (jinak Eustachova) trubice slouží k vyrovnávání tlaků mezi středoušní dutinou a vnějším prostředím (při jejím ucpaní např. během rýmy působí na bubínek pouze tlak z vnějšího zvukovodu, bubínek je proto napjatý, čímž dochází k útlumu slyšení, tzv. „zalehlé“ ucho).

Středoušní kůstky (*ossicula auditus*)

Tři drobné kůstky uložené ve středoušní dutině. Zvnějšku dovnitř to jsou:

- kladívko (*malleus*) – vazivově připojeno k bubínku
- kovádlínka (*incus*)
- třmínek (*stapes*) – vazivově spojen s oválným okénkem kostěného labyrintu

Sluchové kůstky jsou ke stěnám středoušní dutiny připojeny drobnými vazy. Vzájemně jsou spojeny pohyblivými klouby. Sluchové kůstky tvoří systém pák, který převádí zvukové vlny z bubínku do vnitřního ucha.

Středoušní svaly

Dva drobné příčně pruhované svaly, které se upínají na středoušní kůstky, jimiž pohybují. Tyto pohyby způsobují napínání nebo uvolňování bubínku a upravují tak přenos zvukových vln přes bubínek. Jsou to tyto svaly:

- ***musculus tensor tympani*** – napínač bubínku: Začíná v *canalis musculotubarius* (v jeho horní etáži) a upíná se na kladívko. Svými kontrakcemi napíná bubínek. Je inervován 5. hlavovým nervem.
- ***musculus stapedius*** – sval třmínkový: Začíná na mediální stěně středoušní dutiny a upíná se na třmínek. Uvolňuje bubínek. Je inervován 7. hlavovým nervem. Je to nejmenší příčně pruhovaný sval lidského těla.

Kostěný labyrint (*labyrinthus osseus*)

Jedná se o vzájemně propojený systém dutin a kanálků ve skalní části kosti spánkové (ta je tedy kostěným pouzdem smyslových orgánů vnitřního ucha). Je tvořen fibrilární kostní tkání a jeho vnitřní povrch je pokryt periostem. Kostěný labyrint sestává z těchto částí:

- **předsíň** (*vestibulum*): Dutina obsahující vestibulární váčky blanitého labyrintu (*viz níže*). Do středoušní dutiny se otevírá dvěma otvory – oválným okénkem (*fenestra vestibuli*), do něhož je vsazen třmínek, a kruhovým okénkem (*fenestra cochleae*), které je přepaženo vazivovou membránou.
- **hlemýžď** (*cochlea*): Jedná se o spirálovitě stočený kanálek, který má dva a půl závitů. Tvarem připomíná hlemýžď. Jeho báze (*basis*) je obrácená na dno vnitřního zvukovodu skalní části kosti spánkové, kde k němu vedou vlákna 8. hlavového nervu. Vrchol (*cupula*) prominuje na mediální stěně středoušní dutiny. Osou hlemýžďe je kostěná tyčinka (*modiolus*), od které po celé délce odstupuje směrem do dutiny kanálu spirálně stočená kostěná lišta (*lamina spiralis*) – tento systém svým tvarem připomíná hlemýžď v mlýnku na maso. Od kostěné lišty pokračují na protilehlou stěnu kanálu dvě rozbíhající se vazivové ploténky – *membrana basilaris* a *membrana vestibularis*. Tyto ploténky dělí kostěný kanál hlemýžďe na tři etáže:
 - *scala media*: Střední etáž mezi *membrana basilaris* a *membrana vestibularis*. K jejím vnitřním stěnám je připojený blanitý hlemýžď (*viz níže*).
 - *scala vestibuli*: Etáž nacházející se mezi *membrana vestibularis* a stěnou kostěného hlemýžďe.
 - *scala tympani*: Etáž mezi *membrana basilaris* a stěnou kostěného hlemýžďe. *Scala tympani* a *scala vestibuli* v sebe přecházejí na vrcholu hlemýžďe malým šterbinovitým prostorem zvaným *helicotrema*.
- **polokruhové kanálky** (*canales semicirculares*): Tři na sebe kolmé kanálky navazující oběma svými konci na předsíň. Jedná se o přední polokruhovitý kanálek (*canalis semicircularis anterior*), zadní polokruhovitý kanálek (*canalis semicircularis posterior*) a laterální polokruhovitý kanálek (*canalis semicircularis lateralis*). Jeden konec všech kanálků je rozšířen v tzv. ampulu (tzv. ampulární konec).

Blanitý labyrint (*labyrinthus membranaceus*)

Je to uzavřený a propojený systém váčků a kanálků uložených uvnitř kostěného labyrintu (kopírují přibližně jeho tvar). Je tvořen obvykle jednou vrstvou plochých až kubických epitelových buněk, jejichž vnější povrch je pokryt tenkou vrstvou vaziva. Ke kostěnému labyrintu na některých místech přirůstá, větší se však volně vznáší v dutinách kostěného labyrintu, k jehož stěnám je fixován tenkými vazivovými vlákny. Mezi kostěným a blanitým labyrintem se nachází tzv. perilymfatický prostor obsahující tekutinu označovanou jako *perilymfa*. Uvnitř blanitého labyrintu je obsažena tekutina zvaná *endolymfa*. V blanitém labyrintu jsou uloženy vlastní receptory sluchu a rovnováhy. Blanitý labyrint má tyto části:

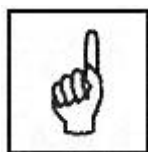
- **blanitý hlemýžď** (*ductus cochlearis*): Podobně jako kostěný hlemýžď je i blanitý hlemýžď spirálně stočený kanálek, který prochází téměř po celé dél-

ce kostěného hlemýždě ve *scala media* (k jejímž stěnám těsně přiléhá), má tedy rovněž dva a půl závitů. Na průřezu má trojúhelníkovitý tvar. Na stěně přiléhající k *membrana basilaris* je uložen vlastní sluchový receptor, tzv. spirální (Cortiho) orgán (*organum spirale*). Ten obsahuje smyslové buňky s řasinkami, několik typů podpůrných buněk a rosolovitou krycí membránu (*membrana tectoria*).



Zvukové vlny přenesené středoušními kůstkami na oválné okénko rozechvívají perilymfu postupně po celé délce *scala vestibuli*, skrz *helicotremu* přecházejí do perilymfy ve *scala tympani* a nakonec narazí na kruhové okénko, jehož vazivová membrána se nárazem zvukových vln vyklene do středoušní dutiny. Oscilující perilymfa rozechvívává endolymfu ve *scala media*, ta uvede do pohybu krycí membránu a ta podráždí řasinky smyslových buněk Cortiho orgánu, čímž v těchto buňkách vzniká nervový impulz. Ten je veden vlákny sluchové části sluchově-rovnovážného nervu (8. hlavový nerv) do mozku, kde dojde k uvědomění akustické informace. Cortiho orgán má tzv. **tonotopické uspořádání** – vyšší zvuky jsou vnímány na začátku hlemýždě (při bázi), směrem k vrcholu jsou vnímány hlubší zvuky.

- **blanitě váčky:** Jedná se o dva váčky uložené v předsíni kostěného labyrintu – váček vejčitý (*utricleus*) a váček kulatý (*sacculus*). Oba jsou spojeny úzkým kanálkem (*ductus utriculosaccularis*). *Sacculus* je spojen s blanitým hlemýžděm dalším úzkým kanálkem (*ductus reuniens*). Vzájemné spojovací kanálky tedy zajišťují jednotný prostor uvnitř blanitého labyrintu. V každém váčku je políčko smyslových buněk s řasinkami (*macula statica*). Řasinky jsou ponořeny do rosolovité substance obsahující na povrchu krystaly uhličitánu vápenatého (tzv. otolity, statokonie). Tyto buňky slouží k vnímání polohy hlavy (statické čidlo).



Při změně polohy hlavy dojde k pohybu vápenatých krystalů vlivem gravitace, čímž se podráždí řasinky smyslových buněk. Tak dojde ke vzniku nervového impulzu, který je veden vlákny rovnovážné části sluchově rovnovážného nervu (8. hlavový nerv) do mozku, kde dojde k uvědomění polohy hlavy. Smyslová políčka obou váček jsou na sebe vzájemně kolmá, což umožňuje vnímání všech kombinací poloh.

- **polokruhové kanálky** (*ductus semicirculares*): Jsou to tři na sebe vzájemně kolmé blanitě kanálky navazující vždy oběma svými konci na *utricleus* a procházející kostěnými polokruhovitými kanálky – přední polokruhovitý kanálek (*ductus semicircularis anterior*), zadní polokruhovitý kanálek (*ductus semicircularis posterior*) a laterální polokruhovitý kanálek (*ductus semicircularis lateralis*). Na jejich začátku jsou rozšířené podobně jako kostěné kanálky v ampuly, každá obsahuje políčko smyslových buněk s řasinkami (*crista ampullaris*), ponořenými do rosolovité substance. Tyto buňky slouží k vnímání pohybu hlavy (kinetické čidlo).



Při pohybu hlavy proudí v polokruhovitých kanálkách endolymfa, která rozkmitá řasinky smyslových buněk v ampulách. Tím dojde ke vzniku nervového impulzu, který je veden vlákny rovnovážné části sluchově rovnovážného nervu (8. hlavový nerv) do mozku, kde dojde k uvědomění pohybu hlavy. Smyslová políčka všech tří kanálků jsou na sebe vzájemně kolmá, což umožňuje vnímání pohybů všemi směry.

11.6 Centrální nervová soustava (*systema nervosum centrale*)

Centrální nervová soustava tvoří tzv. integrační část nervové soustavy. Zpracovává informace přivedené z receptorů, vzájemně je integruje, koordinuje a vydává zpět impulsy, vedoucí k reflexní odpovědi na změnu vnějšího či vnitřního prostředí. Fylogeneticky lze CNS rozdělit na vývojově starší (nižší) a mladší (vyšší) úsek. Starší úsek (mícha) řídí jednoduché reflexy, u nichž není zapotřebí kontroly mozku. Mladší úsek (mozek) se podílí na řízení složitějších reflexů. Fylogeneticky nejvyšším řídicím centrem je kůra koncového mozku, která řídí nejsložitější reflexy. Ostatní úseky mozku stojící kyberneticky níže než mozková kůra se nazývají souhrnně jako podkorová centra (oblasti).

11.6.1 MÍCHA (*medulla spinalis*)

Mícha je fylogeneticky starší část centrální nervové soustavy, která si přibližně zachovává stavbu původní neurální trubice s centrálním kanálem uprostřed. Je uložena v páteřním kanále a svým kaudálním koncem dosahuje na úroveň druhého lumbálního obrátle. Na úrovni míchy se realizují jednoduché nepodmíněné reflexy.

Makroskopická stavba míchy

Mícha je zploštělý nervový provazec asi 45 cm dlouhý a 1 – 1,5 cm široký. Hmotnost míchy je asi 30 – 35 g. Po stranách vystupuje z míchy 31 párů míšních nervů, úsek s jedním vystupujícím párem se nazývá *míšní segment*. Mícha není ve svém průběhu stejně široká, najdeme na ní několik rozšíření.

- *intumescentia cervicalis*: Přibližně na úrovni segmentu C5. Je to zduření způsobené nakupením velkého počtu neuronů pro inervaci horní končetiny.
- *intumescentia lumbalis*: Přibližně na úrovni segmentu Th12. Je to zduření způsobené nakupením velkého počtu neuronů pro inervaci dolní končetiny.
- *conus medullaris*: Je to zduření na kaudálním konci míchy, z něhož pokračuje kaudálním směrem asi 20 cm dlouhé vlákno (*filum terminale*), tvořené pouze neuroglíí a vazivem.

Středem míchy probíhá centrální kanál (*canalis centralis*). Na přední ploše se nachází hluboká podélná rýha (*sulcus longitudinalis anterior*), na zadní ploše je mělká rýha (*sulcus longitudinalis posterior*). Tyto rýhy dělí míchu na dvě symetrické poloviny.

Histologická stavba míchy

- **šedá hmota**: Nachází se uvnitř kolem centrálního kanálu a má na průřezu motýlovitý tvar. Vybíhá ve dva rohy.
 - vpředu je silnější a kratší **přední roh**, který obsahuje motoneurony, jejichž axony tvoří odstředivé (motorické) nervové dráhy
 - vzadu je tenčí a delší **zadní roh**, na jehož neuronech končí axony tvořící dostředivé (senzitivní) dráhy
- **bílá hmota**: Je uložena na povrchu míchy a je tvořena svazky myelinizovaných axonů.

11.6.2 MOZEK (*encephalon, cerebrum*)

Mozek je fylogeneticky mladší část centrální nervové soustavy. Na jeho úrovni se odehrávají složitější nepodmíněné a podmíněné reflexy a na jejich základě jsou zde realizovány nejvyšší řídicí funkce. Mozek vznikl původně jako kraniální rozšíření neurální trubice, které se velmi složitě transformovalo. Je uložen v lebeční dutině, jejíž kosti působí jako ochranné pouzdro. Tvar mozku má přibližně podobu zploštělého ovoиду. Kapacita (objem) mozku (odpovídá přibližně objemu lebeční dutiny) je průměrně 1350 – 1450 cm³ (u mužů absolutně větší, avšak relativně menší – vzhledem k hmotnosti těla – než u žen). Hmotnost mozku je asi 1,5 kg, zaujímá tedy asi 2 % tělesné hmotnosti.



Mozek je velmi náročný na dodávku energie a živin. Jejich spotřeba je vzhledem k hmotnosti silně nadproporční – za 1 minutu proteče mozem asi 1 litr krve, což představuje asi 20 % minutového srdečního výdeje. Spotřeba je tedy relativně asi 10 × vyšší než ve zbytku těla.

Mozek se z vývojového hlediska dělí na zadní mozek (*rhombencephalon* – patří sem prodloužená mícha, most Varolův a mozeček), střední mozek (*mesencephalon*) a přední mozek (*prosencephalon* – patří sem mezimozek a koncový mozek). Z funkčního hlediska je ale důležité rozdělení na:

- mozkový kmen (*truncus encephalicus*)
- mozeček (*cerebellum*)
- mezimozek (*diencephalon*)
- koncový mozek (*telencephalon*)

11.6.3 MOZKOVÝ KMEN (*truncus encephalicus*)

Mozkový kmen je vývojovým základem mozku. Je to fylogeneticky nejstarší část mozku, jde vlastně o kraniální pokračování rozšířené páteřní míchy uvnitř lebeční dutiny, do které vstupuje přes *foramen occipitale magnum* (je uložen na *pars basilaris* kosti týlní). Mezi páteřní míchou a mozkovým kmenem není ostrá hranice, nýbrž jedná se o konvenční ohraničení.

Makroskopická stavba mozkového kmene

Mozkový kmen se skládá ze tří základních částí – prodloužené míchy (původem ze zadního mozku), mostu Varolova (původem ze zadního mozku) a středního mozku. Všechny tři části na sebe plynule navazují, takže mezi nimi není ostrá hranice.

- **prodloužená mícha** (*medulla oblongata*): Je to nejkaudálnější úsek mozku a mozkového kmene. Kraniálně navazuje na páteřní míchu, jejím kraniálním pokračováním je most Varolův. Vystupuje z ní 9. – 12. pár hlavových nervů, z hranice mezi prodlouženou míchou a mostem ještě 6., 7. a 8. pár.
- **most Varolův** (*pons Varoli*): Je to kraniální pokračování prodloužené míchy, navazuje tedy kraniálně na prodlouženou míchu, kraniálním pokračováním je střední mozek. Z mostu vystupuje 5. pár hlavových nervů.
- **střední mozek** (*mesencephalon*): Jde o kraniální pokračování mostu Varolova, jeho kraniálním pokračováním je mezimozek. Střední mozek je propojen s hemisférami koncového mozku prostřednictvím tzv. mozkových stoppek (*crura cerebri*). Uvnitř středního mozku probíhá *aqueductus cerebri* (mozkový mokovod, Sylviov kanálek), spojující čtvrtou a třetí mozkovou

komoru. Ze středního mozku vystupuje 3. a 4. pár hlavových nervů. Horní plocha středního mozku se označuje jako *tectum* („střecha“). Na jeho povrchu jsou dva páry hrbolků. Horní pár hrbolků (*colliculus superior*) je spojen s talamem mezimozku a probíhá v něm odbočka ze zrakové dráhy. Dolní pár hrbolků (*colliculus inferior*) je opět spojen s talamem a probíhá v něm odbočka ze sluchové dráhy. Střední mozek se tak podílí na řízení pohybů očí a hlavy směrem ke zrakovým a sluchovým podnětům (např. otočení hlavy, když někdo zaklepe na dveře). Před horními kolikuly se nachází tzv. *area preectalis*, jejíž jádra jsou sídlem pupilárního (zornicového) reflexu, který rozšiřuje či zužuje zornice na základě intenzity světla.

Histologická stavba mozkového kmene

Protože je mozkový kmen přímým pokračováním páteřní míchy, má i podobnou i vnitřní stavbu – šedá hmota se nachází uvnitř a bílá hmota na povrchu, ovšem šedá hmota je jinak organizovaná než v míše.

- **šedá hmota:** Netvoří uvnitř mozkového kmene kompaktní strukturu jako u míchy, ale je rozdělena na několik okrsků. Ke strukturám šedé hmoty mozkového kmene patří:
 - **jádra:** Hustší okrsky šedé hmoty, ze kterých odstupují mozkové nervy. Největšími jsou jádra ve středním mozku, a to:
 - černá substance (*substantia nigra*) – obsahuje pigment neuromelanin
 - červené jádro (*nucleus ruber*) – obsahuje železnatý pigmentOvě jádra spolupracují s bazálními jádry koncového mozku (*viz dále*) a účastní se kontroly a řízení motoriky. Poškození *substantia nigra* vyvolává tzv. Parkinsonův syndrom, charakterizovaný sníženou pohyblivostí a klidovým třesem.
 - **retikulární formace:** Jedná se o řídkší síť neuronů, která vyplňuje prostory mezi jednotlivými jádry je prostoupená vlákny bílé hmoty. Retikulární formace je centrem životně důležitých funkcí. Je odtud řízena srdeční činnost, vazomotorika (činnost hladké svaloviny cév), dýchání a řada reflexů (např. sací, polykací, slinivý, mrkací, slzivý, kašlací, dávivý a také řada visceromotorických reflexů). Retikulární formace dále ovlivňuje impulzy přicházející do mozku skrz dostředivé (senzitivní) dráhy (má aktivizační nebo inhibiční vliv) a pomocí speciálních drah udržuje kůru koncového mozku v bdělém stavu.
- **bílá hmota:** Je uložena na vně šedé hmoty a je tvořena svazky nervových vláken, která probíhají kraniálně do hemisfér koncového mozku a kaudálně do páteřní míchy.

11.6.4 MOZEČEK (*cerebellum*)

Mozeček je druhou největší částí lidského mozku. Je součástí zadního mozku a je uložen v zadní jámě lební. Mozeček je koordinačním pohybovým centrem – přicházejí sem informace z proprioreceptorů informující o napětí a průběhu pohybu v jednotlivých svalectech a informace z pohybově-rovnovážného ústrojí ve vnitřním uchu. Tyto informace jsou zde vyhodnocovány a na základě toho mozeček zajišťuje přesnou koordinaci pohybů jednotlivých svalů tak, aby byla udržena rovnováha (k narušení této funkce dochází pod vlivem alkoholu).

Makroskopická stavba mozečku

Mozeček je tvořen párovými hemisférami (*hemisphaerium cerebelli*), spojenými ve střední rovině nepárovým červem mozečkovým (*vermis cerebelli*). Na dolní ploše mozečku, mezi pedunkuly, je prohloubení, které tvoří strop čtvrté mozkové komory. Z mozečku vystupují tři páry tzv. stopek mozečkových. Jedná se o svazky nervových vláken (bílé hmoty), které spojují mozeček s ostatními částmi mozkového kmene. Je to:

- horní stopka (*pedunculus cerebellaris superior*) – spojuje mozeček se středním mozkem
- střední stopka (*pedunculus cerebellaris medius*) – spojuje mozeček s mostem Varolovým
- dolní stopka (*pedunculus cerebellaris inferior*) – spojuje mozeček s prodlouženou míchou.

Histologická stavba mozečku

- **kůra** (*cortex cerebelli*): Je uložena na povrchu hemisfér a je tvořena šedou hmotou. Její vnější povrch je zbrzděn v tzv. lístky mozečkové (*folia cerebelli*), což znásobuje její plochu. Kůra je trojvrstevná, tzn., že obsahuje tři vrstvy neuronů. Ve střední vrstvě jsou uloženy tzv. Purkyňovy buňky (neurocyty), které patří mezi největší buňky v lidském těle.
- **bílá hmota**: Je uložena uvnitř mozečku a je tvořena svazky axonů (nervových vláken) vycházejících nebo jdoucích do mozečkové kůry. Z mozečku pokračují nervová vlákna skrz stopky mozečkové do mozkového kmene. Na mediálním průřezu vytváří bílá hmota stroměčkovitý obrazec označovaný jako strom života (*arbor vitae*) – podle dávných představ se v jeho jednotlivých větvích nacházela sídla různých aspektů života.

11.6.5 MEZIMOZEK (*diencephalon*)

Mezimozek je nepárová součást předního mozku. Uvnitř je třetí mozková komora (*ventriculus tertius*) spojená se čtvrtou mozkovou komorou mozkovým mokovodem. V přední části třetí komory je párový otvor, kterým přechází třetí komora do pravé i levé postranní komory v hemisférách koncového mozku. Jednotlivé součásti mezimozku tak tvoří struktury obklopující třetí mozkovou komoru. Výchlípkou mezimozku je i oční sítnice a druhý pár hlavových nervů – *nervus opticus* (nejedná se tedy o nervy v pravém slova smyslu). Mezimozek se skládá z následujících částí:

- **thalamus**: Je to párový útvar vejčitého tvaru, který obklopuje třetí mozkovou komoru ze stran. Je složen z velkého množství jader šedé hmoty oddělených ploténkami hmoty bílé. Thalamus je přepojovacím místem téměř všech dostředivých nervových drah. Informace přicházející do mozku těmito drahami jsou v thalamu vyhodnoceny a je rozhodnuto o jejich důležitosti. Na základě toho jsou buď zadrženy, nebo přepojeny do dalších částí mozku, především mozkové kůry.
- **epithalamus**: Je tvořen ploténkou, která kryje třetí komoru mozkovou shora. Směrem dozadu nad kolikuly středního mozku z něho vystupuje malý výběžek zvaný šišinka (*epiphysis cerebri*). Šišinka je neurosekreční endokrinní žlázou (viz „Endokrinní systém“).

- **hypothalamus:** Tvoří dno třetí komory. Má tvar nálevky sbíhající se směrem dolů a vybíhající ve stopku, na níž je přichycen podvěsek mozkový (*hypophysis cerebri*). Hypothalamus je složen z velkého množství jader šedé hmoty oddělených ploténkami hmoty bílé. Hlavní funkcí hypothalamu je řízení činnosti útrobních orgánů, a to na základě nervovém i endokrinním. Nervové řízení spočívá v řízení činnosti autonomních nervů – sympatiku a parasympatiku. Hypothalamus přijímá dostředivými drahami informace o stavu útrobních orgánů a na základě toho vydává impulzy autonomním nervům. Endokrinní řízení spočívá v sekreci regulačních látek, které ovlivňují funkci hypofýzy (nadřazené endokrinní žlázy).

11.6.6 KONCOVÝ MOZEK (*telencephalon*)

Jedná se o vývojově pokročilejší část předního mozku a o nejpokročilejší část mozku vůbec. Jsou do něho uloženy (přemístěny) nejvyšší řídicí funkce v těle. Koncový mozek je rovněž objemově největší částí mozku, jemuž dává tvar i velikost (překrývá všechny ostatní části mozku a při pohledu shora je jedinou viditelnou částí mozku).

Ve fylogenezi obratlovců se koncový mozek vyvinul původně jako mozek čichový (rhinencephalon) a jeho hlavní funkcí bylo zpracovávání čichových vjemů jako hlavního zdroje informací o okolním prostředí u nižších obratlovců. U pokročilejších skupin plazů však převzal nejvyšší řídicí funkce a začal se mohutně rozvíjet. Maximálního rozvoje dosáhl u savců.



Makroskopická stavba koncového mozku

Koncový mozek je tvořen především párem tzv. **polokoulí** (*haemispheria cerebri*). Hemisféry se vyvinuly z postranních výchlipek embryonálního prosencephala, během prenatalního vývoje mohutně rostou a postupně přerostou (obklopí) všechny ostatní části mozku. Mozková polokoule je vlastně svým tvarem předozadně protáhlou čtvrtkoulí, teprve až obě hemisféry dohromady tvoří polokouli. Pravá a levá hemisféra jsou ve střední rovině odděleny hlubokou štěrbinou (*fissura longitudinalis cerebri*). Od mozečkových hemisfér jsou obě polokoule koncového mozku odděleny příčně probíhající štěrbinou (*fissura transversa cerebri*). Každá hemisféra se dělí na 5 laloků:

- **čelní lalok** (*lobus frontalis*): Naléhá na vnitřní plochu šupiny čelní kosti.
- **temenní lalok** (*lobus parietalis*): Naléhá na vnitřní plochu kosti temenní.
- **týlní lalok** (*lobus occipitalis*): Naléhá na vnitřní plochu šupiny týlní kosti.
- **spánkový lalok** (*lobus temporalis*): Naléhá na vnitřní plochu šupiny kosti spánkové.
- **ostrovní lalok** (*lobus insularis*): Je to tzv. Reilův ostrůvek, umístěný v jámě mezi lalokem spánkovým, čelním a temenním (ve *fossa lateralis*). Není z povrchu mozku viditelný.

Laloky jsou od sebe odděleny hlubšími rýhami. Čelní a temenní lalok od sebe odděluje tzv. **centrální rýha** (závit čelního laloku těsně před touto rýhou se nazývá *precentrální závit*, závit temenního laloku za centrální rýhou se nazývá *postcentrální závit*).

Histologická stavba koncového mozku

- **mozková kůra** (*cortex*)
- **těleso bílé hmoty** (*corpus medullare*)
- **bazální ganglia** (*striatum*)

Mozková kůra a těleso bílé hmoty se souhrnně označují jako plášť (*pallium*).

Mozková kůra

Mozková kůra je vrstva šedé hmoty pokrývající mozkové hemisféry. Na svém povrchu je rozbrázděna velkým množstvím rýh (*sulci*) na tzv. mozkové závitě (*gyri*). Toto zbrázdění se označuje jako **gyrifikace** a slouží ke zvětšení povrchu mozkové kůry (po rozvinutí dosahuje její plocha asi 0,25 m²). Mozková kůra obsahuje na průřezu 3 – 6 (podle konkrétní lokalizace) vrstev neuronů, mezi nimiž je obrovské množství synaptických spojů. Z morfologického a fylogenetického hlediska rozlišujeme následující úseky mozkové kůry:

- **paleocortex:** Je to fylogeneticky nejstarší část kůry koncového mozku, jejíž původní funkce byla analýza čichových vjemů (*viz výše*). U nižších obratlovců, kteří mají dobře vyvinutý čich, tvoří paleocortex samostatné čichové laloky (*lobi olfactorii*). U savců byla tato kůra zatlačena vývojově pokročilejšími formami kůry (*viz níže*). U člověka zaujímá paleocortex asi 1 % plochy mozkové kůry a obsahuje tři vrstvy neuronů. Nejnápadnější strukturou je tzv. čichový bulbus (*bulbus olfactorius*) – kyjovitě rozšířený párový výběžek vybíhající na spodině hemisféry směrem dopředu a uložený na *lamina cribrosa* kosti čichové. Do něj vstupuje první pár hlavových nervů – nerv čichový (*nervus olfactorius*). Kromě čichových bulbů patří k paleokortexu i malá část přilehlé kůry na spodině mozkových hemisfér.
- **archicortex:** Jedná se o hlavní součást tzv. limbického mozku (patří do něho ještě i další části koncového mozku i nižších částí mozku) a vyvinul se jako sídlo emočních reakcí.

Emoce mají životně důležitý význam jako podklad instinktů – reflexů, které zajišťují přežití jedince. Emoční centra limbického mozku tedy souvisejí s únikovými a obrannými reakcemi (stresové reakce), s potravním chováním, sexuálním chováním, péčí o potomstvo, sociálním chováním atd.

Emoce (instinkty) jsou u nižších obratlovců spojovány především s čichem (hlavním zdrojem informací potřebných k orientaci v prostředí), se kterým má archicortex těsné anatomické vztahy (je umístěn vedle paleocortexu, tedy čichového mozku). Archicortex zaujímá u člověka asi 4 % povrchu mozkové kůry na spodině hemisfér a v přilehlých oblastech. Obsahuje tři vrstvy neuronů. Nejdůležitějšími součástmi jsou:

- *gyrus cinguli:* Obloukovitý závit, který obkružuje *corpus callosum* na mediální ploše hemisféry.
- *gyrus hippocampi:* Závit na spodní ploše spánkového laloku, jehož kůra se jakoby se mediálně svinuje a protlačuje dovnitř hemisféry (do její mozkové komory), kde tvoří útvar zvaný *hippocampus* (připomíná mořského koníka). Ten se uplatňuje mimo jiné v mechanismech paměti, např. v ukládání informací do dlouhodobé paměti.

- **neocortex:** Je to vývojově nejmladší část kůry. Ve fylogenezi se vyvinula jako struktura, která převzala nejvyšší řídicí funkce (do té doby sídlící ve středním mozku). Poprvé se objevila u plazů, ale vrcholného rozvoje dosáhla u savců, kde neocortex tvoří většinu povrchu mozkové kůry a je centrem nejvyšších řídicích funkcí. U člověka zaujímá neocortex asi 95 % povrchu mozkové kůry (tedy téměř celou plochu) a je rovněž sídlem nejvyšších řídicích funkcí. Obsahuje šest vrstev neuronů. Základní šestivrstevná stavba se však na různých místech hemisféry více či méně liší. Byly vypracovány tzv. cytoarchitektonické mapy rozdělující mozkovou kůru do oblastí s přibližně stejnou vnitřní stavbou. Nejpoužívanější je Brodmannova mapa dělící (celou) mozkovou kůru do 11 oblastí a 52 ploch. Funkčně můžeme mozkovou kůru rozdělit do tzv. funkčních korových oblastí – okrsků, jež jsou sídly nejvyššího zpracování a integrace motorických a senzitivních informací (kůra motorická, senzitivní, zraková, sluchová atd.).

Funkční korové oblasti

- **motorická korová centra:** Nacházejí se v *gyrus precentralis* frontálního laloku hemisféry a řídí činnost příčně pruhovaných svalů. Motorická korová oblast vydává prostřednictvím somatomotorických drah impulzy pro volní pohyby jednotlivých svalů v těle. Obsahuje tzv. pyramidové buňky (motorické neurony), od nichž pokračuje tzv. pyramidová dráha do mozkového kmene a dále do míchy na motoneurony předních míšních rohů (*viz výše*). Neurony primární motorické kůry mají somatotopické uspořádání, tzn. každý sval má v precentrálním závitě svoje řídicí místo a řídicí oblasti svalů podléhajících se na pohybu v jednom kloubu zde sousedí.

Velikosti (rozsah) řídicích center pro každý sval jsou však silně disproporční, rozsah řídicího centra v kůře tedy nekoreluje s velikostí svalu, ale s jeho důležitostí. Největší (nadproporční) centra mají obličejové (mimické) svaly a svaly ruky, tedy svaly zvláště vyvinuté a funkční právě u člověka.

- **senzitivní korová centra:** Nacházejí se v *gyrus postcentralis* frontálního laloku hemisféry. Přijímá prostřednictvím senzitivních drah informace z receptorů v kůži, pohybovém systému a v útrobních orgánech o jejich citlivosti (senzitivitě).

- *primární senzitivní oblast:* Oblast, do níž se dostávají dostředivými drahami informace o senzitivitě, které se zde primárně zpracovávají. Mozek je tak informován o dění v těle. Rovněž i zde mají neurony somatotopické uspořádání, tzn. každá oblast v těle má v postcentrálním závitě svoje místo, kde se zpracovávají podněty o její citlivosti.

Velikosti (rozsah) center pro jednotlivé části těla jsou však opět silně disproporční, tzn., že rozsah řídicího centra v kůře nekoreluje s velikostí části těla, ze které dostává informace o citlivosti, ale s jeho důležitostí. Největší (nadproporční) centra má oblast obličeje a ruky (citlivost obličeje a ruky), tedy místa zvláště důležitá právě u člověka.

- *sekundární (asociační) senzitivní oblast:* Umožňuje pochopení smyslu senzitivního vjemu, tzv. taktilní kognitivitu (dotykovou představu těla, např. rozeznávání tvaru a jiných vlastností předmětů jejich ohmatáním).

- **senzorické korové oblasti:** Jedná se o centra smyslového vnímání (tedy obdoba senzitivních center, týká se však specializovaných smyslových orgánů). Informace jsou do nich přinášeny z receptorů smyslových orgánů příslušnými dostředivými nervy.
 - čichová oblast: Je uložena v paleokortexu, tedy na spodních plochách čelních laloků. Čichové informace jsou přiváděny čichovými nervy a čichovou dráhou jednak do primárních čichových center, jednak do sekundárních (asociačních) čichových center umožňujících pochopení smyslu čichového vjemu (tzv. čichovou kognitivitu).
 - chuťová oblast: Je uložena v *gyrus postcentralis* v temenním laloku pod senzitivní oblastí. Chuťová centra se zde nacházejí v sousedství center pro senzitivitu jazyka, se kterou souvisejí (chuť je vlastně specifickým typem senzitivity jazyka).
 - zraková oblast: Sídlí v týlním laloku. Zrakové informace jsou prostřednictvím zrakových nervů a zrakové dráhy přiváděny jednak do primárních zrakových center, kde se zpracovávají, jednak do sekundárních (asociačních) zrakových center, jež umožňují pochopení smyslu viděného objektu (tzv. vizuální kognitivitu).
 - sluchová oblast: Je uložena v horní části spánkového laloku. Zvukové informace jsou sluchovými nervy a sluchovou dráhou přiváděny jednak do primárních sluchových center, kde se zpracovávají, jednak do sekundárních (asociačních) sluchových center umožňujících pochopení smyslu slyšeného zvuku (tzv. akustickou kognitivitu).
- **řečová centra:** Řeč (schopnost jazyka, mluveného i psaného) je specifickou vlastností pouze pro člověka. Je to velmi složitá činnost, která vyžaduje velmi podrobné zpracování v mozku. Má dvě řídicí centra – motorické a senzorické, které velmi úzce spolupracují a jsou propojeny svazkem nervových vláken (tzv. *fasciculus arcuatus*). Obě řídicí centra jsou uložena v dominantní (tj. většinou levé) hemisféře (*viz níže*).
 - *motorické centrum řeči:* Nazývá se rovněž *Brocovo centrum* a je uloženo v čelním laloku před primární motorickou kůrou. Toto centrum řídí pohyby svalů, které se uplatňují při mluvené řeči (svaly hrtanu, měkkého patra, jazyka a mimické svaly) a při řeči psané (svaly ruky).

Uvedené svaly lze vůlí ovládat i z běžné motorické kůry v gyrus precentralis, avšak řeč je velmi složitá motorická činnost – vyřčení jedné hlásky vyžaduje přesné nastavení a pohyb desítek svalů v ústní dutině a za jednu vteřinu dokážeme říct až několik desítek různých hlásek, tedy toto nastavení mnohokrát změnit ve velmi krátkém časovém okamžiku. Proto vyžaduje velmi přesné a koordinované pohyby artikulačních svalů. Tato koordinace je řízena právě z motorického řečového centra.
 - *senzorické (asociační) centrum řeči:* Nazývá se rovněž *Wernickeovo centrum* a je uloženo v zadní části spánkového laloku při jeho přechodu v lalok temenní a týlní. Sousedí tedy s asociační sluchovou oblastí, se kterou má funkčně velmi úzký vztah. Toto centrum umožňuje jednak pochopení mluvené řeči, tedy symbolického významu zvuků (slov), kterými je řeč tvořena, jednak pochopení psané řeči (schopnost číst) a smyslu mimického vyjadřování (gestikulace).

- **nejvyšší řídicí centra:** Patří sem tzv. *nejvyšší korové asociační oblasti*. Mezi ně se řadí např. kůra limbického mozku, která řídí emoční chování a paměť. K nejvyšším centrům patří i centra řečová (viz výše). Zvláště pro člověka má největší význam tzv. *frontální asociační kůra* uložená v předních částech čelních laloků. Zde se realizují nejvyšší mentální funkce, vzniká zde pocit vědomí a sebevědomí. Z makroskopického hlediska jsou obě hemisféry (jejich kůra) přibližně stejné, avšak liší se svojí funkční aktivitou. U řady funkcí obvykle jedna hemisféra převažuje, to je tzv. **dominantní hemisféra**. U asi 96 % praváků a asi 70 % leváků je dominantní levá hemisféra. Pravá hemisféra se u většiny lidí uplatňuje v neverbálních schopnostech (trojrozměrné vidění, rozpoznávání tváří, emočního obsahu řeči, estetické vnímání atd.), zatímco levá hemisféra při schopnostech verbálních (vyžadujících analýzu situace, logické myšlení atd.).

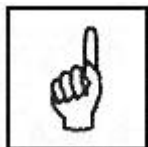
Těleso bílé hmoty

Bílá hmota koncového mozku je tvořena obrovským počtem nervových vláken (drah), jež spojují různá místa v hemisférách nebo vedou z hemisfér do ostatních částí nervové soustavy. Podle průběhu dělíme tyto dráhy na:

- **asociační dráhy:** Dráhy (svazky nervových vláken), které spojují dvě různá místa v téže hemisféře (propojují tedy jednotlivé funkční korové oblasti a zajišťují jejich spolupráci a koordinaci). Příkladem je obloukový svazek – dráha spojující Brocovo a Wernickeovo centrum řeči.
- **komisurální dráhy:** Dráhy spojující místa v opačných hemisférách (procházejí z jedné hemisféry do druhé). Zajišťují koordinovanou činnost obou hemisfér. Největším jejich svazkem je kalózní těleso (*corpus callosum*).
- **projekční dráhy:** Dráhy (svazky nervových vláken) spojující mozkovou kůru s nižšími úrovněmi CNS (nebo naopak). Vystupují (nebo vstupují) z mozkového kmene přes *crura cerebri* do hemisfér a zde se vějířovitě (radiálně) rozbíhají k celé ploše kůry – tento vějířovitý útvar z nervových vláken se nazývá *corona radiata*. Dráhy dělíme na:
 - *vzestupné (ascendentní) dráhy:* Vedou z nižších center CNS (z míchy a mozkového kmene) do mozkové kůry, přivádějí tedy senzitivní či senzorycké informace. Obvykle se na určité úrovni kříží, tzn. citlivost z pravé poloviny těla je vnímána v levé hemisféře a naopak. Po výstupu z nižších úrovní CNS se v bílé hmotě hemisfér radiálně rozbíhají směrem ke kůře, kde se zakončují. Nejvýznamnějšími svazky jsou:
 - *sestupné (descendentní) dráhy:* Vedou z kůry koncového mozku do mozkového kmene a dále do míchy, vedou tedy motorické informace. Opět se obvykle na určité úrovni kříží, svaly pravé poloviny těla jsou tedy ovládnány levou hemisférou a naopak. Nejvýznamnějším svazkem descendních drah je tzv. pyramidová dráha (*tractus corticospinalis*) začínající na motorických neuronech v primární motorické kůře. Odtud probíhá přes *crura cerebri* do středního mozku a dále do mozkového kmene a potom až do páteřní míchy, kde končí na motorických neuronech předního míšního rohu příslušného míšního segmentu. Jim předává impulzy pro motorickou inervaci příčně pruhovaných svalů. Jedná se o fylogeneticky nejpokročilejší motorickou dráhu, která vede impulzy pro volní pohyby. V nejrozvinutější podobě se vyskytuje pouze u člověka.

Bazální ganglia

Bazální ganglia jsou velká jádra šedé hmoty souhrnně označovaná jako *striatum*. Jádra leží laterálně od thalamu, resp. naléhají na jeho laterální plochu. Rozlišují se podobně jako u mozkové kůry tři vývojové stupně – paleostriatum, archistriatum a neostriatum.



Bazální ganglia jsou nejvyvinutější částí koncového mozku u vodních obratlovců (ryb, obojživelníků), u nichž převládají nad mozkovou kůrou (nad palliem). Nejvyššího rozvoje dosáhlo striatum (neostriatum) u ptáků, u nichž do něj přesídlila nejvyšší řídicí motorická centra. U savců, tedy i u člověka, byl rozvoj striata zatlačen rozvojem mozkové kůry, která převzala nejvyšší řídicí centra, mimo jiné i motorická.

- **paleostriatum:** Jedná se o fylogeneticky nejstarší skupinu jader, u člověka se však nevyskytuje.
- **archistriatum:** Mladší skupina jader. Patří sem *amygdala* (mandle), která je funkčně zapojena do tzv. limbického systému (*viz výše*).
- **neostriatum:** Součástí této fylogeneticky nejmladší skupiny je několik větších jader, z nichž nejvýznamnější jsou:
 - *nucleus caudatus* (ocasaté jádro)
 - *putamen*
 - *globus pallidus*

Putamen se společně s globus pallidus označují jako nucleus lentiformis (čočkovité jádro). Bazální ganglia jsou funkčně zapojena do motorických neuronálních okruhů (podobně jako motorická kůra koncového mozku, velká jádra šedé hmoty ve středním mozku a mozeček – se všemi těmito částmi mozku jsou bazální ganglia spojena). Účastní se především na vytváření programů pro zamýšlené pohyby.

11.6.7 OBALY CENTRÁLNÍ NERVOVÉ SOUSTAVY

Centrální nervová soustava (mícha i mozek) je na celém povrchu obalena několika vrstvami obalů. Nejpovrchovějším obalem je kostěný obal, tvořený kostmi kolem dutiny lebeční a páteřním kanálem. Pod kostěným obalem se nacházejí tzv. mozkové pleny (*meninges*, jedn. č. *meninx*). Jedná se o vazivové obaly, které tvoří následující struktury:

Tvrdá plena (*dura mater*)

Vnější obal z tuhého kolagenního vaziva, který vystýlá dutinu lební (naléhá těsně na periost), zatímco v páteřním kanálu je mezi ní a periostem prostor (tzv. epidurální), vyplněný vazivem a žilními pleteněmi. Nevniká do nerovností (rýh, žlábků) na povrchu mozku a míchy (přeskakuje je). Vniká pouze do největších štěrbin mozku, kam vysílá své řasy. Těmi jsou:

- ***falx cerebri*:** Srpovitá řasa vnikající do *fissura longitudinalis cerebri* (štěrbiny oddělující pravou a levou hemisféru koncového mozku). Při jejím úponu na kostech klenby lební probíhá významný žilní splav (*sinus sagittalis superior*), který odvádí krev z mozku a mozkových plen a podmiňuje na vnitřní ploše klenby lebeční žlábek – *sulcus sinus sagittalis superioris*.

- ***falx cerebelli***: Menší srpovitá řasa, která se zanořuje mezi hemisféry mozečkové. V místě úponu na kostech klenby lební probíhá menší žilní splav (*sinus occipitalis*).
- ***tentorium cerebelli***: Řasa uložená v transverzální rovině. Vniká do *fissura transversa cerebri* (štěrbiny oddělující hemisféry koncového mozku od hemisfér mozečku). Upíná se tedy k okrajům *sulcus sinus transversi* na týlní kosti a v jeho úponu probíhá velký žilní splav (*sinus transversus*).

Pavučnice (*arachnoidea*)

Jemnější vazivová blána obalující mozek a míchu pod *dura mater*. Neproniká do nerovností na povrchu mozku (pouze do těch, do kterých proniká *dura mater*). Mezi tvrdou plenou a pavučnicí je tzv. subdurální prostor, mezi pavučnicí a následnou měkkou plenou tzv. subarachnoideální prostor. Ten je vyplněn podobně jako dutiny CNS (mozkové komory a kanály) mozkomíšním mokem, který tak tvoří vodní polštář tlumící nárazy na mozek a nadlehčující mozek.

Měkká plena (*pia mater*)

Velmi jemná vazivová blána prostoupená sítí cév. Kryje přímo povrch mozku a míchy a proniká do všech povrchových nerovností (do rýh a žlábků oddělujících mozkové závitě). Skrz několik otvorů proniká i do dutin CNS (mozkových komor a kanálů), kde vytváří tzv. *plexus chorioideus* – vazivové řasy prostoupené sítí krevních cév, z nichž filtrací krve vzniká mozkomíšní mok.

11.7 Periferní nervový systém (*systema nervosum periphericum*)

Periferní (obvodový) nervový systém tvoří **převodní informační část** nervové soustavy. Je tvořen nervy a nervovými uzlinami (ganglií), které zprostředkovávají přenos informací mezi centrální nervovou soustavou a periferií těla (kůží, pohybovým systémem a útrobními orgány – tedy receptory a efekторы).

11.7.1 STAVBA NERVU

Nerv je svazek velkého množství nervových vláken (axonů). Nervová vlákna tvoří svazečky, několik svazečků vytváří nerv. Vlákná jsou v nervu spojena vazivem – *endoneurium*. Svazečky vláken jsou spojeny dalším vazivem – *perineurium*. Povrch nervu je obalen vazivovým obalem – *epineurium*. Ve vazivu uvnitř nervu probíhají cévy, které zajišťují jeho výživu.

11.7.2 NERVOVÉ DRÁHY

Dostředivé nervové dráhy

Dostředivé (aferentní, senzitivní) dráhy vedou v nervech impulzy z receptorů do centrální nervové soustavy. Informují tedy CNS o stavu změn vnějšího nebo vnitřního prostředí, které zaznamenaly příslušné receptory. Dostředivé dráhy jsou tvořeny výběžky tzv. **senzitivních neuronů**, jejichž těla jsou uložena mimo CNS v tzv. senzitivních gangliích. Jsou to pseudounipolární neurony, které mají jeden výběžek větví se na dendrit (periferní výběžek) a axon (centrální výběžek). Dendrit vede vzruchy od receptorů v periferii do senzitivního neuronu v gangliu, kde jsou vzruchy předány axonu, jenž je vede z ganglia do CNS. Tam se napojuje na další neurony. Dostředivé dráhy dělíme na:

- **somatosenzitivní dráhy** – přinášejí informace z receptorů v kůži a v pohybovém systému
- **viscerosenzitivní dráhy** – přinášejí informace z visceroreceptorů (z útrobních orgánů)
- **senzorické dráhy** – přinášejí informace ze specializovaných smyslových orgánů (zrakový, sluchový, pohybově-rovnovážný, čichový a chuťový)

Odstředivé nervové dráhy

Odstředivé (eferentní, motorické) nervové dráhy jsou dráhy, které vedou v nervech impulzy z centrální nervové soustavy do efektorů (výkonných orgánů). Tyto dráhy začínají tzv. motorickým neuronem, což je multipolární neuron uložený v CNS. Axon tohoto neuronu opouštějící CNS představuje vlastní odstředivou dráhu. Odstředivé nervové dráhy dělíme do následujících skupin:

- **somatomotorické dráhy** – vedou do příčně pruhovaných svalů impulzy k jejich kontrakci
- **visceromotorické dráhy** – vedou do hladké svaloviny impulzy k její kontrakci nebo do srdeční svaloviny impulzy, které ji zrychlují nebo zpomalují (impulzy k její kontrakci vznikají spontánně v myokardu převodního systému srdečního), popř. do žlázových buněk impulzy k sekreci (tzv. sekretorické dráhy)

Většina nervů v těle je smíšených, obsahuje tedy jak dostředivé, tak odstředivé dráhy. Periferní nervový systém lze podle inervovaných oblastí těla rozdělit na dvě skupiny – somatický a viscerální. Somatický nervový systém (somatomotorické a somatosenzitivní nervy) se podílí na inervaci somatického oddílu těla (kůže a pohybový systém), viscerální nervový systém (visceromotorické a viscerosenzitivní nervy) na inervaci viscerálního oddílu těla (útrobní orgány a cévy). Oba systémy probíhají obvykle odděleně (vytvářejí zvláštní nervy), pouze v některých případech se mísí (jeden nerv obsahuje vlákna jak somatického, tak viscerálního systému).

11.7.3 SOMATICKÝ NERVOVÝ SYSTÉM

Somatický (tělní) nervový systém se podílí na inervaci somatického oddílu těla (který je tvořen kůží a pohybovým systémem). Je složen ze somatosenzitivních a somatomotorických nervových vláken (drah). Inervuje tedy senzitivně kůži a pohybový systém (svaly, šlachy, kosti, kloubní pouzdra), motoricky příčně pruhované svaly. Podle toho, z jaké části centrální nervové soustavy somatické nervy vycházejí, je dělíme na míšní a hlavové.

Míšní nervy (*nervi spinales*)

Míšní (spinální) nervy odstupují z míchy v počtu 31 párů. Podle topografického umístění je dělíme na následující skupiny:

- **krční nervy (*nervi cervicales*)** – 8 párů
- **hrudní nervy (*nervi thoracici*)** – 12 párů
- **bederní nervy (*nervi lumbales*)** – 5 párů
- **křížové nervy (*nervi sacrales*)** – 5 párů
- **kostrční nerv (*nervus coccygeus*)** – 1 pár

Každý spinální nerv vystupuje z míchy dvěma kořeny, a to předním (*radix ventralis*) a zadním (*radix dorsalis*). Každý z těchto kořenů vzniká spojením několika kořenových vláken (*fila radicularia*). Přední kořeny obsahují pouze vlákna odstředivá (eferentní, motorická), zadní kořeny pouze vlákna dostředivá (aferentní, senzitivní). Zadní kořen má ve svém průběhu nervovou uzlinu (*ganglion spinale*) obsahující pseudounipolární neurony dostředivých drah (*viz výše*). Vlastní míšní nerv vzniká spojením předního a zadního kořene, obsahuje tedy jak dostředivá, tak odstředivá vlákna a z páteřního kanálu vystupuje skrz *foramen intervertebrale* (popř. skrz *foramina sacralia* kosti křížové). Protože během embryonálního vývoje roste páteř, a tím i páteřní kanál rychleji než mícha (ta dosahuje pouze na úroveň druhého bederního obratle), přičemž jednotlivé spinální nervy nemohou z páteřního kanálu vystupovat jinde než v příslušném páteřním segmentu (v příslušném *foramen intervertebrale*), jsou radikulární vlákna nervových kořenů v kaudálním směru čím dál delší, aby dosáhly příslušného meziobratlového otvoru. V bederní a křížové části páteřního kanálu je proto obsažen „chvost“ radikulárních vláken, který se označuje jako *cauda equina* (koňský ocas). Po výstupu z páteřního kanálu se míšní nerv rozvětví na 2 větve – zadní větev (*ramus dorsalis*) a přední větev (*ramus ventralis*).

- ***ramus dorsalis***: Krátká a tenká větev míšního nervu. Její funkcí je motorická i senzitivní inervace epaxiálního (zadního) oddílu trupu. Inervuje tedy motoricky autochtonní (hluboké) svaly zádové (svalstvo vzniklé z epaxiálních oddílů myotomů) a senzitivně kůži v oblasti zad. Ve svém průběhu si zadní větve zachovávají jednoduché uspořádání, které odráží zachovalou segmentaci epaxiálního oddílu trupu.
- ***ramus ventralis***: Delší a silnější větev míšního nervu. Její funkcí je motorická i senzitivní inervace hypaxiálního (předního) oddílu trupu. Inervuje tedy motoricky svalstvo přední části trupu (krku mimo suprahyoidní svaly, hrudníku, břicha a pánve) a svalstvo končetin (vzniklé rovněž z hypaxiálních oddílů myotomů) a senzitivně kůži na přední části trupu a na končetinách. Ve svém průběhu mají přední větve složitější uspořádání než zadní větve. Je to dáno ztrátou segmentace hypaxiálního oddílu trupu, kdy jednotlivé segmenty navzájem splývají, tím splývají a proplétají se vzájemně i přední větvičky míšních nervů. Během těchto složitých transformací se vytvořily přední větve tzv. nervové pleteně.

Nervové pleteně

- **krční pleteň** (*plexus cervicalis*): Je tvořena předními větvemi prvních čtyř krčních nervů (C1 – C4). Pleteň je uložena po stranách krční páteře a vystupuje z ní několik senzitivních a motorických nervů. Jednotlivé nervy krční pleteně inervují:
 - senzitivně kůži v oblasti krku
 - motoricky většinu krčního svalstva
- **pažní pleteň** (*plexus brachialis*): Je tvořena předními větvemi pátého až osmého krčního nervu (C5 – C8). Pleteň prochází do podpažní jamky a vystupuje z ní několik nervů. Největšími nervy této pleteně jsou ***nervus medianus***, ***nervus ulnaris*** a ***nervus radialis***. Všechny tři nervy procházejí horní končetinou až do oblasti ruky. Nervová pleteň má velmi složité uspořádání. Jednotlivé nervy pažní pleteně inervují:

- *senzitivně* kůži na horní končetině
- *motoricky* svaly horní končetiny a svaly původem z horních končetin druhotně přemístěné na trup (tedy heterochtonní svaly zad a hrudníku).
- **mezižeberní nervy** (*nervi intercostales*): Hrudní část je jedinou oblastí hypaxiálního oddílu trupu, jež zachovává po celý život segmentaci. Ta se projevuje i tím, že přední větve hrudních nervů (Th1 – Th12) netvoří pleteně a zachovávají si jednoduchou podobu samostatných nervů. Mezižeberní nervy probíhají v mezižeberních prostorech obloukovitě zezadu dopředu (sledují tak oblouk žeber). Mezižeberní nervy inervují:
 - *senzitivně* kůži na hrudi a břichu a parietální list pohrudnice a pobřišnice
 - *motoricky* autochtonní hrudní (mezižeberní) svaly a rovněž přední a boční skupinu břišních svalů (tyto břišní svaly jsou původně svaly mezižeberní, které se přesunuly do břišní oblasti).
- **bederní pleteň** (*plexus lumbalis*): Je tvořena předními větvemi prvního až třetího bederního nervu (L1 – L3). Pleteň je uložena po stranách bederní páteře a sestupuje na přední plochu stehna. Nejsilnějším nervem této pleteně je **nervus femoralis** probíhající po přední a mediální části celé dolní končetiny. Jednotlivé nervy bederní pleteně inervují:
 - *senzitivně* kůži bederní oblasti a na přední a mediální ploše stehna a bérce
 - *motoricky* zadní a částečně boční skupinu břišních svalů, dále přední skupinu svalů pánevních a přední a mediální skupinu stehenních svalů.
- **křížová pleteň** (*plexus sacralis*): Je tvořena předními větvemi čtvrtého a pátého bederního nervu, všech křížových nervů a kostrčního nervu (L4 – Co). Je to největší nervová pleteň v těle. Je uložena po stranách křížové kosti, odtud pokračuje do dolní končetiny. Nejsilnějším nervem z této pleteně a zároveň nejsilnějším nervem v lidském těle je **nervus ischiadicus** (sedací nerv). Jednotlivé nervy křížové pleteně inervují:
 - *senzitivně* kůži v hýžděové oblasti, na zadní ploše stehna a bérce a na zevních pohlavních orgánech
 - *motoricky* zadní skupinu pánevních a stehenních svalů, svaly bérce a nohy

Hlavové nervy (*nervi craniales*)

Hlavové (mozkové, kraniální, cerebrální) nervy odstupují z mozku v počtu 12 párů. První dva páry mají atypické uspořádání, nejedná se ve skutečnosti o nervy, ale o výchlípky předního mozku. Zbýlých deset párů představuje typické nervy, odstupující z mozkového kmene, tedy ze středního mozku, Varolova mostu a prodloužené míchy. Až na pátý pár nelze při jejich výstupu odlišit senzitivní a motorický kořen, jako tomu bylo u míšních nervů. Na rozdíl od míšních nervů nejsou hlavové nervy čistě somatické, ale některé přibírají i vlákna pro viscerální inervaci, tzn. somatický a viscerální systém u nich není zcela oddělen. Nervy vystupují z následujících oblastí mozku:

- *koncový mozek*: 1. pár (výchlípka koncového mozku)
- *mezimozek*: 2. pár (výchlípka mezimozku)
- *střední mozek*: 3. a 4. pár
- *most Varolův*: 5. pár
- *přechod mostu a prodloužené míchy*: v mediolaterálním směru 6., 7. a 8. pár
- *prodloužená mícha*: 9. – 12. pár

- **I. Čichový nerv (*nervus olfactorius*):** Nejde o typický nerv, ale soubor axonů čichových buněk nacházejících se v čichové sliznici na stropu nosní dutiny. Axony se spojují ve svazečky (*fila olfactoria*) procházející přes otvůrky v *lamina cribrosa* kosti čichové do *bulbus olfactorius*. Zde se přepojují na další neurony, jež vedou do čichové dráhy koncového mozku. Funkce je:
 - *senzorická* – přináší do CNS informace z čichového receptoru
- **II. Zrakový nerv (*nervus opticus*):** Není to typický nerv, ale spolu se sítnicí oka výchlipka mezimozku. Je tvořen svazky axonů nervových buněk oční sítnice spojených se světločivnými buňkami. Nerv vystupuje ze zadního pólu oční koule z tzv. slepé skvrny, vstupuje do *canalis opticus* v malých křídlech kosti klínové a na horní ploše těla kosti klínové, před tureckým sedlem se pravý a levý nerv kříží – *chiasma opticum*. V místě křížení tento nerv končí a pokrčuje dál jako zraková dráha do mezimozku. Funkce je:
 - *senzorická* – přináší do CNS informace ze zrakového receptoru
- **III. Okohybný nerv (*nervus oculomotorius*):** Vystupuje ze středního mozku a přes *fissura orbitalis superior* vstupuje do očnice. Funkce je:
 - *somatomotorická* – inervace většiny okohybných svalů
 - *visceromotorická* – parasympatická vlákna pro inervaci hladkých svalů duhovky, které způsobují zúžení zornice (miotický reflex) a inervaci hladkých svalů řasnatého tělesa, které zajišťují akomodaci čočky
- **IV. Kladkový nerv (*nervus trochlearis*):** Vystupuje ze středního mozku a přes *fissura orbitalis superior* vstupuje do očnice. Funkce je:
 - *somatomotorická* – inervace jednoho okohybného svalu
- **V. Trojklanný nerv (*nervus trigeminus*):** Vystupuje dvěma kořeny, senzitivním a motorickým, z Varolova mostu. Je nejsilnější ze všech hlavových nervů. Dělí se na 3 větve:
 - ***nervus ophthalmicus*:** Vstupuje přes *fissura orbitalis superior* do očnice a pod jejím stropem postupuje až do čelní krajiny. Funkce je:
 - *somatosenzitivní* – citlivost kůže horní etáže obličeje (čelo, horní víčka, hřbet nosu), očnice, část sliznice nosní dutiny a vedlejších dutin nosních
 - ***nervus maxillaris*:** Vystupuje z lebky přes *foramen rotundum* na velkých křídlech kosti klínové, poté se větví za horní čelisti. Funkce je:
 - *somatosenzitivní* – citlivost kůže střední etáže obličeje (dolní víčko, horní ret, křídla nosní a horní polovina tváře), zuby horní čelisti, část sliznice dutiny nosní a ústní
 - ***nervus mandibularis*:** Vystupuje z lebky přes *foramen ovale* na velkých křídlech kosti klínové a větví se za ramenem dolní čelisti. Funkce je:
 - *somatosenzitivní* – citlivost kůže dolní etáže obličeje (dolní ret, dolní polovina tváře, brada), zuby dolní čelisti, sliznice části ústní dutiny
 - *somatomotorická* – žvýkácí svaly hlavy a krku (suprahyoidní svaly)
- **VI. Odtahující nerv (*nervus abducens*):** Odstupuje z mozkového kmene na rozhraní mostu a prodloužené míchy. Přebíhá přes *fissura orbitalis superior* vstupuje do očnice. Funkce je:

- *somatomotorická* – inervace jednoho oko-hybného svalu
- **VII. Lícni nerv** (*nervus facialis*): Nerv odstupuje z mozkového kmene na rozhraní mostu a prodloužené míchy. Vstupuje do *porus acusticus internus* ve skalní části kosti spánkové a prostupuje přes *meatus acusticus internus* a na jeho dně vstupuje do *canalis nervi facialis*. Poté probíhá složitě skalní částí kosti spánkové. Ven z lebky vystupuje skrz *foramen stylomastoideum*. Vstupuje do příušní slinné žlázy a bohatě se větví. Funkce je:
 - *somatosenzitivní* – boltec a zevní zvukovod
 - *senzorická* – z chuťových buněk předních dvou třetin jazyka
 - *somatomotorická* – mimické svaly, *musculus platysma* a *stapedius*
 - *visceromotorická* – parasympatická vlákna pro sekreci slzné žlázy a podčelistní a podjazykové slinné žlázy
- **VIII. Předšňohlemýžd'ový nerv** (*nervus vestibulocochlearis*): Nerv odstupuje z mozkového kmene na rozhraní mostu a prodloužené míchy. Dříve byl označován jako sluchově-rovnovážný nerv (*nervus statoacusticus*). Vstupuje do *porus acusticus internus* ve skalní části kosti spánkové a prostupuje přes *meatus acusticus internus*. Na jeho konci se dělí na dvě větve:
 - *nervus vestibularis*: Dělí se na několik větví, které skrz kanálky ve skalní části kosti spánkové prostupují k jednotlivým součástem pohybově-rovnovážného ústrojí vnitřního ucha (k vestibulárním váčkům a polokruhovitým kanálkům). Funkce je:
 - *senzorická* – přináší do CNS impulzy z pohybově-rovnovážného ústrojí
 - *nervus cochlearis*: Dělí se na velké množství vláken, které skrz kanálky ve skalní části kosti spánkové prostupují ke sluchovým buňkám sluchového ústrojí vnitřního ucha (Cortiho orgánu). Funkce je:
 - *senzorická* – přináší do CNS impulzy ze sluchového ústrojí
- **IX. Jazykohltanový nerv** (*nervus glossopharyngeus*): Nerv vystupuje z prodloužené míchy a z lebeční dutiny se dostává skrz *foramen jugulare*. Pod lebeční bází se větví. Funkce je:
 - *senzorická* – z chuťových buněk zadní třetiny jazyka
 - *somatomotorická* – inervuje svaly měkkého patra a hltanu
 - *visceromotorická* – parasympatická vlákna pro sekreci příušní slinné žlázy
- **X. Bloudivý nerv** (*nervus vagus*): Vystupuje z prodloužené míchy a z lebeční dutiny se dostává skrz *foramen jugulare*. Poté sestupuje kaudálně a probíhá společně s *arteria carotis interna* (níže s *arteria carotis communis*) a *vena jugularis interna*, s nimiž tvoří mohutný nervově-cévní krční svazek. Poté se přikládá k jícnu a podél něj sestupuje přes dutinu hrudní až do dutiny břišní. Je to nejdelší hlavový nerv (název „bloudivý“ má díky jeho dlouhému průběhu až do dutiny břišní). Funkce je:
 - *viscerosenzitivní* – orgány hrudní a většiny břišní dutiny
 - *somatomotorická* – inervace příčně pruhované svaloviny hltanu a hrtanu
 - *visceromotorická* – hladká svalovina dýchacích cest a většiny trávicích cest, dále hladká svalovina příslušných cév a srdeční svalovina
- **XI. Přídatný nerv** (*nervus accessorius*): Vystupuje z prodloužené míchy a z lebeční dutiny vychází skrz *foramen jugulare*. Funkce je:

- *somatomotorická* – *musculus sternocleidomastoideus* a *musculus trapezius*

- **XII. Podjazykový nerv** (*nervus hypoglossus*): Vystupuje z prodloužené míchy a z lebeční dutiny se dostává skrz *canalis nervi hypoglossi*. Postupuje směrem k jazyku, kde se větví. Funkce je:

- *somatomotorická* – svaly jazyka („řečový nerv“)

11.7.4 VISCERÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

Viscerální (útrobní) nervový systém se podílí na inervaci viscerálního oddílu těla (útrobních orgánů a cév). Je složen z viscerosenzitivních a visceromotorických nervových vláken (drah). Inervuje tedy senzitivně vnitřní orgány a cévy a motoricky hladkou a srdeční svalovinu a žlázkové buňky. Viscerální nervový systém tedy řídí tzv. autonomní (vegetativní) funkce těla, tedy ty, které probíhají nezávisle na naší vůli – srdeční činnost, dýchání, vazomotorika, trávení, vylučování, sexuální funkce, termoregulace atd. V literatuře častěji používanější název je **autonomní (vegetativní) nervový systém**. Visceromotorické nervové dráhy jsou na rozdíl od somatomotorických tvořeny nejméně dvěma neurony, které se přepojují v tzv. autonomním gangliu.

- **neuron pregangliový**: Jeho axon je myelinizovaný (tzv. „bílá vlákna“) a jde z CNS do autonomního ganglia (nakupenina neuronů, na které se přepojují pregangliová vlákna).
- **neuron postgangliový**: Jeho axon je nemyelinizovaný (tzv. „šedá vlákna“) a probíhá z autonomního ganglia do vlastního autonomního nervu.

Někdy jsou do průběhu autonomních nervů vložena ještě další ganglia, kde se neurony přepojují, v tom případě je visceromotorická dráha složena z více neuronů. V okolí útrobních orgánů dutiny hrudní a dutiny břišní se nacházejí tzv. autonomní pleteně, složené z autonomních nervů a jejich ganglií.

Autonomní nervová vlákna inervující hladkou svalovinu cév vytvářejí jemné pleteně přímo v jejich vazivovém obalu a využívají cévy jako vodící dráhy, které je dovedou k některým cílovým orgánům. Do hladké svaloviny kůže a do kožních žláz pronikají autonomní nervy právě prostřednictvím cév.

Autonomní (visceromotorická) nervová vlákna jsou dvojího (funkčně antagonistického) typu – sympatická (tvoří *pars sympathica* autonomního systému) a parasympatická (tvoří *pars parasympathica* autonomního systému). Žlázy a hladká svalovina téměř každého útrobního orgánu jsou tedy inervovány jak sympatikem, tak parasympatikem, jejich účinek je však protichůdný. Jeden systém je obvykle aktivační, druhý tlumící. V aktivaci obou systémů autonomního nervstva se uplatňuje biorytmicita – v určitých fázích dne převažuje aktivita sympatiku a v jiných činnost parasympatiku. Autonomní nervový systém je řízen především z hypothalamu (tzv. vegetativního mozku), který rozhoduje na základě informací z vnějších i vnitřních receptorů, který ze systému bude v dané situaci aktivován.

Sympatikus

Sympatická vlákna vycházejí z některých krčních, hrudních a bederních míšních nervů (C8 – L3). Z míšního nervu se ještě před jeho rozvětvením na *ramus dorsalis* a *ramus ventralis* oddělují jako tzv. *ramus communicans albus*, který je zakončen v tzv. sympatickém gangliu vedle páteře, probíhají v něm

tedy axony pregangliových nervů. Pregangliový úsek je tím pádem krátký. Synapse pregangliových sympatických neuronů (tedy jejich spoje s neurony sympatického ganglia) jsou cholinergní – mediátorem je acetylcholin. Jednotlivá nad sebou ležící ganglia jsou napravo i nalevo propojena spojkami a vytvářejí tak *truncus sympathicus*, párový sympatický kmen, probíhající po stranách páteře. Z ganglií vycházejí vlastní sympatické nervy, obsahující již axony postgangliových neuronů. Postgangliový úsek je tedy dlouhý a z hlediska typu mediátoru adrenergní (jako mediátor je využíván noradrenalin). Sympatikus řídí v souhrnu funkce katabolické, aktivuje tedy ty funkce útrobních orgánů, které se uplatňují při vydávání energie – zrychluje srdeční činnost a dýchání, způsobuje kontrakci hladké svaloviny cév v kůži a ve vnitřních orgánech a tím zvyšuje krevní tlak (naopak koronární a svalové tepny se jeho působením naopak rozšiřují, aby byl zajištěn dostatečný přísun krve do srdečního svalu a do kosterních svalů, na něž je ve stavu stresu kladena větší zátěž), zvyšuje hladinu krevního cukru, rozšiřuje zornice (mydriatický reflex), naopak zpomaluje trávení. Navozuje tedy stav bdění, tzn. stav zvýšené aktivity a uplatňuje se tak při stresových reakcích. Sympatikus je tak řídicím mechanismem stresových reakcí. To je dáno už i charakterem mediátoru postgangliového neuronu, kterým je noradrenalin, jenž působí na cílové orgány (efektory).

Dřeň nadledvin je z vývojového hlediska přeměněné sympatické ganglium, jehož mediátory – adrenalin a noradrenalin, produkováné modifikovanými nervovými buňkami dřeně, nejsou využívány k synaptickému přenosu nervových impulzů na další neurony, ale jsou produkovány jako hormony přímo do krve (viz pasáž „Nadledviny“ v kapitole „Endokrinní systém“).

Parasympatikus

Parasympatická vlákna vycházejí ze sakrálních míšních nervů a z některých hlavových nervů. Podle toho dělíme parasympatický systém na dvě části – křížový parasympatikus (*pars sacralis*) a hlavový parasympatikus (*pars cranialis*). Ganglia parasympatiku jsou na rozdíl od sympatiku uložena až v těsné blízkosti inervovaných orgánů (ve vazivových obalech, popř. přímo v jejich stěnách), pregangliový úsek je tedy dlouhý a postgangliový úsek krátký. Jako mediátoru je v celém úseku využíváno acetylcholinu, jde tedy o cholinergní systém. Parasympatikus řídí anabolické reakce, kdy jde o uchování energie, navozuje tedy útlum organismu – zpomaluje srdeční činnost a dýchání, snižuje krevní tlak, zužuje zornice (miotický reflex), naopak zrychluje trávení, pocení a slinění. Uplatňuje se především v klidu (spánku) a v době trávení.

- ***pars sacralis***: Vystupuje ze sakrálního úseku míchy (S2 – S4), resp. z křížových nervů, a inervuje trávicí trubici od hranice mezi příčným a sestupným tračníkem tlustého střeva až po rectum a útrobní orgány uložené v pánvi (močový měchýř, pohlavní orgány s výjimkou pohlavních žláz).
- ***pars cranialis***: Parasympatická vlákna vystupující z některých hlavových nervů – z 3., 7., 9. a 10. (viz výše). Nejvýznamnější je parasympatická část *nervus vagus* (10. hlavový nerv) – tento nerv je z větší části parasympatický a inervuje útrobní orgány v dutině hrudní a břišní (v břišní dutině trávicí trubici až po hranici mezi příčným a sestupným tračníkem tlustého střeva, kde tuto funkci přebírá sakrální parasympatikus, a rovněž pohlavní žlázy).

12 KOŽNÍ SOUSTAVA (*systema cutis*)

12.1 Funkce kožní soustavy

- **krycí funkce:** Kůže a její deriváty kryjí celý povrch těla, zajišťují tedy hlavní kontakt mezi tělem a jeho okolím – vytvářejí bariéru mezi vnějším a vnitřním prostředím organismu. Z toho vyplývají její další funkce.
- **ochranná funkce:** Součástí kožní soustavy tvoří ochranu vnitřních částí těla před působením mnoha biologických, fyzikálních a chemických činitelů.
 - *mechanická ochrana* – proti traumatizaci vnitřních orgánů (mechanicky namáhaná místa na povrchu těla jsou kryta silnější vrstvou kůže)
 - *tepelná ochrana* – reguluje vnitřní teplotu organismu mechanismem otevírání a uzavírání arteriovenózních anastomóz (při přehřívání odvádí přebytečné teplo, při podchlazení zabraňuje úniku tepla). Kůže jako jediný lidský orgán mění teplotu podle teploty vnějšího prostředí a je tedy poikilotermním („studenokrevným“) orgánem.
 - *chemická ochrana* – proti působení chemických látek
 - *radiační ochrana* – proti působení slunečního UV-záření a jeho vnikání dále do těla (určité spektrum UV-záření je ale důležité – viz níže), ale i proti jiným typům záření
 - *imunologická ochrana* – proti vniknutí mikroorganismů do těla (kůže je důležitou bránou pro vstup infekce – zabraňuje tomu jednak mechanicky, jednak chemicky – kyselou reakcí na povrchu)
- **metabolické funkce:** V kůži probíhají některé metabolické procesy:
 - *dýchání* – u člověka minimální
 - *vylučování (exkrece)* – kůží dochází k vylučování některých látek z těla (především mechanismem pocení)
 - *resorpce* – kůže má schopnost vstřebávat určité látky rozpustné v tucích (této schopnosti se využívá v mnoha terapeutických procesech, např. při aplikaci masť s léčivými prostředky)
 - *depoziční funkce* – ukládání tuku jako energetické zásobárny (podkožní tukové vazivo je nejobjemnější součástí tělesného tuku)
 - *metabolismus vitamínu D* – tento vitamín vzniká u člověka výlučně působením slunečního UV-záření na pokožku (nedostatečné oslunění kůže vede během vývoje ke vzniku rachitických změn na kostech)
- **smyslová funkce:** Kůže obsahuje receptory – mechanoreceptory (registrují dotyk, tah a tlak), termoreceptory (registrují teplo a chlad) a algoreceptory (registrují bolest). Někdy je tak kůže počítána ke smyslovým orgánům.
- **emoční funkce:** Kůže ve spolupráci s mimickými svaly na obličeji vyjadřuje svým tvarem a zabarvením (daným stavem prokrvení) momentální emoční stav jedince, vypovídá tedy o psychických procesech.

12.2 Rozdělení kožní soustavy

- **kůže** (*cutis, derma*)
 - pokožka (*epidermis*)
 - škára (*dermis, corium*)
 - podkožní vazivo (*hypodermis, tela subcutanea*)
- **kožní deriváty (adnexa)**
 - rohové deriváty
 - chlupy (*pili*)
 - nehty (*ungues*)
 - kožní žlázy
 - mazové žlázy (*glandulae sebaceae*)
 - potní žlázy (*glandulae sudoriferae minores*)
 - apokrinní žlázy (*glandulae sudoriferae majores*)
 - mléčná žláza (*glandula mammaria*)

12.3 Kůže (*cutis, derma*)

12.3.1 MAKROSKOPICKÁ STAVBA KŮŽE

Velikost kůže

Kůže tvoří základ kožní soustavy. Její celková plocha je u dospělého člověka asi 1,6 – 1,8 m². Síla kůže je variabilní a dosahuje (bez podkožního vaziva) tloušťky asi 0,5 – 4 mm (nejtenčí je na očních víčkách, nejsilnější na zádech a na patách). Váží asi 3 kg.

Barva kůže

Barva kůže je velmi variabilní a závisí na mnoha faktorech. Jednak jsou to faktory etnické (geneticky fixované), které představují biologickou adaptaci na podnebí (hlavně na intenzitu slunečního záření), jednak faktory individuální (pohlaví, věk, prokrvení kůže, stupeň opálení atd.). Barva kůže kolísá od téměř bílé až po téměř černou.

Kožní reliéf

Kůže má velmi rozmanitou povrchovou úpravu. Na kožním reliéfu můžeme rozlišit několik typů útvarů, které mohou být buď negativní (rýhy, sklesliny) nebo pozitivní (vyvýšeniny):

- **kožní plošky** (*areae cutis*): Jsou to drobná hustě vedle sebe umístěná políčka ohraničená rýhami (např. na paži, na předloktí atd.).
- **ohybové rýhy** (*lineae flexionis*): Jsou to rýhy v okolí kloubů či při úponech kožních svalů. Některé se při natažení vyhladí (např. na kůži lokte), jiné zůstanou stálé (např. na kůži přední strany zápěstí, na dlani a na čele).
- **kožní lišty** (*cristae cutis*): Jsou to nízké neměnné hrany, označované jako tzv. papilární linie. Tvoří svazky probíhající různými směry a tvoří charakteristické obrazce, u každého člověka jedinečné. Vyskytují se především na konečcích prstů a jejich funkce souvisí s hmatem.

- **hmatové polštářky** (*toruli tactiles*): Jsou to malá vyvýšená políčka pokrytá papilárními liniemi a podložena tukovým polštářem. Obsahují hmatová tělíška a souvisí s hmatem (zajišťují vyšší taktilní citlivost).

12.3.2 HISTOLOGICKÁ STAVBA KŮŽE

Pokožka (*epidermis*)

Pokožka je vnější vrstva kůže. Je tvořena mnohvrstevným plochým rohovatějším epitelem, jehož vnější buňky se neustále odlupují a doplňují z hlubších vrstev pokožky. Buňky epidermis se označují jako *keratinocyty*. Vytvářejí dvě základní vrstvy:

- **zárodečná vrstva** (*stratum germinativum*): Jde o označení několika spodních vrstev epidermis, obsahujících živé keratinocyty. Vznikají mitózou při bázi pokožky a průběžně se posunují do povrchovějších vrstev epidermis, přičemž se zplošťují a v jejich cytoplazmě se ukládají vlákna keratinu.

Kromě toho obsahuje tato vrstva tzv. melanocyty, buňky, které tvoří při bázi epidermis pravidelnou síť s hustotou asi 500 – 2000 na mm². Melanocyty mají výběžky obsahující melanozomy – váčky s melaninem. Ten odevzdávají sousedním keratinocytům, které jejich vlivem tmavnou. Melanin chrání kůži před účinky UV-záření.



- **rohová vrstva** (*stratum corneum*): Jedná se o označení pro povrchové vrstvy epidermis obsahující odumřelé (zrohovatělé) keratinocyty, tzv. korneocyty, propojené proteoglykanovým tmelem. Jsou ploché a vyplněné keratinem. Na povrchu epidermis se neustále odlupují. Rohová vrstva sestává průměrně z 15 – 25 vrstev zrohovatělých buněk, avšak na patě jich je až 100. Doba od vzniku keratinocytu na bázi epidermis do jeho odloupení na povrchu pokožky je dlouhá asi 1 měsíc.

Škára (*dermis, corium*)

Škára je vrstva tvořená především tuhým kolagenním vazivem, které je plst'ovitě uspořádané. Obsahuje i četná elastická vlákna, která dodávají kůži pružnost. Je vaskularizovaná (obsahuje krevní kapiláry) a inervovaná (obsahuje nervová vlákna). Zasahují do ní kořeny chlupů. Ve škáře jsou rovněž uložena hmatová tělíška několika typů. Škára vytváří dvě vrstvy:

- **papilární vrstva** (*stratum papillare*): Je to vrstva těsně pod epidermis, proti níž vysílá hustě vedle sebe uspořádané výběžky, tzv. papily. Tato vrstva je rovněž bohatě vaskularizovaná, tzn., že obsahuje četné krevní kapiláry, které mohou prosvítat na povrch.
- **retikulární vrstva** (*stratum reticulare*): Je to hlubší vrstva, která obsahuje i buňky hladké svaloviny. Ta vytváří na některých místech souvislou podkožní svalovou vrstvu, která svými kontrakcemi způsobuje zvrásnění kůže (např. *tunica dartos* na skrotu nebo *musculus areolaris* pod prsním dvorcem – viz níže).

Podkožní vazivo (*hypodermis, tela subcutanea*)

Vrstva vaziva mezi škárou a kožním podkladem – povrchovou tělní fascií či periostem. Obsahuje několik struktur:

- **vazivové pruhy** (*retinacula cutis*): Jsou to pruhy tuhého vaziva, jež na některých místech fixují škáru k povrchové tělní fascii nebo k periostu. Kůže je v těchto místech neposunlivá. Vyskytují se např. na dlani.
- **tukové těleso** (*corpus adiposum*): Je to tzv. podkožní tuk, který má mechanickou (stavební) funkci a proto při hladovění nemizí. Vyskytuje se např. na dlaních a na ploskách nohou.
- **tukový polštář** (*panniculus adiposus*): Jedná se o vrstvu tukové tkáně, která na některých místech těla vytváří souvislejší podkožní tuk. Má funkci izolační (termoregulační) a zásobní. Při hladovění se její objem zmenšuje. Množství tuku v podkoží a jeho distribuce je závislé na několika faktorech:
 - konkrétní lokalizace: Nejvíce se tuk ukládá pod kůži středních partií těla – na břichu, bocích, hýždích a stehnech. Naopak nejméně (prakticky žádná tuková vrstva) ho je pod kůží očních víček.
 - pohlaví: Distribuce podkožního tuku se liší u jednotlivých pohlaví.
 - u mužů v oblasti břicha (tzv. androidní typ či typ jablko)
 - u žen v oblasti boků, hýždí a stehů (tzv. gynoidní typ či typ hruška)
 - věk: Ve stáří dochází obvykle k ubývání podkožního tuku.
 - tělesná konstituce: Někteří lidé mají geneticky podmíněnou tendenci k většímu ukládání tuku než jiní lidé.
 - zdravotní stav: Některé poruchy zdraví mohou vést k rychlejšímu spotřebovávání tukové tkáně (např. hyperfunkce štítné žlázy), jiné naopak k jeho zvýšenému ukládání (např. hypofunkce štítné žlázy).
 - životní styl: Množství tělesného tuku závisí především na dvou protichůdných aspektech životního stylu – množství a kvalitě (nutriční hodnotě) přijímané potravy a intenzitě pohybových aktivit.



Zvláštním typem podkožního tuku je hnědá tuková tkáň obsahující buňky multivakuolárního typu. V jedné buňce obsaženo větší množství malých tukových kapének, což společně s bohatým krevním zásobením dodává tomuto typu vaziva tmavou barvu. Hnědé tukové vazivo najdeme u hibernujících živočichů, u nichž má funkci energetické zásobárny po dobu zimního spánku. U člověka se vyskytuje především v raných fázích postnatálního vývoje např. pod kůží v mezilopatkové krajině, kde je jeho funkce nejasná (patrně však slouží jako první zdroj energie pro nově narozeného člověka).

12.4 Kožní deriváty (adnexa)

12.4.1 CHLUP (pilus)

Chlupy jsou nitkovité orgány vyrůstající z pokožky. U člověka jsou rudimentární, u jiných savců tvoří souvislý pokryv těla – srst. Jejich základní význam je mechanická a tepelná ochrana.

Makroskopická stavba chlupu

- **chlupový váček** (*folliculus pili*): Je to váček pokožky zanořující se do škáry a tvořící chlupovou pochvu. Ústí do něho mazová žláza a upíná se do něho svazek hladké svaloviny, tzv. vzpřimovač chlupu (*musculus arrector pili*).

- **chlupový kořen** (*radix pili*): Je to bazální část chlupu uložená v chlupovém váčku. Jeho nejhlubší rozšířená část se nazývá chlupová cibulka (*bulbus pili*), která je tvořená živými buňkami, ze kterých chlup roste. Zesponu do ní proniká tzv. chlupová papila, která přivádí cévy a nervy. Kolem ní se hromadí melanocyty, které buňkám chlupu dodávají melanin.
- **chlupový stvol** (*scapus pili*): Je to část chlupu vyrůstající nad pokožku. Je tvořen odumřelými (zrohovatělými) buňkami.

Histologická stavba chlupu

- **kutikula** (*cuticula pili*): Jedná se o jednu vrstvu tenkých plochých odumřelých buněk na povrchu chlupu (jsou uspořádány jako tašky na střeše).
- **kůra** (*cortex pili*): Jedná se o několik vrstev plochých odumřelých buněk obsahujících pigmenty.
- **dřeň** (*medulla pili*): Je to výplň chlupu tvořená ze slaběji zrohovatělých buněk. Může chybět.

Ochlupení jako celek

- **primární ochlupení**: Je to první generace ochlupení, tzv. *lanugo*. Vytváří se na téměř celém povrchu těla již u plodů ve 4. měsíci vývoje. Těsně před narozením vypadá do plodové vody.
- **sekundární ochlupení**: Jde o druhou generaci ochlupení. Začíná se tvořit již na konci prenatálního období, typické je ale až pro období postnatální. Můžeme je rozdělit do dvou základních typů:
 - *difúzní sekundární ochlupení*: Tvořeno chlupy (*pili*), které jsou rozptýleny po většině povrchu těla. Chloupky jsou drobné a málo pigmentované.
 - *lokální sekundární ochlupení*: Chlupy nahloučené na konkrétní ploše.
 - **vlasý** (*capilli*): Chlupy vyrůstající z kůže hlavy. Jejich soubor se označuje jako kštice. Na čele a za ušními boltci je vlasová hranice ostrá, na ostatních místech neostrá. Celkový počet je průměrně 80 – 100 tisíc. Hustota vlasů je přibližně 200 – 300 na cm². Vlasy mají různou barvu a tvar, liší se i etnicky. Základní typy vlasů jsou:
 - vlasý rovný (*capilli lissotrichi*) – mají okrouhlý průřez, vyrůstají kolmo z kůže
 - vlasý vlnitý (*capilli kymotrichi*) – mají oválný průřez, vyrůstají kolmo z kůže
 - vlasý kudrnatý (*capilli ulotrichi*) – mají oválný až ledvinitý průřez, vyrůstají šikmo z kůže
 - **řasy** (*cilia*): Jsou to krátké chlupy, které vyrůstají na okrajích očních víček. Na horním víčku je jich asi 200 ve 3 – 4 řadách, na dolním víčku najdeme asi 100 řas v jedné řadě.
 - **obočí** (*supercilia*): Jedná se o krátké chlupy, které tvoří oblouk nad očima konvexitou obrácený nahoru. Přispívají k výrazu obličeje.
- **TERCIÁRNÍ OCHLUPENÍ**: Je to třetí generace ochlupení, jež se vytváří od puberty až do dospělosti pod vlivem pohlavních hormonů. Patří tedy mezi sekundární pohlavní znaky. Terciární ochlupení můžeme rozdělit na:

- *difúzní terciární ochlupení*: Je tvořeno chlupy rozptýlenými po většině povrchu těla, zvláště na zadní ploše horní končetiny, na stehnech, na bér-cích, na hřbetu nohy, ve sternální krajině a na břichu. Je tvořeno silnější-mi a tmavšími chlupy než sekundární difúzní ochlupení. Silněji je vyvi-nuto u mužů, u nichž se vyvíjí hlavně v dospělosti (po 20. roce).
- *lokální terciární ochlupení*: Chlupy nahloučenými na konkrétní ploše.
 - **axilární ochlupení** (*hirci*): Jedná se o ochlupení v podpažní jamce (axille). Vytváří se od puberty.
 - **pubické ochlupení** (*pubes*): Jde o ochlupení ve stydké oblasti a anální krajině, s rozdílným tvarem u mužů a u žen. Tvoří se od puberty.
 - u mužů je horní hranice neostrá a plynule přechází v úzký pruh ve-doucí ve středové rovině k pupeční jamce
 - u žen je horní hranice ostrá a rovná, ochlupení má celkově přibližně trojúhelníkovitý tvar bázi obrácenou kraniálně a hrotem směřujícím kaudálně
 - **vous** (*barba*): Je to ochlupení obličejové části hlavy a přední horní části krku. Vyskytuje se pouze u mužů. Jedná se o nejsilnější chlupy na těle. Vytváří se až po 15. roce života.
 - **chloupky v nosní předsíni** (*vibrissae*): Vytvářejí se až v dospělosti.
 - **chloupky ve zvukovodu** (*tragi*): Vytvářejí se až v dospělosti.
 - **sinusové chlupy**: U savců jsou to speciální hmatové orgány (dlouhé chlupy vyrůstající z vyvýšeného políčka kůže, jejichž kořen je ovinut senzitivními nervovými zakončeními a krevními kapilárami), u člově-ka jsou rudimentární a vyrůstají až po 40. roce věku na některých mís-tech na obličejí (v obočí, pod očním víčkem, na rtech, na tvářích, na ušním boltci) a na ulnární straně distálního konce předloktí.

12.4.2 NEHET (*unguis*)

Nehet je destička kryjící dorzální plochu terminálních částí prstů ruky a nohy. Jeho funkce je spojena s hmatem – působí při dotyku jako tvrdá podložka, což zlepšuje taktilní vjemy hmatových polštářků umístěných na protilehlé straně prstu. Je tvořený následujícími vrstvami:

- **vlastní nehet** (*corpus unguis*): Je to destička, která je podélně i příčně dor-zálně prohnutá. Vlastní nehet je tvořen speciálními odumřelými zrohovatě-lými buňkami odpovídajícími rohové vrstvě epidermis.
- **podnehtí** (*hyponychium*): Je to vrstva uložená pod nehtem a tvořená živými buňkami, odpovídajícími zárodečné vrstvě epidermis. Z části pod kořenem nehtu probíhá jeho neustálá tvorba.
- **nehtové lůžko** (*lectulus unguis*): Je to vazivová vrstva odpovídající škáře.
- **vazivové pruhy** (*retinacula unguis*): Jsou to pruhy tuhého kolagenního va-ziva, které fixují nehet k distálnímu článku prstu.

12.4.3 MAZOVÉ ŽLÁZY (*glandulae sebaceae*)

Jedná se o drobné žlázy, jejichž produktem je tzv. kožní maz (*sebum*) vznikající tukovou přeměnou a rozpadem celých žlázových buněk. Kožní maz obsahuje řadu lipidů s funkcí promašťování kůže (nesmáčivost) a funkcí antiseptickou (lipidy jsou na kůži štěpeny korynebakteriemi na mastné kyseliny zajišťující kyselou reakci). Mazové žlázy mají tvar váčku ústíčího především do chlupových folikulů. Kromě toho se vyskytují i na některých místech bez chlupů – na nose, červené přechodné zóně rtů, prsním dvorcí a řadě míst na vnějších pohlavních orgánech.

12.4.4 MALÉ POTNÍ ŽLÁZY (*glandulae sudoriferae minores*)

Jedná se o drobné žlázy, jejichž produktem je pot (*sudor*). Pot je tekutina obsahující především vodu a minerální a organické látky. Jejich funkce je jednak vylučovací, jednak termoregulační. V kůži člověka jich je asi 2 milióny, přičemž největší koncentrace je na dlaních (až 1000 na cm²), na ploskách nohou a na čele. Sekreční oddíl žlázy má podobu dlouhého tubulu, který je stočen do klubička. Z něj vede dlouhý vývod ústící na povrchu kůže.

12.4.5 VELKÉ POTNÍ ŽLÁZY (*glandulae sudoriferae majores*)

Jsou to modifikované potní žlázy větší velikosti. Jejich produkt obsahuje řadu aromatických látek, které způsobují individuální pach jedince (nazývají se také jako žlázy aromatické nebo apokrinní). Žlázy se aktivují v období puberty vlivem pohlavních hormonů, jejich sekrece je tedy sekundárním pohlavním znakem. Vyskytují se především v asociaci s terciárním ochlupením (ústí obvykle do pochev chlupů) – v podpaží, v pubické a anální krajině, v nosní předsíni, ve zvukovodu (vytvářejí ušní maz) atd.

12.4.6 MLÉČNÁ ŽLÁZA (*glandula mammaria*)

Jedná se o velkou párovou žlázu, která je největší kožní žlázou. Je to speciálně modifikovaná velká potní žláza. Jejím produktem je mateřské mléko (*lac*), které tvoří první přirozenou potravu nově narozeného jedince. První sekret produkováný před sekrecí vlastního mléka po porodu se nazývá mlezivo (*colostrum*).

Mléčné žlázy jsou typickým útvarem savců, kterým poskytly i vědecké označení (Mammalia). Embryonálně se zakládají v tzv. mléčné liště, což je párová čára začínající v podpažní jamce (axille) a probíhající mírně obloukovitě do tříselné (inguinální) krajiny (odtud také axillo-inguinální lišta). Poloha a počet párů definitivních mléčných žláz je specifická pro daný druh.

U člověka se mléčná žláza zakládá párově v oblasti 4. mezižebří, a to u mužů i u žen. Růst a zrání mléčné žlázy začíná u obou pohlaví v pubertě vlivem pohlavních hormonů, avšak pouze u žen je žláza plně funkční. Obalí se postupně vrstvou tuku a vytvoří v hrudní krajině párový útvar zvaný prs (*mamma*).

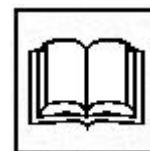
Makroskopická stavba mléčné žlázy

Tvar a velikost mléčné žlázy (prsů) je velmi variabilní a závisí na několika faktorech – tělesné konstituci, výživě, hormonálních vlivech, věku atd. Průměrný horizontální průměr prsu je 12 cm, vertikální 11 cm. Hmotnost samotné mléčné žlázy je asi 150-200 g, avšak v těhotenství a v době laktace se zvýší až na 300 – 500 g (i více).

Histologická stavba mléčné žlázy

- **kůže:** Je jemná a prosvítají skrz ni krevní kapiláry. Na vrcholu prsu je speciální kožní políčko, tzv. prsní dvorec (*areola mammae*) o průměru 3 – 5 cm (v těhotenství se zvětšuje), v jehož středu prominuje tzv. prsní bradavka (*papilla mammae*). Dvorec je kryt jemnou a silně pigmentovanou kůží, v jejíž škáře se nachází souvislá vrstva hladké svaloviny (*musculus areolaris*), která svými kontrakcemi zvrásňuje kůži dvorce a vyzdvihuje bradavku.
- **tukové těleso:** Je to útvar složený z tukové tkáně, který obaluje a chrání mléčnou žlázu. V jeho rozvoji se odráží tvar a velikost prsu. Velikost tukového tělesa závisí na tělesné konstituci, výživě a dalších vlivech. Můžeme je rozdělit na dvě části:
 - *premamární tuk:* Je uložen v přední části prsu, obaluje mléčnou žlázu a zaobluje prs.
 - *retromamární tuk:* Je uložen za mléčnou žlázou.
- **mléčná žláza:** Je to funkční složka prsu. Je složena z 15 – 20 laloků, které se dále dělí na lalůčky obsahující sekreční oddíly. Z nich vede systém vývodů, které se spojují do několika větších vývodů ústících na prsní bradavce. V době laktace jsou vývody rozšířeny v tzv. sinusy, ve kterých se deponuje mléko před jeho ejekcí.

Literatura



- Čihák R. 2011: *Anatomie 1*. Praha.
Čihák R. 2013: *Anatomie 2*. Praha.
Čihák R. 2004: *Anatomie 3*. Praha.
Dauber W. 2007: *Feneisův obrazový slovník anatomie*. Praha.
Hajn V. 2003: *Antropologie I*. Olomouc.
Netter F. H. 2012: *Netterův anatomický atlas člověka*. Brno.
Platzer, W. 2007: *Atlas topografické anatomie*. Praha
Putz, R. – Pabst, R. 2007: *Sobottův atlas anatomie člověka. Díl 1*. Praha.
Putz, R. – Pabst, R. 2007: *Sobottův atlas anatomie člověka. Díl 2*. Praha.
Rohen J. W. et al. 2008: *Anatomie člověka. Fotografický atlas*. Praha.
Sinělnikov R. D. et al. 1980: *Atlas anatomie člověka 1*. Praha.
Sinělnikov R. D. et al. 1980: *Atlas anatomie člověka 2*. Praha.
Sinělnikov R. D. et al. 1980: *Atlas anatomie člověka 3*. Praha.

Dále učebnice a skripta anatomie člověka a příbuzných oborů vydávané lékařskými fakultami v České republice i v zahraničí.