

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ústav zdravotnických studií

MUDr. Blanka Pospíšilová, CSc.

MUDr. Jaroslav Šrám

MUDr. Olga Procházková

ANATOMIE PRO BAKALÁŘE II.

**System kardiovaskulární, systém nervový, smyslové orgány,
soustava kožní, žlázy s vnitřní sekrecí**

recenzent: Prof. MUDr. Zuzana Červinková, CSc.

© MUDr. Blanka Pospíšilová, CSc., MUDr. Jaroslav Šrám,
MUDr. Olga Procházková- 2015

ISBN 978-80-7494-153-5

Blanka Pospíšilová, Jaroslav Šrám, Olga Procházková

ANATOMIE PRO BAKALÁŘE II

System kardiovaskulární a nervový, smyslové orgány, soustava kožní, žlázy s vnitřní sekrecí

Druhý, závěrečný díl skript je, stejně jako díl první, určen studentům bakalářského studia v akreditovaných zdravotnických programech na Technické univerzitě v Liberci. Obsahuje kapitoly systematické anatomie, které nejsou začleněny do dílu prvního, tedy kardiovaskulární systém, centrální a periferní nervový systém, nervové dráhy, smyslové orgány, kožní soustavu a přehled žláz s vnitřní sekrecí. Stručný text je vybaven základními termíny mezinárodního latinského anatomického názvosloví a jejich českými ekvivalenty, čerpanými především z publikace „Latinsko-české anatomické názvosloví“ autora Josefa Zrzavého, emeritního profesora anatomie a jednoho z nestorů české anatomické školy. Text je v únosné míře doplněn eponymy, používanými především v klinice, a inkorporovány jsou do něj doplňující poznámky embryologické, topografické, funkční a klinické (posledně jmenované jsou vyznačeny tmavším podtiskem).

Veškerá obrazová dokumentace je zpracována ve formě CD-R, což nejen dovoluje použít barevné ilustrace při nepřilíš vysoké finální ceně učebnice, ale také umožňuje studentům kreativní práci se skripty. Seznam obrázků je přiložen. Autorem kreseb, z nichž některé jsou animovány, je Blanka Pospíšilová. Fotografie kosterních preparátů a řezů mozku pocházejí ze sbírek Anatomického ústavu LF v Hradci Králové. RTG snímky, obrazy CT a MR poskytl MUDr. Jaroslav Šrám.

Je milou povinností autorů poděkovat paní Mgr. Marii Froňkové za cenné rady, morální podporu a uvedení skript v život. Za ochotnou a fundovanou technickou pomoc patří dík také panu Ondřeji Hofmanovi.

Autoři přejí posluchačům úspěšné zvládnutí oboru.

Jménem autorského kolektivu

MUDr. Blanka Pospíšilová, CSc.

OBSAH

9. SYSTÉM KARDIOVASKULÁRNÍ, ANGIOLOGIA	9
9.1. SRDCE, <i>COR</i>	9
9.1.1. Uložení srdce	9
9.1.2. Zevní popis srdce	9
9.1.3. Dutiny srdeční	10
9.1.4. Stavba stěny srdeční.....	11
9.1.5. Chlopně srdeční.....	12
9.1.6. Skelet srdeční	13
9.1.7. Převodní systém srdeční	13
9.1.8. Krevní cévy srdce.....	14
9.1.8.1. Věňčité tepny, <i>arteriae coronariae</i>	14
9.1.8.2. Žíly srdce, <i>venae cordis</i>	16
9.1.9. Nervy srdce.....	16
9.1.10. Zobrazení srdce	16
9.1.11. Vývoj srdce. Vrozené vady srdce.....	17
9.2. PŘEHLED KREVNÍCH CÉV	18
9.2.1. Obecná angiologie	18
9.2.2. Přehled tepen.....	19
9.2.2.1. Srdečnice, <i>aorta</i>	19
9.2.2.1.1. Vzestupná aorta, <i>aorta ascendens</i>	20
9.2.2.1.2. Oblouk aortální, <i>arcus aortae</i>	20
9.2.2.1.3. Sestupná aorta, <i>aorta descendens</i>	20
9.2.2.2. Společné tepny kyčelní, <i>arteriae iliaca communes</i>	22
9.2.2.2.1. Vnitřní tepna kyčelní, <i>arteria iliaca interna</i>	22
9.2.2.3. Tepny končetin	23
9.2.2.3.1. Tepny horní končetiny.....	23
9.2.2.3.2. Tepny dolní končetiny	24
9.2.2.4. Tepny hlavy a krku.....	26
9.2.2.4.1. Společná krkavice, zevní a vnitřní krkavice, <i>arteria carotis communis, arteria carotis externa et interna</i>	26
9.2.2.4.2. Tepna podklíčková, <i>arteria subclavia</i>	28
9.2.2.5. Tlakové body tepen	28
9.2.3. Přehled žil	28
9.2.3.1. Horní dutá žíla, <i>vena cava superior</i>	29
9.2.3.2. Žíly hlavopážní, <i>venae brachiocephalicae</i>	29
9.2.3.3. Dolní dutá žíla, <i>vena cava inferior</i>	29
9.2.3.4. Společné žíly kyčelní, <i>venae iliaca communes</i>	30
9.2.3.5. <i>Vena azygos et hemiazygos</i>	31
9.2.3.6. Žilní pleteně páteřní, <i>plexus venosi vertebrales</i>	31
9.2.3.7. Povrchové žíly přední stěny trupu.....	31
9.2.3.8. Kavo-kavální anastomózy.....	31
9.2.3.9. Žíly končetin	32
9.2.3.9.1. Žíly horní končetiny	32
9.2.3.9.2. Žíly dolní končetiny	33
9.2.3.10. Žíly hlavy a krku	34
9.2.3.10.1. Žíly hlavopážní, <i>venae brachiocephalicae</i>	34
9.2.3.10.2. Vnitřní žíla hrdelní, <i>vena jugularis interna</i>	34
9.2.3.11. Žíla vrátnicová, <i>vena portae</i>	36

9.2.3.12. Porto-kavální anastomózy	36
9.2.4. Fetální krevní oběh	37
9.3. LYMFATICKÝ SYSTÉM, <i>SYSTEMA LYMFATICORUM</i>	38
9.3.1. Složky lymfatického systému	38
9.3.2. Hlavní mízní kmeny	39
9.3.2.1. Hrudní mízovod, <i>ductus thoracicus</i>	39
9.3.2.2. Pravý mízní kmen, <i>ductus lymphaticus dexter</i>	40
9.3.3. Lymfatický systém hlavy a krku	40
9.3.4. Lymfatický systém hrudníku	41
9.3.4.1. Lymfatická drenáž hrudní stěny	41
9.3.4.2. Lymfatické drenáž hrudních orgánů	41
9.3.5. Lymfatický systém břicha a pánve	41
9.3.5.1. Parietální uzliny pánve a břicha	41
9.3.5.2. Lymfatická drenáž nepárových břišních orgánů	42
9.3.6. Lymfatický systém končetin	42
9.3.6.1. Lymfatický systém horní končetiny	42
9.3.6.2. Lymfatický systém dolní končetiny	42
9.3.7. Slezina, <i>lien (splen)</i>	43
9.3.8. Brzlík, <i>thymus</i>	43
10. CENTRÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM, <i>SYSTEMA NERVOSUM CENTRALE</i>	45
10.1. ZÁKLADNÍ POJMY	45
10.2. ODDÍLY CNS	47
10.2.1. Mícha hřbetní, <i>medulla spinalis</i>	47
10.2.1.1. Rýhy a žlábký na povrchu míchy	48
10.2.1.2. Šedá a bílá hmota míchy	48
10.2.1.3. Míšní segment	50
10.2.1.4. Vertebromedulární topografie	50
10.2.1.5. Obaly míšní	51
10.2.1.6. Krevní cévy míchy	51
10.2.2. Mozkový kmen, <i>truncus cerebri</i>	51
10.2.2.1. Popis kmene	53
10.2.2.2. Uložení jader hlavových nervů ve kmeni	54
10.2.2.3. Retikulární formace	55
10.2.3. Mozeček, <i>cerebellum</i>	56
10.2.3.1. Šedá a bílá hmota mozečku	56
10.2.3.2. Členění mozečku	56
10.2.3.3. Dráhy mozečkové	58
10.2.4. Mezimozek, <i>diencephalon</i>	59
10.2.4.1. <i>Thalamus</i>	60
10.2.4.2. <i>Epithalamus</i>	61
10.2.4.3. <i>Metathalamus</i>	61
10.2.4.4. <i>Subthalamus</i>	61
10.2.4.5. <i>Hypothalamus</i>	61
10.2.4.6. Hypofýza	62
10.2.4.7. Zrakový mozek, <i>ophthalmoencephalon</i>	62
10.2.5. Koncový mozek, hemisféry mozkové, <i>telencephalon</i>	63
10.2.5.1. Laloky mozkové	64
10.2.5.2. Gyrifikace mozku	65
10.2.5.3. Septální oblast hemisféry	66
10.2.5.4. Kůra mozková, <i>cortex cerebri</i>	66
10.2.5.4.1. Vývojové členění kůry mozkové	66

10.2.5.4.2. Morfologické členění kůry mozkové	67
10.2.5.4.3. Chemoarchitektonika mozkové kůry	68
10.2.5.4.4. Funkční charakteristiky kůry - korové funkční oblasti. Mapa korových funkcí .	68
10.2.5.5. Bazální ganglia	73
10.2.5.6. Bílá hmota hemisféry	75
10.3. OBALY (PLENY) MOZKOMÍŠNÍ, MENINGY	76
10.3.1. Tvrdá plena, <i>dura mater</i>	76
10.3.2. Měkké pleny	77
10.3.3. Prostory kolem mozkomíšních obalů	77
10.3.4. Cévy a nervy mozkových obalů	78
10.3.5. Mok mozkomíšní, <i>liquor cerebrospinalis</i>	78
10.4. DUTINY CENTRÁLNÍ NERVOVÉ SOUSTAVY	79
10.4.1. Části dutinového systému	80
10.5. KREVŇÍ OBĚH MOZKU	80
10.5.1. Tepny mozku	81
10.5.1.1. Tepny mozkové	82
10.5.1.2. Tepny hlubokých struktur hemisféry	83
10.5.1.3. Tepny infratentoriálních struktur	83
10.5.1.4. Tepny choroidální.....	83
10.5.2. Žíly mozku.....	83
11. DRÁHY NERVOVÉ, <i>TRACTUS NERVOSI</i>	85
11.1. DRÁHY MOTORICKÉ.....	85
11.1.1. Dráhy pyramidové	86
11.1.2. Dráhy extrapyramidové.....	87
11.2. DRÁHY SENZITIVNÍ.....	88
11.2.1. Přímé senzitivní dráhy míšní	90
11.2.1.1. Míšní dráhy hrubého čítí	90
11.2.1.2. Míšní dráhy jemného čítí.....	91
11.2.2. Přímé senzitivní dráhy hlavových nervů - trigeminové systémy	92
11.2.3. Nepřímé senzitivní dráhy	92
11.3. DRÁHY SENZORICKÉ	92
11.4. KRÁTKÉ DRÁHY	93
11.5. LIMBICKÝ SYSTÉM.....	93
11.5.1. Struktury limbického systému.....	93
11.5.2. Spoje limbického systému	94
11.5.3. Funkce limbického systému	94
12. PERIFERNÍ NERVOVÝ SYSTÉM, <i>SYSTEMA NERVOSUM PERIPHERICUM</i>	97
12.1. MÍŠNÍ NERVY, <i>NERVI SPINALES</i>	97
12.1.1. Přední větve míšních hrudních nervů	98
12.1.2. Přehled nervových pletení	99
12.1.2.1. Pleteň krční, <i>plexus cervicalis</i>	99
12.1.2.2. Pleteň pažní, <i>plexus brachialis</i>	99
12.1.2.2.1. Nerv svalově-kožní, <i>n. musculocutaneus</i>	100
12.1.2.2.2. Nerv ulnární, <i>n. ulnaris</i>	100
12.1.2.2.3. Nerv středový, <i>n. medianus</i>	101
12.1.2.2.4. Nerv axilární, <i>n. axillaris</i>	101
12.1.2.2.5. Nerv radiální, <i>n. radialis</i>	101
12.1.2.3. Pleteň bederně-křížová, <i>plexus lumbosacralis</i>	104
12.1.2.3.1. Nerv kyčelněpodbříškový, <i>n. iliohypogastricus</i> , nerv kyčelnětříselný, <i>n. ilioinginalis</i> , nerv stehnopohlavní, <i>n. genitofemoralis</i>	104

12.1.2.3.2. Kožní zevní (laterální) stehenní nerv, <i>n. cutaneus femoris lateralis</i>	105
12.1.2.3.3. Nerv stehenní, <i>n. femoralis</i>	105
12.1.2.3.4. Nerv ucpávající, <i>n. obturatorius</i>	105
12.1.2.3.5. Horní a dolní nerv hýžďový, <i>n. gluteus superior et inferior</i> , zadní kožní nerv stehenní, <i>n. cutaneus femoris posterior</i>	105
12.1.2.3.6. Nerv sedací, <i>n. ischiadicus</i>	105
12.1.2.3.7. Nerv holenní, <i>n. tibialis</i>	106
12.1.2.3.8. Společný nerv lýtkový, <i>n. fibularis (peroneus) communis</i>	106
12.1.2.3.9. Hluboký nerv lýtkový, <i>n. fibularis (peroneus) profundus</i>	106
12.1.2.3.10. Povrchový nerv lýtkový, <i>n. fibularis (peroneus) superficialis</i>	106
12.1.2.3.11. Nerv stydký, <i>n. pudendus</i>	107
12.1.2.3.12. Nerv kostrční, <i>n. coccygeus</i>	107
12.2. HLAVOVÉ NERVY, <i>NERVI CRANIALES</i>	108
12.2.1. Popis hlavových nervů	112
12.2.1.1. Nervy okohybné	112
12.2.1.1.1. N. III, nerv okohybný, <i>n. oculomotorius</i>	112
12.2.1.1.2. N. IV, nerv kladkový, <i>n. trochlearis</i>	113
12.2.1.1.3. N. VI, nerv odtahující, <i>n. abducens</i>	113
12.2.1.2. N. V, nerv trojklanný, <i>n. trigeminus</i>	114
12.2.1.3. N. VII, nerv lícní, <i>n. facialis</i>	114
12.2.1.4. N. VIII, nerv sluchověrovnovážný, <i>n. vestibulocochlearis</i>	115
12.2.1.5. Nervy postranního smíšeného systému	116
12.2.1.5.1. N. IX, nerv jazykohltanový, <i>n. glossopharyngeus</i>	116
12.2.1.5.2. N. X, nerv bloudivý, <i>n. vagus</i>	117
12.2.1.5.3. N. XI, nerv přídatný, <i>n. accessorius</i>	118
12.2.1.6. N. XII, nerv podjazykový, <i>n. hypoglossus</i>	119
12.3. AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM, <i>SYSTEMA NERVORUM AUTONOMICUM</i>	120
12.3.1. Sympatikus, <i>pars sympathica</i>	121
12.3.1.1. Krční sympatikus	123
12.3.1.2. Hrudní sympatikus	125
12.3.1.3. Břišní a pánevní sympatikus	125
12.3.2. Parasympatikus, <i>pars parasympathica</i>	126
12.3.2.1. Hlavový parasympatikus	126
12.3.2.2. Sakrální parasympatikus	127
13. SMYSLOVÉ ORGÁNY, <i>ORGANA SENSUUM</i>	128
13.1. ZRAKOVÉ ÚSTROJÍ, <i>ORGANUM VISUS</i>	128
13.1.1. Koule oční, <i>bulbus oculi</i>	128
13.1.1.1. Stěna koule oční	128
13.1.1.1.1. Vazivová vrstva, <i>tunica fibrosa</i>	128
13.1.1.1.2. Cévnatá vrstva, <i>tunica vasculosa</i>	129
13.1.1.1.3. Nervová vrstva, <i>tunica nervosa</i>	130
13.1.1.2. Obsah bulbu očního	131
13.1.1.2.1. Čočka, <i>lens</i>	131
13.1.1.2.2. Komory oční, <i>camerae bulbi</i>	132
13.1.1.2.3. Světlolomná prostředí oční	132
13.1.1.3. Krevní cévy a nervy bulbu očního	132
13.1.2. Přídatné orgány oční	133
13.1.2.1. Víčka, <i>palpebrae</i>	133
13.1.2.2. Spojivka, <i>conjunctiva</i>	133
13.1.2.3. Slzný aparát, <i>aparatus lacrimalis</i>	133
13.1.2.4. Očnicové svaly, <i>mm. bulbi</i>	134

13.1.2.5. Vazivový aparát očníce.....	134
13.1.3. Krajina očnícová, <i>regio orbitalis</i>	134
13.1.4. Dráha zraková.....	135
13.1.5. Zornicové reflexy	136
13.2. ÚSTROJÍ ROVNOVÁŽNÉ A SLUCHOVÉ, <i>ORGANUM VESTIBULOCOCHLEARE</i>	136
13.2.1. Zevní ucho, <i>auris externa</i>	136
13.2.1.1. Boltec ušní, <i>auricula</i>	137
13.2.1.2. Zevní zvukovod, <i>meatus acusticus externus</i>	137
13.2.1.3. Bubínek, <i>membrana tympani</i>	138
13.2.2. Střední ucho, <i>auris media</i>	138
13.2.2.1. Dutina středoušní, <i>cavum tympani</i>	138
13.2.2.2. Sluchová (Eustachova) trubice, <i>tuba auditiva (Eustachii)</i>	140
13.2.2.3. Předšíň bradavčitá a sklípky bradavčité, <i>antrum mastoideum et cellulae mastoideae</i>	141
13.2.3. Vnitřní ucho, <i>auris interna</i>	141
13.2.3.1. Kostěný labyrint, <i>labyrinthus osseus</i>	141
13.2.3.2. Membranózní labyrint, <i>labyrinthus membranaceus</i>	142
13.2.3.3. Blanitý hlemýžď, <i>ductus cochlearis</i>	143
13.2.3.4. Tekutiny vnitřního ucha	144
13.2.4. Dráha vestibulární	144
13.2.5. Dráha sluchová	144
13.3. ÚSTROJÍ ČICHOVÉ, <i>ORGANUM OLFACTUS</i>	145
13.3.1. Dráha čichová.....	145
13.4. ÚSTROJÍ CHUŤOVÉ, <i>ORGANUM GUSTUS</i>	145
13.4.1. Dráha chuťová	146
14. KOŽNÍ SOUSTAVA, <i>INTEGUMENTUM COMMUNE</i>.....	147
14.1. STAVBA KŮŽE.....	147
14.1.1. Pokožka, <i>epidermis</i>	147
14.1.2. Škára, <i>dermis (corium)</i>	147
14.1.3. Podkožní vazivo, <i>tela subcutanea</i>	148
14.1.4. Cévy a nervy kůže	148
14.1.5. Kožní reliéf, barva kůže, věkové změny kůže	148
14.2. DERIVÁTY POKOŽKY.....	149
14.2.1. Chlup, <i>pilus</i>	149
14.2.2. Nehet, <i>unguis</i>	150
14.2.3. Kožní žlázy	150
14.2.3.1. Žlázy mazové, <i>glandulae sebaceae</i>	150
14.2.3.2. Žlázy potní, <i>glandulae sudoriferae</i>	150
14.2.3.3. Mléčná žláza, <i>glandula mammaria</i>	150
15. ŽLÁZY S VNITŘNÍ SEKRECIÍ, <i>GLANDULAE ENDOCRINAE</i>	152
15.1. ŠTÍTNÁ ŽLÁZA, <i>GLANDULA THYROIDEA</i>	153
15.2. PŘÍŠTITNÁ TĚLÍSKA, <i>GLANDULAE PARATHYROIDEAE</i>	154
15.3. NADLEDVINY, <i>GLANDULAE SUPRARENALIS</i>	154
16. SEZNAM OBRÁZKŮ NA CD-R	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.

9. SYSTÉM KARDIOVASKULÁRNÍ, ANGIOLOGIA

9.1. SRDCE, COR

Srdce, cor (ř. *kardia*) je dutý svalový orgán, který funguje jako krevní pumpa. Rytmickými stahy zabezpečuje oběh krve v systému krevních cév.

Hmotnost srdce činí u dospělého průměrně 300g. Bez velkých cév má srdce dospělého člověka zhruba velikost jeho sevřené pěsti.

9.1.1. Uložení srdce

(Obr. 9.1.-9.4.)

Srdce je uloženo v **hrudníku**, v mezihrudí-**mediastinu** (viz dýchací systém), uzavřeno v **osrdečnickém vaku**. Poloha srdce v hrudníku je asymetrická: 1/3 srdce leží vpravo, 2/3 vlevo. **Podélná osa srdeční** (myšlená spojnice **báze** a **hrotu srdečního**) je šikmá a směřuje zprava shora zezadu doleva dolů dopředu.

Poloha srdce v hrudníku je ovlivněna:

- typem hrudníku: v astenickém hrudníku je osa srdeční postave svisleji, v klenutém šikměji
- polohou těla: vstoje je dlouhá osa orientována svisleji, vleže šikměji
- dýchacími pohyby bránice: při vdechu srdce je uloženo svisleji, při výdechu šikměji

9.1.2. Zevní popis srdce

(Obr. 9.5.-9.7.)

Srdce má tvar kužele: širší **báze srdeční** leží kraniálně, **hrot srdeční** kaudálně. Na bázi srdeční do srdce vstupují a ze srdce vystupují velké krevní cévy: horní a dolní dutá žíla, žíly plicní, srdečnice, kmen plicní.

- **Pravé a levé ouško srdeční, auricula dextra et sinistra** jsou slepě zakončené a dopředu se vyklenující části srdečních předsíní.
- **Plochy srdce**
 - **Přední plocha, facies sternocostalis** přivrácená k přední stěně hrudníku.
 - **Plocha brániční, facies diaphragmatica** - **zadní srdeční stěna kliniků**: naléhá na bránici.
 - **Plocha plicní, facies pulmonalis** - **levá srdeční stěna kliniků**: naléhá na levou plíci.
 - **Plocha páteřní, facies vertebralis** - naléhá na hrudní páteř.
- **Okraje srdeční** – přechody mezi plochami srdce
 - Vpravo má přechod mezi přední a brániční plochou charakter hrany a nazývá se **ostrý okraj, margo acutus** (l. *acutus* - ostrý, břitký)
 - Vlevo je přechod mezi přední a plicní plochou zaoblený a nazývá se **ob-
lý okraj, margo obtusus** (l. *obtusus* - tupý)
- **Žlábký na povrchu srdce**
 - **Žlábek věnčitý, sulcus coronarius**: Udává hranici mezi předsíněmi a komorami. Je orientován horizontálně a prochází kol dokola srdce cirkulárně. Probíhají v něm krevní cévy srdce.

- **Mezikomorový žlábek přední a zadní, *sulcus interventricularis anterior et posterior*:** žlábký udávají hranici mezi pravou a levou komorou. Jsou orientovány vertikálně, leží kaudálně od žlábků věnčitého. Probíhají v nich krevní cévy srdce.

Ve všech žlábkách se pod perikardem ukládá tuk.

9.1.3. Dutiny srdeční

(Obr. 9.25., 9.26.)

Jsou čtyři: Dvě **předsíně** (síně) - **pravá a levá, *atrium dextrum et sinistrum*** a dvě **komory** - **pravá a levá, *ventriculus dexter et sinister***. Vystlány jsou **endokardem**, jejich stěnu tvoří **myokard**.

Předsíně jsou od sebe odděleny **mezipředsíňovým septem, *septum interventriculare***. Na něm je okem patrná **oválná jamka, *fossa ovalis*** (v rozsahu jamky je septum ztenčeno), pozůstatek po **oválném otvoru, *foramen ovale*** z doby fetální (viz fetální krevní oběh).

Komory jsou od sebe odděleny **septem mezikomorovým, *septum interventriculare***. Jeho horní část je tvořena vazivem, dolní část srdeční svalovinou. Probíhají v něm raménka převodního systému srdečního.

Mezi předsíněmi a komorami jsou otvory - **pravé a levé předsíňokomorové ústí, *ostium atrio-ventriculare dextrum et sinistrum***. Do nich jsou vsazeny **cípaté chlopně**.

Každá z předsíní má **část přední a zadní**:

- Přední část pravé a levé předsíně se dopředu vyklenuje jako **pravé a levé ouško srdeční, *auricula dextra et sinistra***. Vnitřní reliéf oušek je nerovný - nerovnosti jsou podmíněny prominujícími snopci srdeční svaloviny - **hřebenatými svaly, *mm. pectinati*** /l. *pectinatus* - hřebenatý/.
- Vnitřní povrch zadní části předsíní je hladký. Do zadní části předsíní ústí velké žíly: do pravé předsíně samostatnými ústími **horní a dolní dutá žíla a věnčitý splav, *sinus coronarius*** (splav přivádí do pravé předsíně většinu žilní krve ze srdeční stěny), do levé předsíně 4 **plicní žíly** (2 z pravé, 2 z levé plíce).

Každá z komor má **oddíl vtokový a výtokový**.

- **Vtokový oddíl** každé komory tvoří část komory od předsíňokomorového ústí ke hrotu srdečnímu. Vnitřní reliéf vtokového oddílu je nerovný - s vyvýšeninami a vkleslinami. Vyvýšeniny jsou podmíněny prominující srdeční svalovinou - konusovitými **papilárními (bradavkovitými) svaly, *mm. papillares*** (l. *papillaris* - bradavkový). V každé komoře je papilárních svalů několik. Jejich širší báze je zakotvena do stěny komory, vrchol je volný a ční do nitra komory. Z vrcholu papilárních svalů odstupují k cípům cípatých chlopní provázkovité vazivové **šlašinky, *chordae tendinae***.
- **Výtokový oddíl** je část komory od hrotu srdečního k odstupu velkých tepen ze srdce (vlevo srdečnice, vpravo kmene plicního). V odstupu tepen jsou umístěny **poloměsíčité chlopně**. Stěna výtokového oddílu je hladká.

Na příčném řezu srdcem v úrovni komor má pravá komora tvar poloměsíčitý, levá kruhovitý. Odlišný tvar je dán rozdílnou tloušťkou svaloviny pravé a levé komory (viz myokard) a rozdílným tvarem pravého a levého srdečního okraje.

Postnatální průtok krve srdcem (obr. 9.25.)

Pravé srdce (pravá předsíň a komora) je nazýváno srdcem žilním - postnatálně jím protéká odkysličená žilní krev. **Levé srdce** (levá předsíň a komora) je nazýváno srdcem tepenným - postnatálně jím protéká okysličená tepenná krev.

- Žilní krev z těla přitéká horní a dolní dutou žilou do pravé předsíně. Z pravé předsíně teče přes chlopeň trojčípou do pravé komory, odtud přes poloměsíčitou chlopeň do kmene plicního a jím - po rozdělení v pravou a levou tepnu plicní - k oxyličené do pravé a levé plíce. Z plic odtéká oxyličená krev prostřednictvím 4 žil plicních do levé předsíně.
- Z levé předsíně teče oxyličená krev přes chlopeň dvojčípou do levé komory a odtud přes poloměsíčitou chlopeň do srdečnice a jí pak do celého těla.

Činnost srdce

- **Systola:** Stah srdeční svaloviny.
- **Diastola:** Ochabnutí srdeční svaloviny.
- **Revoluce srdeční:** Postupný stah všech oddílů srdce - tj. obou předsíní a komor.
- **Tepový systolický objem:** Množství krve vypuzené ze srdce 1 stahem. V tělesném klidu činí cca 70 ml (60-80 ml), při námaze 120-150 ml. U trénovaných jedinců v klidu až 100 ml, při zátěži až 200 ml.
- **Frekvence srdeční:** Počet srdečních stahů/min. Průměrně 70 stahů/min v klidu, při fyzické námaze či rozrušení se zvyšuje (v důsledku převahy sympatiku).
- **Minutový objem (minutový srdeční výdej):** Množství krve vypuzené srdcem do oběhu za 1 minutu. U netrénovaných jedinců činí v klidu cca 5l (součin klidového tepového systolického objemu - 70 ml x klidové tepové frekvence - 70 tepů), při zátěži 20-25 l. U trénovaných jedinců při námaze činí až 35-40 l.

9.1.4. Stavba stěny srdeční

(Obr. 9.5., 9.6., 9.8.)

Srdeční stěna má 3 vrstvy: vnitřní - **endokard**, střední a nejsilnější - **myokard**, zevní - **perikard**.

- **Endokard – nitroblána srdeční** je hladká, lesklá a průsvitná blána, která vystýlá dutiny srdeční a kryje z obou stran (jako duplikatura endokardu) povrch srdečních chlopní. Stavebně odpovídá cévní výstelce - endotelu.

Klinická poznámka

Výsledkem zánětu endokardu (**endokarditidy**), který postihl endokard chlopní, může být trvalé poškození chlopní - **získaná chlopenní vada**. Chlopně pak nejsou schopny správně plnit svoji funkci.

- **Myokard - příčně pruhovaná pracovní svalovina srdeční** je nejsilnější vrstva stěny srdeční. Po celý život se rytmicky stahuje. Buňky myokardu, **kardiomyocyty** jsou propojeny v síť, jejíž jednojaderné úseky jsou odděleny přepážkami, **interkalárními disky**. Myokard komor je silnější než myokard předsíní, myokard levé komory je dvakrát silnější než myokard komory pravé. Inervován je vegetativními i senzitivními nervy. Myokard prominující do nitra dutin srdečních vytváří v oušcích předsíní nerovnosti – **hřebenaté svaly**, ve vtokových oddílech komor **papilární svaly**.
- **Perikard - osrdečník** tvoří dvojrstevný obal srdce, nazývaný **perikardiální vak**. Má stejný původ a úpravu jako pleura a peritoneum (perikard, pleura i peritoneum jsou deriváty původní jednotné célomové dutiny). Má 2 listy: zevní - **perikard v užším slova smyslu** a vnitřní serózní - **epikard**. Mezi oběma listy je štěrbinovitá **dutina perikardu**, **cavum pericardii**. Obsahuje asi 20 ml tekutiny (**liquor pericardii**), produkované serózním listem perikardu. Hladký povrch serózního perikardu umožňuje při činnosti srdce klouzání obou listů po sobě s minimálním třením.

Klinická poznámka

Při suchém zánětu perikardu (**pericarditis**) je serózní perikard zhrubělý a při tření jeho listů po sobě vzniká charakteristický **perikardiální šelest**, slyšitelný fonendoskopem. Je přirovnáván ke „křupání zmrzlého sněhu při chůzi“. Při zánětu perikardu může být do perikardiální dutiny secernována zánětlivá tekutina. Tekutinu lze z perikardiální dutiny odebrat **punkcí perikardu** (obr. 9.16.). Při poranění srdce může do perikardiální dutiny

odtékat krev = **hemoperikard**. Větší nahromadění patologické tekutiny v perikardiálním vaku vede k **tamponádě srdeční**.

Topografické vztahy perikardu

Vrchol dutiny osrdečnickové - **kupula perikardu** je nahoře, **báze perikardu** dole a je shora přirostlá na šlašité centrum bránice. Srdce se při dýchacích exkurzích bránice proto pohybuje společně s ní. **Pozor!** Báze perikardu je dole, kdežto báze srdeční nahoře. Přímo na přední stěnu hrudní naléhá srdce v perikardu pouze trojúhelníkovitou částí své přední plochy – **políčkem osrdečnickovým**, *area pericardiaca*, poněvadž mezi hrudní stěnu a srdce v perikardiálním vaku se vsouvají plíce (obr. 9.2.).

Projekce perikardu na přední stěnu hrudní (obr. 9.14.-9.15.)

Projekci perikardu na přední stěnu hrudní udávají čtyři **body (Testutovy body)**. Značí se velkými písmeny **A-D**: body A-B leží od sternu vpravo, body C-D leží od sternu vlevo. Vzájemným propojením jednotlivých bodů obloučky získáme projekci osrdečnicku na přední stěnu hrudní. V jednotlivých bodech se auskultují srdeční chlopně (viz dále).

Bod A: leží v 2. pravém mezižebří, 1 cm od okraje sternu

Bod B: leží v 5. pravém mezižebří, těsně u sternu

Bod C: leží v 5. levém mezižebří, navnitř od medioklavikulární čáry

Bod D: leží v 2. levém mezižebří, 2 cm od okraje sternu

9.1.5. Chlopně srdeční

(Obr. 9.9.-9.13.)

Chlopně srdeční jsou umístěny mezi srdečními předsíněmi a komorami a při odstupu velkých tepen z komor srdečních. Podkladem chlopní jsou vazivové ploténky, kryté s obou stran endokardem a svým obvodem připojené k srdečnímu skeletu. Chlopně plní funkci jednocestného ventilu: propouštějí krev z předcházejícího oddílu do oddílu následujícího a brání zpětnému toku krve.

Cípaté chlopně se nacházejí v předsíňokomorových ústích. Části chlopní trojúhelníkovitého tvaru se nazývají **cípy**, *cuspides* (l. *cuspis* - cíp). Do volných okrajů cípů se upínají šlašinky, odstupující z vrcholů papilárních svalů.

- **Pravá předsíňokomorová chlopeň**, *valva tricuspidalis* má 3 cípy - **přední**, **zadní** a **septální**.
- **Levá předsíňokomorová chlopeň**, *valva bicuspidalis*, **chlopeň mitrální** má 2 cípy - **přední** a **zadní**.

Poloměsíčitá chlopně se nacházejí v odstupu velkých tepen z výtokových oddílů komor srdečních. Každá z nich se skládá ze tří částí - **poloměsíčitých (semilunárních) valvul**, které mají tvar „vlaštovčích hnízd“.

- **Poloměsíčitá chlopeň kmene plicního**, *valva trunci pulmonalis*
- **Poloměsíčitá chlopeň srdečnice - aorty**, *valva aortae*

Klinická poznámka

Při uzávěrech chlopní vznikají charakteristické zvuky - **ozvy srdeční**. Zaklapnutí cípatých chlopní (při diastole předsíní a systole komor) se označuje jako **první ozva srdeční**, zaklapnutí poloměsíčitých chlopní (při systole předsíní a diastole komor) jako **druhá ozva srdeční**.

Auskultační místa chlopní: Ozvy srdeční lze poslouchat přes stěnu hrudní fonendoskopem. Auskultační (poslechová) místa chlopní jsou v Testutových bodech (viz projekce perikardu):

- **Poloměsíčitá chlopeň aorty:** auskultace v bodě A
- **Trojcípá chlopeň:** auskultace v bodě B
- **Dvojcípá chlopeň:** auskultace v bodě C (na hrotu srdečním)
- **Poloměsíčitá chlopeň kmene plicního:** auskultace v bodě D

9.1.6. Skelet srdeční

(Obr. 9.13.)

Jako **srdeční skelet** je označován systém tuhého fibrózního vaziva, který zcela odděluje pracovní myokard předsíní od pracovního myokardu komor. U nižších savců je tvořen také chrupavkou a kostí (odtud název „skelet“). Udržuje konfiguraci srdce a slouží chlopním jako opora. Prochází jím část převodního systému srdečního.

Tím, že zcela odděluje pracovní myokard předsíní od pracovního myokardu komor a prochází jím převodní systém srdeční, umožňuje fyziologické šíření elektrického impulzu z předsíní na komory a brání jeho šíření jinou než fyziologickou cestou.

Je tvořen 4 prstenci, 2 trojúhelníkovitými ploténkami a vazivovou částí mezikomorového septa.

Části srdečního skeletu

- **Pravý a levý vazivový prstenec, *anulus fibrosus dexter et sinister*** v místě pravého a levého předsíňokomorového ústí: do prstenců se svým obvodem upínají cípaté chlopně.
- **Prstenec srdečnice a prstenec plicního kmene, *anulus aorticus et anulus trunci pulmonalis*** v místě odstupu velkých tepen ze srdce: do nich se svým obvodem upínají poloměsíčitá chlopně.
- **Pravý a levý vazivový trojúhelník, *trigonum fibrosum dextrum et sinistrum***. Pravý vazivový trojúhelník je „uzlovým místem skeletu srdečního“: prochází jím Hisův můstek převodního systému srdečního.
- **Membranózní část mezikomorového septa, *pars membranacea septi***: odstupuje od pravého vazivového trojúhelníku, tvoří horní část mezikomorového septa.

9.1.7. Převodní systém srdeční

Převodní systém srdeční je specializovaná srdeční svalovina, jejíž buňky - **myocyty** jsou málo stažlivé, zato jsou schopny spontánně tvořit akční potenciály a rychle je rozvádět ke všem částem pracovního myokardu. Akční potenciály stimulují pracovní myokard ke kontrakci. Převodní systém je, stejně jako pracovní myokard, zásobován tepennou krví z věnčitých tepen.

Svalovina převodního systému se od pracovního myokardu liší jak funkčně, tak morfoloogicky. Myocyty převodního systému se vyskytují v několika typech, vzájemně se lišících velikostí, počtem myofibril a obsahem glykogenu. Typické jsou **Purkyňovy myocyty** - velké buňky s malým počtem myofibril (tím minimální schopností kontrakce) a velkým množstvím glykogenu.

Části převodního systému (obr. 9.23)

- **Předsíňový uzlík** (sinusový uzel, sinuatriální uzlík, *nodus sinuatrialis*, Keith-Flackův uzel, S-a uzel): Tento přirozený pacemaker je uložen vysoko ve stěně pravé předsíně (mezi ústím horní duté žíly a pravým ouškem). Má vřetenovitý tvar a rozměry cca 5-9 x 3-5 mm.
- **Předsíňokomorový uzlík (*nodus atrioventricularis*, Aschoff-Tawarův uzel, a-v uzel)**: Uložen je pod endokardem pravé předsíně níž než uzlík předsíňový (vlevo od ústí sinus coronarius). Má eliptický tvar, je menší než předsíňový uzel - má rozměry cca 5 x 2 mm.
- **Meziuzlové a mezipředsíňové spoje**: Specializované morfoloogické spoje mezi předsíňovým x předsíňokomorovým uzlíkem a mezi předsíňovým uzlíkem x pracovním myokardem obou předsíní. Převádějí akční potenciály z předsíňového uzlu na pracovní myokard předsíní a na předsíňokomorový uzlík. Jejich existence byla definitivně potvrzena teprve nedávno. Průkaz těchto spojů vysvětlil již dříve známý fakt, že akční potenciály se

z předsíňového uzlíku šíří na pracovní myokard předsíní a na a-v uzel rychleji, než by odpovídalo prostému šíření vzruchu prostřednictvím málo vodivého pracovního myokardu. Před objevem těchto spojů se šíření vzruchů z předsíňového uzlu na myokard předsíní a na předsíňokomorový uzlík vysvětlovalo vlnovitým šířením vzruchů po pracovním myokardu na principu „šíření kol na vodě“.

- **Předsíňokomorový svazek (*fasciculus atrioventricularis*, Hisův můstek):** Tvoří přímé pokračování převodního systému, má tloušťku asi 3 mm. Proráží skrze pravý vazivový trojúhelník („uzlové místo skeletu srdečního“).
- **Pravé a levé raménko:** Tvoří pokračování atrioventrikulárního svazku. Probíhají po obou stranách mezikomorového septa pod endokardem komor.
- **Purkyňova vlákna:** Početná vlákna, v něž se rozpadají raménka převodního systému. Morfologicky i funkčně jsou koncovou částí převodního systému. Uložena jsou pod endokardem komor, tvořena Purkyňovými myocyty a přímo napojena na myocyty pracovního myokardu komor. Objevena byla jako první část převodního systému J. E. Purkyněm, o půl století dříve než další části převodního systému, tehdy ještě bez znalosti jejich funkce.

Funkční anatomie převodního systému

Předsíňový uzlík je přirozeným **pacemakerem** - **krokoměrem** srdečního rytmu (přirozeným kardiostimulátorem), tj. dominantním udavatelem srdečního rytmu, s klidovou frekvencí tvorby akčních potenciálů 70-80/min (tzv. **sinusový rytmus** srdeční). Z předsíňového uzlíku se akční potenciály postupně šíří - pomocí dalších částí převodního systému - na pracovní myokard předsíní a komor. Při námaze či rozrušení se akce srdeční zrychluje (vliv sympatiku). U trénovaných sportovců je akce srdeční pomalejší.

Klinická poznámka

Poruchy akce srdeční, vznikající při poškození převodního systému, se nazývají **srdeční arytmie**. Je-li vyřazen z činnosti předsíňový uzlík, přebírá jeho funkci předsíňokomorový uzlík, který má schopnost vytvářet pouze 40-60 vzruchů/min. Výsledkem je patologická **bradykardie** (zpomalená akce srdeční). Je-li převodní systém někde přerušen, vzniká porucha vedení vzruchu - **blok vedení**. Nejčastější je blok některého z ramének nebo blok Hisova můstku. Poruchy rytmu srdečního vznikají často u infarktu myokardu.

Ektopické vzruchy: Nazývají se tak akční potenciály, které vznikají mimo převodní systém a porušují pravidelnou akci srdeční.

Kardiostimulátor je přístroj, umístěný do těla pacienta s poruchou srdečního rytmu. Vytváří elektrické impulzy, které jsou elektrodou, zavedenou do dutin srdečních (nejčastěji do pravé komory), přiváděny k pracovnímu myokardu, který stimuluje ke kontrakci (obr. 9.24.).

9.1.8. Krevní cévy srdce

Tepennou krev pro svalovinu srdeční přivádějí **věňčité (koronární) tepny**, žilní krev ze srdeční stěny odvádějí **srdeční žíly**.

9.1.8.1. Věňčité tepny, *arteriae coronariae*

(Obr. 9.17.-9.19.)

Věňčité (koronární) tepny, aa. coronariae jsou dvě. Odstupují ze vzestupné aorty, těsně nad aortální chlopní. Probíhají po povrchu srdce pod epikardem, lehce vlnovitě (vlnovitý průběh vyhovuje objemovým změnám srdce při jeho činnosti). Kmen každé z věňčitých tepen vydává několik větví. V následujícím textu jsou jmenovány pouze větve nejvýznamnější.

- **Pravá věňčitá tepna, a. coronaria cordis dextra:** Kmen tepny je poměrně dlouhý. Po odstupu z aorty probíhá v pravé přední části věňčitého žlábků k pravému srdečnímu okraji a odtud - stále ve věňčitém žlábků - pokračuje dozadu na brániční plochu srdce, kde vydává do zadního mezikomorového žlábků svoji konečnou větev - **zadní mezikomorovou větev, r. interventricularis posterior**. Pravá věňčitá tepna zásobuje stěnu pra-

vé předsíně a komory, zadní část mezikomorového septa a k němu přilehlou malou část stěny levé komory.

- **Levá věnčitá tepna, *a. coronaria cordis sinistra***. Zásobuje stěnu levé předsíně a komory, přední část mezikomorového septa a k němu přilehlou malou část pravé komory. Kmen tepny je krátký (cca 1 cm). Po krátkém průběhu v levé přední části věnčitého žlábků se dělí ve **2 hlavní větve**:
 - **Přední mezikomorovou větev, *r. interventricularis anterior***, která sestupuje v předním mezikomorovém žlábků.
 - ***R. circumflexus*** (větev „ovíjívou“), který jako přímé pokračování kmene levé věnčité tepny směřuje ve věnčitém žlábků k levému srdečnímu okraji a zde zatačí - stále ve věnčitém žlábků - dozadu na diafragmatickou plochu srdce.

Krevní zásobení převodního systému srdečního

Systém je zásobován drobnými větvemi obou věnčitých tepen. Existuje zde však určitá variabilita.

Předsíňový uzel je nejčastěji zásobován z pravé věnčité tepny větvičkou ***a. nodi sinuatrialis***. Méně často odstupuje tato větvička z levé věnčité cesty. **Atrioventrikulární uzel a Hisův můstek** jsou obvykle zásobeny rovněž z pravé věnčité tepny. **Pravé a levé raménko** má obvykle zásobení z obou věnčitých tepen.

Anomálie koronárních tepen

Vyskytují se zřídka (cca u 0,004% populace). Závažné anomálie (např. existence jediné koronární tepny nebo odstup věnčité tepny z kmene plicního, kdy věnčitá tepna dostává pouze žilní krev) vedou k ischemii myokardu již v dětském věku.

Klinická poznámka

Klinikové mluví o **3 koronárních arteriích**, kterými rozumějí:

- **Pravou věnčitou tepnu**, kterou označují jako **RCA** (počáteční písmena anglického názvu tepny - **R**ight **C**oronary **A**rtery).
- **Přední mezikomorovou větev** levé věnčité tepny, kterou označují jako **RIVA** (z latinského názvu **R**amus **I**nter**v**entricularis **A**n**t**erior).
- **Ramus circumflexus** levé věnčité tepny, který označují jako **RC** (opět počáteční písmena latinského názvu větve).

Koronární tepny jsou funkčně konečné, což znamená, že mezi jejich větvemi sice existují anatomické anastomózy, avšak při náhle vzniklém uzávěru kmenů věnčitých tepen či jejich větví není kolaterální oběh schopen dostatečně zásobit myokard za uzávěrem. Z ischemie - nedokrevnosti pracovního myokardu vzniká rychle nekróza svaloviny za uzávěrem - **infarkt myokardu**. Nekróza se hojí málo pevnou vazivovou jizvou. Aby k poškození myokardu nedošlo, je nutno obnovit průtok krve v postižené tepně co nejdříve: provádí se medikamentózní rozpouštění krevní sraženiny - **trombolýza**, kterou je nutno ji zahájit co nejdříve. Při infarktu myokardu dochází téměř v polovině případů k poruchám rytmu srdečního z poškození svaloviny převodního systému.

Srdeční bypass je uměle vytvořená cévní spojka, která přemostuje místo zúžení či uzávěru věnčitých tepen (obr. 9.20).

Koronarografie:

Diagnostický výkon, kterým se vyšetřují koronární tepny pomocí jejich nástřiku RTG kontrastní látkou. Indikací je především **ischemická choroba srdeční** v chronické nebo akutní formě. Katétr se zavádí přes periferní tepny dolní či horní končetiny (tepnu stehenní, tepnu vřetenní) do aorty, až po její odstup z levé komory. Zde se sondují odstupy koronárních tepen a vstříkne se do nich RTG kontrastní látka. Na koronarografii může v případě potřeby (nálezu závažného zúžení věnčité tepny či její větve) navázat **koronární angioplastika**. Provádí se pomocí balónkového katétru a kovového **stentu**. V místě zúžení věnčité tepny se balónek katétru roztáhne a lumen cévy se tím dilatuje, následně se do dilatovaného lumen tepny implantuje kovový stent (kovová výstuž tepny), který lumen tepny udržuje trvale dilatován, obnovuje tak původní průsvit tepny a trvale zajišťuje dobré prokrvení myokardu za místem vloženého stentu.

9.1.8.2. Žíly srdce, *venae cordis*

(Obr. 9.21.-9.22.)

Žíly srdeční, *vv. cordis* probíhají, stejně jako věnčité tepny, po povrchu srdce pod epikardem. Ústí do dutin srdečních. Patří k nim:

- **Věnčitý sinus, *sinus coronarius*** sbírá ze stěny srdce více než polovinu (60 %) žilní krve. Je to krátká široká žíla, uložená v zadní části věnčitého žlábků a ústící samostatným otvorem do dutiny pravé předsíně. Do věnčitého sinu ústí několik delších žil, které pobíhají po povrchu stěny srdeční.
- **Přední srdeční žíly a nejmenší srdeční žíly, *venae cordis anteriores et venae cordis minimae*** odvádějí ze stěny srdce zbylých 40 % žilní krve. Jsou to drobné žíly, které ústí početnými malými ústími do dutin srdečních: přední srdeční žíly do pravé síně, nejmenší srdeční žíly do všech dutin srdce.

Klinická poznámka

Při **pravostranné srdeční katetrizaci** (viz dále) lze věnčitý sinus sondovat.

9.1.9. Nervy srdce

Akční potenciály vznikají v převodním systému srdečním a jsou jím rozváděny k myokardu, který stimuluje ke kontrakcím. Automatismus srdeční akce je tedy produktem samotného srdce. „Nastavení“ sinuatriálního uzlu (tj. frekvence srdeční) však ovlivňují **vegetativní nervy**: sympatické **srdeční nervy, *nervi cardiaci*** (z krčního a hrudního sympatiku) a parasympatické **srdeční větve, *rami cardiaci*** (větve n. vagus). Nepodléhají vůli.

- **Sympatikus** ekonomizuje práci srdce, zvyšuje tepovou frekvenci (způsobuje **tachykardii**), rychlost vedení vzruchu a sílu srdečního stahu.
- **Parasympatikus** má funkci opačnou - snižuje tepovou frekvenci (způsobuje **bradykardii**, v extrémních případech vyvolá podráždění parasympatiku **vagovou zástavu srdce**), rychlosti vedení vzruchu a sílu srdečního stahu.

Vedle vláken vegetativních má srdce také **vlákna senzitivní** (viscerosenzitivní). Ta vedou z myokardu do CNS čítí bolest. Proto pacient pociťuje nedokrevnost - ischemii myokardu bolestivě.

9.1.10. Zobrazení srdce

- **Skiografie srdce** (obr. 9.27.): Základem je nativní RTG snímek srdce v klasické zadopřední projekci. Pravou konturu stínu srdečního postupně tvoří směrem shora dolů: horní dutá žíla (rovný svislý úsek), pravá předsíň (oblouček), dolní dutá žíla (krátký svislý úsek nad bránicí, nemusí být patrný). Pravá komora se na pravé kontuře stínu srdečního nepodílí - její stěna totiž naléhá na přední stěnu hrudní a na bránici. Levou konturu stínu srdečního postupně tvoří směrem shora dolů: oblouk aorty (výrazný oblouček, „**aortální knoflík**“ rentgenologů), kmen plicní (oblouček), levé ouško (oblouček, často splývá s předchozím), levá komora (nejdelší oblouk). V případě potřeby se zhotovují také nativní RTG snímky srdce ve speciálních projekcích, např. v **šikmých projekcích** (v pravé šikmé projekci - postavení šermířském a v levé šikmé projekci - postavení boxerském).
- **MR srdce**
- **CT srdce**
- **Echokardiografie (sonografie) srdce**: neinvazivní ultrazvukové vyšetření srdce: Dle způsobu zobrazení se dělí na jednorozměrnou, dvojrozměrnou (zobrazuje černobíle anatomické řezy srdcem) a dopplerovskou (zobrazuje barevné anatomické řezy srdcem). Provádí se ultrazvukovou sondou přes hrudní stěnu = **transthorakální echokardiografie – TTE**. Je základním neinvazivním diagnostickým vyšetřením srdce. Při speciálních indikacích se provádí **transezofageální echokardiografie –**

TEE, kdy se sonda zavádí do jícnu, přes jehož stěnu se srdce vyšetřuje (indikací je např. nutnost vyšetření levého ouška, které nelze přes stěnu hrudní zobrazit).

- **Koronarografie:** zobrazení koronárních tepen pomocí jejich nástřiku kontrastní látkou.

Klinická poznámka

Katetrizace srdce

Invazivní diagnostická metoda, kdy se pod RTG kontrolou do srdečních dutin zavádějí cestou periferních krevních cév katétry (umělé hadičky o průsvitu 1-3 mm).

- Při **levostranné srdeční katetrizaci** se katétr zavádí retrográdně (proti směru toku krve) přes periferní tepny do aorty a jí až do odstupe koronárních tepen ze vzestupné aorty za účelem **koronarografie** (viz předchozí text), nebo přes vzestupnou aortu do dutiny levé srdeční komory, kam se instiluje RTG kontrastní medium = **ventrikulografie** (za účelem vyšetření funkce levé komory).

Přístupem do tepenného systému jsou tepny končetin: katétr se zavádí v krajně tříselné krajiny do tepny stehenní – a. femoralis nebo v krajně předloktí do tepny vřetenní – a. radialis (přístup přes tepnu vřetenní je v současnosti preferován pro menší riziko komplikací i pro zvýšení komfortu pacienta – zkracuje totiž dobu klidu na lůžku po výkonu). Při přístupu z tepny stehenní katétr postupuje přes vnitřní tepnu kyčelní, společnou tepnu kyčelní, břišní a hrudní aortu a oblouk aorty do vzestupné aorty a odtud do levé komory srdeční. Při katetrizaci z tepny stehenní se obvykle používá tzv. „pig-tail“ katétr, jehož konec je zahnut jako prasečí ocásek. Při přístupu z tepny vřetenní je cesta katétru kratší: z tepny vřetenní pokračuje do tepny pažní, tepny podpažní, tepny podklíčkové, oblouku aorty, vzestupné aorty a odtud do levé komory. Indikací pro výkon je nejčastěji ischemická choroba srdeční nebo chlopenní vady. V rámci levostranné katetrizace lze provést koronarografii i s následnou **angioplastikou**.

- **Pravostranná srdeční katetrizace** (poprvé provedena Forshamannem r. 1929 - později za toto obdržel Nobelovu cenu): katétr se zavádí přes dolní nebo horní dutou žílu do dutin pravého srdce - pravé před-síně, pravé komory, eventuálně až do kmene plicního. Přístupem do žilního systému je pravá žíla stehenní - v. femoralis dx, pravá žíla podklíčková - v. subclavia dx nebo pravá vnitřní žíla hrdelní - v. jugularis interna dx. Z žíly stehenní směřuje katétr do dolní duté žíly (přes vnitřní a společnou žílu kyčelní), z podklíčkové a vnitřní hrdelní žíly do horní duté žíly přes pravou hlavopažní žílu – v. brachiocephalica dx. Používá se buď balónkového Swan-Ganzova katétru (měkkého katétru opatřeného balónkem, který se nafukuje v pravé síni a poté je krevním proudem nesen ve směru toku krve do pravé komory a odtud do kmene plicního) nebo katétru bez balónku - tužšího, avšak ovladatelnějšího (při katetrizaci z v. femoralis). V jednotlivých dutinách srdečních se měří tlaky, odebírají vzorky syčení krve kyslíkem, eventuálně lze provést i **endomyokardiální biopsii**, tj. vyštípnutí malé části pracovního myokardu - cca o velikosti 2 mm - ze stěny pravého srdce pomocí speciálního katétru - tzv. **bioptomu**, na jehož konci se nacházejí speciální kleštičky. Endomyokardiální biopsie se provádí např. po transplantaci srdce k detekci imunitní reakce proti „cizímu srdci“ nebo při dg. kardiomyopatii.

- **Transseptální katetrizace** se zahajuje stejně jako pravostranná katetrizace, po vstupu katétru do pravé síně se pak pokračuje přes mezipředsíňové septum (probodnutím septa) do dutiny levé před-síně.

9.1.11. Vývoj srdce. Vrozené vady srdce

Znalost fylogeneze a ontogeneze srdce je klíčem k pochopení většiny vrozených vývojových vad lidského srdce. Uspořádání lidského srdce je výsledek dlouhého fylogenetického vývoje.

Vývoj srdce

Srdce ryb má pouze 1 před-síň a 1 komoru, srdce obojživelníků má již 2 před-síně, avšak pouze jedinou komoru, srdce plazů má 2 před-síně, avšak dosud neúplně vytvořenou přepážku mezi komorami – tedy 2 neúplně rozdělené komory, z nich odstupují 3 tepenné kmene: první, kmen plicnice, vede odkysličenou krev z pravé komory, další kmen, tzv. levostranná aorta, vede smíšenou krev z pravé komory a konečně třetí kmen, tzv. pravostranná aorta, vede kyslíkem bohatou krev z levé komory. Srdce ptáků je již čtyřdutinové se 2 (septem oddělenými) před-síněmi a 2 (septem oddělenými) komorami. Jednotlivé etapy fylogenetického vývoje se ve zkrácené podobě opakují i během ontogeneze lidského srdce v průběhu intrauterinního života.

Vrozené vady srdce

Z řady srdečních vad uvádíme pouze některé.

- **Přetrvávající oválný otvor, foramen ovale persistens:** Defekt mezipředsíňového septa patologicky přetrvávající do postnatálního života. Foramen ovale zůstává trvale široce postnatálně otevřeno. Odkysličená krev teče přes foramen ovale z pravé síně do levé síně, z ní do levé komory a odtud do aorty. Vada je hemodynamicky významná - je to cyanotická vada srdeční („blue baby“). Je to jedna z nejčastějších srdečních vad. Při nedokonalém uzavření oválného otvoru může také zůstat malá, často jenom pro špendlík prostupná komunikace mezi předsíněmi, hemodynamicky nevýznamná. Za určitých okolností se však přes tento malý otvor může „propasírovat“ krevní trombus z pravé předsíně do levého srdce. Odtud je nesen krevním proudem do tepenného systému, kde se zaklíní (podle své velikosti) v některé tepně menšího kalibru. Uzávěr tepny trombem způsobí ischemii tkáně za uzávěrem a její následnou nekrózu.
- **Transpozice velkých cév:** Těžká srdeční vada, kdy velké tepny odstupují z komor opačně: srdečnice z komory pravé a kmen plicní z komory levé. Donedávna byla inoperabilní a neslučitelná se životem. Dnes se již operuje.
- **Vrozené chlopenní vady: Vrozená stenóza (zúžení) či insuficience (nedomykavost) chlopní.** Větší stenóza či nedomykavost chlopenní je hemodynamicky významná: přes stenotickou chlopeň přitéká do oddílu za chlopní malé množství krve, kdežto nedomykavou chlopní se část krve, vypuzené systolou do určitého oddílu srdce, vrací nazpět do oddílu předchozího.

Klinická poznámka

Chlopenní vady jsou provázeny charakteristickými šelesty, slyšitelnými fonendoskopem. Hemodynamicky významné vady chlopní se řeší voperováním umělé chlopenní náhrady.

Dětská kardiologie zaznamenala v posledních letech velký pokrok a řada závažných vrozených vad srdce, dříve inoperabilních a často letálních, se dnes operuje. Některé z vad se dokonce operačně korigují již v době před narozením dítěte (**kardiologie plodového srdce**).

9.2. PŘEHLED KREVNÍCH CÉV

9.2.1. Obecná angiologie

(Obr. 9.28.)

Krevní cévy se dělí na **tepny – arterie, arteriae, žíly – vény, venae a vlasečnice – kapiláry**. Tepny vedou krev okysličenou, žíly odkysličenou (výjimku tvoří kmen plicnice, vedoucí odkysličenou krev ze srdce do plic a plicní žíly, vedoucí naopak okysličenou krev z plic do srdce). **Kapilární síť** je vsazena mezi tepenné a žilní řečiště (každá krevní kapilára má tudíž tepenný a žilní konec). Tepny a žíly probíhají obvykle pospolu, často je doprovází i nerv (tzv. **nervově-cévní svazek**). Tepny menšího kalibru jsou doprovázeny dvěma žilami.

Stěna tepen a žil je třívrstevná, stěna tepen je silnější a pružnější než stěna žil.

- **Tunica intima** je vnitřní vrstvou. Krevní cévy jsou vystlány **endotelem**.
- **Tunica media** je střední vrstvou a nejsilnější vrstvou stěny tepen. Střední vrstva stěny tepen obsahuje hladkou svalovinu a elastické vazivo – je pružná.
- **Adventicie** je zevní vazivová vrstva a nejsilnější vrstva stěny žil.

Stěna krevních kapilár je oproti popisu značně redukována.

Pulzová vlna

Při systole levé komory je krev vypuzována do aorty a pružná stěna vzestupné aorty se tím vydouvá. Vydutí postupuje po pružné stěně aorty a jejích větví do periferie, jako **pulzová vlna**.

Pulz: Rozepnutí pružné stěny tepen, které lze na některých tepnách palpat, někde i pozorovat. Viditelná bývá např. pulzace karotid.

Kolaterální (bočný) oběh (obr. 9.30.)

Sousední úseky některých tepen jsou na některých místech přemostěny **bočnými - kolaterálními - větvemi**. Také mezi sousedními tepnami jsou někde vytvořeny tepenné spojky. U tepen končetin zprostředkovávají kolaterální oběh především **tepenné sítě v okolí kloubů**.

Klinická poznámka

Při **uzávěrech tepen** - arteriosklerotickým plátem, trombem, embolem - umožňuje kolaterální oběh (více či méně hodnotně) tepenné zásobení části těla pod uzávěrem. Při neexistenci kolaterálního oběhu znamená uzávěr tepny nemožnost zásobit tkáň za uzávěrem tepennou krví, což má za následek jejich odúmrť - **nekrózu**. Na některých tepnách sice anatomické kolaterály existují, avšak nejsou funkčně plnohodnotné a v případě uzávěru tepny nejsou schopny plnohodnotně zásobit část těla pod uzávěrem. Takové tepny nazýváme **funkčně konečné**. Jsou jimi např. věnitě tepny nebo tepny mozku. Při uzávěru věnitých tepen či jejich větví vzniká nekróza myokardu za uzávěrem – **infarkt myokardu**, při uzávěru tepen mozku vzniká odúmrť parenchymu mozku za uzávěrem - **malacie mozku**.

Vzniká-li uzávěr tepny pomalu (měsíce, roky), obvykle je kolaterální řečiště schopno se do určité míry adaptovat. Fyziologické kolaterály se rozšíří a mohou tak převést větší množství krve. Následky pomalých uzávěrů jsou proto menší než následky brutálních akutních uzávěrů.

Lékařské řešení zúžení či uzávěru tepen

Při zúžení lumen tepen lze do některých tepen vložit rozšiřující výstuž - **stent** nebo lze zúžený úsek tepny bočně přemostit našitým štěpem = **bypass**. Následky trombotických uzávěrů některých tepen lze v prvních hodinách po vzniku příhody zmírnit medikamentózním rozpuštěním trombu - **trombolýzou**, nebo chirurgickým vynětím trombu - **trombektomií**.

Kolaterální krevní oběh má klinický význam také z pohledu podvazů tepen (při poranění tepen či některých chirurgických zákrocích). Jak již výše řečeno, mají některé tepny kolaterální oběh vyvinut dobře a podvaz tepny je zde spojen s malým rizikem. Jiné tepny však mají kolaterální oběh vyvinut méně a jejich podvaz je spojen s rizikem nekrózy části těla či orgánu pod uzávěrem. Další tepny mají kolaterální oběh vytvořen nedostatečně či vůbec a podvaz takové tepny je kontraindikován. V současnosti se před podvazy upřednostňuje chirurgická rekonstrukce tepen.

Malý krevní oběh

Jde o krevní oběh mezi **pravou srdeční komorou-plicemi-levou srdeční předsíní**. Odkysličenou krev z pravé komory odvádí **kmen plicní, truncus pulmonalis**, který se dělí v **pravou a levou tepnu plicní, a. pulmonalis dextra et sinistra** pro pravou a levou plíci. Okysličená krev z plic odtéká prostřednictvím **plicních žil** do levé síně. Plicní žíly jsou obvykle čtyři – dvě přicházejí z pravé, dvě z levé plíce.

Velký krevní oběh

Jde o krevní oběh mezi **levou srdeční komorou-cévami těla-pravou srdeční předsíní**. Okysličená krev z levé komory odtéká do **srdečnice - aorty**. Z aorty je vedena do jejích větví, dále do kapilárních sítí a z nich do žil těla. Velkými žilami - **horní a dolní dutou žilou** - se odkysličená krev vrací do srdce, do jeho pravé předsíně.

Portální - vrátnicový systém

Vrátnicová (ortální) žíla, v. portae odvádí živinami bohatou žilní krev z nepárových břišních orgánů (s výjimkou jater) do jater, jejichž buňkami (hepatocyty) jsou přiváděné živiny zpracovávány.

9.2.2. Přehled tepen

(Obr. 9.31.)

9.2.2.1. Srdečnice, aorta

Aorta je hlavní tepnou lidského těla. Jejími částmi jsou (obr. 9.32. - 9.33.):

- **Vzestupná aorta, *aorta ascendens***: Vystupuje z levé srdeční komory. Svými větvemi zásobuje srdce
- **Oblouk aortální, *arcus aortae***: Navazuje na vzestupnou aortu. Svými větvemi zásobuje hlavu, krk, horní končetiny a část hrudní stěny.
- **Sestupná aorta, *aorta descendens***: navazuje na aortální oblouk. Dělí se na 2 navazující části: **aortu hrudní, *aorta thoracica*** a **aortu břišní, *aorta abdominalis***. Hranicí mezi hrudní a břišní aortou je prostup aorty skrze otvor v bránici (*hiatus aorticus*). **Hrudní aorta** probíhá v hrudníku – v mediastinu. Větvemi zásobuje hrudní stěnu a část hrudních orgánů, s výjimkou plic (viz **funkční a výživný krevní oběh plic**) a srdce. **Břišní aorta** probíhá v retroperitoneu břišní dutiny. Svými větvemi zásobuje břišní stěnu a břišní orgány. Konečnými větvemi břišní aorty jsou 2 **společné tepny kyčelní, *aa. iliacae communes***.

9.2.2.1.1. Vzestupná aorta, *aorta ascendens*

(Obr. 9.32.- 9.33.)

Vystupuje z levé srdeční komory, v jejím odstupu je uložena **chlopeň aorty, *valva aortae***. Celková délka vzestupné aorty je asi 5 cm, do výše 2 cm je kryta perikardem. Její jediné větve jsou dvě **tepny věnčité**, odstupující těsně nad valvulami aortální chlopně. Zásobují myokard.

9.2.2.1.2. Oblouk aortální, *arcus aortae*

(Obr. 9.33.)

Navazuje na vzestupnou aortu. V normě je levostranný - tj. směřuje zprava doleva. Z jeho konvexity odstupují 3 větve. Jmenovány zprava doleva to jsou:

- **Kmen hlavopažní (hlavověpažní), *truncus brachiocephalicus***: větví se na **pravou společnou krkavici karotidu), *a. carotis communis dextra*** a **pravou tepnu podklíčkovou, *a. subclavia dextra***.
- **Levá společná krkavice (karotida), *a. carotis communis sinistra***.
- **Levá tepna podklíčková, *a. subclavia sinistra***.

Variety a anomálie aortálního oblouku (obr. 9.34.)

K odchylkám aortálního oblouku patří:

- Odchylky v počtu tepen, odstupujících z oblouku aorty. Jsou nejčastější.
- Odchylky v pořadí větví odstupujících z aortálního oblouku.
- Odchylky v průběhu a počtu aortálních oblouků. Jsou vzácné.

U člověka se embryonálně zakládá 6 párů aortálních oblouků. V normě se v definitivní aortální oblouk vyvíjí pouze jeden z nich (4. levý oblouk). Ostatní oblouky buď zanikají, nebo se přeměňují v úseky některých postnatálně existujících tepen. Původ variet a anomálií aortálního oblouku pramení z jeho ontogenezy: Některé oblouky či jejich části, které mají zaniknout, persistují, nebo naopak zaniknou oblouky či jejich části, které persistovat mají.

9.2.2.1.3. Sestupná aorta, *aorta descendens*

Má 2 části – **aortu hrudní** a **aortu břišní**. Hranicí mezi nimi je průchod sestupné aorty otvorem (*hiatus aorticus*) v bránici (obr. 9.45.).

Hrudní aorta (obr. 9.41.)

Navazuje na aortální oblouk, probíhá v hrudníku - v zadním mediastinu. Má důležité syntopické vztahy k dalším orgánům mediastina: jícnu, levé hlavní průdušce, hrudnímu mízovodu. Prochází otvorem (*hiatus aorticus*) v lumbální části bránice, společně s hrudním mízovodem.

Vydává větve nástěnné a větve orgánové (obr. 9.42.-9.44.).

- **Větve nástěnné** zásobují stěnu hrudní a bránici. Patří k nim **zadní tepny mezižebří, aa. intercostales posteriores**. Jsou to párové větve, probíhající v zadní části jednotlivých mezižebří, která zásobují. Jsou součástí **nervově-cévního mezižebřího svazku** (obr. 9.44.).
- **Větve orgánové** zásobují průduškový strom (zprostředkovávají tak **výživný oběh plic**) a část orgánů mediastina (jícen, osrdečník) (obr. 9.44.).

Pozor! Nezásobují myokard, který je zásoben věnitými tepnami ze vstoupné aorty. **Funkční oběh plic** zprostředkovává kmen plicní, který přivádí do plic krev k oxyličení.

Břišní aorta (obr. 9.46.-9.48.)

Leží v retroperitoneu břišní dutiny. Kaudálně podél ní probíhá dolní dutá žíla, kranálně však obě cévy divergují, takže otvory v bránici pro jejich prostup (*hiatus aorticus, foramen venae cavae*) jsou od sebe vzdáleny. Skrze bránici prostupuje společně s břišní aortou hrudní mízovod (v *hiatus aorticus*, po pravém boku aorty). Podél břišní aorty jsou uloženy lumbální mízní uzliny (*lymfonodi lumbales*), na aortě leží sympatická vegetativní pleteň *plexus aorticus*. Břišní aorta vydává větve pro břišní stěnu – **větve nástěnné** a větve pro orgány uložené v břišní dutině – **větve orgánové**.

Nástěnné větve jsou párové, zásobují břišní stěnu, včetně bránice. Orgánové větve se dělí na párové a nepárové. **Párové orgánové větve** (obr. 9.46., 9.49., 9.50.) zásobují párové břišní orgány uložené v retroperitoneu. K párovým orgánovým větvím náleží: **tepna pro nadledvinu, a. suprarenalis media, tepna ledvinná, a. renalis** (zásobuje ledvinu) a **tepny pro pohlavní žlázy**: u muže **tepna pro varle, a. testicularis**, u ženy **tepna vaječnicková, a. ovarica** (pohlavní žlázy se zakládají v retroperitoneu, prenatalně prodělávají sestup - varlata do skrota, ovaria do malé pánve, při sestupu si „táhnou“ tepny z místa svého vzniku). **Nepárové orgánové větve** zásobují nepárové břišní orgány uložené v dutině peritoneální. Jsou tři - jmenovány podle svého odstupu směrem kranio-kaudálním to jsou:

- **Břišní kmen, truncus coeliacus (tripus Halleri)** (obr. 9.51.-9.52.): Krátký tepenný kmen (o délce 1-2 cm), který vydává 3 větve (odtud název *tripus Halleri*). Zásobuje orgány supra-mezokolické části peritoneální dutiny: játra, žaludek, slezinu, supramezokolickou část dvanácterníku a slinivky břišní. Vydává větve: 1) **levou tepnu žaludeční, a. gastrica sinistra** (zásobuje levou část malého ohbí žaludku), 2) **společnou tepnu jaterní, a. hepatica communis** (dělí se ve větve zásobující játra, supramezokolickou část duodena a pankreatu, podílí se na výživě žaludku), 3) **tepnu slezinnou, a. lienalis** (zásobuje slezinu a část žaludku).
- **Horní tepna mezenterická (okružní), a. mesenterica superior** (obr. 9.46., 9.53.-9.54.) zásobuje inframezokolickou část slinivky břišní a dvanácterníku, celé jejunoileum a tlusté střevo po levé tračnickové ohbí. Vydává následující větve: 1) **větve pro lačnick a kyčelník - aa. jejunales et ileae**, početné větve, které probíhají v mezenteriu (peritoneálním závěsu tenkého střeva) a vytvářejí mezi sebou obloučkovité spojky - **arkády**, uložené nad sebou, 2) **větev pro konečný oddíl kyčelníku a pro slepé střevo - a. ileocolica**; její klinicky důležitou větví je **tepna pro červovitý přívěsek, a. appendicularis** (při apendektomii - chirurgickém odstranění apendixu - je ji nutno podvázat), 3) **pravou tračnickovou tepnu, a. colica dextra** zásobující vstoupný tračník, č) **střední tračnickovou tepnu, a. colica media** zásobující příčný tračník.

- **Dolní tepna mezenterická (okružní), *a.mesenterica inferior*** (obr. 9.46., 9.53., 9.54.) zásobuje tlusté střevo od levého tračnickového ohbí kaudálně, včetně horní části rekta. Vydává následující větve: 1) **levou tračnickovou tepnu, *a. colica sinistra*** pro sestupný tračník (anastomózuje se střední tračnickovou tepnou prostřednictvím klinicky významné **Riolanovy arkády**), 2) **tepny pro esovitý tračník, *aa. sigmoideae***, 3) **horní tepnu konečnickovou, *a. rectalis superior*** pro horní část konečníku.

9.2.2.2. Společné tepny kyčelní, *arteriae iliacae communes*

Pravá a levá společná tepna kyčelní, *a. iliaca communis dextra et sinistra* (obr. 9.46.) jsou konečnými větvemi břišní aorty. Vznikají štěpením (bifurkací) aorty ve výši obratel L4. Každá z nich se v malé pánvi (v úrovni štěrbinu křížokyčelního kloubu) dělí ve:

- **Vnitřní tepnu kyčelní, *a. iliaca interna***: probíhá v malé pánvi.
- **Zevní tepnu kyčelní, *a. iliaca externa***: z malé pánve směřuje pod vaz tříselný do cévní lakuny, kde přechází v tepnu stehenní. Podrobněji viz tepny dolní končetiny.

9.2.2.2.1. Vnitřní tepna kyčelní, *arteria iliaca interna*

Vnitřní tepna kyčelní, *a. iliaca interna* je párová tepna, která svými **nástěnnými větvemi** vyživuje stěnu malé pánve, **orgánovými větvemi** zásobuje většinu orgánů malé pánve a dolní část rekta.

Pozor! Tepna zásobuje vaječníky, zásobované párovými orgánovými větvemi břišní aorty, ani horní část rekta, zásobovanou rovněž větví břišní aorty.

Nástěnné větve vystupují z malé pánve přes *foramen supra-* a *infrapiriforme* do krajiny hýždové, jejíž struktury (svaly, kosti) zásobují.

Orgánové větve (obr. 9.55., 9.79.) jsou párové a vyživují většinu orgánů malé pánve a část zevního genitálu. Náleží k nim:

- **Tepna pupeční, *a. umbilicalis***: je součástí fetálního krevního oběhu a odvádí žilní krev z těla plodu přes pupečník do placenty k okysličení (viz fetální oběh); její dolní úsek po porodu vazivově obliteruje, horní úsek zůstává průchodný a zásobuje horní část močového měchýře (jako *a. vesicalis superior*).
- **Tepna pro dolní část močového měchýře, *a. vesicalis inferior***.
- U muže **tepna pro chámovod, *a. ductus deferentis***, u ženy **tepna děložní, *a. uterina***.
- **Střední tepna konečnicková, *a. rectalis media***: zásobuje střední část rekta.
- **Vnitřní tepna hrázová, *a. pudenda interna***: zásobuje krajinu hráze, část zevního genitálu, dolní část rekta. V malé pánvi probíhá mezi stěnou malé pánve a svalovým dnem pánevním (ve *fossa ischiorectalis* v Alcockově kanálu). Odtud pokračuje do krajiny hrázové.

Klinická poznámka

Děložní tepna se kříží s močovodem, což je nutno respektovat při operačním vynětí dělohy - **hysterektomii** (při nerespektování nebezpečí přetětí močovodu).

..

Tepny rekta pocházejí ze 3 zdrojů: 1) *a. rectalis superior* je větví dolní tepny okružní (orgánové větve břišní aorty), 2) *a. rectalis media* je větví vnitřní tepny kyčelní, 3) *a. rectalis inferior* je větví vnitřní tepny hrázové (větve vnitřní tepny kyčelní).

9.2.2.3. Tepny končetin

9.2.2.3.1. Tepny horní končetiny

Popis tepen horní končetiny (HK) začíná **tepnu podklíčkovou**. Stále tentýž tepenný kmen se podle své topografické polohy na horní končetině postupně nazývá **tepna podpažní, tepna pažní, 2 tepny předloktí: tepna vřetenní a tepna loketní, tepny ruky** (obr. 9.56.).

- **Tepna podklíčková, a. subclavia: Pravá a levá podklíčková tepna** odstupuje odlišně: pravá z kmene hlavopažního, levá přímo z aortálního oblouku (proto je levá tepna delší než pravá). Na krku tepna prochází (společně s nervovou pažní pletení) skrze štěrbinu skalenickou (úžinové místo pro tepnu i nervovou pažní pleteně), dále podbíhá (stále s nervovou pažní pletení) klavikulu (odtud název tepny) - probíhá zde mezi klíční kostí a 1. žebrem. Při zevním okraji 1. žebra vstupuje do prostoru axily, čímž přechází v tepnu podpažní. Na výživě HK se podílí málo, svými větvemi zásobuje především hlavu, krk a stěnu hrudní. Z významných větví tepny jmenujeme na tomto místě 1) **tepnu páteřní, a. vertebralis**, která se významně podílí na výživě mozku (bude o ní podrobněji hovořeno v kapitole „Tepny hlavy a krku“ a v kapitole „Centrální nervový systém“) a 2) **vnitřní hrudní tepnu, a. thoracica interna**, která odstupuje z tepny podklíčkové zrcadlově proti odstupu tepny páteřní. Sestupuje z krku do hrudníku přes horní hrudní aperturu a probíhá po zadní straně přední hrudní stěny paralelně s okrajem sternu, vzdálena od něj 1 cm. **Průběh tepny po stěně hrudní je nutno respektovat při punkci perikardu.** Vydává větve pro hrudní stěnu - **přední mezižeberní větve, rr. intercostales anteriores** (probíhají v přední části mezižeberních prostorů a v mezižeberních anastomózuji se zadními mezižeberními tepnami, které odstupují z hrudní aorty).
- **Tepna podpažní, a. axillaris** (obr. 9.57.): Je přímým pokračováním tepny podklíčkové. Probíhá v axile, kde ji obklopují svazky nervové pažní pleteně. Zásobuje oblast ramene, lopatky a část hrudní stěny. Společně s větvemi tepny podklíčkové vytváří v oblasti lopatky a ramenního kloubu tepenné kloubní síť - **síť lopatkovou a síť nadpažkovou, rete scapulae, rete acromiale**.
- **Tepna pažní, a. brachialis**: Je přímým pokračováním tepny axilární. Probíhá na paži v mediálním bicipitálním žlábků. Zásobuje paži a loketní kloub - společně s větvemi předloketních tepen vytváří tepennou **síť loketní, rete cubiti**.
- **Tepny předloktí - tepna vřetenní a loketní, a. radialis et ulnaris**: Obě jsou konečnými větvemi tepny pažní, vnikají jejím štěpením v loketní jamce. Probíhají po předloktí a jsou jeho „**magistrálními tepnami**“. Dosahují až na ruku, z předloktí na ruku vstupují mimo kanál karpální. Na ruce vydávají své konečné větve a vzájemně spolu anastomózuji. Jejich větve, společně s větvemi tepny pažní, vytvářejí tepennou síť v oblasti loketního kloubu.

Klinická poznámka

V distální třetině předloktí je vřetenní tepna uložena povrchově (kryta pouze fascií a kůží) a její **pulzace** je zde hmatná. Z předloktí vstupuje na hřbet ruky do *foveola radialis* (viz svaly horní končetiny), což je další místo hmatné pulzace.

- **Tepny ruky**: Jsou konečnými větvemi obou tepen předloktí. Dělí se na tepny dlaně a tepny hřbetu ruky.
- **Tepny dlaně**: Ve dlani spolu tepna vřetenní a tepna loketní anastomózuji prostřednictvím 2 dlaňových tepenných oblouků: **dlaňového oblouku povrchového, arcus palmaris superficialis** (je uložen přímo pod dlaňovou aponeurózou) a **dlaňového oblouku hlubo-**

kého, *arcus palmaris profundus* (je uložen hlouběji, až na mezikostních svalech). Oba oblouky spolu anastomózuji a zároveň anastomózuji i s tepnami hřbetu ruky. Z povrchové dlaňového oblouku odstupují větve pro výživu prstů (*aa. digitales palmares communes et propriae*).

- **Tepny hřbetu ruky** vytvářejí **tepennou síť v krajině zápěstí, *rete carpi dorsale***, na níž se podílejí obě tepny předloktí. Z této tepenné sítě odstupují větve pro výživu dorzální strany ruky a prstů. Jak již zmíněno, anastomózuji tepny hřbetu ruky s tepnami dlaně.

Tepenné sítě horní končetiny (obr. 9.56.)

Mají význam pro kolaterální oběh na horní končetině. Nacházejí se kolem kloubů horní končetiny.

- **Tepenná síť v oblasti ramenního kloubu a lopatky, *rete acromiale et scapulare***
- **Tepenná síť v oblasti loketního kloubu, *rete articulare cubiti***
- **Tepenná síť v oblasti zápěstí (radiokarpálního kloubu), *rete carpalae***

Podvazy tepen horní končetiny

Z hlediska možnosti funkčního kolaterálního oběhu (pro zabezpečení dostatečné výživy končetiny pod podvazem příslušné tepny) lze některé tepny HK podvázat, jiné nikoli. V současnosti jsou před podvazy tepen preferovány rekonstrukční operace, které spočívají v nahrazení poškozeného úseku tepny štěpem, nejčastěji žilním. Podvazy tepen se provádějí pouze v urgentní válečné medicíně.

Místa hmatného pulsu na tepnách HK (obr. 9.63.)

Pulz na tepně vřetenní palpujeme:

- V distální volární třetině předloktí, kde tepna probíhá povrchově, kryta pouze kůží
- Na hřbetu ruky ve foveola radialis

Místa komprese tepen horní končetiny

Znalost kompresních míst tepen je důležitá z pohledu první pomoci při stavění tepenného krvácení.

- **Tepna podklíčková:** komprese proti 1. žeburu nad vnitřní 1/3 klavikuly.
- **Tepna podpažní:** komprese proti humeru v axile.
- **Tepna pažní:** komprese proti humeru na vnitřním okraji paže - v sulcus bicipitalis medialis.
- **Tepna vřetenní a loketní:** komprese proti radiu a ulně v oblasti zápěstí na přední - ventrální straně předloktí.

9.2.2.3.2. Tepny dolní končetiny

Popis tepen dolní končetiny (DK) se začíná **zevní tepnou kyčelní**. Stejně jako u tepen HK jsou tepny DK tímž tepenným kmenem, jehož názvosloví je odvozeno od místa jeho topografického průběhu na dolní končetině. K tepnám dolní končetiny náleží: **zevní tepna kyčelní, tepna stehenní, tepna zákolenní, 2 tepny bérčové (přední tepna holenní, zadní tepna holenní), tepny nohy** (obr. 9.58.).

- **Zevní tepna kyčelní, *a. iliaca externa*** je silnější ze dvou konečných větví společné tepny kyčelní (obr. 9.59.). Z malé pánve míří pod vaz tříselný do cévní lakuny, kde přechází v tepnu stehenní.
- **Tepna stehenní, *a. femoralis*** začíná v cévní lakuně jako přímé pokračování zevní tepny kyčelní (obr. 9.60.). Pokračuje na přední stranu stehna, kde postupně probíhá

v trojúhelníku stehenním (zde je uložena povrchově a její pulzace je hmatná), dále na stehně (v přední krajině stehenní) probíhá šikmo, pod svalem křečkovským v subsartoriálním kanálu, nakonec vstupuje přes otvor v úponové šlaše velkého adduktoru do jámy zákolenní. Otvor představuje hranici mezi tepnou stehenní a zákolenní. Stehenní tepna zásobuje oblast stehna a svými větvemi se spolupodílí na vytvoření **tepenné sítě v oblasti kolenního kloubu, rete genus**. Její nejsilnější a funkčně důležitou větví je **hluboká tepna stehenní, a. profunda femoris**, která je téměř tak silná jako vlastní kmen stehenní tepny. Odstupuje z kmene stehenní tepny pod tříselným vazem a svými větvemi zásobuje většinu svalů stehna.

- **Tepna zákolenní, a. poplitea** je přímým pokračováním tepny stehenní. Hranicí mezi ní a tepnou stehenní tvoří otvor v úponové šlaše velkého adduktoru (obr. 9.61.). V jámě zákolenní je uložena nejhluběji z útvarů **nervově-cévního svazku zákolenního**. Vydává větve pro **tepennou síť kolenního kloubu, rete genus**.
- **Tepny bérce - přední a zadní tepna holenní, a. tibialis anterior et posteriori** - jsou konečnými větvemi tepny zákolenní. Odstupují z ní v distálním cípu jámy zákolenní. Svými koncovými větvemi dosahují až na nohu. Jsou **magistrálními tepnami bérce** a přispívají svými větvemi do **tepenné sítě v okolí kolenního kloubu a kotníků - rete articulare genus, rete articulare malleolare**. Tepenné sítě jsou významné (stejně jako tepenné sítě na HK) pro kolaterální oběh na DK.
- **Přední tepna holenní** probíhá na přední ploše bérce, z bérce pokračuje na hřbet nohy středem horního zánártního kloubu.
- **Zadní tepna holenní** probíhá na lýtku pod trojhlavým svalem lýtkovým - mezi ním a hlubokými svaly lýtky. Odtud pokračuje za vnitřní kotník a zpoza vnitřního kotníku vstupuje šikmo na plosku nohy. Na lýtku vydává silnou a důležitou větev **tepnu lýtkovou, a. fibularis (a. peronea)**. Ta končí, na rozdíl od obou bércových tepen, v oblasti zevního kotníku a na nohu nedosahuje. Tepny holenní vykazují velkou variabilitu (jedna z nich může dokonce chybět), kdežto **a. fibularis** je nejkonstantnější (a také vývojově nejstarší) tepnou bérce.
- **Tepny nohy** jsou koncovými větvemi tepen bércových (obr. 9.62.). Probíhají na hřbetě i plosce nohy a anastomózují mezi sebou.
- **Tepny hřbetu nohy** Jsou větvemi přední tepny holenní, která přechází z bérce na nohu středem horního zánártního kloubu a v proximální části tarzu (úroveň hlavice talu) vydává svoje větve. Tepny hřbetu nohy zásobují hřbet nohy a podílejí se na zásobení prstů nohy. Z tepen hřbetu nohy jmenujeme klinicky důležitou **hřbetní tepnu nohy, a. dorsalis pedis**, která probíhá v 1. intermetatarsálním prostoru. Tepny hřbetu nohy anastomózují s tepnami plosky nohy.
- **Tepny plosky nohy** jsou konečnými větvemi zadní tepny holenní, z níž odstupují za vnitřním kotníkem. Na plosku vstupují šikmo. Jsou dvě: **mediální a laterální plantární tepna, a. plantaris medialis et lateralis**. Zásobují oblast plosky nohy a podílejí se na zásobení prstů nohy. Na plantě anastomózují mezi sebou a zároveň anastomózují s tepnami hřbetu nohy.

Tepenné sítě dolní končetiny (obr. 9.58.)

Mají význam z hlediska kolaterálního oběhu na dolní končetině.

- **Tepenná síť v oblasti kolenního kloubu, rete articulare genus.**
- **Tepenná síť v oblasti kotníků, rete malleolare.**

Pro kolaterální oběh na dolní končetině mají dále význam: existence hluboké tepny stehenní, tepenné magistrály na bérce, anastomózy mezi tepnami hřbetu a plosky nohy.

Podvazy tepen dolní končetiny

Provádějí se pouze v rámci urgentní chirurgie a respektují možnosti kolaterálního oběhu na dolní končetině. Preferuje se chirurgická rekonstrukce tepen.

Místa hmatné pulzace tepen dolní končetiny (obr. 9.62., 9.63.)

- V trojúhelníku stehenním pod vazem tříselným palpací pulzace tepny stehenní.
- Za vnitřním kotníkem palpací pulzace zadní tepny holenní.
- Na hřbetu nohy - proximálně ve štěrbině mezi 1. a 2. metatarzem palpací pulzace hřbetní tepny nohy.

9.2.2.4. Tepny hlavy a krku

Na zásobení struktur hlavy a krku se podílejí (obr. 9.35.):

- **Společná pravá a levá krkavice (karotida), *a. carotis communis dextra et sinistra*.** Pravá společná krkavice odstupuje z kmene hlavopažního, levá přímo z aortálního oblouku.
- **Pravá a levá tepna podklíčková, *a. subclavia dextra et sinistra*.** Pravá tepna podklíčková odstupuje z kmene hlavopažního, levá z aortálního oblouku.

9.2.2.4.1. Společná krkavice, *arteria carotis communis*. Zevní a vnitřní krkavice, *arteria carotis externa et interna*

Společná krkavice (karotida), *a. carotis communis* (obr. 9.36.-9.38.) je součástí nervově cévního svazku krční (společná krkavice, vnitřní žíla hrdelní, bloudivý nerv). Na krku se v karotickém trojúhelníku větví ve své konečné větve - **zevní a vnitřní krkavici (karotidu), *a. carotis externa et interna***.

Klinická poznámka

Kompresi společné krkavice - jako první pomoc při stavění krvácení z karotidy - lze provést v úrovni hmatného dolního okraje štítné chrupavky, proti příčnému výběžku obratle C6 (*tuberculum caroticum*), před níž tepna probíhá.

Zevní krkavice, *a. carotis externa* opouští hned při svém odstupu ze společné karotidy nervově-cévní krční svazek. Z karotického trojúhelníku pokračuje přes dolní čelist (za úhlem dolní čelisti) do obličejové části hlavy, kde v krajině parotidomastoidní vstupuje do parenchymu příušní žlázy, v němž vydává svoje konečné větve. Podílí se na výživě struktur krku (svalů i orgánů - hltanu, hrtanu, štítné žlázy), vyživuje většinu extrakraniálních struktur hlavy (např. svaly mimické, kůže obličejové části hlavy, měkké pokrývky lebni, sliznici dutiny nosní a ústní, jazyk, zuby horní i dolní čelisti), dutinu středoušní. Nezásobuje mozek ani očníci. Z intrakraniálních struktur zásobuje pouze tvrdou plenu mozkovou. Za svého průběhu vydává 8 větví (obr. 9.40.). **Větve** se dle svého odstupu z obvodu kmene zevní krkavice dělí na **ventrální, mediální, dorzální a konečné**. Větve ventrální jsou 3, větev mediální je pouze 1, větve dorzální jsou 2, větve konečné jsou rovněž 2.

Ventrální větve odstupují z ventrálního obvodu tepny v trojúhelníku karotickém. Jmenovány dle místa svého odstupu kaudo-kraniálně to jsou:

- **Horní tepna štítná, *a. thyroidea superior*:** Nejkaudálnější z ventrálních větví. Zásobuje útroby krční – hrtan a štítnou žlázu.
- **Tepna jazyková, *a. lingualis*:** Odstupuje z kmene na krku nad tepnou předchozí. Zásobuje jazyk a spodinu ústní dutiny.
- **Tepna tvářová, *a. facialis*:** Odstupuje na krku nejkraniálněji z ventrálních větví. Přebíhá mandibulu a pokračuje do obličejové části hlavy, kde probíhá vlnovitě mezi mimickými svaly ke koutku ústnímu, křídlu nosnímu a konečně až k vnitřnímu koutku oka. Zásobuje struktury obličejové části hlavy podél nich probíhá (kůži, mimické svaly).

Klinická poznámka

Pulzace tepny je hmatná při přechodu tepny přes mandibulu před předním okrajem m. masseter, kde tepna probíhá povrchově (je kryta pouze snopci platysmy). Ve stejném místě lze stavět krvácení z tepny přitlačením jejího kmene proti dolní čelisti.

Mediální větev:

- **Vzestupná hltanová tepna, a. pharyngea ascendens:** Je nejslabší větví zevní karotidy. Odstupuje z jejího mediálního obvodu. Zásobuje hltan, podílí se na zásobení dutiny středoušní, z intrakraniálních struktur vyživuje tvrdou plenu v zadní jámě lební.

Dorzální větev:

- **Tepna týlní, a. occipitalis:** Odstupuje na krku ze zadního obvodu zevní karotidy, pokračuje na zadní stranu krku (do krajiny šíjové) a nakonec do týlní krajiny hlavy. Vyživuje měkké pokrývky lební v týlní krajině a tvrdou plenu mozkovou v zadní jámě lební.
- **Zadní tepna boltcová, a. auricularis posterior:** Odstupuje na krku ze zadního obvodu karotidy (nad odstupem tepny týlní. V konečném úseku probíhá za ušním boltcem (odtud její název). Zásobuje m. sternocleidomastoideus, ušní boltec a měkké pokrývky lební v krajině týlní.

Konečné větve odstupují z kmene zevní krkavice v krajině parotideomasesterické, uvnitř parenchymu příušní žlázy.

- **Povrchová spánková tepna, a. temporalis superficialis:** Slabší z obou konečných větví zevní karotidy. Odstupuje z kmene zevní karotidy za jejího průběhu v obličejové části hlavy, uvnitř parenchymu příušní žlázy. Stoupá před boltcem ušním do krajiny spánkové. Její větve pokračují do krajiny čelní a temenní. Zásobuje příušní žlázu, struktury zevního ucha (boltce ušní, zevní zvukovod), čelistní kloub, měkké pokrývky lební v krajině spánkové, čelní a temenní.

Klinická poznámka

Pulzace tepny je hmatná před zevním zvukovodem, nad horním obvodem tragu (obr. 9.63.).

- **Tepna čelistní, a. maxillaris:** Silnější ze dvou koncových větví zevní krkavice. Odstupuje z kmene zevní karotidy uvnitř příušní žlázy. Probíhá na vnitřní straně krčku mandibuly, pokračuje do jámy podspánkové, (zde probíhá mezi žvýkacími svaly křídlovými) a nakonec vstupuje do jámy křídlově-patrové. Zde vydává konečné větve, které otvory a štěrbinami ve stěně jámy křídlově-patrové vstupují do očnice, k zubům horní a dolní čelisti, do dutiny ústní a dutiny nosní. Zásobuje žvýkací svaly, zuby horní a dolní čelisti, tvrdé a měkké patro, část dutiny nosní, podílí se na výživě dutiny středoušní. Její klinicky důležitá větev **střední plenová tepna, a. meningea media** vstupuje do lebky skrze otvor trnový - *foramen spinosum* a podmiňuje otisky na vnitřním povrchu šupiny kosti spánkové a kosti temenní. Vyživuje tvrdou plenu ve střední jámě lební.

Klinická poznámka

A. meningea media může být přerušena při lineárních zlomeninách báze lební (sousední okraje zlomené kosti ji „přestříhnou“ jako nůžky. Následkem je život ohrožující tepenné krvácení pod tvrdou plenu mozkovou (**epidurální krvácení** - viz centrální nervový systém).

Vnitřní krkavice, a. carotis interna (obr. 9.35-9.37)

Odstupuje ze společné krkavice na krku – v trojúhelníku krčním, *trigonum caroticum*. Při svém odstupu je větvenovitě rozšířená v **karotický sinus**. Na krku větve nevydává. Do lebky vstupuje přes kanál v pyramidě kosti spánkové (*canalis caroticus*). Při a po vstupu do lebky je dvakrát esovitě zakřivena a tvoří **karotický sifon**.

Klinická poznámka

Ve stěně karotického sinu jsou tlakové receptory (baroreceptory), regulující krevní tlak. Tlakem na karotický sinus dochází reflexně ke snížení krevního tlaku. Někteří jedinci mají karotický sinus extrémně dráždivý a k výraznému snížení krevního tlaku s následnou ztrátou vědomí může dojít i při poměrně malém tlaku na sinus: tzv. „syndrom těsného límečku od košile“.

Svémi větvemi zásobuje intrakraniální struktury: mozek (společně s tepnou podklíčkovou) a obsah očnice (kouli oční a přídatné orgány oka).

Má 4 části:

- **Pars cervicalis** probíhá na krku jako součást nervově cévního svazku krčního (společně s vnitřní hrdelní žilou a bloudivým nervem).
- **Pars petrosa** prostupuje lební bází přes pyramidu spánkové kosti, v karotickém kanálu.

- **Pars cavernosa:** po výstupu z karotického kanálu probíhá v nitrolbí po stranách tureckého sedla, uvnitř kavernózního splavu (viz splavy tvrdé pelny). *Pars petrosa* a *pars cavernosa* je dvojnásobně esovitě zakřivena a tvoří **karotický sifon**.
- **Pars cerebialis:** úsek v nitrolbí od výstupu ze *sinus cavernosus* po vydání koncových větví pro mozek a očníci.

9.2.2.4.2. Tepna podklíčková, *arteria subclavia*

O tepně byla již pohovořeno u tepen horní končetiny. Pravá **tepna podklíčková** odstupuje z kmene hlavopažního, levá přímo z oblouku aorty. Na krku probíhá ve *skalenické štěrbině*, *fissura scalenorum* (společně s nervovou pažní pletení) a skrze štěrbinu mezi klíční kostí a 1. žebrem vstupuje (opět společně s nervovou pažní pletení) do axily. Zevní okraj 1. žebra je hranicí mezi ní a tepnou podpažní (obr. 9.35, 9.56.).

Klinická poznámka

Skalenická štěrbinu a štěrbinu mezi 1. žebrem a klavikulou jsou pro podklíčkovou tepnu a nervovou pažní pletěň anatomickými úžinami, v nichž mohou být jmenované struktury za určitých okolností utlačeny (podrobněji v kapitole periferní nervový systém).

Tepna se podílí na zásobení mozku a struktur krku (zásobuje část svalů a útrobu krku - podílí se na výživě štítné žlázy a hltanu), horní části kanálu páteřního s míchou a obaly míšními.

Z jejích několika větví jmenujeme pouze 2:

- **Tepnu páteřní, a. vertebralis:** Probíhá přes *foramina transversaria* krčních obratlů. Do lebky vstupuje přes týlní otvor. Před vstupem do lebky je esovitě zakřivena („**vertebrální sifon**“ kliniků). Na klivu kosti týlní se obě tepny páteřní spojí v **tepnu bazální, a. basilaris**. **Tepny páteřní a tepna bazální** zásobují (společně s vnitřní karotidou) mozek (podrobněji viz kapitola „Centrální nervový systém“).
- **Vnitřní hrudní tepnu, a. thoracica interna**, která již byla zmíněna u tepen horní končetiny (viz tam).

9.2.2.5. Tlakové body tepen

Tlakové body jsou místa, kde tepna pobíhá blízko kosti a lze ji proto manuálně stlačit proti kostěnému podkladu. Jejich znalost je důležitá při stavění tepenného krvácení v rámci první pomoci.

- **Obličejový tlakový bod** - stavění krvácení z obličejové části hlavy. Stlačení **tepny tvářové, a. facialis** proti tělu dolní čelisti: zde tepna přechází ve 2/3 vzdálenosti mezi bradou a úhlem dolní čelisti přes tělo dolní čelisti.
- **Krční tlakový bod** - stavění krvácení z oblasti hlavy a krku. Stlačení **společné krkavice, a. carotis communis** na krku ve výšce štítné chrupavky hrtanu - laterálně od ní (stlačení společné karotidy proti příčným výběžkům krčních obratlů).
- **Podklíčkový tlakový bod** - stavění krvácení z oblasti proximální části horní končetiny. Stisknutí **tepny podklíčkové, a. subclavia** za jejího průchodu mezi klíční kostí a 1. žebrem (stlačení tepny proti 1. žeburu).
- **Pažní tlakový bod** - stavění krvácení z horní končetiny. Stisknutí **tepny pažní, a. brachialis** na vnitřní straně paže v mediálním bicipitálním žlábků (stlačení tepny proti humeru).
- **Tříselný tlakový bod** - stavění krvácení z dolní končetiny. Stisknutí **tepny stehenní, a. femoralis** v přední krajině stehenní pod středem tříselného vazů (stlačení tepny proti femuru).
- **Břišní tlakový bod** - stavění krvácení z **aorty**. Stlačení břišní aorty přes břišní stěnu proti bederní páteři.

9.2.3. Přehled žil

Specifika žilního systému (obr. 9.29.)

- Žíly velkého krevního oběhu vedou odkysličenou krev směrem k srdci. Odkysličenou krev z těla přivádí do pravé síně **horní a dolní dutá žíla, v. cava superior** et **v. cava inferior**. Žilní krev bohatou živinami přivádí do jater **žíla vrátnicová, v. portae**.
- Žíly se popisují po směry toku krve - tedy z periferie k srdci.
- Oblast těla, ze které příslušné žíly odvádějí krev, se označuje pojmem **sběrná (tributární) oblast** příslušné žíly. Mluvíme také o **žilní drenáži** té které části těla.
- Většina žil má **chloupě**, které usměrňují a usnadňují tok žilní krve směrem k srdci. Velké široké žíly však chloupě nemají (např. horní a dolní dutá žíla)
- Na lidském těle existuje **systém hlubokých a povrchových žil** (povrchové žíly krku, trupu, končetin). Oba systémy spolu anastomózuji. Fyziologický směr toku krve je ze žil povrchových do žil hlubokých.
- Většina hlubokých žil nese stejný název jako tepny, podél kterých hluboké žíly probíhají. Jsou však určité výjimky: např. odlišné názvosloví dolní duté žíly a břišní aorty.
- Povrchové žíly nemají v tepenném systému obdobu. Probíhají v podkoží nad povrchovou fascií. Na konstantních místech skrze povrchovou fascii prorážejí a ústí do žil hlubokých.
 - Významné povrchové žíly krku: **v. jugularis externa, v. jugularis anterior**
 - Významné povrchové žíly trupu: **vv. thoracoepigastricae, vv. epigastricae superficiales**
 - Významné povrchové žíly končetin: **v. cephalica et basilica** na HK, **v. saphena magna et parva** na DK.
- Na některých místech těla jsou vytvořeny **žilní pleteně** (např. kolem orgánů malé pánve).

9.2.3.1. Horní dutá žíla, vena cava superior

Horní dutá žíla, v. cava superior je široká a krátká žíla (průsvit 2 cm, délka 6-7 cm), která nemá chloupě (obr. 9.64., 9.65.).

Její tributární oblastí je hlava, krk, obě horní končetiny, hrudní stěna a část hrudních orgánů. Uložena je v hrudníku - v mediastinu. Její poloha zde je excentrická - leží vpravo od středové roviny. Ústí samostatným otvorem do pravé srdeční předsíně. Jejími kořenovými přítoky jsou **2 žíly hlavopažní (pravá a levá), v. brachiocephalica dextra et sinistra**, jejichž soutokem horní dutá žíla vzniká.

9.2.3.2. Žíly hlavopažní, venae brachiocephalicae

Žíly hlavopažní (hlavověpažní), **vv. brachiocephalicae** se (vzhledem k excentrické poloze horní duté žíly, jejímiž kořenovými přítoky jsou) liší délkou i průběhem: pravá hlavopažní žíla je krátká (3 cm) a má téměř svislý průběh, levá je dvojnásobně dlouhá (6 cm) a má průběh šikmý.

Každá z obou hlavopažních žil vzniká soutokem **vnitřní žíly hrdelní, v. jugularis interna** a **žíly podklíčkové, v. subclavia**. Soutok vnitřní žíly hrdelní a žíly podklíčkové se nazývá **žilní úhel, angulus venosus** (obr. 9.66). Do žilního úhlu ústí na obou stranách velký **mízní kmen** - vpravo **pravý mízní kmen, vlevo hrudní mízovod** (viz lymfatický systém).

9.2.3.3. Dolní dutá žíla, vena cava inferior

Dolní dutá žíla, v. cava inferior (obr. 9.46., 9.67-9.68.) je široká žíla (při ústí do pravé předsíně má průměr 2,5-3 cm), delší než horní dutá žíla. Vzniká v retroperitoneu břišní dutiny soutokem **pravé a levé společné žíly kyčelní, v. iliaca communis dextra et sinistra**. Probíhá zprvu při

pravém boku aorty, kraniálně se od aorty odklání, takže otvory v bránici pro vstup dolní duté žíly a aorty (*foramen v. cavae, hiatus aorticus*) jsou od sebe vzdáleny. Za svého průběhu v břišní dutině se klade na spodní plochu jater a podmiňuje na nich široký otisk. Po prostupu bránicí vstupuje do perikardu (přirostlého shora na šlašité centrum bránice) a ústí do pravé předsíně. Její hrudní úsek je tedy velmi krátký. Nemá - stejně jako horní dutá žíla - chlopně. Sbírá žilní krev ze struktur pod bránicí: z obou dolních končetin, ze stěn a orgánů malé pánve, ze stěny břišní, z párových břišních orgánů (nadledvin, ledvin, pohlavních žláz - vaječnicků a varlat /tyto se zakládají jako břišní orgány, poté prodělávají sestup/) a z jediného nepárového orgánu břišního - jater.

Z nepárových orgánů peritoneální dutiny teče žilní krev do **vrátnicové žíly** (viz dále) a jí do jater. Po průtoku játry odtéká žilní krev z jater prostřednictvím **jaterních žil** do dolní duté žíly.

Kmenovými přítoky dolní duté žíly jsou **společné žíly kyčelní, vv. iliaca communes**, jejichž soutokem vzniká.

Další přítoky:

- **Parietální přítoky** sbírají žilní krev ze stěn břišních a odpovídají nástěnným větvím břišní aorty a mají s nimi souhlasnou nomenklaturu.
- **Viscerální přítoky** (obr. 9.69): Odvádějí žilní krev z párových břišních orgánů (včetně pohlavních žláz, které se jako párové břišní orgány před svým sestupem zakládají), odpovídají párovým orgánovým větvím břišní aorty a mají s nimi také společné názvy. Navíc sbírá dolní dutá žíla krev z jater, prostřednictvím 3-4 krátkých **žil jaterních, vv. hepaticae**.

9.2.3.4. Společné žíly kyčelní, *venae iliaca communes*

Pravá a levá společná žíla kyčelní, v. iliaca communis dextra et sinistra (obr. 9.67.) jsou kmenovými přítoky dolní duté žíly. Každá z nich vzniká (v úrovni štěrbin křížokyčelního kloubu) soutokem **zevní a vnitřní žíly kyčelní, v. iliaca externa et interna**.

Protože dolní dutá žíla leží v retroperitoneu excentricky - vpravo od aorty, liší se společné žíly kyčelní délkou i průběhem: pravá je kratší a probíhá vertikálněji než levá (situace obdobná asymetrii pravé a levé žíly hlavopažní).

Drénují dolní končetiny (prostřednictvím svých přítoků - **zevních žil kyčelních**) a stěnu a orgány malé pánve (prostřednictvím **vnitřních žil kyčelních**). O zevních žilách kyčelních bude pohovořeno v kapitole „Žíly končetin“.

9.2.3.4.1. Vnitřní žíla kyčelní, *vena iliaca interna*

Vnitřní žíla kyčelní, v. iliaca interna je párová žíla, která je, společně s párovou zevní žílou kyčelní, kořenovým přítokem společné žíly kyčelní. Její **nástěnné přítoky** odvádějí krev ze stěn pánve a odpovídají nástěnným větvím vnitřní tepny kyčelní.

Její **orgánové přítoky** sbírají krev z orgánů malé pánve (s výjimkou vaječnicků, z nichž odtéká krev do dolní duté žíly) a odpovídají orgánovým větvím vnitřní tepny kyčelní. Žilní krev z orgánů malé pánve však odtéká nejprve do **žilních pletení, plexus venosi**, vytvořených kolem orgánů malé pánve (obr. 9.70.). Tyto žilní pleteně jsou mezi sebou propojeny. Teprve z těchto pletení se redukcí konstituují jednotlivé žíly - orgánové přítoky vnitřní žíly kyčelní.

Klinická poznámka

Zpomalení toku krve v žilních plexech malé pánve představuje nebezpečí vzniku žilního **trombu** (krevní sraženiny). Žilní trombus se může utrhnout a být nesen krevním proudem do pravého srdce a odtud do plic = **plicní trombembolie**, což ohrožuje život pacienta. Zvýšené riziko **žilní trombózy** je zejména u starších déle ležících pacientů.

Žilní pleteně kolem orgánů malé pánve (obr. 9.70.):

- **Žilní pleteně kolem močového měchýře a prostaty, *plexus venosus vesicalis et prostaticus*.** Z ní odtéká krev do žil močového měchýře, *vv. vesicales*.
- **Žilní pleteně kolem dělohy a pochvy, *plexus venosus uterinus et vaginalis*.** Obě pleteně spolu souvisejí a nesou společný název *plexus uterovaginalis*. Krev z pletení odtéká do žil dělohy, *vv. uterinae*.
- **Žilní pleteně kolem konečníku, *plexus venosus rectalis*.** Z pleteně je krev odváděna dvěma směry: z dolní části pleteně do dolní duté žíly, z horní části pleteně do vrátnicové žíly = **klinicky důležitá oblast portokaválních anastomóz.**

9.2.3.5. *Vena azygos et hemiazygos*

V. azygos et hemiazygos vzájemně propojují řečiště obou dutých žil a představují proto významné **kavo-kavální anastomózy** (obr. 9.65.). Vznikají pod bránicí, v retroperitoneu dutiny břišní - **v. azygos** vpravo, **v. hemiazygos** vlevo.

Obě žíly prostupují bránicí (její lumbální částí) - každá samostatným otvorem - do hrudníku. Zde probíhají v zadním mediastinu, po stranách hrudní páteře, **v. azygos** opět vpravo, **v. hemiazygos** vlevo.

V. hemiazygos ústí (ve výši obratle Th 7-9) do **v. azygos**. **V. azygos** ústí (ve výši obratle Th4) do horní duté žíly.

Sbírají krev z hrudní a břišní stěny, z páteře a pátečního kanálu, z části hrudních orgánů a části orgánů mediastina.

České názvy - pro **v. azygos** - **nepárová žíla** a pro **v. hemiazygos** - **zpola nepárová žíla** - se v praxi nepoužívají. Každá z obou žil vzniká pod bránicí soutokem 2 žil, odvádějících krev ze stěny břišní: **vzestupné žíly bederní, v. lumbalis ascendens** + **žíly podžeberní, v. subcostalis**.

9.2.3.6. *Žilní pleteně páteřní, plexus venosi vertebrales*

Žilní pleteně páteřní, *plexus venosi vertebrales* jsou uloženy uvnitř páteřního kanálu jako **vnitřní žilní pleteně páteřní, *plexus venosi vertebrales interni*** (v epidurálním prostoru, mezi periostem kanálu páteřního a tvrdou plenou) a kolem páteře jako **zevní žilní pleteně páteřní, *plexus venosi vertebrales externi***. Obojí pleteně jsou vytvořeny v celé délce páteře a vzájemně propojeny. Krev teče z hlubokých páteřních pletení do pletení povrchových. Ze zevních žilních pletení páteřních odtéká krev do žil, patřících do povodí obou dutých žil. Žilní páteřní pleteně jsou tedy, stejně jako **v. azygos et hemiazygos**, **kavo-kaválními anastomózami**.

9.2.3.7. *Povrchové žíly přední stěny trupu*

V podkoží přední stěny trupu je vytvořena bohatá síť povrchových žil, vzájemně mezi sebou anastomózujících.

- **Hrudníko-nadbřiškové žíly (pravá a levá), *vv. thoracoepigastricae (v. thoracoepigastrica dx et sin)*** v podkoží anterolaterální stěny hrudní.
- **Nadbřiškové povrchní žíly, *vv. epigastricae superficiales (v. epigastrica superficialis dx et sin)*** v podkoží přední stěny břišní a **povrchové žíly v okolí pupku**.

Z povrchových žil hrudníku a břicha odtéká krev do horní i dolní duté žíly - žíly tedy představují **kavo-kavální anastomózy**.

9.2.3.8. *Kavo-kavální anastomózy*

Jsou to žilní anastomózy mezi horní a dolní dutou žilou. Hlavními kavo-kaválními anastomózami jsou:

- **V. azygos et hemiazygos**
- **Žilní páteřní pleteně**
- **Povrchové žíly přední stěny trupu**

Klinická poznámka

Při obstrukci žilního řečiště v horní či dolní duté žíle může žilní krev jmenovanými kavo-kaválními anastomózami místo uzávěru obejít.

9.2.3.9. Žíly končetin

Žíly horní končetiny patří do povodí **horní duté žíly**, žíly dolní končetiny do povodí **dolní duté žíly**. Dělí se na **povrchové** a **hluboké**. Všechny mají chlopně.

Povrchové žíly končetin probíhají v podkoží, kde vytvářejí **žilní síť**.

Hluboké žíly končetin doprovázejí tepny (jako **vv. committantes**, l. committo - spojuji, svazuji), názvosloví žil je stejné jako názvosloví tepen, podél nichž probíhají. Tepny menšího kalibru jsou doprovázeny 2 hlubokými žilami, tepny většího kalibru již pouze 1 hlubokou žilou.

Povrchové a hluboké žíly končetin jsou vzájemně propojeny, v normě teče krev z povrchových do hlubokých žil. Propojení povrchových a hlubokých žil realizují:

1. **Dlouhé povrchové žíly**: na horní končetině **v. cephalica et v. basilica** (**boční pažní žíla** a **přístřední pažní žíla** - české názvy se však prakticky nepoužívají), na dolní končetině **velká a malá saféna**, **v. saphena magna et parva**. Dlouhé povrchové žíly končetin prorážejí, po delším podélném průběhu v podkoží končetiny, na konstantních místech povrchovou fascii a ústí do hlubokých končetinových žil.
2. **Krátké transfasciální spojky - perforátory**, **vv. perforantes**. Tyto vícečetné krátké spojky odstupují v predilekčních místech kolmo z povrchových žil, prorážejí povrchovou fascii a ústí do hlubokých žil. **Klinicky významné jsou především perforátory na dolní končetině.**

9.2.3.9.1. Žíly horní končetiny

Povrchové žíly horní končetiny (obr. 9.71.)

Jsou vytvořeny na celé horní končetině. Prosvítají kůží - zejména na hřbetu ruky, na volární straně zápěstí a v jamce loketní (**zde je možná venepunkce**).

Začínají na ruce jako povrchové žíly prstů, dlaně a hřbetu ruky (na hřbetu ruky jsou početnější a vytvářejí zde pleteně - **rete venosum dorsale manus**). Krev teče z povrchových žil dlaně do žil hřbetu ruky.

Ze žilní sítě hřbetu ruky odstupuje na radiální straně **v. cephalica** (**boční pažní žíla**), na ulnární straně **v. basilica** (**přístřední pažní žíla**). Obě žíly probíhají v podkoží volární strany předloktí a paže - **v. cephalica** laterálně, **v. basilica** mediálně.

Vedle jmenovaných dlouhých žil je v podkoží předloktí i paže vytvořena síť dalších povrchových žil, která je s **v. cephalica** a **v. basilica** propojena.

- **V. cephalica**

Po odstupu z žilní pleteně hřbetu ruky probíhá v podkoží, při radiálním okraji volární strany horní končetiny, podélně - postupně na předloktí, v jamce loketní, v laterálním bicipitálním žlábků a v žlábků deltoideopektorálních (mezi mediálním okrajem deltového svalu a laterálním okrajem velkého prsního svalu). Pod klíční kostí prostupuje fascií (**hiatus cephalicus**) a ústí do hluboké **žíly podpažní**.

- **V. basilica**

Po odstupu z žilní pleteně hřbetu ruky (začíná jako *v. salvatella* na malíkové straně ruky; l. *saluto* – zdravít: staří Římané zdravili zvednutím předloktí a ruky natočené malíkovou stranou dopředu). Probíhá při ulnárním okraji volární strany horní končetiny - postupně na předloktí, v jamce loketní a nakonec na paži, v mediálním bicipitálním žlábků. V dolní polovině mediálního bicipitálního žlábků proráží povrchovou fascii (*hiatus basilicus*) a ústí do hlubokého žilního systému - do jedné ze dvou **žil pažních, vv. brachiales**.

Propojení v. cephalica a v. basilica v jamce loketní (obr. 9.72.)

Obě dlouhé povrchové žíly jsou zde vzájemně propojeny šikmou spojkou. Propojení vykazuje značnou variabilitu - může mít tvar písmene V, N, či M. **Úprava žil ve fossa cubiti je klinicky významná z hlediska venepunkce ve fossa cubiti.**

Hluboké žíly horní končetiny

Probíhají podél tepen a mají s nimi shodné názvosloví. Na ruce, předloktí a paži jsou zdvojené, tepna axilární a tepna podklíčková je doprovázena již pouze jedinou hlubokou žilou. Jsou propojeny s povrchovými žilami horní končetiny (prostřednictvím *v. cephalica*, *v. basilica* a perforátorů). Úprava žilních chlopní umožňuje, že krev teče ze žil povrchových do žil hlubokých.

9.2.3.9.2. Žíly dolní končetiny

Povrchové žíly (obr. 9.73.)

Podobně jako na ruce je i na plosce a hřbetu nohy vytvořena bohatá síť povrchových žil (*rete venosum plantare et dorsale pedis*). Žíly planty a hřbetu nohy jsou vzájemně propojeny, žilní krev teče z povrchových žil planty do povrchových žil hřbetu nohy (obdobně jako na ruce z povrchových žil dlaně do žil hřbetu ruky). Ze žilní sítě hřbetu nohy se konstituují 2 dlouhé žíly dolní končetiny: **velká a malá saféna, v. saphena magna et parva**.

▪ **Velká saféna, v. saphena magna**

Začíná z podkožní sítě hřbetu nohy na straně palcové. V podkoží dolní končetiny probíhá suprafasciálně, a to postupně před vnitřním kotníkem, mediálně na bérce a v krajině kolenní (na šířku dlaně od předního obvodu kolene) a nakonec na stehně - v přední krajině stehenní. Zde - v trojúhelníku stehenním - proráží povrchovou fascii (*hiatus saphenus*) a ústí do hluboké **žíly stehenní**.

Před vyústěním do *v. femoralis* přibírá drobné povrchové žíly z dolní končetiny, ze stěny břišní a z krajiny hrázové. V okolí *hiatus saphenus* je povrchová fascie stehenní cedníkovitě proděravěná (*fascia cribrosa*) od cév a nervů, které přes ni prostupují.

Velká saféna je propojena s hlubokým žilním systémem:

- Svým, svrchu popsáním, vyústěním do žíly stehenní v trojúhelníku stehenním.
- Systémem několika **perforátorů, vv. perforantes**. Perforátory odstupují kolmo z kmene velké safény za jejího průběhu na bérce a stehně. Ústí do hlubokých žil bérce a stehna. **Mají poměrně konstantní umístění a jsou klinicky významné.**

▪ **Malá saféna, v. saphena parva**

Začíná z dorzální sítě povrchových žil hřbetu nohy na straně malíkové. Probíhá suprafasciálně v podkoží dolní končetiny - postupně za zevním kotníkem a dále středem lýtko do jámy zákolenní, kde proráží povrchovou fascii a ústí do hluboké **žíly zákolenní, v. poplitea**. S hlubokým žilním systémem dolní končetiny je propojena:

- Svrchu svým, svrchu popsáním, vyústěním do *v. poplitea* v jámě zákolenní.

- Prostřednictvím několika **perforátorů**, které z ní kolmo odstupují za průběhu na bérce, prorážejí fascii a ústí do hlubokých žil bérce. **Perforátory mají konstantní umístění a jsou klinicky významné.**

Klinická poznámka

Propojení velké a malé safény s hlubokým žilním systémem dolní končetiny pomocí **perforátorů** je klinicky důležité. Perforátory, mající konstantní umístění, se nacházejí především nad vnitřním kotníkem a v oblasti bérce. Jsou opatřeny chlopněmi, které usměřňují tok krve z povrchových do hlubokých žil. Při insuficienci chlopní perforátorů se směr toku žilní krve obrací a krev teče ze žil hlubokých do žil povrchových. Tenkostěnné povrchové žíly, přeplněné krví a nemající oporu v podkoží, se trvale rozšiřují, vznikají **žilní městky - varixy**. Ty bývají nejmohutněji vytvořeny právě v místech perforátorů.

Hluboké žíly dolní končetiny

Stejně jako na končetině horní probíhají podél tepen a jsou propojeny s povrchovými žilami. Jejich názvosloví je shodné s názvoslovím tepen, které doprovázejí. Na noze a bérce jsou zdvojené, **žila zákolenní a stehenní** je již pouze jedna.

9.2.3.10. Žíly hlavy a krku

Odvádějí žilní krev z obličejové i mozkové části hlavy - ze struktur extrakraniálních i intrakraniálních - a ze struktur a orgánů krku. Extrakraniální a intrakraniální žíly jsou vzájemně propojeny.

9.2.3.10.1. Žíly hlavopažní, *venae brachiocephalicae*

Žíly hlavopažní (pravá a levá), v. brachiocephalica dextra et sinistra (obr. 9.65.) jsou kořenovými přítoky horní duté žíly. Drénují hlavu, krk a horní končetiny. Každá z nich vzniká soutokem **vnitřní žíly hrdelní a žíly podklíčkové**. Soutok obou žil se nazývá **žilní úhel**. Podrobněji popis byl již podán v předchozím textu.

9.2.3.10.2. Vnitřní žíla hrdelní, *vena jugularis interna*

Vnitřní žíla hrdelní, v. jugularis interna je párová žíla (pravá a levá), která začíná ve *foramen jugulare* jako přímé pokračování esovitého splavu. Na krku probíhá podél útrobu krčních (v parafaryngeálním a paraviscerálním krčním prostoru), jako součást nervově cévního svazku krčního (společně s bloudivým nervem a společnou a vnitřní krkavicí). V žilním úhlu se spojuje s žilou podklíčkovou v žílu hlavopažní. Vnitřní žíla hrdelní má přítoky intrakraniální a extrakraniální.

Intrakraniální přítoky

Odvádějí krev z nitrolbí (z mozku a obalů mozkových, z kostí lebečních, očníce a vnitřního ucha). Jsou propojeny s extrakraniálními žilami (buď přímo či prostřednictvím jiných intrakraniálních přítoků).

K intrakraniálním přítokům vnitřní žíly hrdelní patří:

- **Žíly mozkové, vv. cerebri:** Dělí se na **hluboké** (drénují hluboké struktury mozku) a **povrchové** (drénují povrchové struktury mozku, probíhají po jeho povrchu). Jsou vzájemně propojeny. Odvádějí krev do splavů tvrdé pleny.
- **Žíly plen mozkových, vv. meningeae:** odvádějí krev z tvrdé pleny mozkové). Doprovázejí meningeální tepny a mají s nimi shodné názvosloví.

- **Splavy mozkové (splavy tvrdé pleny mozkové), *sinus durae matris*** jsou široké žíly s redukovanou stěnou, zavzaté do tvrdé pleny mozkové, *dura mater*. Jsou mezi sebou propojeny. Většina z nich probíhá po vnitřním povrchu lebky a vytváří na lebečních kostech otisky (viz lebka). Ty, které po povrchu lebky neběží, probíhají v duplikaturách tvrdé pleny.

Duplikatury tvrdé pleny: Dvojlisty tvrdé pleny, které se vsouvají mezi části mozku. Mezi oběma polokoulemi mozkovými se nachází **srp mozkový, *falx cerebri***, nad mozečkem je v zadní jámě lební „stanovitě“ rozepjato **tentorium mozečku (stan mozečku), *tentorium cerebelli***. Podrobněji viz „Centrální nervový systém“.

Zde jmenujeme pouze část mozkových splavů:

- **Horní šíповý splav, *sinus sagittalis superior*:** Nepárový splav, probíhající zepředu dozadu v konvexitě srpů mozkového - tedy v jeho horní části.
 - **Příčný splav, *sinus transversus*:** Párový splav, navazující na předchozí v místě zevní týlní drsnatiny, *protuberantia occipitalis interna*, odkud pokračuje laterálně po šupině kosti týlní
 - **Esovitý splav, *sinus sigmoideus*:** Párový splav tvoří pokračování předchozího. Má esovitý průběh (odtud název). Probíhá po kosti spánkové k *foramen jugulare*, kde ústí do vnitřní žíly hrdelní.
 - **Kavernózní (dutinkový) splav, *sinus cavernosus*:** Párový, klinicky významný splav, uložený po obou stranách tureckého sedla. Kavernózní splavy obou stran jsou vzájemně propojeny. Uvnitř splavu probíhá kavernózní část vnitřní krkavice, ve stěně splavu probíhají okohybné nervy a n. V/1 (viz „Hlavové nervy“). Splav je propojen se žilní pletení vně lebky (*plexus pterygoideus*) prostřednictvím žil očních a žilní spojky, která prochází bází lební v otvoru oválném.
 - **Dolní šíповý splav, *sinus sagittalis inferior*:** Nepárový splav neprobíhá po povrchu lebečních kostí, ale v konkavitě srpů mozkového (v jeho dolním okraji).
 - **Přímý splav, *sinus rectus*:** Nepárový splav neprobíhá po povrchu lebečních kostí, ale v místě styku srpů mozkového a tentoria mozečku. Vepředu navazuje na horní šíповý splav, vzadu ústí do pravého či levého příčného splavu.
Oba posledně jmenované splavy probíhají v duplikaturách tvrdé pleny mozkové mimo povrch lebky, na lebce proto nezanechávají otisk.
- **Diploické žíly, *vv. diploicae*** propojují meningeální žíly a mozkové splavy s extrakraniálními žilami měkkých pokrývek lebních. Probíhají v diploických kanálech spongiózy plochých kostí lebeční klenby.
 - **Výtokové žíly, *vv. emissariae*** propojují mozkové splavy s extrakraniálními žilami. Probíhají v kanálcích lebky, obecně označovaných jako **emisária**.
Většina emisárií není konstantní, existuje velká individuální variabilita (viz lebka). Jako konstantní emisárium funguje otvor oválný v bází lební, jehož obsahem je, kromě třetí větve trojklanného nervu (n. V/3), drobná žilní pleteň (*plexus venosus foraminis ovalis*), která propojuje kavernózní sinus s **křídlovou žilní pletení (*plexus pterygoideus*)**, uloženou vně lebky v jámách na laterální straně lebky (jámou podspánkovou a jámou křídlopatrovou).
 - **Žíly oční (horní a dolní oční žíla), *vv. ophthalmicae (v. ophthalmica superior et inferior)*** probíhají v očníci a odvádějí z ní žilní krev. Jsou mezi sebou propojeny a zároveň propojují kavernózní sinus se žilní **křídlovou pletení**.

Extrakraniální přítoky

Odvádějí krev z povrchových struktur hlavy (z krajin obličejové a mozkové části hlavy), ze struktur krku.

Část extrakraniálních přítoků odpovídá větvím zevní karotidy, část větvím tepny podklíčkové, další období v tepenném systému nemají. Z posledně jmenovaných uvádíme alespoň **křídlo-**

vou pleteň, *plexus pterygoideus* - žilní pleteň uloženou v jámách na laterální straně lebky (v jámě podspánkové a jámě křídlopatrové). Je propojena s kavernózním sinem.

Klinický význam

Hnisavé procesy z obličeje se mohou šířit žilní retrográdní cestou (přes spojky extrakraniálních a intrakraniálních žil) do nitrolbí - do *kavernózního splavu* a způsobit pak závažnou **hnisavou tromboflebitidu kavernózního ssplavu**.

9.2.3.11. Žíla vrátnicová, *vena portae*

Žíla vrátnicová (obr. 9.74., 9.77.) odvádí žilní, živinami bohatou krev (poměrně dobře však syce-nou kyslíkem) z nepárových orgánů břišní dutiny (žaludku, slinivky břišní, střev, sleziny) do ja-ter. Má délku 6 - 8 cm, průsvit asi 2 cm. Probíhá k játrům (v malém omentu, rozepjatém od žaludku a horní části dvanácterníku k orgánové ploše jater), do jater vstupuje v brance jaterní. Vzniká za hla-vou slinivky břišní soutokem **kořenových (hlavních) přítoků vrátnicové žíly** (kterými jsou **horní okružní žíla** a **žíla slezinná**). Zevní kořeny vrátnicové žíly přibírají další přítoky z nepárových orgá-nů břišních.

Kořenové i další přítoky vrátnicové žíly odpovídají nepárovým viscerálním větvím břišní aorty, které doprovázejí:

- **Kořenové přítoky** (také „zevní kořeny v. portae“): **v. lienalis** a **v. mesenterica superior**. Do nich ústí **v. gastrica sinistra et dextra, v. gastroepiploica sinistra, v. mesenterica inferior**
- **Přípupeční žíly, vv. paraumbilicales**
Nemají obdobu v tepenném řečišti. Jsou to drobné, avšak **klinicky významné žíly**. Propojují povrchové žíly břišní stěny (drénované do systému obou dutých žil) s řečištěm vrátnicové žíly (viz **porto-kavální anastomózy**). Jsou pozůstatkem fetálního oběhu, probíhají podél **lig. teres hepatis**.

9.2.3.12. Porto-kavální anastomózy

Porto-kavální anastomózy jsou klinicky důležité spojky mezi systémem vrátnicové žíly a sys-témem obou dutých žil.

Za fyziologických poměrů jimi protéká pouze malé množství krve. Klinického významu nabývají při ztíženém průtoku krve játry, kdy realizují „obchvat“ portálního řečiště a varikózně se rozšiřují.

Nejdůležitější porto-kavální anastomózy jsou vytvořeny (obr. 9.75.):

- **V oblasti kardie žaludku:** spojky mezi žilami žaludku (**v. gastrica dx et sin.**), drénovanými do vrátnicové žíly a žilami jícnu (**vv. oesophageae**), drénovanými do systému **v. azygos et hemiazygos**, a jimi do horní a dolní duté žíly.
- **V oblasti konečníku:** ze žilní pleteně kolem rekta, **plexus rectalis** se žilní odtok děje dvojí cestou - z horní části pleteně do vrátnicové žíly, z dolní části pleteně do dolní duté žíly.
- **V krajině pupku:** **vv. paraumbilicales**, drénované do vrátnicové žíly, komunikují s podkožními žilami přední strany trupu, drénovanými do obou dutých žil (viz žíla vrátnicová a fetální oběh plodu).

Klinická poznámka:

Porto-kavální anastomózy nabývají klinického významu za patologických stavů, kdy je - obvykle při cirhóze ja-terní - ztížen průtok krve játry (**portální hyperenze**). V takovém případě žilní krev „obtéká“ jaterní krevní řečiště a je přetlačována přes porto-kavální anastomózy ze systému vrátnicové žíly do systému dutých žil. Následkem zvýšeného průtoku krve porto-kaválními spojkami dochází k jejich varikóznímu rozšíření, vznikají:

1. **Jícnové varixy:** rozšířené žíly pod sliznicí břišní části jícnu, při vyústění jícnu do žaludku.
2. **Medúzina hlava, „caput Medusae“:** varikózně rozšířené a vinuté žíly v podkoží břicha, rozbíhající se od pupku centrifugálně do krajiny pupeční. Vystupující žilní kresba v podkoží břicha připomíná rozevláté vlasy bájně Medúzy (obr. 9.76.).
3. **Hemorhoidy:** rozšířené žíly pod sliznicí rekta.

Hemorhoidy ovšem vznikají častěji bez portální hypertenze, z méněcennosti žilní stěny. Příčinou bývá často sedavé zaměstnání.

9.2.4. Fetální krevní oběh

Fetální cirkulace má od postnatálního krevního oběhu řadu odlišností (obr. 9.78.-9.81.).

Fetální krev se obohacuje kyslíkem a živinami v placentě. Kysličník uhličitý a katabolity látkové přecházejí z krve plodu do krve matky opět v placentě. K míšení krve plodu a krve matky v placentě však nedochází. Transport krve mezi cévním řečištěm plodu a placentou obstarávají pupečnickové cévy: 1 **žilá pupečnicková, v. umbilicalis** a 2 **tepny pupečnickové, aa. umbilicales**. Žíla pupečnicková vede z placenty do těla plodu krev okysličenou (a živinami bohatou). V těle plodu probíhá ke spodní ploše jater a přivádí krev do dolní duté žíly. Její propojení s dolní dutou žilou je realizováno spojkou (zkratem), zvanou **žilní dučež (žilní vývod), ductus venosus (Aranzii)**. Tato spojka vynechává jaterní řečiště (cesta obchvatu: **žilá pupečnicková - žilní dučež - dolní dutá žíla**).

Párová **tepna pupečnicková** odstupuje na obou stranách z vnitřní tepny kyčelní. Vede odkysličenou krev z těla plodu přes pupečník do placenty.

Do pravé srdeční síně je krev přiváděna dutými žilami. Dolní dutá žíla přivádí do srdce 1) okysličenou krev z placenty, 2) malou porci odkysličené krve z dolní poloviny těla plodu (většina odkysličené krve totiž odtéká z těla plodu přes tepny pupečnickové do placenty k okysličení). Okysličená a odkysličená krev se v dolní duté žíle nemísí, proudí ve vrstvách - laminárně: tepenná krev v jedné, odkysličená krev v druhé vrstvě. Horní dutá žíla vede do pravé síně odkysličenou krev z horní poloviny těla plodu.

Většina krve z pravé síně - s velkou porcí krve okysličené - je vedena pravo-levým předsíňovým zkratem přes **oválný otvor, foramen ovale** do předsíně levé, odtud do levé komory a z ní do aorty.

Tělo plodu je zásobeno krví z aorty a jejích větví. Ve vzestupné aortě a oblouku aortálním teče krev dobře sycená kyslíkem. Mozek plodu je (větvemi oblouku aorty), zásoben krví bohatou na kyslík, což je důležité pro jeho vývoj. Menší část krve z pravé předsíně - krve málo sycené kyslíkem - teče do pravé komory a odtud do kmene plicního. Fetální plíce ovšem nedýchají a proto krev plicní řečiště obtéká. Pro tento účel je mezi plicním kmenem a konečným úsekem oblouku aorty (po odstupu větví pro hlavu a krk) vytvořena **cévní tepenná spojka (dučež) - Botalova dučež, ductus arteriosus Botalli**, která převádí krev z plicního kmene přímo do aorty. Po vústění Botalovy dučeže do aorty se sycení krve v aortě snižuje a krev také již proudí bez laminárního vrstvení. Horní část těla plodu dostává tedy krev kyslíkem bohatší (prostřednictvím větví aortálního oblouku) než dolní část těla (zásobovaná větvemi hrudní a břišní aorty).

Změny cirkulace po narození

Po podvázání pupečníku a po zahájení dýchací činnosti plíc novorozence dochází k:

- Rozvinutí plic (rozvinutí alveolů) a mohutnému zvýšení průtoku krve plicním řečištěm.
- Uzávěru oválného otvoru (k tomu vede změna tlakových poměrů v předsíních srdečních se zvýšením tlaku krve v levé předsíni. Zprvu se *foramen ovale* uzavírá pouze přitlačením vzájemně se překrývajících částí předsíňového septa, později dojde k uzavěru vazivem - vyvíjí se *fossa ovalis*).
- Obliteraci tepenné Botalovy dučeže.
- Obliteraci pupečnickových cév i žilní dučeže.

Postnatální rezidua po fetálním oběhu (obr. 9.81.)

- **Fossa ovalis:** vazivově obliterované *foramen ovale*.
- **Lig. arteriosum:** obliterovaná *Botalova dučej*.
- **Lig. umbilicale laterale:** párový vaz směřující k pupku. Jde o vazivově obliterovanou *pravou a levou tepnu pupečnickovou*. Pouze krátký počáteční úsek tepny pupečnickové zůstává průchodný jako **horní tepna močového měchýře, a. vesicalis superior** (viz větve vnitřní kyčelní tepny).
- **Lig. teres hepatis:** obliterovaná břišní část *žily pupečnickové* na viscerální ploše jater (viz játra - zaživací systém). **Vv. paraumbilicales:** přetrvávající tenké žíly, probíhající podél *lig. teres hepatis*.
- **Lig. venosum:** obliterovaná *venózní dučej* na viscerální ploše jater (viz játra, „Zaživací systém“).

Klinická poznámka

Některé části fetální cirkulace mohou po narození patologicky perzistovat jako **vrozené vývojové vady** srdce: např. **foramen ovale persistens** (neuzavřené foramen ovale), **ductus arteriosus persistens** (neuzavřený ductus arteriosus).

9.3. LYMFATICKÝ SYSTÉM, SYSTEMA LYMFATICORUM

9.3.1. Složky lymfatického systému

Lymfatické orgány

- **Lymfatické uzliny:** Jsou vloženy do systému mízních cév.
- **Mandle – tonsily:** jsou součástí Waldeyerova mízního kruhu (viz dále).
- **Slezina, lien (splen)**
- **Brzlík, thymus**

Lymfoidní tkáň ve sliznici tenkého střeva

Lymfatická tkáň se ve sliznici tenkého střeva nachází ve formě drobných uzlíků (*lymfonodi solitarii*) a ve formě větších nakupenin lymfatické tkáně (*lymfonodi agregati* - **Peyerské plaky**) /podrobněji viz zaživací systém/.

Klinická poznámka

Veškerá lymfoidní tkáň hraje nezastupitelnou roli v imunitních pochodech organismu. Obsahuje **T- lymfocyty** (thymodependentní, produkováné thymem) a **B-lymfocyty** (bursodependentní, produkováné ostatními lymfatickými tkáněmi). T-lymfocyty stimulují aktivitu B-lymfocytů a makrofágů a zabíjejí buňky, které jsou tělu cizí (tyto lymfocyty jsou označovány natural killer cells). B-lymfocyty jsou producenty imunoglobulinů.

Lymfatické (mízní) cévy (obr. 9.82., 9.83.)

Lymfatické (mízní) cévy se dělí na **lymfatické kapiláry, sběrné lymfatické cévy a velké mízní kmeny**. Mají menší průsvit a tenčí stěnu než cévy krevní. Vedou mízu – lymfu. Lymfa je ultrafiltrátem krevní plasmy. Je to bezbarvá čirá tekutina, pouze v dutině břišní mléčně zkalená emulgovanými kapénkami vstřebaných tuků (**chylus**).

- **Lymfatické kapiláry** začínají ve tkáních slepě (na rozdíl od kapilár krevních, které jsou vsazeny mezi tepny a žíly a mají proto žilní a tepenný konec), mají chlopně, tvoří síť.
- **Sběrné lymfatické cévy - lymfatické kolektory, vasa lymphatica, collectores lymphatici** se konstituují ze sítí lymfatických kapilár. Mají chlopně (charakteristická je dilatace stěny mízní cévy v místě chlopní, což je dobře patrné na **lymfogramu** jako „růžencovitá“ vyklenutí stěny lymfatických cév). Do jejich průběhu jsou vloženy **lymfatické uzliny**.
- **Mízní kmeny, trunci lymphatici** jsou nejsilnější mízní cévy, které vznikají spojením odvodných lymfatických cév velkých skupin mízních uzlin. Stavbou stěny se podobají žilám malého kalibru.

Lymfatické (mízní) uzliny, *lymfonod (nodi) lymphatici*

Lymfatické (mízní) uzliny Jsou drobné lymfatické orgány (o rozměrech několika mm) hráškovitého, ovoidního či fazolovitého tvaru, měkké konsistence. Jsou uloženy ve skupinách a vsazeny do systému lymfatických cév.

Do každé mízní uzliny přitéká lymfa prostřednictvím několika **přívodných lymfatických cév, vasa afferentia**, které do uzliny vstupují na různých místech povrchu. Po průtoku lymfy uzlinou odtéká lymfa jedinou **odvodnou lymfatickou cévou, vas efferens**, které vystupuje v hilu uzliny. V hilu uzliny vstupují a vystupují také krevní cévy uzliny.

Oblast těla, z níž sbírá určitá skupina uzlin lymfu, se nazývá **sběrná - tributární oblast** příslušných uzlin. Skupina uzlin, která sbírá lymfu z určité krajiny či části těla tvoří **regionální uzliny** příslušné krajiny či části těla.

Klinická poznámka

V klinické mluvě se pro lymfatické cévy používá termínu **lymfatika**.

Část lymfatických uzlin je uložena povrchově a přístupná palpaci, eventuálně biopsii. Část uzlin je uložena hluboko v dutinách tělních a přístupná při operačních výkonech.

RTG znázornění lymfatických cév a uzlin: vpravení kontrastní látky do lymfatického systému se nazývá **lymfografie** (příslušný snímek je **lymfogram**). Hluboké uzliny je možno zviditelnit také ultrazvukem či pomocí magnetické rezonance.

Mízní uzliny slouží jako „filtr“ lymfy, která se takto „zbavuje“ nežádoucích mechanických i biologických příměsí (pigmentů, bakterií, nádorových buněk) a současně obohacuje o lymfocyty. Nádorové buňky jsou po určitou dobu v uzlině zadrženy (část jich je zde dokonce zničena), později jsou však mízou protékající uzlinou odnášeny do dalších lymfatických uzlin. To se označuje jako **metastazování**. Lymfatickou cestou metastazují karcinomy.

9.3.2. Hlavní mízní kmeny

Hlavní mízní kmeny jsou dva: **hrudní mízovod, ductus thoracicus** a **pravý mízní kmen, ductus lymphaticus dexter**. Odvádějí lymfu do žilního systému (obr. 9.83.).

9.3.2.1. Hrudní mízovod, ductus thoracicus

Hrudní mízovod, ductus thoracicus je nejdelším a nejsilnějším mízním kmenem těla. Má vzhled tenkostěnné žíly o délce asi 40 cm a průřezu 3-4 mm. Jeho tributární oblast je velká. Tvoří ji obě dolní končetiny, pánev, břicho, levá polovina hrudníku, levá horní končetina a levá polovina hlavy a krku. Vzniká v dutině břišní pod bránicí (ve výši obratle L1-2) soutokem 3 mízních kmenů: párového **kmene lumbálního, truncus lumbalis** a nepárového **kmene střevního, truncus intestinalis**. Jeho začátek je vakovitě rozšířen v **nádržku (cisternu) chylu (cisterna chyli)**. Z místa svého vzniku prostupuje společně s aortou do dutiny hrudní.

Průběh hrudního mízovodu

- Krátká **břišní část** je uložena v retroperitoneu břišní dutiny po pravém boku břišní aorty. Skrze bránici vstupuje hrudní mízovod - společně s aortou - do hrudníku.
- **Hrudní část** mízovodu je nejdelší částí hrudního mízovodu. V hrudníku probíhá - vpravo podél hrudní aorty - v zadním mediastinu, Přes horní hrudní aperturu vstupuje do krku.
- **Krční část** ústí shora do levého žilního úhlu (soutoku levé žíly podklíčkové a levé vnitřní žíly hrdelní).

Před svým vyústěním do žilního úhlu přijímá hrudní mízovod 3 krátké mízní kmeny:

1. **Levý kmen hrdelní, truncus jugularis sin.**, který drénuje levou polovinu hlavy a krku.
2. **Levý podklíčkový kmen, truncus subclavius sin.**, který drénuje levou horní končetinu.

3. **Levý kmen bronchomediastinální (průduško-mezihrudní), *truncus bronchomediastinalis sin.***, který drénuje levou polovinu hrudníku. Většina lymfy z plic je však odváděna do pravého mízního kmene (viz dýchací systém) **/důležité při metastazování ca plic!/.**

9.3.2.2. Pravý mízní kmen, *ductus lymphaticus dexter*

1. **Pravý mízní kmen, *ductus (truncus) lymphaticus dexter*** je podstatně kratší než hrudní mízovod - má délku pouhého 1 cm. Vzniká až na krku, soutokem **pravého hrdelního, podklíčkového a bronchomediastinálního kmene** (*tr. jugularis dx, tr. subclavius dx, tr. bronchomediastinalis dx*). Ústí do pravého žilního úhlu (soutok pravé vnitřní žíly hrdelní a pravé žíly podklíčkové). Drénuje pravou polovinu hlavy a krku, pravou polovinu hrudníku, pravou horní končetinu (a také horní - **diafragmatickou** plochu jater). Sbírá však většinu lymfy z obou plic - tedy i z plíce levé **/důležité při metastazování ca plic!/.**

V uspořádání velkých mízních kmenů je poměrně značná variabilita. Hrudní mízovod může být např. v celém průběhu zdvojen či v konečném úseku rozdělen do několika větví.

9.3.3. Lymfatický systém hlavy a krku

(Obr. 9.84.)

Z předřazených skupin uzlin hlavy a krku odtéká lymfa do regionálních uzlin hlavy a krku - **hlubokých uzlin krčních, *nodi cervicales profundi***. Ty jsou uloženy na krku podél vnitřní žíly hrdelní. Lymfa z nich odtéká do **kmene hrdelního**.

K předřazeným uzlinám hlavy a krku patří například:

- **Uzliny týlní, *nodi occipitales***: Jsou uloženy na hlavě v krajině týlní, která je jejich tributární oblastí.
- **Uzliny příušní, *nodi parotidei***: Jsou uloženy na hlavě v krajině parotideomaseterické, kterou drénují.
- **Uzliny podčelistní - submandibulární, *nodi submandibulares***: Jsou uloženy na krku v trojúhelníku podčelistním, který drénují.
- **Uzliny podbradkové - submentální, *nodi submentales***: Jsou uloženy na krku v trojúhelníku podbradkovém, který drénují.
- **Přední krční uzliny, *nodi cervicales anteriores*** jsou uloženy povrchově v přední krajině krční.
- **Uzliny retrofaryngeální, *nodi retropharyngei*** uložené v retrofaryngeálním prostoru krčním.

Klinicky významné uzliny krku

Všechny jsou palpovatelné.

- ***Nodus jugulodigastricus* – Kütnerova uzlina**: uzlina ze skupiny hlubokých krčních uzlin, uložená při křížení zadního břicha dvojbrříškového svalu s vnitřní žilou hrdelní. Přímo do ní odtéká lymfa z kořene jazyka.
- ***Nodus juguloomohyoideus***: uzlina ze skupiny hlubokých krčních uzlin, ležící v místě křížení horního břicha m. omohyoideus s vnitřní žilou hrdelní. Přímo do ní odtéká lymfa z hrotu jazyka.
- ***Nodus tonsillaris* – Woodova uzlina**: uzlina ze skupiny podčelistních uzlin, uložená při stěně hltanu. Odtéká do ní lymfa z patrové mandle. Zvětšená a bolestivá je při zánětu patrové mandle (tonsilitidě – angíně).
- ***Virchowova uzlina***: větší uzlina ze skupiny hlubokých uzlin krčních, vlevo nad klíční kostí. Metastazuje do ní Ca žaludku.

Waldeyerův mízní kruh a jeho bariéry

Waldeyerův mízní kruh (okruh) je věnec lymfatické tkáně při vstupu do dýchacích a zažívacích cest. Je tvořen všemi mandlemi - **tonsilami** (*tonsila palatina, tonsila lingualis, tonsila tubaria, tonsila pharyngea*) a drobnými lymfatickými uzlíky uloženými ve sliznici (podrobněji viz zažívací systém).

Bariéry Waldeyerova mízního kruhu:

- **1. bariéru** tvoří vlastní součásti Waldeyerova kruhu – tedy uvedené tonsily a drobné lymfatické uzlíky.
- **2. bariéru** tvoří lymfatické uzliny hlavy, do nichž odtéká lymfa z jednotlivých tonsil: **uzliny submentální, submandibulární a retrofaryngeální.**
- **3. bariéru** tvoří **hluboké uzliny krční** (regionální uzliny hlavy a krku).

Klinická poznámka

Waldeyerův kruh se svými bariérami představuje obranný bariérový systém proti šíření infekce.

9.3.4. Lymfatický systém hrudníku

9.3.4.1. Lymfatická drenáž hrudní stěny

Lymfatické uzliny hrudní stěny - **uzliny parasternální, *nodi parasternales*** - jsou uloženy na vnitřní ploše přední hrudní stěny, laterálně od sternu, podél vnitřní hrudní tepny, ***a. thoracica interna***. **Kromě vlastní hrudní stěny drénují také část mléčné žlázy.** Z části hrudní stěny odtéká lymfa také do **uzlin axilárních.**

Lymfatická drenáž mléčné žlázy (obr. 9.85.)

Ze zevních kvadrantů mléčné žlázy odtéká lymfa do **uzlin axilárních.** Axilární uzliny mají několik skupin.

Předřazena ostatním axilárním uzlinám je **uzlina Sorgiusova** (patří do skupiny **axilárních pektorálních uzlin**), ležící na 3. zubu předního pilovitého svalu. Přímo do ní teče lymfa z dolního zevního kvadrantu mléčné žlázy.

Z vnitřních kvadrantů mléčné žlázy teče lymfa do **uzlin parasternálních** i do **uzlin axilárních.** Lymfatický systém pravé a levé mléčné žlázy je propojen.

Odtok lymfy z mléčné žlázy je **klinicky významný** - šíření ca z mléčné žlázy.

9.3.4.2. Lymfatické drenáž hrudních orgánů

Z mediastina teče lymfa do **mediastinálních uzlin.**

Z plic odtéká lymfa postupně **do uzlin uložených podél intrapulmonálních průdušek, hlavních průdušek, bifurkace průdušnice a podél hrudní části průdušnice:**

- ***Nodi intrapulmonales*** jsou uloženy podél bronchů uvnitř parenchymu plic.
- ***Nodi bronchopulmonales*** leží v hilu plicním, při vstupu hlavních průdušek do plic.
- ***Nodi tracheobronchiales*** leží v místě bifurkace průdušnice.
- ***Nodi paratracheales*** jsou uloženy v hrudníku podél průdušnice.

Většina lymfy z obou plic odtéká přes výše jmenované uzliny do pravého **kmene broncho-mediastinálního** a jím do **pravého mízního kmene.** Pouze malá část levé plíce (část horního laloku) je drénována přes levý **kmen bronchomediastinální** do **hrudního mízovodu.**

Odtok lymfy z plic je **klinicky významný** - šíření ca z plic.

9.3.5. Lymfatický systém břicha a pánve

9.3.5.1. Parietální uzliny pánve a břicha

Jsou uloženy při stěně malé pánve a stěně břišní (odtud jejich název) a podél krevních cév: podél kyčelních cév zevních, vnitřních a společných a podél břišní aorty. Jejich **tributární oblast** je rozsáhlá. Drénují dolní končetiny, stěnu a orgány malé pánve, stěnu břišní a párové orgány břišní, zevní genitál.

Skupiny parietálních uzlin:

- **Zevní kyčelní uzliny, *nodi iliaci externi*:** Uloženy jsou v malé pánvi podél zevních cév kyčelních. Tributární oblast: dolní končetiny (cestou ***nodi inguinales profundí*** – viz drenáž dolní končetiny).
- **Vnitřní kyčelní uzliny, *nodi iliaci interni*:** Uloženy jsou v malé pánvi podél vnitřních cév kyčelních. Tributární oblast: stěny a orgány malé pánve.
- **Společné uzliny kyčelní, *nodi iliaci communes*:** Uloženy jsou podél společných cév kyčelních. Sbírají lymfu ze zevních a vnitřních uzlin kyčelních.
- **Uzliny bederní, *nodi lumbales*:** Uloženy jsou podél břišní aorty. Tributární oblast: břišní stěna a párové břišní orgány - ledviny, nadledviny, pohlavní žlázy (varlata i vaječníky se zakládají v retroperitoneu dutiny břišní, sestup prodělávají během vývoje). Sbírají lymfu ze společných uzlin kyčelních. Lymfa z nich odtéká do ***truncus lumbalis (dx, sin)***, odtud do ***ductus thoracicus***.

9.3.5.2. Lymfatická drenáž nepárových břišních orgánů

V těsné blízkosti nepárových břišních orgánů - podél tepen, zásobujících jednotlivé orgány - jsou uloženy **předsunuté uzliny**. Z nich teče lymfa do uzlin, uložených podél nepárových větví břišní aorty: ***nn. coeliací, nn. mesenterici superiores et inferiores***. Z nich odtéká lymfa do kmene střevního a odtud do hrudního mízovodu.

Klinická poznámka

Poněvadž se vaječník zakládá v retroperitoneu břišní dutiny a do malé pánve sestupuje druhotně, neodtéká lymfa z většiny ovaria do vnitřních uzlin kyčelních (jako tomu je u ostatních orgánů malé pánve), ale do vzdálených uzlin lumbálních, uložených podél břišní aorty.

Odtok lymfy ze zevního genitálu, pohlavních žláz (varlete, vaječnicků) a orgánů malé pánve se děje několika směry: do ***nodi inguinales, nn. iliaci externi et interni***, z rekta i do ***nodi mesenterici superiores***.

9.3.6. Lymfatický systém končetin

9.3.6.1. Lymfatický systém horní končetiny

(Obr. 9.86.-9.87.)

Regionálními uzlinami horní končetiny jsou **uzliny axilární (podpažní), *nodi axillares***. Jejich tributární oblast je vedle horní končetiny také mléčná žláza. Uloženy jsou v jámě podpažní – axile. Jsou palpovatelné.

Dle uložení se dělí do několika skupin. Jsou jimi:

- **uzliny centrální:** v centru báze axily
- **uzliny laterální:** podél cév axily
- **uzliny pektorální:** na stěně hrudní (l. pectus - hrudník), na povrchu předního pilovitého svalu
- **uzliny subskapulární:** na zadní stěně axily
- **uzliny apikální:** ve vrcholu axily

Klinicky významná je Sorgiusova uzlina, největší uzlina ze skupiny axilárních pektorálních uzlin, uložená na 3. zubu ***m. serratus anterior***. Je to předřazená uzlina pro lymfatickou drenáž zevního dolního kvadrantu mléčné žlázy.

9.3.6.2. Lymfatický systém dolní končetiny

(Obr. 9.86., 9.88.)

Regionálními uzlinami dolní končetiny jsou **hluboké tříselné uzliny, *nodi inguinales profundí***. Uloženy jsou v přední krajině stehenní, na spodině trojúhelníku stehenního, při cévní lakuně (největší z uzlin je ***nodus Rosenmülleri-Cloqueti***). Jejich tributární oblast je větší než jenom DK - sbírají lymfu také ze zevního genitálu, části dělohy a varlete. Odtok lymfy z nich se děje do zevních uzlin kyčelních.

9.3.7. Slezina, *lien (splen)*

(Obr. 9.89.)

Slezina, *lien (splen)* je parenchymatózní hemolymfatický orgán, zapojený do lymfatického systému i do systému krevních cév. Uložena je v supramesokolické části peritoneální dutiny. Je orgánem intraperitoneálním, má peritoneální závěsy - mezoútvary (*lig. gastrolienale, lig. phrenocolienale*). V peritoneální dutině leží hluboko - v zadní části levé klenby brániční, kryta levým obloukem žeberním (naléhá na 9.-11. žebro - tzv. „slezinná žebra“). Na povrchu je kryta orgánovým peritoneem, pod ním pevným vazivovým pouzdrém.

Klinická poznámka

Pro svou hlubokou polohu v levé brániční klenbě není slezina hmatná, při palpaci pod levým obloukem žeberním však „naráží“ při hlubokém dýchání na prsty vyšetřujícího.

Při fraktuře „slezinných žeber“ může být parenchym sleziny poraněn zlomeným žebrem.

Dvojdobá ruptura sleziny: Bohatě prokrvený parenchym sleziny je křehký, snadno se trhá při tupých úrazech břicha (např. nárazem trupu řidiče na volant při autonehodách). Roztržený parenchym sleziny krvácí zprvu pod pevné vazivové pouzdro. Teprve po určité době dojde tlakem narůstajícího hematomu k roztržení tuhého vazivového pouzdra a ke krvácení do peritoneální dutiny s projevy náhlé příhody břišní. Pacienta po tupém poranění břicha je proto nutno po určitou dobu lékařsky sledovat.

Konvexní horní - **brániční plocha** sleziny je přivrácená k bránici (*facies diaphragmatica*), konkávní dolní - **orgánová plocha** je přivrácena k břišním orgánům (*facies visceralis*). Na orgánové ploše se nachází **hilus sleziny** - místo vstupu a výstupu cév sleziny. **Zadní pól** sleziny, *extremitas posterior* dosahuje k páteři, **přední pól**, *extremitas anterior* dosahuje k levému tračnickovému ohbí. Obě plochy sleziny se spolu stýkají v **horním okraji**, *margo superior (crenatus)* (na němž jsou zářezy - *crenae lienales*) a v **dolním okraji**, *margo inferior*.

Slezinu zásobuje **tepna slezinná** (samostatná větev břišního kmene, *truncus coeliacus*), která se v hilu sleziny rozděluje v několik **segmentárních větví**. Žilní drenáž se děje do **žíly slezinné** a jí do žíly vrátnicové.

Segmenty sleziny

Segmenty sleziny jsou vaskulární jednotky parenchymu sleziny, zásobené jednotlivými segmentárními větvemi slezinné tepny. Segmenty si lze představit jako „krajíce nakrájené veky“.

Na hranici sousedních segmentů je tepenné zásobení parenchymu sleziny chudší než uvnitř segmentu - parenchym mezi segmenty je tedy méně prokrvený a při chirurgickém řezu méně krvácí.

Dříve se k existenci segmentů sleziny nepřihlíželo a při poranění sleziny byla chirurgicky striktně odstraňována celá slezina (**splenektomie**).

Slezina má však jako lymfoidní orgán důležitou imunitní funkci a její úplné odstranění ovlivňuje imunitní schopnosti organismu. V krajním případě může po splenektomii dojít - i při banální infekci - k smrtící sepsi. Proto se dnes při poranění sleziny provádí **segmentární resekce sleziny**, což znamená, že se neodstraňuje celá slezina, ale pouze její poraněné segmenty. Chirurg se o jednotlivých segmentech orientuje vypreparováním segmentárních větví tepny slezinné v hilu sleziny.

Je-li poranění parenchymu sleziny tak rozsáhlé, že segmentární resekci provést nelze a je nutná splenektomie, provádí se **autotransplantace sleziny**. Část odebraného parenchymu sleziny se rozmělní na malé částičky, které se přenesou na velkou předstěru (velké omentum) pacienta. Omentum se potom kolem nich „svine jako závin“. Části parenchymu se na omentum přihojí a jsou schopny zastat imunitní funkci sleziny.

9.3.8. Brzlík, *thymus*

Brzlík, *thymus* je lymforetikulární orgán, který dozrává největšího rozvoje v dětství. S postupujícím věkem involuje - zmenšuje se a nakonec je nahrazen tukovým vazivem. Má dva jehlanovité laloky, *lobus dx et sin*. Uložen je v dutině hrudní, v horním mediastinu (pouze

v časném dětství částečně zasahuje až do oblasti krku, a je tedy i orgánem krčním). Na přední stěnu hrudní se projikuje v trojúhelníkovém **políčku brzlíkovém, *area thymica*** (viz ventrální hranice pleury – dýchací systém).

Rozměry brzlíku u dítěte: 7 x 4 x 1 cm, hmotnost: při narození cca 15g, v dětství 30-40g. Postupnou involucí se snižuje na 10 g.

Krevní cévy:

- **Tepny brzlíku - *aa. thymicae***: pocházejí z několika zdrojů: z *a. thoracica interna* (větev *a. subclavia*), z *a. thyroidea inferior* (větev *a. carotis externa*), z hrudní aorty.
- **Žíly brzlíku - *vv. thymicae*** vedou krev do obou hlavopažních žil (odtud do horní duté žíly).

10. CENTRÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM, *SYSTEMA NERVOSUM CENTRALE*

10.1. ZÁKLADNÍ POJMY

Vývoj centrální nervové soustavy (obr. 10.5.-10.8.)

Centrální nervová soustava (CNS) vzniká z ektodermu na dorzální straně zárodku. Ektoderm zde zesílí v **medulární ploténku**, následně se prohloubí v **medulární žlábek** a nakonec uzavře v **neurální trubici** - základ míchy a mozku. **Mozek, encephalon** se vyvíjí z rostrálního (předního, hlavového) konce neurální trubice. **Mícha hřbetní, medulla spinalis** se vyvíjí ze zbytku neurální trubice.

Vývoj mozku na rostrálním konci neurální trubice prochází stadiem 3 a 5 váčků - základů jednotlivých oddílů mozku.

- **Stadium 3 váčků:** Zadní váček je základem zadního mozku, *rhombencephalon* a diferencuje se v: prodlouženou míchu, *medulla oblongata*, most Varolův, *pons Varoli*, mozeček, *cerebellum*. Střední váček je základem středního mozku, *mesencephalon*. Přední váček je základem předního mozku, *prosencephalon*.
- **Stadium 5 váčků:** Přední váček se dále diferencuje. Z jeho střední nepárové části se vyvíjí mezimozek, *diencephalon*, ze střední části nově pučí 2 postranní váčky - hemisféry koncového mozku (koncový mozek, *telencephalon*).

Dutiny CNS (obr. 10.8.)

Celý centrální nervový systém je dutý. Dutiny CNS mají v některých částech CNS charakter úzkých **kanálků** (centrální kanálek míšný, Sylviovův mokovod), v jiných částech jsou rozšířeny v **komory** (IV. komora, III. komora, postranní komory). Dutiny CNS jsou vyplněny mozko-míšním mokem.

Pojem kmen mozkový

Jako **kmen mozkový** se souborně označuje prodloužená mícha, most Varolův (součásti zadního mozku) a střední mozek (podrobněji viz další text).

Stavba nervové tkáně

Nervovou tkáň tvoří **buňky nervové - neurony a buňky gliové**.

Základní vlastností neuronů je dráždivost a vodivost, tj. schopnost tvorby a vedení nervového vzruchu.

Buňky gliové tvoří **neuroglie**. Existují v několika typech. Jednotlivé typy neuroglie mají specifické funkce - např. funkci výživnou, opornou, myelinotvornou, fagocytární nebo tvoří výstelku dutin CNS jako **buňky ependymové**.

Šedá a bílá hmota, *substantia grisea et alba*

Šedou hmotu CNS tvoří těla neuronů. Vyskytuje se ve 2 lokalitách: 1) na povrchu CNS jako **kůra, cortex**, 2) v hloubi CNS jako **jádra, nuclei**.

Bílou hmotu CNS tvoří neurity myelinizovaných neuronů - bílou barvu podmiňují jejich myelinové pochvy.

Nakupení těl nervových buněk mimo CNS tvoří **nervová ganglia** (ganglia hlavových, míšních a vegetativních nervů). Soubory výběžků neuronů za svého průběhu mimo CNS tvoří **periferní nervy** (mozkové, míšní a vegetativní).

Neurony (obr. 10.1, 10.2.)

Neurony mají velikost 4 - 100 μ . Skládají se z těla (*perikaryon*) a výběžků. Dostředivý výběžek, **dendrit** vede nervový vzruch do těla nervové buňky. Je obvykle krátký. Odstředivý výběžek, **neurit (axon)** vede nervový vzruch z nervové buňky. Je obvykle dlouhý a obalen pochvami. **Schwannova pochva** neuritu je vytvořena vždy, **myelinová pochva** neuritu může chybět. Dendritů může být větší počet (podle typu nervových buněk), neurit je vždy pouze jeden.

Myelinizované neurity jsou vývojově mladší než **neurity nemyelinizované**. Jednotlivé úseky myelinové pochvy jsou odděleny **Ranvierovými zářezy**. Myelinová pochva umožňuje rychlé vedení nervového vzruchu **saltatorickým šířením**, tj. jeho přeskokováním z jednoho Ranvierova zářezu na druhý. Čím silnější myelinová pochva, tím rychlejší vedení nervového vzruchu. Myelinovou pochvu vytváří jeden z typů **gliových buněk**. Tvorba myelinové pochvy se nazývá **myelogeneza**.

Pro klasifikaci a názvosloví neuronů je používána řada kritérií, např.:

- Počet a úprava výběžků. Dle tohoto kritéria se neurony dělí na (obr. 10.2.):
 - **Multipolární neurony**: mají 1 axon a mnoho dendritů.
 - **Bipolární neurony**: mají 1 dendrit a 1 axon.
 - **Pseudounipolární neurony („T buňky“)**: falešně jednopólové neurony, kdy axon i dendrit mají část svého průběhu - při výstupu a vstupu do těla neuronu - společnou. Vyvinuly se z bipolárních neuronů.
- Vzhled těl neuronů: např. buňky pyramidové, zrnité.
- Chemismus buněk, tj. produkce **neurotransmiterů**: např. **neurony adrenergní** (produkují adrenalin), **cholinergní** (produkují acetylcholin), **dopaminergní** (produkují dopamin).
- Některé názvy neuronů jsou eponyma: např. **Purkyňovy buňky** kůry mozečku

Synapse nervová (obr. 10.3.)

Takto je označováno specializované místo kontaktu 2 neuronů, kde dochází k přenosu nervového vzruchu z jednoho neuronu na druhý, tj. z **presynaptického neuronu** na **neuron postsynaptický**. **Nervová synapse** má následující části (dobře viditelné jsou v elektronovém mikroskopu):

- **Presynaptickou membránu**, což je báze rozšířeného zakončení presynaptického neuronu (tzv. **synaptického knoflíku**). V synaptickém knoflíku jsou obsaženy váčky - **vesikuly**, naplněné **mediátorem**.
- **Synaptickou štěrbinu** (o šíři 20 – 50 nm), což je „volný“ prostor mezi pre- a postsynaptickou membránou, do níž se uvolňuje („vylévá“) **mediátor**, umožňující přenos nervového vzruchu.
- **Postsynaptickou membránu**, tj. buněčnou membránu postsynaptického neuronu, která obsahuje specializovaná místa - **receptory** - pro navázání konkrétního mediátoru.

Mechanismus převodu vzruchu

Při „doputování“ nervového vzruchu do synaptického knoflíku presynaptického neuronu dojde k popraskání vesikul s mediátorem - neurotransmiterem (přenašečem). Ten se vylíže

do synaptické štěrby a následně naváže na receptory postsynaptické membrány. Mediátory i receptory jsou pro tu kterou synapsi specifické. Synaptický mediátor lze tak přirovnat ke klíči, který odemkává pouze jemu odpovídající zámek - receptory postsynaptické membrány.

Poruchy převodu nervových vzruchů vznikají při nedostatku či nadbytku mediátoru a také při úbytku či úplnému zániku postsynaptických receptorů.

Typy a dělení synapsí (obr. 10.4.)

Podle typu napojení presynaptického neuronu na neuron postsynaptický se nervové synapse dělí na:

- **Synapse axosomatická:** axon presynaptického neuronu je napojen na tělo postsynaptického neuronu.
- **Synapse axodendritická:** axon presynaptického neuronu je napojen na dendrit postsynaptického neuronu.
- **Synapse axoaxonální:** axon presynaptického neuronu je napojen na axon postsynaptického neuronu.

Dle toho, zda neurotransmitery povzbuzují či tlumí činnost postsynaptických neuronů se nervové synapse dělí na:

- **Synapse budivé** excitují postsynaptické neurony.
- **Synapse tlumivé** tlumí postsynaptické neurony.

Dle uvolňovaného neurotransmiteru se synapse dělí např. na **synapse adrenergní, cholinergní, dopaminergní**.

Možnosti zobrazení CNS (obr. 10.32., 10.56., 10.83.)

- Moderní zobrazovací neinvazivní metody: např. **magnetická rezonance, CT**.
- Znárodnění cévního řečiště mozku pomocí pozitivního kontrastu: např. **karotická a vertebrální angiografie** (zobrazení karotického a vertebrálního řečiště mozku pomocí kontrastní látky vpravené do vnitřní krkavice či vertebrální arterie).

Pneumoencefalografie – PEG: Klasické RTG zobrazení dutin CNS pomocí negativního kontrastu (vzduchu) vpraveného do subarachnoidálního prostoru kanálu páteřního. V současné době jde již o historickou metodu.

10.2. ODDÍLY CNS

Centrální nervový systém je tvořen **hřbetní míchou** a **mozkem**. Samotný mozek má několik vývojových oddílů: **zadní mozek** (tvořený **prodlouženou míchou, Varolovým mostem a mozečkem**), **střední mozek** a **přední mozek** (tvořený **mezimozkem** a **hemisférami koncového mozku**) /obr. 10.10./.

Prodloužená mícha, Varolův most (součásti zadního mozku) a střední mozek tvoří **mozkový kmen**.

V následujícím textu jsou jednotlivé oddíly CNS postupně popsány.

V CNS existuje několik **funkčních etáží**, které jsou spolu propojeny - vzestupně i sestupně - pomocí **nervových drah**. Nejnižší etáží je **etáž míšní** - představovaná hřbetní míchou, následuje **etáž kmenová** - představovaná prodlouženou míchou, Varolovým mostem a středním mozem, **etáž diencefalická** - představovaná mezimozkem a **etáž korová**, představovaná kůrou **koncového mozku**.

10.2.1. Mícha hřbetní, *medulla spinalis*

Reprezentuje nejnižší etáž CNS, **etáž míšní**. Uložena je v kanále páteřním a obalena **obaly míšními** (obr. 10.28.). Má délku cca 50 cm, sílu malíku a válcovitý tvar. Ventrodorsálně je

oploštělá, na jejím povrchu jsou longitudinální rýhy a žlábký a 2 vřetenovitá ztlustění - **intumescence krční a bederní**, *intumescencia cervicalis et lumbalis* (l. *intumescencia* - zduření). Je konusovitě zakončena (**konus míšní**, *conus medullaris*) (obr. 10.11.).

Dutinu CNS v míše reprezentuje **centrální kanálek míšní**. Jako všechny dutiny CNS obsahuje mok mozkomíšní.

Skeletotopickou hranici míchy kraniálně tvoří zadní oblouk atlasu, kaudálně tělo obratle L1 nebo ploténka L1/2. Hranici mezi míchou a prodloužená míchou tvoří **pyramidová dekusace**, *decussatio pyramidum* (okem patrné křížení 1. neuronu dráhy kortikospinální na rozhraní míchy a prodloužené míchy - viz dráhy nervové).

10.2.1.1. Rýhy a žlábký na povrchu míchy

Dělí se na nepárové a párové. Nepárová **přední středová rýha**, *fissura mediana ventralis* (nejhlubší zářez míchy) a **zadní středový žlábek**, *sulcus medianus dorsalis* dělí míchu na 2 poloviny. V párovém **předním a zadním postranním** (bočním) **žlábký**, *sulcus ventromedialis et dorsomedialis* vystupují z míchy **vlákna kořenová**, *fila radicularia* (obr. 10.14.,10.22.).

10.2.1.2. Šedá a bílá hmota míchy

Šedá hmota míchy tvoří mohutné jádro, prostupující celou míchou. Na příčném řezu má tvar „motýla“ a rozlišují se na něm párové **rohý**: **roh přední, střední a zadní**, *cornu ventrale, laterale, dorsale*. V celé délce míchy tvoří jádro **míšní sloupce**, *columnae*: **sloupec přední, postranní a zadní**, *columna ventralis, lateralis, dorsalis* (obr. 10.12.,10.13.).

Bílá hmota se na příčném řezu dělí na párové **provazce**: **provazec přední, postranní, zadní** - *funiculus ventralis, lateralis, dorsalis*. Hranice mezi provazci tvoří - na každé polovině míchy - přední a zadní postranní žlábek.

Zadní provazec je navíc mělkým žlábkem rozdělen v mediální **štíhlý svazek** (svazek Gollův), *fasciculus gracilis* (Gollí) a laterální **klínový svazek** (svazek Burdachův) *fasciculus cuneatus* (svazek Burdachův).

Stavba bílé hmoty míchy

Bílá hmota míšní je souborem **míšních drah** (obr. 10.20.). **Projekční dráhy** jsou **dlouhé dráhy**, které propojují míchu s vyššími oddíly CNS. Dělí se na **vzestupné** (ascendentní) a **sestupné** (descendentní).

- **Vzestupné projekční dráhy** vedou přes míchu různé kvality cití do vyšších oddílů CNS. Procházejí předními, postranními i zadními provazci míšními. Dělí se na **přímé a nepřímé**.
 - **Přímé vzestupné míšní dráhy** jsou dráhy senzitivní a spojují míšní etáž s vyššími etážemi CNS krátkou málonuronovou cestou. Vedou různé druhy **cití uvědomělého** (vůlí uvědomovaného), a to: a) **hrubé (protopatické) cití**, tj. cití bolesti a tepla, b) **jemné (epikritické) cití** – především cití dotekové, c) uvědomělé **proprioceptivní cití** - svalové, šlachové a kloubní cití. K míšním dráhám hrubého cití náleží **dráha spinothalamická**, *tractus spinothalamicus* (v míše probíhá jako **spinothalamická dráha přední** /v předních provazcích/ a **laterální** /v postranních provazcích/, *tractus spinothalamicus ventralis et lateralis*) a vývojově starší **dráha spinoretikulární**, *tractus spinoreticularis*. Míšním dráhou jemného cití je **dráha zadních provazců**, *tractus spino-bulbo-thalamo-corticalis*. Vede především dotekové cití a **uvědomělou propriocepti** – tj. uvědomovaný polohocit a pohybovit.

- **Nepřímé senzitivní míšní dráhy** vedou **neuvědomělé proprioceptivní čítí** z pohybového aparátu přes míchu do mozečku. Neuvědomělá propriocepce slouží motorickým funkcím mozečku. K těmto drahám náleží **přední a zadní spinocerebelární dráha, *tractus spinocerebellaris ventralis et dorsalis***.
- **Sestupné projekční dráhy** jsou dráhy regulující hybnost (motoriku) - jsou to **dráhy motorické**. Dělí se na **přímé** (máloneuronové) a **nepřímé** (víceneuronové). Procházejí pouze v předních a postranních provazcích míšních, žádná z nich neprochází zadními míšními provazci.
 - Přímá míšní dráha motorická je **dráha kortikospinální, *tractus corticospinalis***, označovaná také jako **dráha pyramidová** (prochází pyramidami prodloužené míchy). Je to vývojově mladá dráha volní hybnosti (vůli ovládané hybnosti). V míše probíhá jako **kortikospinální dráha laterální, *tractus corticospinalis lateralis*** (prochází v postranním míšním provazci, je tvořena zkříženým 1. neurony pyramidové dráhy; zkřížení je patrné na ventrálním obvodu jako dekusace pyramidová) a **kortikospinální dráha přední, *tractus corticospinalis ventralis*** (prochází v předním provazci a obsahuje dosud nezkřížené 1. neurony pyramidové dráhy).
 - Nepřímé motorické míšní dráhy se nazývají **dráhy extrapyramidové** (poněvadž neprocházejí pyramidami prodloužené míchy). Jsou to vývojově staré dráhy mimovolní (neuvědomované hybnosti). Významně se podílejí na regulaci svalového tonu. Procházejí v předních a postranních provazcích. Patří k nim např. **dráha retikulospinální, *tractus reticulospinalis***, **dráha rubrospinální, *tractus rubrospinalis*** a **dráha vestibulospinální, *tractus vestibulospinalis***.

Stavba šedé hmoty míšní

- **Stavba předních rohů míšních:** Přední rohy obsahují **motorické neurony (motoneurony)**:
 - **Alfa-motoneurony** (obr. 10.19.): Velké multipolární neurony (60-100 μ), jejichž dlouhé axony vystupují z míchy a inervují příčně pruhované svaly. Zakončují se v motorických ploténkách vláken pracovní svaloviny.
 - **Gama-motoneurony** (obr. 10.19.): Menší multipolární neurony (30-40 μ), které jsou „ve službách“ regulace tonu svalového. Jejich dlouhé axony vystupují z míchy a inervují intrafuzální svalová vlákna svalových vřetének (končí v jejich motorických ploténkách).
 Neurity alfa a gama motoneuronů vystupují z míchy jako přední **kořenová vlákna**, která se poté spojují v **přední kořeny míšní**.
- **Stavba postranních rohů míšních:** Postranní míšní rohy obsahují **vegetativní neurony**, seskupené ve 2 jádra – **jádro intermediomedianální a jádro intermediolaterální, *nucleus intermediomedialis et intermediolateralis***. Neurity intermediolaterálního jádra vystupují z míchy a jsou součástí vláken předních kořenů míšních. Směřují do vegetativních ganglií, uložených mimo CNS.
- **Stavba zadních rohů míšních:** Zadní rohy obsahují **senzitivní neurony**. Ty přijímají informace z receptorů periferie těla, které k nim přicházejí cestou zadních kořenů míšních. Jsou seskupeny do jader, ke kterým patří: ***nucleus proprius*** (přichází do něj 1. neuron dráhy spinothalmické, vedoucí čítí od nociceptorů – tj. receptorů bolesti) a **jádro Stilling-Clarkovo, *nucleus Stilling-Clarc (ncl. thoracicus)*** (přichází do něj 1. neuron dráhy spinocerebelární, vedoucí čítí od proprioceptorů).

Rexedovy zóny (obr. 10.15.)

Vedle popsaného klasického členění šedé hmoty míšních rohů v **jádra**, podle jejich **buněčné stavby**, je šedá hmota míšní nověji členěna podle svého zřetelného vrstvení do deseti **Rexedových zón** (Rexedova zóna I-X). V dalším textu se budeme přidržovat klasického členění.

10.2.1.3. Míšní segment

Míšní segment je výškový úsek míchy, ze kterého se konstituují 1 pár míšních nervů (obr. 10.21.,10.22.). Celkový počet míšních segmentů je **31** (tedy stejný jako počet míšních nervů): 8 segmentů krčních /C/, 12 hrudních /Th/, 5 bederních /L/, 5 křížových /S/ a 1 kostrční /Co/.

10.2.1.4. Vertebromedulární topografie

Při vývoji lidského embrya je mícha zpočátku stejně dlouhá jako kanál páteřní. Od 3. lunárního měsíce roste kanál páteřní rychleji než mícha - dochází k **relativnímu zkracování** (relativnímu ascensu) **míchy**, která je potom kratší než páteřní kanál. Definitivní kaudální **skeletotopické hranice** míchy je dosaženo záhy po narození, kdy míšní konus dosahuje k tělu obratle L1 nebo k meziobratlové ploténce L1/2 (obr. 10.21.).

Následkem nestejně délky míchy a kanálu páteřního se příslušné obratle a stejnojmenné míšní segmenty nekryjí. Protože je mícha v definitivní úpravě kratší než kanál páteřní, směřují míšní kořeny šikmo (poněvadž po odstupu z míchy směřují ke „svému“ otvoru meziobratlovému). Směrem kranio-kaudálním se jejich průběh stále více sklání (zešikmuje), takže poslední kořeny míšní odstupují z míchy téměř vertikálně ve formě „**koňského ocasu**“, *cauda equina* (obr. 10.21.).

Klinická poznámka

Chippaultovo pravidlo

Klinicky významné pravidlo, sloužící k orientaci o tom, který segment míšní se nachází v úrovni toho kterého hmatného obratlového trnu (*processus spinosus*).

Přepočítání obratlových trnů na míšní segmenty je následovné: k hmatným obratlovým trnům se dle výškové úrovně páteře připočítává číslice 0, 1, 2, 3, aby bylo možno orientačně určit, který segment míšní se nachází v úrovni toho kterého hmatného trnu obratlového:

- Horní krční páteř: hmatný trn + 0 = v úrovni hmatného trnu leží stejnojmenný segment míchy (trn C2 = segment C2)
- Dolní krční páteř: hmatný trn + 1 (př. hmatný trn C6 + 1 = segment C7)
- Horní hrudní páteř: hmatný trn + 2 (př. hmatný trn Th5 + 2 = segment Th7)
- Dolní hrudní páteř: hmatný trn + 3 (př. hmatný trn Th 10 + 3 = segment L1)

Funkce míchy

Mícha je **nejnižší etáží CNS**. Tvoří **spojovací článek mezi periferií těla a vyššími etážemi CNS**: míchou procházejí vzestupné projekční dráhy do vyšších etáží CNS a naopak projekční sestupné (motorické) dráhy přicházejí do míchy z vyšších etáží CNS. Mícha je tedy s vyššími etážemi CNS propojena oběma směry a její správná funkce je na nich závislá. Má však určitou autonomii. Je **centrem míšních reflexů - reflexů somatických exteroceptivních a proprioceptivních a reflexů vegetativních** (obr. 10.17.,10.18.,10.26.,10.27.) .

Příkladem míšního proprioceptivního šlachosvalového reflexu je **reflex patelární**: při klepnutí na šlachu čtyřhlavého svalu stehenního dojde reflexně k extenzi („vykopnutí“) bérce. Reflexní oblouk tohoto reflexu tvoří postupně: **receptory** ve šlaše čtyřhlavého svalu stehenního – **afferentní rameno** reflexu (probíhá v nervu stehenním) – **centrum reflexu** (míšní segmenty L2-4) – **eferentní rameno reflexu** (probíhá opět v nervu stehenním) – **efektor** (čtyřhlavý sval stehenní).

Při **transverzální míšní lézi** je přerušeno spojení míchy s vyššími etážemi CNS a pod úrovní míšní léze dochází ke ztrátě volní hybnosti a jemného i hrubého cití. Míšní reflexy však zůstávají zachovány (obr. 10.29.,10.30.).

0.2.1.5. Obaly míšní

Jsou součástí obalů mozkomíšních. Obalují míchu v páteřním kanále. Jsou tři:

- **tvrdá plena, *dura mater***
- **pavučnice, *arachnoidea***
- **plena cévnatá, *pia mater***: jako jediná z obalů kopíruje povrch míchy

Arachnoidea a pia mater tvoří **měkké pleny, *leptomeningy***.

Prostory mezi obaly v kanále páteřním:

- **Prostor epidurální**: štěrbinovitý prostor mezi periostem páteřního kanálu a tvrdou plenu míšní. Pozor! v dutině lebeční tento prostor chybí.
- **Prostor subdurální**: pod tvrdou plenu míšní - mezi ní a pavučnicí
- **Prostor subarachnoidální**: mezi pavučnicí a plenu cévnatou. Obsahuje **mozkomíšní mok**.

Podrobněji viz kapitola „Obaly mozkomíšní“.

10.2.1.6. Krevní cévy míchy

Tepny míchy

Mícha, dlouhá několik desítek centimetrů, je zásobena z několika zdrojů: z **tepen páteřních** (větvi tepny podklíčkové), **tepen mezižeberních** (nástěnných větvi hrudní aorty), **tepen bederních** (nástěnných větvi břišní aorty) (obr. 10.23.-10.25.).

Na povrchu míchy probíhá po celé délce míchy 5 **longitudinálních tepenných kmenů**: 1) vepředu ve středové rovině, při povrchu přední středové rýhy probíhá nepárová **přední tepna míšní, *a. spinalis anterior***, 2) vzadu při vstupu zadních kořenů míšních probíhají na každé polovině míchy 2 párové **zadní tepny míšní, *aa. spinales posteriores***.

Longitudinální tepenné kmeny jsou místo od místa propojeny příčnými spojkami - **vasokorunami**.

Klinická poznámka

Méně (hůře) zásobené segmenty míchy jsou ty segmenty, které leží na rozhraní 2 vyživovacích arterií. Jde o horní krční segmenty (C1-2), horní hrudní segmenty (Th3-4) a horní bederní segmenty (L1-2). Tyto segmenty jsou při poruchách tepenného zásobení míchy nejvíce postiženy (obr. 10.23.).

Žilní drenáž míchy

Žilní krev z míchy odtéká **míšními žilami**. Míšní žíly doprovázejí míšní tepny a jsou drénovány do žilních **páteřních pletení (*plexus venosi vertebrales*)**. Ty jsou vytvořeny v celé délce míchy a představují důležitou **kavo-kavální anastomózu**.

10.2.2. Mozkový kmen, *truncus cerebri*

Mozkový kmen, *truncus cerebri (truncus encephalicus)* zahrnuje **prodlouženou míchu, Varolův most a střední mozek** (obr. 10.31.-10.32.). Vyčlenění kmene mozkového jako samostatné jednotky je opodstatněno jeho stavbou a funkcí. Kmen mozkový je uložen ve středové rovině (jako kmen stromu) a všechny jeho části na sebe kaudo-kraniálním směrem navazují a mají také v základních rysech stejnou stavbu i funkci. **Termín mozkový kmen je běžně používán v klinice.**

Členění mozkového kmene

- Longitudinální členění mozkového kmene: Kmen mozkový má **3 části** (obr. 10.34.,10.40.). Jsou to:
 - **Prodloužená mícha, medulla oblongata**
 - **Most Varolův, pons Varoli**Oba oddíly patří zadnímu mozku
- **Střední mozek, mesencephalon**
- Transverzální členění mozkového kmene: Na příčném řezu má mozkový kmen opět **3 části** (obr. 10.37.).
 - **Tektum, tectum** je uloženo dorzálně. Dobře je vytvořeno pouze v oblasti středního mozku (tvoří zde **čtverohrbolí**) a v dolní prodloužené míše (zde je představováno **zadními provazci** a jejich **jádry**). V horní prodloužené míše a ve Varolově mostu je naproti tomu tektum redukováno a obsahuje pouze neuroglii, nikoli neurony, a tvoří zde tenký **gliový strop IV. komory**.
 - **Tegmentum** je uloženo bazálně od tekta. Představuje nejobjemnější část kmene. Tektum a tegmentum jsou vývojově staré části kmene.
 - **Bazální nástavby** jsou uloženy bazálně od tegmenta a naléhají na klivus týlní kosti v zadní jámě lební. Patří k nim **pyramidy** prodloužené míchy, **bazální nástavba Varolova mostu** a **raménka mozková, crura cerebri** středního mozku. Jsou to vývojově mladé části kmene. Tvořeny jsou téměř výhradně bílou hmotou a procházejí jimi vývojově mladé dráhy pyramidové.

Topografie kmene

Kaudální část prodloužené míchy je uložena v nejhořejší části kanálu páteřního - mezi atlasem a týlním otvorem. Přes týlní otvor vstupuje prodloužená mícha do dutiny lební. Převážná část kmene je uložena v zadní jámě lební (bazální plochou naléhá na klivus týlní kosti), pod duplikaturou tvrdé pleny, zvanou **mozečkový stan (mozečkové tentorium), tentorium cerebelli** (obr. 10.84.): kmen mozkový je (společně s mozečkem) **strukturou infratentoriální**. Otvorem v tentoriu - **stanovým zářezem (zářezem tentoria), incisura tentorii** přechází kmen plynule v mezimozek (obr. 10.84.).

Klinická poznámka

Velký týlní otvor a stanový zářez představují **úžinová místa pro kmen**. Přes ně mohou za patologických stavů (při zvětšeném objemu mozku) vyhrznout - podél kmene - jiné části mozku a vyvolat útlak kmene. Poněvadž jsou ve kmeni uložena životně důležitá vegetativní centra (řídí srdeční akci, dýchání, krevní tlak), je pacient útlakem kmene ohrožen selháním životních funkcí (obr. 10.38.-10.39.).

Dutiny ve kmeni (obr. 10.32.,10.33.,10.38.)

- Do kaudální části prodloužené míchy ještě zasahuje **centrální kanálek míšní**.
- V horní části prodloužené míchy a v celém Varolově mostu je dutinový systém CNS rozšířen ve **IV. komoru mozkovou, ventriculus quartus**.
 - Strop IV. komory tvoří redukované gliové tektum Varolova mostu a horní prodloužené míchy, nad gliovým stropem IV. komory leží mozeček. Strop má „stanovitý“ tvar a vybíhá špičatě proti mozečku jako **fastigium** (l. fastigium - vrchol, lomenice). V gliové dolní části stropu IV. komory jsou otvory, kterými dutinový systém CNS komunikuje se subarachnoidálním prostorem. Přes tyto otvory opouští mozkomíšní mok dutinový systém a odtéká mezi mozkomíšní pleny do **subarachnoidálního prostoru**.
 - Spodina IV. komory je lehce konkávní a má tvar rhombický (kosočtvercový). Nazývá se **jáma rhombická (kosočtvercová), fossa rhomboidea**. Tvoří ji dorzální plocha

tegmenta horní oblongaty a celého Varolova mostu. Je složitě konfigurovaná. Pod spodinou IV. komory leží v tegmentu **retikulární formace** a **jádra hlavových nervů**.

- Ve středním mozku je dutinový systém zúžen v kanálek - **Sylviusův mokovod**, *aqueductus mesencephali*.

Propojení kmene s dalšími oddíly CNS

- Etáž kmenová propojuje - morfologicky i funkčně - etáž míšní s etáží diencefalickou.
- S mozečkem je kmen propojen 3 páry **stonků mozečkových**, *pedunculi cerebellares* (viz mozeček).

Stavba tektu, tegmenta a bazálních nástaveb

- **Tektum** je ve Varolově mostu a horní prodloužené míše redukováno, neobsahuje neurony a je tvořeno pouze glií. Tvoří tenký **gliový strop IV. komory**. Ve středním mozku je vyvinuto dobře, tvořeno nervovou tkání a modelováno ve **čtverohrbolí**, *corpora quadrigemina* (obr. 10.31.). Čtverohrbolí sestává z dvojice **kraniálních** a dvojice **kaudálních hrbolek**, *colliculi craniales et caudales*. Hrbolky jsou podmíněny v hloubi uloženými **jádry čtverohrbolí**.
- **Tegmentum** zaujímá největší část objemu kmene a je dobře vyvinuto ve všech jeho částech. V horní prodloužené míše a ve Varolově mostu tvoří dorzální plocha tegmenta spodinu IV. komory. Šedou hmotu tegmenta tvoří **jádra hlavových nervů**, **retikulární formace (RF)** a **specifická kmenová jádra**. K specifickým jádrům patří např. **jádra zadních provazců** a **olivární jádra** v prodloužené míše a **červené jádro** a **černá substance**, *nucleus ruber et substantia nigra* ve středním mozku (obr. 10.38.). Bílou hmotu tegmenta tvoří soubor **projekčních drah senzitivních** a **senzorických** a vývojově starých projekčních **drah extrapyramidových** (nepřímých projekčních drah motorických). V celé délce kmene jím probíhá **mediální podélný svazek**, *fasciculus longitudinalis medialis (FLM)* - vývojově starý svazek, který realizuje sdružené (konjugované) pohyby očí (podrobněji viz dráhy nervové).
- **Bazální nástavby** kmene reprezentují **pyramidy prodloužené míchy**, **bazální nástavba Varolova mostu** a **mozková raménka**, *crura cerebri* středního mozku. Jsou tvořeny převážně bílou hmotou, v níž probíhají **vývojově mladé dráhy motorické**, tj. **dráhy pyramidové**, což jsou dráhy volní hybnosti, které realizují uvědomělé pohyby. Vedle nich zde probíhají i vývojově mladé **dráhy kortiko-ponto-cerebelární**, spojující mozkovou kůru s kůrou vývojově mladého mozečku - neocerebella (viz tam), s přepojením v jádrech Varolova mostu, uložených v bazální nástavbě pontu.

10.2.2.1. Popis kmene

Hranice mezi prodlouženou míchou a Varolovým mostem je dobře patrná na spodní - bazální ploše kmene jako příčný žlábek, *sulcus bulbopontinus*, kdežto na straně dorzální spodina IV. komory stírá hranici mezi prodlouženou míchou a Varolovým mostem.

- Při pohledu na bazální plochu kmene je vidět povrch všech bazálních kmenových nástaveb (obr. 10.34.-10.35.).
- K odkrytí pohledu na dorzální plochu kmene je nutno snést mozeček: po jeho odstranění odkryjeme dorzální plochu tektu:
 - dobře vyvinuté tektum středního mozku - **čtverohrbolí**
 - redukováno tektum pontu a horní oblongaty - tenký **gliový strop IV. komory**

- Po snesení mozečku a redukováného tekta Varolova mostu a horní prodloužené míchy (tj. gliového stropu IV. komory) se odkryje pohled na dorzální povrch tegmenta Varolova mostu a horní oblongaty – tj. **spodinu IV. komory** (obr. 10.33.,10.36.).

Z kmene párově vystupuje III. - XII. hlavový nerv. Nerv III. a nervy V - XII vystupují z báze kmene. IV. nerv vystupuje jako jediný z kmene dorzálně.

10.2.2.2. Uložení jader hlavových nervů ve kmeni

V tegmentu kmene jsou uložena **jádra III. - XII. hlavového nervu** (n. I a n. II jádra nemají) (obr. 10.41.,12.2.). N. XI má kromě jádra uloženého ve kmeni ještě **spinální jádro**, uložené v krční míše. Jádra jsou uložena v paralelních longitudinálních řadách: motorická jádra leží mediálně, senzitivní a senzorická jádra laterálně, mezi nimi leží jádra parasymptická.

- **Motorická jádra** jsou tvořena **motoneurony**, jejichž neurity vystupují cestou hlavových nervů z mozku a inervují příčně pruhované svaly hlavy. Jádra jsou uspořádána do 2 řad - řady mediální a laterální. V řadě mediální jsou uložena motorická jádra n. III, IV, VI, XII, v řadě laterální motorická jádra n. V, VII, IX, X, XI.
 - Mediální řadu motorických jader tvoří
 - **Nucleus n. oculomotorii (n. III)**
 - **Nucleus n. trochlearis (n. IV)**
 - **Nucleus n. abducentis (n. VI)**
 - **Nucleus n. hypoglossi (n. XII)**
 - Laterální řadu motorických jader tvoří
 - **Nucleus motorius n. trigemini (n. V)**
 - **Nucleus n. facialis (n. VII)**
 - **Nucleus n. accessorii (n. XI)**
 - **Nucleus ambiguus: společné motorické jádro. IX., X., XI. hlavového nervu**

Jádra laterální řady jsou uložena hlouběji než jádra mediální řady a axony jejich neuronů „kolínkovitě“ obtáčejí povrchněji uložená jádra mediální řady.

- **Parasymptická jádra** jsou uložena mezi oběma řadami jader motorických. Jsou tři: parasymptické jádro n. III (*ncl. Edinger- Westphali*), n. VII (*ncl. salivatorius superior*) a společné parasymptické jádro n. IX a n. X (*ncl. salivatorius inferior*). Jejich neurity - pregangliová vlákna vystupují cestou hlavových nervů z mozku a v blízkosti cílových orgánů se, v parasymptických gangliích hlavových nervů, přepojují na postgangliové neurony. Neurity postgangliových neuronů inervují hladké svaly oka a žlázy v oblasti hlavy (žlázu slznou a velké slinné žlázy). Neurity pregangliových neuronů parasymptického jádra n. X (bloudivého nervu) opouštějí, jako jediné, oblast hlavy a krku, probíhají v dutině hrudní a břišní, kde se v četných parasymptických gangliích přepojují v neurony postgangliové. Ty inervují hladkou svalovinu a žlázy hrudních a břišních útrob.
- **Senzitivní a senzorická jádra** jsou uložena laterálně od jader motorických ve 3 řadách. Cestou hlavových nervů je do nich vedeno jemné, hrubé i proprioceptivní čítí z receptorů hlavy, čítí chuti, sluchu, čítí vestibulární a čítí z útrob.

K těmto jádrům náleží:

 - **Viscerozsenzitivní a chuťové jádro: ncl. solitarius (ncl. tractus solitarii)** /l. solitarius – osamocený/: do dolní části jádra aferentuje čítí z útrob (tato část náleží X. hlavovému nervu), do jeho horní části (horní část se nazývá **jádro chuťové, ncl. gustatorius**) aferentuje čítí chuti prostřednictvím hlavových nervů VII, IX, X. Je uloženo nejmediálněji ze senzitivních a senzorických jader.
 - **Senzitivní (somatosenzitivní) jádra**: jsou 2, obě patří V. hlavovému nervu (nervu trojklannému). Jsou to **hlavní (pontinní) a spinální jádro**. Aferentuje do nich jemné čítí (dotekové čítí a uvědomě-

- lá propiocepce) a hrubé čítí (čítí bolesti a tepla) z obličejové části hlavy. Jsou uložena zevně od jádra předešlého.
- o **Senzorická jádra** jsou **sluchová a vestibulární jádra** (obě patří VIII. hlavovému nervu). Leží nejlaterálněji ze senzitivních a senzorických jader.

10.2.2.3. Retikulární formace

Retikulární formace (RF), *formatio reticularis* je vývojově starý systém, sestávající z početných, malých a navzájem bohatě propojených neuronů, které vytvářejí síť (l. reticulum – síť, odtud název). Nachází se v tegmentu celého mozkového kmene a zasahuje až do krční míchy (obr. 10.41.). Původně působila samostatně, později se ve fylogeneze vytvořily její spoje s jinými oddíly CNS.

RF je morfologicky členěna v **jádra** (celkem asi 50 jader), která jsou uspořádána do 3 longitudinálních pruhů. Chemické členění RF vychází z tvorby mediátorů různými populacemi neuronů RF.

Funkce RF

- Během vývoje se v RF vydiferencovala vegetativní centra k řízení životně důležitých vegetativních funkcí: **centrum dýchací, centrum vasomotorické, centrum pro řízení srdeční akce.**
- Neuronů RF fungují jako interneuronů a představují **spojovací substrát** mezi senzitivními a motorickými jádry hlavových nervů: RF se tak podílí na stavbě **reflexních oblouků hlavových nervů** (obdobě míšních reflexních oblouků). Prostřednictvím těchto reflexních oblouků jsou realizovány **životně důležité obživné a obranné kmenové reflexy**: např. reflex polykací, sací, kašlací, rohokový (mrkací).

Klinická poznámka

Po podráždění rohovky vatovým štětečkem následuje mrknutí. Vyšetření rohokového (mrkacího) reflexu je součástí základního neurologického vyšetření. Reflexní oblouk rohokového reflexu: **senzitivní receptory rohovky** - aferentní rameno reflexu: **výběžky pseudounipolárních buněk senzitivního ganglia n. V.** (probíhají v „kabelu“ n. V) - centrum reflexu: **senzitivní jádro n. V, interneuronů RF, motorické jádro n. VII** - eferentní rameno reflexu: **neurony motorických neuronů jádra n. VII (probíhají v n. VII)** – efektor: **kruhový sval oční** – mrknutí.

- **ARAS - ascendentní retikulární aktivační systém** je tvořen vzestupnými dlouhými spoji RF s **nespecifickým thalamem** a jeho prostřednictvím s celou kůrou mozkovou. RF je takto součástí „řetězce“ **receptory těla - ARAS - nespecifický thalamus - kůra mozková** (obr. 10.49.). Systém ovlivňuje stav vědomí - fyziologicky bdělost (luciditu) a spánek.

Při poškození ARAS se objevují různé poruchy spánku či poruchy vědomí. Přes ARAS je také vedena - prostřednictvím vývojově staré **dráhy spinoretikulární** - „pomalá“ vývojově stará bolest .

- **Descendentní systém RF**: Motorický systém sestupných dlouhých spojů RF, zapojený do regulace hybnosti. Jde o „centrální regulátor“ tonu svalového, který představuje spojovací článek mezi vyššími oddíly CNS, ovlivňujícími tonus svalový, a motoneuronů (především gama motoneuronů) předních rohů míšních. Zvyšuje tonus antigravitačních - posturálních svalů (funkčně extenzorů) při současném snížení tonu flexorů. Umožňuje tak vzpřímený stoj.

Klinická poznámka

Projevy poškození RF

- **Poškození ARASu má za následek poruchy spánku a vědomí.**

- Při poškození descendentního systému RF vzniká specifická porucha motoriky, tzv. **decebrační rigidita**, kdy je patologicky zvýšen tonus posturálních svalů. Jde o jakousi „karikaturu stoje“: končetiny a hlava jsou v hyperextenzi, hřbet prohnut (*opistotonus*). Vzniká při lézích mozkového kmene v oblasti čtverohrbolí.
- **Destruktivní kmenové léze s postižením vegetativních center RF** ohrožují pacienta na životě selháním životních funkcí (dýchání, akce srdeční, tlaku krevního).

10.2.3. Mozeček, *cerebellum*

Mozeček, *cerebellum* je součástí zadního mozku, avšak jeho stavba a funkce je zcela odlišná od stavby a funkce prodloužené míchy a Varolova mostu. Uložen je v zadní jámě lební, subtentoriálně (pod stanem mozečkovým - tentoriem, společně s kmenem mozkovým), nad gliovým stropem IV. komory mozkové (obr. 10.31.,10.32.,10.57.). Jeho spojení s mozkovým kmenem realizují 3 páry **stonků mozečkových, *pedunculi cerebellares***. Do mozečku jimi vstupují a z mozečku vystupují mozečkové dráhy (obr. 10.33.):

- **Dolní stonek mozečkový, *pedunculus cerebellaris inferior***: spojuje mozeček s prodlouženou míchou.
- **Střední stonek mozečkový, *pedunculus cerebellaris medius***: spojuje mozeček s mostem.
- **Horní stonek mozečkový, *pedunculus cerebellaris superior***: spojuje mozeček se středním mozkem.

Části (obr. 10.42.,10.43.)

- **Červ, *vermis*** je střední nepárová část mozečku.
- **Hemisféry mozečku** jsou dvě postranní části. K *vermis* těsně přiléhající část každé hemisféry je označována jako její **paravermální část**.

Klinická poznámka

Hemisféra mozečku je propojena se stejnostrannou (homolaterální) polovinou těla - na rozdíl od hemisféry koncového mozku, která je propojena s druhostrannou (kontraletarální) polovinou těla.

10.2.3.1. Šedá a bílá hmota mozečku

Šedá hmota (obr. 10.44.) tvoří **kůru** na povrchu mozečku a **jádra** v hloubi bílé hmoty mozečku.

- **Kůra mozečku** je zvrásněna a členěna žlábkami v tenké **lístky, *folia*** a hlubšími rýhami v **laloky a lalůčky, *lobi et lobuli***. Tvořena je 3 vrstvami buněk. **Purkyňovy buňky** kůry tvoří **gangliovou vrstvu** kůry mozečku. Propojují kůru mozečku s jádry mozečku a končí na nich všechny aferentní dráhy, vstupující do mozečku.
- **Jádra mozečku** jsou párová, uložena v hloubi bílé hmoty mozečku. Patří k nim: *ncl. dentatus, ncl. globosus, ncl. emboliformis, ncl. fastigii* (obr. 10.45.).

Bílá hmota mozečku leží pod kůrou a představuje soubor dostředivých a odstředivých mozečkových drah. Na sagitálním řezu mozečkem je patrné, že bílá hmota vybíhá do mozečkových lístků, krytých kůrou. Společně s kůrou vytváří charakteristickou kresbu lístků (patrné na sagitálním řezu mozečkem), zvanou **strom života, *arbor vitae*** (obr. 10.44.).

10.2.3.2. Členění mozečku

Popisné členění

Tradiční anatomická nomenklatura je vytvořena pro mozečkový červ i pro hemisféry. Svoje názvy mají jednotlivé žlábkami, rýhami, lístky, lalůčky i laloky mozečku. Každému lístku na *vermis*

je přiřazen přiléhající lístek na hemisféře: lístky vermis jsou nepárové, lístky na hemisférách párové. Z popisné nomenklatury uvádíme pouze názvy mozečkových laloků, které jsou tři (obr. 10.42.,10.43.):

- **Lalok vločkouzlíkový (lalok flokulo - nodulární, část flokulo-nodulární), lobus (pars) flocculo-nodularis** (l. *flocculus* – vločka, *nodulus* – uzlík). Zahrnuje značnou část vermis a k němu malou přilehlou část obou hemisfér.
- **Lalok přední, lobus anterior**: Zahrnuje zbývající část vermis a k němu přilehlou úzkou část hemisféry (**paravermální část**).
- **Lalok zadní, lobus posterior** (ve starší nomenklatuře **lalok střední, lobus medius**): zahrnuje převážnou část každé hemisféry.

Klinická poznámka

Dorzokaudální část každé hemisféry v blízkosti týlního otvoru promínuje ze spodní plochy zadního laloku. Nazývá se mozečková **mandle - tonsilla** (dle morfologické podoby s mandlemi patrovými) (obr. 10.42.). Při zvětšení objemu mozku může prolabovat - **herniovat** přes týlní otvor a vyvolat tak útlak mozkového kmene (obr. 10.39.).

Vývojové členění

Z hlediska fylogenetického stáří se mozeček dělí na: **archi-, paleo-, neocerebellum**: *Archi-* a *paleocerebellum* jsou vývojově starými částmi mozečku, kdežto *neocerebellum* je jeho mladou částí, vázanou na vývoj kůry mozkové.

- **Archicerebellum** je vývojově nejstarší mozeček. Vyvinul se již u primitivních obratlovců, žijících výhradně ve vodě. U člověka mu odpovídá **část flokulo-nodulární**.
- **Paleocerebellum** je rovněž vývojově starý mozeček, avšak mladší než archicerebellum. Vyvinul se u živočichů, kteří vystoupili z vody na souš. Odpovídá mu **přední lalok** lidského mozečku.
- **Neocerebellum** je vývojově mladý mozeček, který se vyvinul na základě vývoje kůry koncového mozku (u vyšších živočichů během kortikalizace funkcí). Odpovídá mu **zadní lalok** lidského mozečku.

Archi-, paleo- a neocerebellu odpovídají příslušné okrsky kůry i jednotlivá jádra mozečku.

Klinická poznámka:

V klinice je dělení mozečku poněkud odlišné od jeho morfologického členění: **klinickým starým mozečkem - paleocerebelem** je označován nepárový červ mozečku (anatomicky jde o *archi-* a *paleocerebellum*). **Klinickým mladým mozečkem - neocerebelem** je označována párová hemisféra mozečku. Proto je **paleocerebelární syndrom** z poškození mozečkového červa vždy oboustranný, kdežto **neocerebelární syndrom** při postižení jedné z hemisfér jednostranný, a to vždy stejnostranný - homolaterální s postiženou hemisférou.

Funkční členění

Jde o členění mozečku na základě jeho spojení s dalšími oddíly CNS.

- **Vestibulární mozeček** se podílí na udržování rovnováhy. Má oboustranné (dostředivé i odstředivé) spoje s vestibulárním ústrojím vnitřního ucha a s vestibulárními jádry VIII. hlavového nervu ve kmeni mozkovém.
- **Spinální mozeček** slouží k regulaci svalového tonu a má oboustranné spojení s míchou hřbetní a prodlouženou.
- **Cerebrální mozeček** slouží časoprostorové koordinaci a jemné synchronizaci pohybů. Má spojení s kůrou mozkových hemisfér.

Korelace vývojového, funkčního a popisného členění mozečku

- *Archicerebellum* - vestibulární mozeček - *lobus flocculonodularis*
- *Paleocerebellum* - spinální mozeček - *lobus anterior*
- *Neocerebellum* - cerebrální mozeček - *lobus posterior*

10.2.3.3. Dráhy mozečkové

Vstupují a vystupují do mozečku a z mozečku cestou stonků mozečkových. Jsou souborem 1) **drah aferentních** (dostředivých) přicházejících přes stonky mozečkové do kůry mozečku z různých částí COS; končí synapsí na Purkyňových buňkách kůry mozečku a 2) **drah eferentních** (odstředivých) - vystupujících z jader mozečku a směřujících přes stonky mozečkové do různých částí CNS.

Kůra mozečku je prostřednictvím neuritů Purkyňových buněk kůry propojena s jádry mozečku.

Stručný výčet drah mozečku

- **Aferentní dráhy**
 - Aferentní dráhy archicerebella: Přivádějí do kůry archicerebella - vestibulárního mozečku informace z rovnovážného vestibulárního ústrojí vnitřního ucha a z vestibulárních kmenových jader.
 - Aferentní dráhy paleocerebella: **tractus spinocerebellaris anterior et posterior, tractus bulbo-cerebellaris**. Přicházejí do kůry paleocerebella - spinálního mozečku z míchy a prodloužené míchy. Přivádějí do mozečku informace o momentálním stavu pohybového aparátu (neuvědomělou propriocepci).
 - Aferentní dráhy neocerebella: Přicházejí do kůry neocerebella - cerebrálního mozečku z kůry mozkových hemisfér. Přivádějí do mozečku informace o „plánu“ pohybu, který motorická mozková kůra „hodlá“ realizovat.
- **Eferentní dráhy** začínají v jádrech mozečku, z mozečku vystupují cestou stonků mozečkových.
 - Eferentní dráhy archicerebella směřují do vestibulárních jader kmene (jádra n. VIII) a odtud do míchy.
 - Eferentní dráhy paleocerebella směřují - přes RF a červené jádro středního mozku - do míchy.
 - Eferentní dráhy neocerebella směřují do thalamu a po přepojení v něm do kůry mozkové.

Funkce mozečku

Mozeček je strukturou, která slouží výhradně funkcím motorickým. Činnost mozečku probíhá mimo naše vědomí. Mozeček se podílí na:

- **Udržování rovnováhy:** Jde o funkci starého vestibulárního mozečku (*archicerebella*), propojeného aferentními drahami s vestibulárním ústrojím vnitřního ucha a vestibulárními kmenovými jádry a eferentními drahami - přes vestibulární kmenová jádra - s míchou.
- **Regulaci tonu svalového:** Jde o funkci starého spinálního mozečku (*paleocerebella*), který prostřednictvím dostředivých spojů s míchou a prodlouženou míchou sbírá signály z proprioceptorů a po jejich zpracování ovlivňuje cestou eferentních drah aktivitu gamma-motoneuronů předních rohů míšních a jejich prostřednictvím reguluje tonus svalový.
- **Zajištění časové koordinace pohybů, koordinace střídavých pohybů a jemné synchronizace pohybů** (tj. určení směru, délky, trvání a intenzity pohybu). Jde o funkci mladého cerebrálního mozečku, který je oběma směry propojen s kůrou mozku.

Funkce mozečku jako komparátoru

Každému „volnímu“ (vůlí ovládanému) pohybu, realizovanému motorickou mozkovou kůrou cestou projekčních motorických drah pyramidových, předchází tok nervových vzruchů z kůry mozku do mozečku a následně z mozečku do motorické kůry mozku. Teprve potom je volní pohyb realizován.

Před provedením volního pohybu vytvoří kůra mozková „plán“ tohoto pohybu, který „zašle“ aferentními mozečkovými drahami do neocerebella. Neocerebelum „porovná – komparuje“ momentální stav pohybového aparátu s „plánem“ kůry koncového mozku a „nalezne rozdíl“ mezi aktuálním stavem pohybového aparátu a stavem, do něhož „hodlá“ mozková kůra po-

hybový aparát dostat. O zjištěném rozdílu „informuje“ mozeček kůru mozkovou cestou eferentních mozečkových drah. Nakonec primární motorická mozková kůra realizuje cílený - mozečkem opravený - pohyb cestou projekčních motorických drah.

Klinická poznámka

Projevy poškození mozečku: Poškození mozečku se projevuje specifickými poruchami hybnosti. Odlišné příznaky má poškození **starého mozečku** (archi- a paleocerebella) a **mladého mozečku** (neocerebella).

- **Syndrom paleocerebelární** se objevuje při postižení starých částí mozečku, které jsou reprezentovány především nepárovým **červem mozečkovým**. Paleocerebelární syndrom je proto vždy oboustranný. Projevuje se **poruchami rovnováhy** (z poškození vestibulárního mozečku) a **poruchami tonu svalového** (z poškození spinálního mozečku). K jeho příznakům patří:
 - **Mozečková ataxie:** poruchy stoje a chůze, které mají charakter stoje a chůze „opilecké“ (stoj a chůze nejistá, s vrávoráním).
 - **Hypotonie:** patologické snížení tonu svalového. Při neurologickém vyšetření se projevuje kyvadlovým charakterem šlachosvalových reflexů, např. reflexu patelárního.
- **Syndrom neocerebelární** vzniká při postižení neocerebella - tedy **jedné z hemisfér mozečku** (obr. 10.46.,10.47.). Je proto jednostranný a projevuje se na homolaterální ½ těla dysharmonií pohybů - poruchami cílených a střídavých pohybů a poruchami součinnosti vzdálených svalových skupin:
 - **Hypermetrie:** pacient netrefí cíl, před jeho dosažením pohyb nezpomalí a cíl „přestřelí“. V neurologickém vyšetření zkouška prst - nos, prst - lalůček ušní, pata - koleno. Normou (při nepoškozeném mozečku) je **eumetrie** = přesné „stíhání“ cíle.
 - **Adiadochokinéza** - porucha provádění rychlých střídavých pohybů. Ozřejmuje se zkouškou supinace x pronace obou předloktí současně. Na postižené straně jsou tyto střídavé pohyby prováděny nedokonale a opoždějí se za stranou zdravou. Normou při nepoškozeném mozečku je **diadochokinéza** = dokonale synchronní provádění střídavých pohybů.
 - **Asynergie** - porucha prostorové a časové souhry-součinnosti rozsáhlých svalových skupin. Pacient s postiženou hemisférou mozečku neprovede záklon (při němž je nutná souhra svalů trupu a obou DK) jako zdravý člověk, tj. se záklonem šíje, trupu a pokrčením DK v kolenu. Proto při pokusu o záklon padá dozadu. Normou při nepoškozeném mozečku je **synergie**, tj. správná součinnost rozsáhlých svalových celků.

10.2.4. Mezimozek, *diencephalon*

Mezimozek, *diencephalon* Je nepárovou součástí předního mozku. Morfologicky i funkčně navazuje na mozkový kmen. Některými autory je dokonce ke kmeni mozkovému řazen.

Části (obr. 10.31.-10.32.,10.34.,10.48.)

- **Thalamus, metathalamus, epithalamus:** souborně označováno jako **thalamencephalon**.

Jde převážně o senzitivní struktury.

- **Zrakový mozek, *ophthalmoencephalon***
- **Hypothalamus** a **subthalamus:** struktury vegetativní (visceromotorické) a motorické
- **Hypofýza**

Vývoj

Mezimozek se vyvíjí ze střední nepárové části předního mozkového váčku (**prosencephala**).

Dutinový systém se v oblasti mezimozku rozšiřuje ve III. komoru mozkovou. Z neurální trubice vyvíjejícího se mezimozku vznikají vychlípením – paginací epithalamus, zrakový mozek a neurohypofýza.

10.2.4.1. *Thalamus*

Thalamus je párová vejčítá struktura. Oba thalamy tvoří svojí volnou konvexní mediální plochou laterální stěny III. komory (obr. 10.48.,10.72.,10.74.).

Stavba thalamu

Thalamus je tvořen: **jádry** (celkem asi 50 jader, která jsou klasifikována do morfologických a funkčních skupin) a 2 lamelami **bílé hmoty**. Funkční členění jader thalamu:

- **Specifická sensorická jádra** jsou souborně označována jako **specifický sensorický thalamus**. V nich jsou přepojovány předposlední neurony projekčních senzitivních a sensorických drah na poslední **thalamo-kortikální neurony**, které projikují do ohraničených **primárních senzitivních a sensorických oblastí kůry mozkové**, kde si uvědomujeme příslušné kvality čítí (cítěné, viděné, slyšené...) /podrobněji viz kůra mozková/.
- **Nespecifická sensorická jádra** jsou souborně označována jako **nespecifický sensorický thalamus** (obr. 10.49.). Tato jádra přijímají aferenty z retikulární formace (**ARAS**) a vysílají eferenty difúzně do celé kůry mozkové. ARAS a nespecifický sensorický thalamus regulují stav vědomí (fyziologicky bdělost - spánek) a jsou zapojeny do vedení pomalé bolesti.
- **Specifická motorická jádra** tvoří **motorický thalamus**. Zapojena jsou do regulace motoriky - mají spoje s bazálními ganglii a mozečkem.
- **Asociační jádra** jsou funkčně nejvýše organizovaná jádra thalamu, Jsou nadřazena specifickým sensorickým jádrům. Přijímají aferenty ze specifických sensorických jader thalamu a projikují do asociačních oblastí kůry mozkové (viz kůra mozková).

Funkce thalamu

Thalamus je propojen - stejně jako hemisféra koncového mozku - s druhostrannou polovinou těla.

Význam **nespecifického sensorického thalamu** byl zmíněn v předchozím textu (a bude zmíněn také v kapitole bazální ganglia“). Na tomto místě je rozvedena pouze funkce **specifického sensorického thalamu**, který je charakterizován jako „brána vědomí“ nebo jako „senzitivní křižovatka“:

- U nižších obratlovců thalamus funguje jako nejvyšší senzitivní a sensorické centrum a spolu s bazálními ganglii tvoří nejvyšší integrační oblast CNS. Ve fylogeneze se s vývojem a diferenciací kůry mozkové vedoucí úloha thalamu jako nejvyššího senzitivního centra ztrácí a thalamus se „podřizuje“ kůře mozkové. Ve specifických sensorických jádrech thalamu se přepojují předposlední neurony projekčních senzitivních a sensorických drah na poslední thalamo-kortikální neurony, které směřují do určitých ohraničených oblastí kůry mozkové (do **primárních senzitivních a sensorických koro-vých center** – viz kůra mozková), kde dochází k uvědomování si senzitivity (tj. té které kvality čítí).
- Ani u vyšších živočichů však thalamus neslouží jenom jako „přepojovací stanice“ senzitivních a sensorických drah do kůry. Na úrovni thalamu se u člověka odehrávají složitě **reflexní reakce** nepodmíněného charakteru a senzitivita tak vstupuje do vědomí již na úrovni talamické. V thalamu - bez účasti kůry mozkové - vznikají pocity libosti a nelibosti (zapojení některých jader thalamu do **limbického systému**; viz limbický systém).

10.2.4.2. Epithalamus

Epithalamus Je uložen dorzokraniálně od thalamů (l. *epi* - nad).

Z jeho struktur jmenujeme **šišinku mozkovou - epifýzu, corpus pineale**. Produkuje **melatonin**, který ovlivňuje cirkadiánní rytmy. V dětství tlumí funkci gonád (**nádor epifýzy vyvolává předčasnou pubertu - pubertas praecox**). Involuje již v dětství.

Klinická poznámka

V dospělosti se v epifýze až u 75% populace objevuje RTG kontrastní **acervulus cerebri** (písek mozkový). Potom je na nativním RTG snímku lbi epifýza v Z-P projekci patrná. V normě je ve středové rovině (její deviace ze středové roviny budí podezření na expanzivní proces v jedné hemisféře mozku).

10.2.4.3. Metathalamus

Jádra **metathalamu** jsou podkladem párových hrbolků – **kolínkových tělísek: kolínkového tělíska mediálního a laterálního, corpus geniculatum mediale et laterale**. Tato jádra jsou zapojena do dráhy zrakové a sluchové (viz nervové dráhy) a představují:

- **Podkorové centrum zrakové** (jádro v laterálním kolínkovém tělisku): přepojuje se zde předposlední neuron zrakové dráhy na její poslední neuron, směřující do primární zrakové korové oblasti (obr. 10.51.).
- **Podkorové centrum sluchové** (jádro v mediálním kolínkovém tělisku): přepojuje se zde předposlední neuron sluchové dráhy na její poslední neuron, směřující do primární sluchové korové oblasti (obr. 10.50.).

10.2.4.4. Subthalamus

Subthalamus je uložen - stejně jako hypothalamus (viz dále) pod thalamem (l. *sub* - pod), ale laterálněji a rostrálněji než hypothalamus. Obsahuje jádra i bílou hmotu.

Z jader zmiňujeme **jádro podthalamické, nucleus subthalamicus**, které je řazeno je k **bazálním gangliím**.

10.2.4.5. Hypothalamus

Hypothalamus leží, stejně jako subthalamus, pod thalamem. Je tvořen jádry (obr. 10.52.). Některá z jader mají schopnost **neurosekrece**, tj. produkce látek hormonální povahy. **Bradavková (mamilární) jádra** hypothalamu podmiňují **bradavková (mamilární) tělesa, corpora mamillaria** (2 půlkulovitá tělesa, která kaudálně prominují z hypothalamu). Dráhy hypothalamu (spojují hypothalamus s jinými částmi CNS) vytvářejí makroskopicky patrné spoje. Většina z nich patří **limbického systému** (viz dále). Část z nich patří obloukovým strukturám mozku.

Funkce hypothalamu

- Hypothalamus je **řídícím centrem vegetativních funkcí**. Je regulátorem metabolických dějů, řídí anabolické a katabolické procesy.
- V hypothalamu jsou **centra pro regulaci příjmu potravy** (**poruchy hypothalamu: bulimie, anorexie**), vegetativní funkce (kardiovaskulární činnost, dýchání, činnost zažívací soustavy), termoregulaci („relé“ nastavující teplotu organismu).
- Hypothalamus je **koordinátorem vegetativních, endokrinních, somatických a emočních funkcí při defenzivních reakcích**.

Defenzivní (únikové, útekové) reakce představují komplexní odpověď organismu na situace, ohrožující zdraví a život živočicha. Jsou při nich podvědomě mobilizovány a vzájemně koordinovány funkce nutné pro efektivní únik před nebezpečím: kombinace zvýšeného tonu sympatiku (stimulace vegetativních

funkcí nutných k vysokému výkonu - např. zrychlení akce srdeční, zvětšení systolického objemu srdečního, vyplavení stresových hormonů), motorických reakcí (útěk - „vzal nohy na ramena“) a emočního útlumu (cestou zapojení hypothalamu do limbického systému). Je-li nebezpečí tak veliké, že útěk situaci nevyřeší, je defenzivní reakce vystupňována v útlum všech svrchu jmenovaných funkcí (somatických, emočních a vegetativních). Živočich znehybní, mimovolně se „staví mrtvým“ - tzv. „**hraná smrt - playing death**“ (na mrtvého živočicha se neútočí). Stejně se chová člověk při katastrofických situacích (automobilové havárie, vlaková neštěstí, živelné katastrofy): „ztuhl jako solný sloup“. Stejně jako u „hrané smrti“ nižších živočichů jde v takovém případě i u člověka o chování mimovolní, neovlivňované kůrou mozkovou. Hypothalamus je součástí **limbického systému** (viz tam).

- **Neurosekrece (neurokrinie) hypothalamu:** Některá jádra hypothalamu produkují látky hormonální povahy, které jsou dopravovány do hypofýzy (viz tam).

10.2.4.6. Hypofýza

Hypofýza je žláza s vnitřní sekrecí, která řídí funkci všech ostatních vnitřně-sekretorických žláz (obr. 10.52.). Uložena je v hypofyzární jamce tureckého sedla klínové kosti a zavěšena **stopkou** ke spodině hypothalamu, se kterým má úzké funkční vazby, označované jako **hypothalamo-hypofyzární systém**. Diencefalického původu je pouze její **zadní lalok (neurohypofýza)**, který evaginuje z mezimozku, kdežto **přední lalok (adenohypofýza)** se vyvíjí z Rathkeho výchlípku nosohltanu a vcestuje přes kanálek v těle kosti klínové (který se později uzavírá) do tureckého sedla, kde se přiloží k neurohypofýze.

Vazba předního laloku hypofýzy s hypothalamem (obr. 15.6.)

Některá jádra mediálního hypothalamu produkují látky hormonální povahy, zvané **budivé a tlumivé faktory**. Ty jsou axonálním transportem dopravovány do stopky hypofýzy, zde předávány do krevního oběhu a krví dopravovány do **předního laloku hypofýzy**. Tady stimulují nebo brzdí tvorbu **tropních hormonů** vytvářených buňkami předního laloku hypofýzy. Z předního laloku jsou tyto hormony krví rozváděny k žlázám s vnitřní sekrecí a ovlivňují tvorbu jejich hormonů.

K tropním hormonům adenohypofýzy patří např. **hormon thyretropní** (cílovým orgánem je štítná žláza), **hormon kortikotropní** (cílovým orgánem je nadledvina), **hormony gonadotropní: luteinisační, luteotropní, folikulo-stimulační** (cílovým orgánem jsou pohlavní žlázy), **hormon somatotropní** (hormon růstový).

Vazba zadního laloku hypofýzy s hypothalamem (obr. 15.7.)

Jiná jádra hypothalamu produkují hormony (**vazopresin, oxytocin, adiuretin**), které jsou axonálním transportem dopravovány do **zadního laloku hypofýzy**. Zde jsou „skladovány“ a podle potřeby uvolňovány do krve a jí dopravovány k cílovým orgánům.

Vazopresin reguluje výši krevního tlaku ovlivněním periferního cévního řečiště, **oxytocin** vyvolává stahy hladké svaloviny děložní během porodu, **adiuretin (antidiuretický hormon)** ovlivňuje zpětné vstřebávání vody v ledvinných tubulech a tím redukuje objem primární moči na objem moči sekundární.

10.2.4.7. Zrakový mozek, *ophthalmoencephalon*

Zrakový mozek, *ophthalmoencephalon* vzniká evaginací (vychlípením) mezimozku do očníce. Je součástí zrakové dráhy a tvoří její první tři neurony. Ke zrakovému mozku náleží: **zrakový trakt, tractus opticus, zrakové křížení, chiasma optimum, zrakový nerv, nervus opticus (n. II)** a **sítnice, retina**.

Klinická poznámka

Symptomy poškození mezimozku:

Poškození thalamu

Syndrom 5 thalamických „hemi“: Je vždy přítomen na kontralaterální 1/2 těla: **hemihypestezie**: snížení dotykového cití na 1/2 těla, **hemihyperpatie**: porucha kvality cití na 1/2 těla - jemný dotek je vnímán jako bolest, **hemialgie**: krutá neztížitelná thalamická bolest na 1/2 těla, **hemianopsie**: slepota 1/2 zorných polí obou očí, **hemichorea**: mimovolní pohyby na 1/2 těla.

Poškození hypothalamu

Vegetativní poruchy, poruchy termoregulace, poruchy neurosekrece: snížená produkce adiuretinu s projevy **diabetes insipidus** („žíznivého“ diabetu), kdy pacient pije velké množství tekutin a prakticky stejné množství tekutiny také vymočí (až desítky litrů denně).

Poškození zrakového mozku: Různé poruchy vizu s výpadky zorného pole (závisejí od místa poškození).

Nádory epifýzy u dětí vyvolávají předčasný nástup puberty - **pubertas praecox**.

10.2.5. Koncový mozek, hemisféry mozkové, telencephalon

Koncový mozek, telencephalon se vyvíjí z předního mozku, *prosencephala* v podobě párových postranních váčků - základů mozkových polokoulí, **hemisfér**.

Mozkové hemisféry od sebe odděluje hluboká **podélná mozková štěrbina, fissura longitudinalis cerebri (fissura interhemispherica)**. Oddělení hemisfér však není úplné: vzájemné propojení obou hemisfér zprostředkovává **kalózní těleso, corpus callosum**, které propojuje vývojově mladou kůru hemisfér a funkčně koordinuje činnost hemisfér (podrobněji viz další text).

Nestejným růstem každé hemisféry - s maximem růstu frontálně, okcipitálně a temporálně - se hemisféra postupně „modeluje“ do obloukovitého tvaru. S ní nabývá obloukovitého tvaru i řada struktur v jejím nitru, které jsou potom označovány jako **obloukové (obloukovité) struktury hemisféry**. Kromě vlastní hemisféry k nim patří např.: **Kalózní těleso, corpus callosum, postranní komora, ventriculus lateralis**, některé **závity a rýhy** na vnitřní ploše hemisféry kolem kalózního tělesa, **jádro ocase, nucleus caudatus** (bazální ganglion), **mozkový srp, falx cerebri** (duplikatura tvrdé pleny mezi oběma hemisférami).

Hemisféra lidského mozku má v časném stadiu vývoje na svém povrchu šedou hmotu různého charakteru: 1) Na dorzolaterálním povrchu vyvíjející se **kůru, cortex** neboli **plášť, pallium**, 2) bazálně **striatový hrbolek** - šedou hmotu nekorového charakteru (striatový hrbolek je později v důsledku mohutného rozvoje kůry zatlačen z povrchu hemisféry do jejího nitra a vyvíjí se v **bazální ganglia** telencefalického původu), 3) mediálně **septální oblast** hemisféry; ta je v průběhu vývoje hemisféry plošně redukována a v definitivní úpravě tvoří jako **průsvitné septum, septum pellucidum** (tvořeno je pouze neuroglií, neobsahuje neurony) a **pravé septum, septum verum** (tvořeno je neurony, seskupenými do **septálních jader**) pouze malou část povrchu mediální plochy hemisféry pod kalózním tělesem.

Část kůry uprostřed laterální plochy vyvíjející se hemisféry zaostává v růstu oproti okolní kůře a od konce 3. lunárního měsíce začíná vklesávat („potápět se“) pod úroveň okolní kůry, která ji postupně shora přerůstá a nakonec zcela překrývá. Vklaslá kůra se nazývá **ostrůvek - insula** (l. *insula* – ostrůvek; kůra, která insulu překrývá nese název **víčka - operkula; l. operculum - víčko**). Insulu shora uzavírá **postranní mozková rýha, fissura lateralis cerebri**. Rýha tvoří přístupovou cestu k insule. Část hemisféry, kterou insulární kůra zabírá, je označována jako **lalok insuly, lobus insulae** (viz dále – laloky mozkové).

Vývojově mladá kůra, neocortex obou hemisfér je během vývoje mozku postupně široce propojována mohutným vazníkem bílé hmoty, zvaným **kalózní těleso**, které patří k obloukovým strukturám. Zajišťuje funkční koordinaci obou hemisfér (podrobněji viz další text).

Vývoj gyrifikace mozku. Lissencefalní a gyrencefalní mozek (obr.10.9.)

V průběhu fylogeneze dochází u savců k rozvoji kůry mozkové. **Vývojově stará kůra** se označuje jako **alokortex**, *allocortex*, **vývojově mladá kůra** jako **neokortex**, *neocortex*. U člověka dochází během vývoje mozku k velkému rozvoji neokortexu. Jeho expanzí jsou některé části staré kůry zatlačeny z místa své původní lokalizace na jiné místo povrchu hemisféry nebo dokonce vtlačeny pod povrch hemisféry.

Mozková kůra zvětšuje svoji plochu vrásněním – **gyrifikací**. Na povrchu hemisféry tak vznikají **závity - gyry**, **žlábký - sulky** a **rýhy - fissury**. Během ontogeneze lidského mozku je povrch hemisféry do konce 3. lunárního měsíce zcela hladký. Toto stadium vývoje mozku se označuje jako **mozek lissencefalní**. Od konce 3. lunárního měsíce dochází k expanzi růstu mozkové kůry a nastupuje její vrásnění - objevují se žlábký a rýhy, které tvoří hranice mezi jednotlivými závity. Mozek lissencefalní (jeho povrch je zcela hladký) se tak mění v **mozek gyrencefalní** (na jeho povrchu jsou žlábký, rýhy, závity). Všechny žlábký, rýhy a závity se vytvářejí prenatalně, a to v určitém, přesně daném, pořadí. Na mozku novorozence jsou již všechny plně vytvořeny.

Tvar hemisféry. Plochy a póly hemisféry

Hemisféra má tvar 1/4 koule: její laterální plocha je konvexní, kdežto mediální a bazální plocha jsou téměř ploché. Na každé z hemisfér se rozeznávají 3 **plochy: plocha laterální, mediální, bazální** a 3 **póly: pól frontální, okcipitální a temporální**.

Mezi hemisférami je hluboká **podélná mozková rýha**, *fissura longitudinalis cerebri (fissura interhemispherica)*. Do ní zasahuje duplikatura tvrdé pleny srpovitého tvaru - **mozkový srp**, *falx cerebri*. V hloubi fisury jsou obě hemisféry propojeny mohutným vazníkem bílé hmoty - **kalózním tělesem**, *corpus callosum*.

Stavba hemisféry (obr. 10.72.-10.74.)

Šedá hmota se nachází na povrchu hemisféry jako **kůra** a v hloubi hemisféry jako mohutná jádra – **bazální ganglia**.

Bílá hmota hemisféry je souborem **drah projekčních, komisurálních a asociačních**. Komisurální dráhy tvoří zrakem patrné svazky, **komisury**. Nejmohutnější komisurou je **kalózní těleso**, které propojuje neokortex obou hemisfér.

Dutinový systém hemisfér je představován **postranními komorami** (označují se jako **pravá a levá postranní komora**). Postranní komory patří k obloukovým strukturám hemisféry.

Hemisféra je obdána **plenami (obaly) mozkovými**.

Klinická poznámka

Hemisféra mozku je funkčně vázána s kontralaterální polovinou těla. Při poškození jedné hemisféry se chorobná symptomatologie vždy objevuje na druhostranné polovině těla.

10.2.5.1. Laloky mozkové

Na každé hemisféře rozeznáváme 6 **mozkových laloků**. Jejich hranice tvoří příslušné žlábký a rýhy (obr. 10.58.-10.59.).

- **Lalok čelní (frontální)**, *lobus frontalis*
- **Lalok temenní (parietální)**, *lobus parietalis*
- **Lalok týlní (okcipitální)**, *lobus occipitalis*
- **Lalok spánkový (temporální)**, *lobus temporalis*
- **Lalok limbický**, *lobus limbicus* zaujímá část mediální plochy hemisféry. Má tvar „límce“ (l. *limbus* - límec), obkružujícího kalózní těleso. Patří k obloukovým strukturám hemisféry.

- **Lalok insuly, lobus insulae** jako jediný netvoří povrch hemisféry, poněvadž je ponořen pod povrch laterální plochy hemisféry. Shora ho překrývá kůra povrchu hemisféry v podobě **víček, operkul**. S povrchem hemisféry komunikuje prostřednictvím **postranní mozkové rýhy** (obr. 10.60.) /podrobněji viz předchozí text/.

10.2.5.2. Gyrifikace mozku

Žlábký a závitý, sulci et gyri se nacházejí na laterální, mediální i bazální ploše hemisféry. Dělí se na závitý a žlábký laloku frontálního, parietálního, okcipitálního, temporálního, limbického a insulárního. V dalším textu jsou jmenovány pouze ty klinicky nejvýznamnější (obr. 10.53.-10.55.). U živého je gyrifikace patrná na CT mozku a na MR obrazech mozku (obr. 10.56.,10.57.).

Žlábký a závitý na laterální ploše hemisféry

- **Centrální žlábek, sulcus centralis** (žlábek Rolandův): téměř vertikálně probíhající žlábek na laterální ploše hemisféry, tvoří hranici mezi frontálním a parietálním lalokem. Před ním - s ním souběžný - je **žlábek precentrální, sulcus praecentralis** (patří frontálnímu laloku), za ním (opět s ním souběžný) **žlábek postcentrální, sulcus postcentralis** (patří parietálnímu laloku). Všechny 3 žlábký zasahují krátce také na mediální plochu hemisféry. **Závit precentrální, gyrus praecentralis** je závit mezi žlábkem centrálním a precentrálním a patří frontálnímu laloku, **závit postcentrální, gyrus postcentralis** je závit mezi žlábkem centrálním a postcentrálním a patří parietálnímu laloku. Závit precentrální a postcentrální krátce zasahují na mediální plochu hemisféry - **klinicky důležité**.
- **Postranní rýha mozku, fissura lateralis cerebri** (rýha Sylviova) je hluboká, horizontálně orientovaná rýha na zevní ploše hemisféry. Je přístupovou cestou k insule.
- Temporálnímu laloku patří **žlábký spánkové, sulci temporales** a **závitý spánkové, gyri temporales**. Závitý spánkové jsou 3 horizontálně orientované závitý (spánkový závit horní, střední a dolní) na zevní ploše hemisféry. Na horní ploše horního temporálního závitý se nachází několik drobných, vertikálně probíhajících závitý (**transverzálních spánkových závitý, gyri temporales transversi**), kolmých na průběh postranní rýhy mozkové. Přední z nich je funkčně významný **Heschlův závit**.
- **Gyry insulární kůry** (dlouhý insulární závit a krátké insulární závitý) patří insulárnímu laloku a lze je zpřístupnit rozevřením postranní mozkové rýhy.

Žlábký a závitý na mediální ploše hemisféry

Kolem kalózního tělesa a struktur mezimozku několik žlábků a závitý, které patří k **obloukovým strukturám hemisféry**. Jsou to:

- **Žlábek kalózního tělesa, sulcus corporis callosi**, souběžný s horním okrajem kalózního tělesa
- **Pásový žlábek, sulcus cinguli** - nad žlábkem předešlým a souběžný s ním
- **Žlábek hipokampu, sulcus hippocampi** pod strukturami mezimozku, v pokračování žlábků kalózního tělesa. Dotváří oblouk žlábků kolem kalózního tělesa a mezimozku a představuje přístup k **limbické kůře (hipokampální formaci)**, která je v místě sulku „zarolována“ pod povrch mediální plochy hemisféry.
- **Pásový závit, gyrus cinguli** přiléhá ke kalóznímu tělesu (od něhož je oddělen žlábkem kalózního tělesa), shora je ohraničen **pásovým žlábkem, sulcus cinguli**.
- **Závit hipokampu (závit parahipokampální), gyrus hippocampi (gyrus parahippocampalis)** tvoří kaudální pokračování pásového závitý, leží kaudálně od struktur mezimozku.

Přední hákovitě zahnutá část závitů se nazývá **hák závitů hippocampu**, *uncus gyri hippocampi* (l. *uncus* – hák).

Klinická poznámka

Při edému mozku může *uncus gyri hippocampi* vyhrěznout přes zářez mozečkového tentoria a způsobit útlak kmene mozkového, který zářezem prochází.

- **Ostruhový žlábek**, *sulcus calcarinus* (l. *calcar* – ostruha) leží při zadním pólu mediální plochy hemisféry. Je žlábkem týlního laloku mozku.

Žlábky a závitů na bazální ploše hemisféry

- **Závitů očníkové**, *gyri orbitales* tvoří skupinu závitů na spodní ploše frontálního laloku. Na povrchu kostí přední jámy lebky podmiňují otisky závitů, *impressiones gyrorum* (viz lebka).
- Ke strukturám **čichového mozku**, *rhinecephala* na spodní ploše hemisféry patří **čichový bulbus** a **čichový traktus**, *bulbus et tractus olfactorius*.

10.2.5.3. Septální oblast hemisféry

Tvoří malou část mediální plochy hemisféry. Má 2 části: 1) **průsvitné septum**, *septum pellucidum* bez neuronů, tvořené pouze glií (obr. 10.54.), 2) **pravé septum** (obr. 10.54.), *septum verum* tvořené **septálními jádry** - šedou hmotou nekorového charakteru (neurony septálních jader produkují acetylcholin).

Klinická poznámka

Acetylcholin je ze septálních jader axonálním transportem dopravován do projekčních neuronů mozkové kůry a je nezbytný pro jejich správnou funkci. Nedostatek acetylcholinu v mozkové kůře je hlavní příčinou **Alzheimerovy choroby**.

V pravém septu vznikají „libé“ pocity spokojenosti a euforie. V experimentu např. pokusné zvíře preferuje elektrické dráždění pravého septa před příjmem potravy.

Ze septa lze navodit specifickou elektroencefalografickou (EEG) aktivitu - **theta aktivitu**.

10.2.5.4. Kůra mozková, *cortex cerebri*

U člověka došlo během vývoje ke **kortikalizaci funkcí** a kůra mozková se stala nejvyšší etáží CNS - **etáží korovou**. V hierarchii kůry lidského mozku pak stojí nejvýše mladá kůra hemisféry – **neokortex** a z ní potom nekortikální **asociační kůra**, která je nadřazena nekortikální **kůře primární** (viz dále).

Tloušťka kůry lidské hemisféry činí 2-4 mm (v různých oblastech mozku je různá, avšak přesně daná), což je patrné na mozkových řezech CT i MR.

Klinická poznámka: Patologické ztenčení kůry mozkové je patrné u pacientů s Alzheimerovou chorobou nebo u pokročilého hydrocefalu. Úbytek kůry mozkové je doprovázen úbytkem intelektových schopností jedince.

Kůra lidského mozku zaujímá plochu 250 000 mm². Této úctyhodné plochy je dosaženo během ontogeneze zvrátněním - **gyrifikací** povrchu hemisféry: volný povrch mozkových závitů tvoří pouze 1/3 plochy kůry, její 2/3 jsou skryty mezi žlábkami a rýhami.

Hmotnost kůry činí 600 g; z toho cca 75 bilionů korových neuronů má hmotnost pouhých 180 g, 420 g připadá na glii a cévy.

10.2.5.4.1. Vývojové členění kůry mozkové

Vývojově stará kůra, *allocortex*: tvoří u člověka pouze 5% celkové plochy kůry. Je tvořena 3 vrstvami buněk. Dle vývojového stáří se dělí na:

- **Čichovou kůru, paleokortex, *paleocortex*:** U člověka tvoří pouhé 1% plochy kůry. V průběhu expanze neokortexu lidského mozku je zatlačena z místa své původní lokalizace na laterální ploše hemisféry na její bázi a navíc značně plošně redukována.
- **Limbecká kůra, archikortex, *archicortex*** (u člověka 4% kůry) je původně uložena na laterální ploše hemisféry, expanzí neokortexu je u lidského mozku zatlačena zprvu na mediální plochu hemisféry a následně pod její povrch, proti temporálnímu rohu postranní komory. Na rozdíl od čichové kůry se limbecká kůra neredukuje, naopak se její plocha u lidského mozku mírně zvětšuje.
- **Vývojově mladá kůra, neokortex, *neocortex*** tvoří 90% plochy kůry lidského mozku. V rudimentální formě je vyvinuta u plazů, většího rozvoje doznává teprve u savců, nejvyššího rozvoje pak u člověka.
- **Přechodná kůra, *mesocortex*** se nachází v místech, kde stará kůra sousedí s kůrou novou. Nese některé znaky kůry staré, jiné znaky kůry nové.

Čichová kůra

U člověka, **mikrosmatického tvora** se špatně vyvinutým čichem, má čichová kůra nepatrný rozsah.

Limbecká kůra (obr. 10.93.-10.96.)

Vývojově stará třívrstevná kůra je souborně označována jako **hipokampální formace**. Její hlavní strukturou je **hipokampus** (viz dále – limbecký systém). Neurity pyramidových neuronů limbecké kůry (pyramidové neurony tvoří jednu ze tří vrstev limbecké kůry) vystupují z hipokampu a vytvářejí **fornix (klenbu)** - obloukovou strukturu, funkčně patříci **limbeckému systému**. Většina limbecké kůry je mohutnou vývojovou expanzí neokortexu zatlačena pod povrch mediální plochy hemisféry, proti temporálnímu rohu postranní komory.

Na povrchu mediální plochy hemisféry kolem kalózního tělesa zůstávají pouze **rudimenty limbecké kůry**.

Mladá kůra

Je morfologicky i funkčně nejvýše organizovanou kůrou. Obsahuje šest vrstev buněk nad sebou. Vrstvy se číslicují s povrchu do hloubky římskými číslicemi I – VI. Každá z vrstev má také svůj název, respektující její buněčnou stavbu: střídají se **vrstvy zrnité** – tvořené malými **zrnitými neurony** a **vrstvy pyramidové** – tvořené **pyramidovými neurony**.

10.2.5.4.2. Morfologické členění kůry mozkové

Morfologické odlišnosti různých částí neokortexu spočívají v jeho buněčné stavbě, uspořádání a myelinizaci výběžků jeho neuronů i v jeho vaskularizaci.

Cytoarchitektonika kůry je označení pro buněčnou stavbu kůry. Podle odlišné buněčné stavby různých částí mozkové kůry byly sestaveny korové **cytoarchitektonické mapy**. Nejznámější, a dodnes nejužívanější, je **Brodmannova cytoarchitektonická mapa** (publikovaná r. 1907). Dle buněčné stavby rozdělil Brodmann mozkovou kůru na **11 oblastí - regií**: každá z těchto oblastí se vyznačuje určitými cytoarchitektonickými charakteristikami, kterými se liší od oblasti sousední. V každém regiu jsou vyčleněny menší okrsky. Každé takový malý okrsek nese název **Brodmannovo políčko (Brodmannova area, BA)**. Brodmannových políček (BA) je **52**, číslovány jsou arabskými číslicemi. Každá BA nese základní charakteristiky „svého“ regia, avšak mezi políčky téhož regia existují určité cytologické rozdíly (obr. 10.58.-10.59.).

10.2.5.4.3. Chemoarchitektonika mozkové kůry

Označuje se tak chemická charakteristika korových neuronů na základě jimi produkovaných **neurotransmiterů**. Korové neurotransmitery jsou pro ty které populace korových neuronů specifické.

Do těl korových neuronů jsou také dopravovány neurotransmitery z jiných částí CNS (např. acetylcholin, adrenalin, serotonin). Korové neurony jsou jimi excitovány či inhibovány.

Klinická poznámka

Neurotransmitery, dopravované do kůry z jiných oblastí CNS (pravého septa, bazálního jádra), jsou nezbytné pro správnou funkci korových neuronů. Nedostatek acetylcholinu v korových neuronech je hlavní příčinou **Alzheimerovy choroby**.

10.2.5.4.4. Funkční charakteristiky kůry - korové funkční oblasti. Mapa korových funkcí

Funkční korové oblasti jsou okrsky mozkové kůry charakterizované určitou funkcí. Dělí se na **oblasti primární, sekundární a asociační** (obr. 10.61.).

- **Primární korové oblasti** reagují na jediný druh podnětu. Dělí se na **senzitivní, senzorické a motorické**. U člověka zaujímají nevelké oblasti neokortexu. Převážnou část plochy neokortexu lidského mozku totiž tvoří asociační kůra (u nižších savců je tomu opačně). Primární korové oblasti jsou funkčně „podřízeny“ kůře asociační.
 - **Senzitivní a senzorické primární oblasti** přijímají aferenty z určitého specifického senzitivního jádra thalamu a končí v nich poslední, tj. **thalamokortikální neurony** projekčních specifických senzitivních a senzorických drah. V nich si uvědomujeme příslušné kvality cití (např. kožního cití, viděné, slyšené, chutnané).
 - **Motorickou primární oblast** tvoří **BA 4** v precentrálním závitě. Jsou z ní - prostřednictvím pyramidových drah - ovládnuty volní pohyby.
- **Sekundární korové oblasti** přiléhají topicky k příslušným primárním korovým oblastem a jsou jim nadřazeny. Někdy jsou řazeny ke kůře asociační.
 - **Sekundární korové senzitivní a senzorické oblasti** leží v těsném sousedství primární senzitivní či senzorické kůry.
 - **Sekundární motorické oblasti** leží ve frontálním laloku před primární motorickou kůrou a jsou jí nadřazeny. Aktivují se před provedením vlastního pohybu - tedy dříve, než primární motorická kůra. Vytvářejí časoprostorový plán pohybů.
- **Asociační korové oblasti** mají u člověka podstatně větší rozsah než primární kůra a zabírají většinu plochy neokortexu (u nižších savců je tomu naopak). Jsou nadřazeny kůře primární. Ve funkční hierarchii CNS jsou zařazeny nejvýše a představují nejvýše organizovanou etáž kůry - **asociační korovou etáž**. Přijímají bohatou aferentaci z oblastí primární kůry i z jiných asociačních oblastí. Reagují na více druhů podnětů.

Klinická poznámka

Poškození primárních oblastí vyvolává charakteristickou, snadno diagnostikovatelnou, neurologickou symptomatologii, kdežto poškození korových asociačních oblastí má za následek složitější, méně jasné a v klinické praxi hůře diagnostikovatelné obrazy. Proto se asociační oblasti dříve označovaly jako „klinicky němé“. Dnes se klinické obrazy spojené s poškozením asociačních oblastí, na základě moderních znalostí o funkcích COS a na základě moderních dg metod, upřesňují.

Funkční mapa neokortexu není dosud uzavřena. Na základě nových poznatků se aktuálně dotváří a často i zásadně mění. Funkce mozkové kůry lze v současnosti zkoumat moderními metodami, například:

- **PET** (pozitronovou emisní tomografií): mapováním průtoku krve mozkovou kůrou v závislosti na funkčním zapojení kůry.
- **SQUID**: měřením jemných změn v magnetickém poli mozku; změny magnetického pole mozku jsou registrovány např. při poslechu hudby.

Motorické korové oblasti (obr. 10.61.-10.62.)

- **Primární motorická kůra** zabírá závit precentrální, **BA 4**. Začínají v ní pyramidové dráhy (dráhy volní hybnosti). Bezprostředně realizuje - cestou pyramidových drah - volní (vůli řízený) pohyb. Je **somatotopicky organizována** a její somatotopická organizace je označována jako **Penfieldův motorický homunkulus**. Z primární motorické kůry jsou postupně - směrem kranio-kaudálním - volně ovládnuty svaly nohy, bérce, stehna, pletence DK, trupu, ruky, předloktí, paže, pletence HK a nakonec příčně pruhované svaly hlavy. Pro somatotopickou organizaci primární motorické kůry platí: **„Člověk v kůře stojí na hlavě, zavěšen za nohy v podélné mozkové štěrbině“**. Svalům, ovládajícím jemné pohyby jsou „přiděleny“ velké oblasti primární motorické kůry, kdežto svaly provádějící hrubé (např. lokomoční pohyby) mají malé korové zastoupení. Proto **korový Penfieldův homunkulus** vizuálně představuje jakousi „karikaturu“ lidského těla.
- **Sekundární motorické oblasti kůry** jsou nadřazeny primární motorické kůře. Patří k nim:
 - **Premotorická oblast:** Zabírá **Brodmannovo políčko 6** na zevní ploše frontálního laloku, před závitěm precentrálním. Je "tvůrcem" časoprostorového plánu nových (dosud nenaučených) pohybových sekvencí (např. při učení chůze, plavání, jízdy na kole). Aktivuje se před provedením dosud nenaučených pohybů.
 - **Suplementární motorická oblast - SMA** zaujímá **Brodmannovo políčko 6** ve frontálním laloku, před precentrálním závitěm na vnitřní ploše hemisféry. Aktivuje se před vlastním provedením pohybových sekvencí již naučených pohybů.
 - **Frontální okohybné pole - FEF (frontal eye field):** Zabírá **Brodmannovo políčko 8** na zevní ploše frontálního laloku, před BA 6. Kontroluje **volní sdružené pohyby očí** prostřednictvím **fasciculus longitudinalis medialis (FLM)**, na nějž se napojuje (podrobněji viz nervové dráhy).

Klinická poznámka

Symptomatologie poškození motorických korových oblastí

- **Poškození primární motorické kůry:** Při zániku neuronů primární kůry vzniká obrna na kontralaterální polovině těla (obrna typu **hemiparézy** či **hemiplegie** (paréza = částečná obrna, plegie = úplná obrna, hemiparéza, hemiplegie = obrna na polovině těla). Při chorobném dráždění neuronů primární kůry vzniká motorická **Jacksonova epilepsie** (mimovolní záškuby příčně pruhovaných svalů) na druhostranné polovině těla.
- **Poškození SMA oblasti:** Neprojevuje se obrnou, ale poškozením "plánu" pohybu, tzv. **apraxií**. Příčinou je neschopnost kůry plánovat a sekvencovat připravovaný pohyb - a v důsledku tedy také neschopnost povést či napodobit takový pohyb (nelze zasalutovat, škrtnout zápalkou, zapálit svíčku, obléct se). Použití více než 1 předmětu totiž vyžaduje časoprostorové naplánování pohybu, tj. vytvoření jakéhosi „scénáře“ pohybu: před vlastním provedením pohybu je takový pohyb nutno rozložit na jednotlivé sekvence jako v animovaném filmu.

Primární a sekundární senzitivní a sensorické korové oblasti

- **Primární somatosenzitivní oblast** (l. *soma* - tělo) zabírá **BA 3,1,2** v postcentrálním laloku. V ní dochází k uvědomování si **jemného čítí** (doteku), **hrubého čítí** (bolesti, tepla) a **propriocepce** (uvědomělého polohocitu a pohybecitu). Je **somatotopicky organizovaná**, což se označuje jako **senzitivní Penfieldův homunkulus**, který, stejně jako homunkulus motorický, "stojí na hlavě". Částem těla s početnými kožními receptory, jako jsou např. rty, dlaně, jsou věnovány velké oblasti primární senzitivní kůry (proto je i senzitivní homunkulus - stejně jako homunkulus motorický - jakousi karikaturou těla) (obr. 10.63.-10.64.).
- **Primární zraková oblast** zabírá **BA 17** kolem ostruhového žlábků na vnitřní ploše týlního laloku. V ní dochází k uvědomování si viděného.

- **Primární sluchová oblast** zabírá **BA 41, 42** v Heschlově závitě horního spánkového závitě. V ní dochází k uvědomování si slyšeného.
- **Primární chuťová korová oblast** zaujímá **BA 43** na zevní ploše temenního laloku. V ní dochází k uvědomování si chutnaného.
- **Čichová korová oblast** zaujímá **BA 51** na spodní ploše čelního laloku hemisféry. Je plošně velmi malá. V ní dochází k uvědomování si čichaného.

Ke každé primární oblasti přiléhá příslušná **oblast sekundární** (viz nahoře): např. k **primární zrakové kůře (BA 17)** přiléhá **sekundární zraková kůra (BA 18)**.

Asociační korové oblasti

Jsou to rozsáhlé oblasti vývojově mladé kůry, funkčně nadřazené kůře primární, spojené s primárními, sekundárními i ostatními asociačními oblastmi kůry. Dochází v nich k zpracování (asociaci, integraci a analýze) několika signálů. Přijímané informace jsou v nich integrovány a porovnávány s informacemi uloženými v paměti. Takto jsou realizovány vyšší mentální funkce.

Klinicky významná je asociační **prefrontální korová oblast**. Jde o plošně rozsáhlou a funkčně důležitou oblast kůry frontálního laloku (zahrnuje řadu Brodmannových políček: BA 9, 10, 11, 12, 44, 45, 46, 47). Její rozsah ve fylogeneze roste (u kočky tvoří 3%, u šimpanze 15%, u člověka 33% z celkové plochy kůry). Má nejrozsáhlejší spoje ze všech asociačních oblastí.

Klinická poznámka

Prefrontální syndrom je klinicky vyhraněný, symptomaticky pestrý syndrom, který vzniká při poškození asociační prefrontální korové oblasti patologickým procesem či neurochirurgickým zákrokem (**lobotomií**). Syndrom byl poprvé klinicky popsán v 19. století u amerického dělníka, který při stavbě železnice utrpěl rozsáhlé poranění mozku. Je charakterizován **apatií až abulií** (úbytkem spontánních aktivit, pasivitou, nerozhodností a neschopností řešit běžné životní situace), patologickou **změnou nálad** (neadekvátní **euforií** či naopak **depresí**), **moriou** (zcela nevhodným a obhroublým vtipkovaním) a **gatzmem** (společensky neúnosným chováním, ztrátou sociálních návyků, nedodržováním osobní hygieny a čistoty).

Nesouměrnost hemisfér, asymetrie mozku

Hemisféry mozku nejsou stranově funkčně souměrné. **Funkční nesouměrnost mozku** se projevuje vazbou určitých funkcí pouze na 1 hemisféru. Takové funkce se nazývají **funkce lateralizované**. K funkcím lateralizovaným patří především **funkce řečové** a **pravorukost**.

Řada funkcí však lateralizována není a je vázána na obě hemisféry. **Funkce nelateralizované** jsou tzv. **gnostické funkce**, což jsou funkce zahrnující poznávání světa smysly.

Lateralizované funkce hemisfér. Dominance hemisfér

Jako **lateralizované funkce** jsou označovány funkce, vázané pouze na jednu hemisféru. Pro tyto funkce je příslušná **hemisféra** označována jako **dominantní**.

- **Lateralizované funkce levé hemisféry:** V normě jsou na levou hemisféru vázány vývojově mladé funkce - **funkce řečové** a **pravorukost (praváctví)**. Pro tyto funkce je v normě **dominantní levá hemisféra**, což se označuje jako **normální dominance**. Praváctvím se rozumí vrozená větší obratnost pravé ruky (u dítěte se fixuje teprve kolem 5. roku věku). Vyhranění **praváci** dnes tvoří asi 70 % populace. O řečových funkcích (funkcích spojených s lidskou řečí) je pohovořeno v dalším textu.

Abnormální dominance: Odchylnka od „normální dominance“, spočívající v tom, že funkce, v normě lokalizované v levé hemisféře, jsou uloženy v hemisféře pravé, nebo dokonce zrcadlově v obou hemisférách. Klinicky se projevuje **leváctvím** nebo **ambidextrí** (obourukostí). Poměr praváků a leváků v populaci je 7:3.

- **Lateralizované funkce pravé hemisféry:** **Pravá hemisféra** je **dominantní** pro vývojově staré **funkce múzické**. Je proto často označována jako „umělecká hemisféra“.

V dětství lze díky **plasticitě CNS** dominanci změnit a „přesunout“ funkce z 1 hemisféry do druhé (přeučení levá-ci). V dospělosti lze přesun lateralizovaných funkcí mezi hemisférami realizovat jenom obtížně a pakliže vůbec, pak nedokonale (viz obtížná, dlouhodobá a ne zcela dokonalá řečová rehabilitace pacientů s poruchou řeči po náhlé příhodě mozkové).

Při abnormální dominanci jsou časté poruchy řečových funkcí: kóktavost, dyslexie.

Spolupráce hemisfér. Úloha kalózního tělesa

U dospělého člověka spolu obě hemisféry spolupracují a "předávají" si vzájemně své informace. Rychlé předávání informací z jedné hemisféry do druhé zprostředkovává **kalózní těle-so (CC)**, které široce propojuje neokortex obou hemisfér (obr. 10.74.). Hemisféry, spojené plně vyvinutým a neporušeným kalózním tělesem, fungují jako celek a tvoří **funkční jednot-ku**.

Mozek dvojče (split brain)

Jako **mozek dvojče**, *split brain* funguje fyziologicky mozek novorozence, kde myelinizace ka-lózního tělesa není dosud dokončena, a každá hemisféra proto funguje do určité míry samo-statně, bez vazby na hemisféru druhou.

Klinická poznámka

Také po umělém protěti kalózního tělesa (**kalozotomii**) v dospělosti funguje každá hemisféra samostatně, bez „spolupráce“ s druhou, jako by „nevěděla o zkušenostech druhé hemisféry“. Přetěti kalózního tělesa se provádí např. při chirurgické léčbě generalizované epilepsie (aby se epileptogenní aktivita nešířila z jedné hemisféry na druhou) nebo pro získání přístupové cesty ke III. komoře mozkové.

R. Sperry (USA) obdržel za výzkum "split-brain" v roce 1981 Nobelovu cenu. K vyšetřování pacientů po kalozo-tomii vypracoval a použil řadu důmyslných testů, kterými „oslovoval“ pouze jednu hemisféru. Zjistil, že pacienti s operačně navozeným „split brain“ mají různé poruchy v oblasti vizuální, motorické, somestetické (čítí), v oblasti paměti, chování i poznávání.

Vrozené poškození kalózního tělesa (**ageneze CC** - nevyvin CC, **hypnogeneze CC** - nedokonalý vývin CC) je ob-vykle klinicky němé, poněvadž funkci CC do značné míry převzaly jiné komisy neokortexu.

Řečová centra

Řečová centra jsou při „normální dominanci“ lokalizována v levé hemisféře. Broca postulo-val: „**Člověk mluví levou hemisférou**“. Existují **2 korová řečová centra: řečové centrum přední a zadní** (obr. 10.65.).

- **Přední řečové centrum - Brocovo centrum mluvené řeči** slouží k „programování vo-kalizace“. Zahrnuje **BA 44 + 45** v čelním laloku na zevní ploše hemisféry.
- **Zadní řečové centrum - Wernickeho centrum** je **centrem porozumění mluvené řeči**. O jeho přesném vymezení jsou dodnes vedeny diskuse. Wernickeho centrum (v kla-sickém, užším slova smyslu) tvoří sekundární sluchová kůra - **BA 22** ve spánkovém la-loku na zevní ploše hemisféry. Wernickeovo centrum v širším slova smyslu zahrnuje kromě BA 22 také **BA 39, 40**, tj. část parieto-okcipitální asociační kůry.

Korová řečová centra si nelze představovat izolovaně, ale jako funkční uzly (procesory) rozsáhlých neuronálních sítí, které se vyznačují plasticitou. Synapse mezi jejich neurony nejsou jednou pro vždy dané, ale během života - především pak v útlém dětství - nové synapse vznikají, kdežto staré - společně s neurony, které neuspěly v "konkurenčním boji o synapse" - paralelně zanikají.

Spoje řečových center (obr. 10.65.)

Obě korová řečová centra jsou vzájemně propojena prostřednictvím asociačního spoje, *fas-ciculus arcuatus*. Jsou spojena i s dalšími okrsky kůry, které hrají roli v lidské řeči.

Příklad sledu dějů, které postupně proběhnou v mozku při hlasitém pojmenování slyšeného (při normální do-minanci) je následující (obr. 10.66.):

- **Primární sluchová kůra** obou hemisfér - BA 41,42 v Heschlově závitě (zde končí sluchová dráha a v primární sluchové kůře si uvědomujeme slyšené).

- **Wernickeho řečové centrum** v levé hemisféře - BA 22.
- **Fasciculus arcuatus** (propojení Wernickeho a Brocova centra).
- **Brocovo řečové centrum** - BA 44, 45 levé hemisféry, kde je vytvořen "řečový program vokalizace".
- **Primární motorická kůra** - BA 4 v dolní části Penfieldova motorického homunkula obou hemisfér. Odtud jsou volně - prostřednictvím **pyramidové dráhy** (*tr. corticospinalis*) ovládány příčně pruhované svaly mluvidel (hrtanu, měkkého patra, jazyka. Výsledkem je hlasité **pojmenování slyšeného**.

Řečové - fatické funkce

Takto jsou označovány **lateralizované funkce spojené s mluvenou, rozuměnou, čtenou a psanou řečí**, specifické pro člověka. Řadí se k nim schopnost mluvit, schopnost rozumět mluvené řeči, schopnost opakovat slyšenou řeč, schopnost číst (i hlasitě) a psát.

Klinická poznámka

Získané poruchy řečových funkcí: Patří k nim: 1) **afazie:** porucha mluvené řeči či porucha rozumění mluvené řeči, 2) **alexie:** ztráta naučené schopnosti číst, 3) **agrafie:** ztráta naučené schopnosti psát. Uvedené řečové poruchy se často vzájemně kombinují.

Typy afazií

- **Brocova expresivní (motorická) afazie:** Vzniká při poškození Brocova řečového centra (či jeho spojů). Poprvé byla popsána, na základě klinického pozorování, francouzským lékařem Paulem Brocou. Jde o získanou poruchu schopnosti správně se vyjadřovat se mluvenou řečí, která se pak vyznačuje ochuzenou slovní zásobou, pomalou řečí (méně než 10 slov/min), obtížným hledáním slov, používáním neologizmů (pacient vytváří vlastní, nové názvy - neologizmy, poněvadž není schopen „najít“ správný výraz; neologizmy jsou fyziologické pouze u malých dětí) a agramatizmů. Pacient si řečovou poruchu uvědomuje a "zlobí se sám na sebe".
- **Wernickeova receptivní (senzorická) afazie:** Vzniká při poškození Wernickeova řečového centra (či jeho spojů). Poprvé byla popsána, rovněž na základě klinických pozorování, německým neurologem Karlem Wernickem. Jde o získanou poruchu schopnosti rozumět mluvené řeči: Pacient si připadá jako v prostředí cizí řeči, nerozumí mluvenému. Jeho vlastní řeč je rovněž zkomolená v důsledku nepochopení vlastní řeči. Pacient si poruchu neuvědomuje - "zlobí se na okolí", kterému nerozumí, a které jeho zkomolené řeči ovšem také nerozumí.
- **Globální afazie:** Poškození všech řečových funkcí. Při ztrátě všech řečových funkcí mohou být zachovány emočně podbarvené řečové automatizmy (např. kletby, nadávky, koprolní výrazy).

Historie objevování funkcí mozkové kůry

Kůra byla dlouho považována za funkčně homogenní. Pierre Flourens, srovnávací anatom, to tvrdil ještě v polovině 19. století. F. J. Gall je začátkem 19. století tvůrcem představy mozkové kůry jako soustavy funkčních center a stává se tak zakladatelem **lokalizacionistické teorie** (tzv. **frenologie**), která byla později v průběhu 19. století ještě rozvinuta a opravena. Gall správně vyslovil domněnku o vazbě řeči na čelní laloky, nesprávně však usuzoval, že centra v mozkové kůře mají i takové city, jako je láska, nenávisť či náboženský cit. Vášnivé spory mezi frenology a zástupci opačného názoru, vedly dokonce v 19. století ve francouzské akademii ke rvačce.

Historie některých dalších objevů korových funkcí je heslovitě uvedena v dalším textu:

- **1860 - W. Mitchel (USA):** Svaly 1/2 těla jsou ovládány kontralaterální mozkovou hemisférou.
- **1861 - Pařížský lékař Paul Broca** objevil řečové centrum mluvené řeči (později po něm nazvané **Brocovo řečové centrum**) na základě pitvy pacienta s řečovými poruchami, který měl destruovanou zadní 1/3 levého frontálního laloku. Broca postuloval: "člověk mluví levou hemisférou". Mozek pacienta "tan-tan", na němž v únoru r. 1861 Broca demonstroval centrum mluvené řeči, je uchován dodnes a byl v nedávné minulosti dokonce podroben vyšetření CT.
- **1864 - H. Jackson** popsal, že při dráždění primární motorické kůry (BA4) vznikají motorické epileptické záchvaty na kontralaterální polovině těla (později nazvané **Jacksonova epilepsie**).
- **1870 - Fritsch a Hitzig** popsali somatotopické uspořádání v primární motorické kůře mozku psa.
- **1874 - Německý lékař Karl Wernicke** zveřejnil ve věku pouhých 23 let objev dalšího řečového centra, a to na základě poruchy rozumění mluvené řeči u 2 pacientů s ischemickou lézí v zadní třetině levého horního temporálního závitu (později tato oblast pojmenována **Wernickeovo řečové centrum**). Dodnes se vedou diskuse o plošném rozsahu tohoto centra.

- **1874 - R. Barthlow** při faradizaci precentrální mozkové kůry pacienta, jehož lebka byla zničena malignitou, vyvolal u postiženého kontralaterální pohyby končetin. Neetickým pokusem vzbudil pohoršení a byl vyhoštěn z Cincinnati.

10.2.5.5. Bazální ganglia

Bazální ganglia (BG) jsou objemná párová jádra šedé hmoty v hloubi hemisféry. Mají poměrně složitou morfologii i topické vztahy - vůči sobě navzájem i k okolním strukturám hemisféry (obr. 10.67.,10.70.,10.72.-10.74.).

Původ a vývoj bazálních ganglií

Původ BG je dvojitý: Většina z nich patří koncovému mozku, část se vyvíjí z mezimozku. V průběhu rozvoje kůry mozkové a kortikalizace funkcí prorůstaly projekční dráhy do (a z) mozkové kůry skrze **striatum** (viz dále) a v hloubi hemisféry tak vytvořily strukturu bílé hmoty zvanou **vnitřní pouzdro, capsula interna** (CI). Vytvoření CI rozdělilo původně jednotné striatum na 2 části (viz další text) a vedlo k odtržení **bledého jádra, globus pallidus** a **černé substance, substantia nigra** od mezimozku (obě tyto struktury diencefalického původu se řadí k BG). **Bledé jádro** se po odtržení od diencefala přesunulo do nitra hemisféry a z vnitřní strany se přiložilo k putamen. Černá substance byla z diencefala „odplavena“ až do mozkového kmene a stala se tak jádrem středního mozku.

Výčet BG. Dělení BG (obr. 10.67.,10.70.,10.72.-10.74.)

Ve vymezení BG není úplné jednoty - anatomické, fyziologické a klinické definice se často liší. Klasicky se k BG řadí:

- **Jádro ocasaté, nucleus caudatus (NC)**
Má telencefalický původ. Patří k obloukovitým strukturám hemisféry. Má několik částí, k nimž patří: **hlava - caput** (nejširší přední část), **tělo - corpus**, **ocas - cauda** (nejužší zadní část).
- **Putamen** (l. skořápka, slupka)
Má rovněž telencefalický původ, stejný jako jádro ocasaté.
- **Bledé jádro, palidum globus pallidus** (l. *pallidus* – bledý; šedá hmota palida je světlejší než šedá hmota k němu přilehlého putamen). Je diencefalického původu.
- **Jádro mandlové, amygdala, nucleus amygdaloideum** (l. *amygdala* - mandle). Je telencefalického původu. Nachází se v hloubce hemisféry, kaudálně od hlavy NC a rostrálně od hipokampu. Je strukturou limbického systému.
- **Clastrum** (l. *claustrum* - závora, hranice):
Má telencefalický původ. Leží pod spodinou insuly (od kůry insuly je odděleno prostřednictvím bílé hmoty – zevního pouzdra, *capsula extrema*). O jeho příslušnosti k BG se vedou diskuse, někteří jej považují za „odštěpek“ insulární kůry.

K BG se obvykle dále řadí:

- **Černá substance, substantia nigra (SN)**: Jádro diencefalického původu, které se během vývoje přesunulo z mezimozku do středního mozku. Jeho neurony produkují dopamin, který je axonálním transportem dopravován do striata.
- **Bazální jádro, nucleus basalis (Meynerti)**: Má telencefalický původ. Je producentem acetylcholinu, který je axonálním transportem dopravován do mozkové kůry. Leží v nitru hemisféry ventrálně (rostrálně) od palida.
- **Jádro subthalamické, nucleus subthalamicus (Luysi)**. Je diencefalického původu, patří subthalamu.

Těleso žíhané, *corpus striatum*

Těleso žíhané - striatum, *corpus striatum* je souborný název pro **jádro ocasaté** a **putamen**. Obě struktury mají společný telencefalický původ a původně tvořily jediné jádro. K jeho rozdělení dochází při tvorbě vnitřního pouzdra, kdy dráhy vnitřního pouzdra prorůstají přes původně jednotné žíhané těleso.

Uvnitř bílé hmoty vnitřního pouzdra, které obě části striata odděluje, jsou patrné zbytky původního spojení obou částí jádra jako šedé proužkování, **žíhání - striatizace** (l. *stria* - proužek) – odtud název těleso žíhané.

Jádro čočkovité, *nucleus lentiformis*

Jádro čočkovité, *nucleus lentiformis* (l. *lens* – čočka) je společný název pro **putamen** (telencefalické jádro) a **bledé jádro** (diencefalické jádro). Bledé jádro se v průběhu tvorby vnitřního pouzdra odtrhlo od mezimozku, vycestovalo do hloubky hemisféry a z vnitřní strany přiložilo k putamen, s nímž vytvořilo jádro čočkovitého tvaru.

Pojem *archistriatum, paleostriatum, neostriatum*

Názvy vyjadřují nestejně vývojové stáří různých bazálních ganglií (stejný princip jako při vývojovém členění mozečku či mozkové kůry). K **neostriatu** náleží **ocasaté jádro** a **putamen**, k **paleostriatu** náleží **pallidum**, k **archistriatu** náleží **amygdala**.

Funkční zařazení BG

Většina BG má funkci **motorickou** a řadí se k **extrapyramidovému systému**. Sem patří **těleso žíhané, bledé jádro, černá substance, jádro subthalamické**.

Jinou funkci než motorickou mají:

- **Jádro mandlové:** nekorová šedá struktura limbického systému (viz dráhy nervové)
- **Jádro bazální** produkuje neurotransmitter acetylcholin, který je z něj dopravován do mozkové kůry a je nezbytný pro správnou funkci korových neuronů.

Spoje BG

Bazální ganglia jsou propojena množstvím spojů, a to jak vzájemně mezi sebou, tak s dalšími strukturami CNS (např. s kůrou mozkovou, thalamem, mozečkem).

Některé spoje bazálních ganglií jsou součástí **extrapyramidového hybného systému**, jiné jsou součástí **limbického systému** (viz dráhy nervové - systémy motoriky, limbický systém).

V aferentních i eferentních spojích bazálních ganglií se pohybuje řada neurotransmiterů: např. dopamin, acetylcholin.

Část spojů bazálních ganglií má charakter **okruhů** (nervový okruh je funkční řetězec drah, který začíná v určité šedé struktuře a po přepojení v jiných šedých strukturách se opět do výchozí struktury vrací - viz nervové dráhy). Z okruhů BG jmenujeme pouze:

- **Okruh nigro-striato-nigrální**

Dvouneuronový okruh propojuje oběma směry černou substanci, *substantia nigra* a striatum. Výchozí i cílovou strukturou je černá substance. V nigro-striatální části okruhu se pohybuje neurotransmitter **dopamin**.

- **Okruh kortiko-striato-pallido-thalamo-kortikální**, tzv. **hlavní okruh bazálních ganglií**.

Výchozí i cílovou strukturou okruhu je motorická kůra hemisféry. Několikaneuronový okruh propojuje motorickou mozkovou kůru – putamen – pallidum – motorický thalamus – motorickou mozkovou kůru. V okruhu dochází k doladění plánu volního pohybu před jeho vlastním provedením. Plán pohybu „vytváří“ sekundární motorická kůra a „provádí“ primární motorická kůra. V okruhu se pohybuje několik neurotransmiterů.

Klinická poznámka

Symptomatologie poškození BG

Poškození bazálních ganglií či jejich spojů, a s ním sdružená snížená tvorba příslušných neurotransmiterů a jejich následný nedostatek v cílových strukturách, vyvolává charakteristickou chorobnou symptomatologii.

Při poškození **amygdaly**, která je strukturou limbického systému, vznikají poruchy emoční (při iritaci amygdaly nastupují u člověka pocity strachu, deprese, až suicidiální tendence, při destrukci amygdaly naopak ztráta pocitu strachu před hrozícím nebezpečím (viz limbický systém).

Při poškození cholinergního **bazálního jádra** dochází k depleci (nedostatku) acetylcholinu v kůře, kam je acetylcholin dopravován. Nedostatek acetylcholinu v kůře mozkové je hlavní příčinou **Alzheimerovy choroby** - rychle progredující presenilní demence s výrazným úbytkem intelektových schopností a rozpadem osobnosti.

Při poškození **motorických BG** vzniká **extrapyramidová symptomatologie**, která je charakterizována poruchami **tonu svalového** ve smyslu jeho zvýšení (**extrapyramidová rigidita**) či snížení (**extrapyramidová hypotonie**), **poruchami mimovolní hybnosti**, které narušují volní hybnost - buď mimovolními pohyby - **extrapyramidovými hyperkinézami** nebo naopak **pohybovou chudostí**. Příznaky se vyskytují v kombinaci **extrapyramidová hypertonie + hypokinézy** a **extrapyramidová hypotonie + hyperkinézy**. Při poškození motorických BG a jejich spojů nejde nikdy o poruchy volní hybnosti typu obrny.

Hlavní extrapyramidové syndromy při poškození motorických BG

- **Syndrom hypertonicko-hypokinický - syndrom parkinsonský (parkinsonismus)** (obr. 10.68.): Příčinou je postupný zánik dopaminergních neuronů v černé substantii středního mozku, spojený se snížením tvorby dopaminu v černé substantii a jeho následným nedostatkem ve striatu, kam je dopamin ze středního mozku dopravován. Syndrom je charakterizován zvýšením tonu svalového ve spojení s chudostí pohybů - **hypo** až **akinezi** (maskovitá tvář, šouravá chůze o drobných krůčcích ve flekčním držení, chybění synkinéz - souhybů horních končetin při chůzi) a **klidovým třesem** (nejvíce je patrný na rukou - třes typu „počítání peněz“). Léčba: 1) podávání prekurzoru dopaminu (L- Dopa) /samotný dopamin neprochází hemato-encefalickou bariérou a tudíž ho k léčbě nelze použít/; léčba bohužel přestává být časem účinná, poněvadž ve striatu postupně mizí dopaminergní receptory, na něž se dopamin váže, 2) pokusy o léčbu neurotransplantační (transplantace fetální černé substance do mozku parkinsoniků), 3) léčba neurochirurgická (stereotaktické zákroky na bazálních gangliích, které odstraňují pro pacienta nepříjemný parkinsonský třes), 4) naději do budoucna skýtá použití kmenových buněk.
- **Syndromy hypotonicko-hyperkinetické** jsou charakterizovány snížením tonu svalového a různými typy **mimovolních hyperkinéz**, které nepříznivě ovlivňují volní hybnost. Určité typy hyperkinéz jsou charakteristické pro poškození té které části BG či jejich spojů (obr. 10.69.).
 - **Choreatické hyperkinézy** jsou mimovolní rychlé pohyby, které typicky postihují - kromě jiného - svaly mimické. V obličeji budí dojem grimasování a pošklebků. Příčinou je poškození striata s úbytkem jeho gabaergních neuronů a sníženou produkcí gaba. Gaba je jako tlumivý neurotransmitter dopravován ze striata do pallida a má tlumivý účinek na jeho neurony (viz hlavní okruh BG). Při depleci gaba ve striatu odpadá tlumivý vliv na neurony pallida, výsledkem je „odtlumení“ neuronů pallida a vznik choreatických hyperkinéz. Chorea se vyskytuje jako **Huntingtonova chorea**, což je infaustní dědičné onemocnění, spočívající v postupné degeneraci neuronů striata. V minulosti se u dětí vyskytovala také **chorea minor - tanec sv. Víta** (ř. *chorea* - tanec) z poškození striata po neléčených streptokokových infekcích (angíny, spály). Za choreatické hyperkinézy v obličeji, vzbuzující dojem pošklebků, byly zdánlivě „zlobivé“ děti peskovány.
 - **Atetotické hyperkinézy**: pomalé „červovité“ krouživé pohyby, zvláště dobře patrné na prstech rukou. Fyziologicky je atetotickým tvorem novorozenec s dosud nehotovým systémem pyramidovým.
 - **Balistické hyperkinézy**: hyperkinézy pletencových svalů končetin, patrné zejména na horní končetině, kde vyvolávají „házivé, klátivé“ pohyb celé končetiny. Obvykle bývají přítomny jenom na 1/2 těla jako **hemibalismus**.
 - **Tortikolní hyperkinézy**: krouživé pohyby krku, a tím i hlavy.Všechny hyperkinézy mizí ve spánku a zvyrazňují se při emocích - pacienti s hyperkinézami jsou tudíž vhodným objektem k demonstraci medikům. Prof. Waberžinek - bývalý přednosta hradecké neurologické kliniky - říkal, že „všechny typy extrapyramidových hyperkinéz lze spatřit při různých pohybových kreacích na diskotékách“.

10.2.5.6. Bílá hmota hemisféry

Bílá hmota hemisféry je souborem projekčních, asociačních a komisurálních drah. Ve své podkorové části je, dle svého tvaru, označována jako **semioválné centrum**, *centrum semiovale*. Ve své hluboké části - v úrovni bazálních ganglií a thalamu - je těmito hlubokými šedými

strukturami členěna ve 3 částí, zvané **pouzdra - kapsuly**. Jejich úpravu lze nejlépe studovat na řezech mozkem (obr. 10.72.,10.74.).

- **Vnitřní pouzdro, capsula interna** je nejmohutnějším a funkčně nejdůležitějším z pouzder. Uloženo je mezi žíhaným tělesem, bledým jádrem a thalamem.
- **Zevní pouzdro, capsula externa**: Uloženo je mezi jádrem čočkovitým a klaustrem.
- **Nejzevnější pouzdro, capsula extrema**: Uloženo je zevně od klaustra, mezi ním a kůrou inzuly.

Vnitřní pouzdro, capsula interna (CI) (obr. 10.70.,10.74.)

Vnitřní pouzdro má v prostorové komplexitě tvar zevně otevřeného „papírového kornoutu“ nebo „rozvitého květu lilie“. Na horizontálním řezu hemisférou, vedeném v úrovni BG, má typický tvar zevně otevřeného ležatého písmene "V" (obr. 10.74.): na CI pak rozlišujeme **přední rameno, crus anterior, koleno, genu a zadní rameno, crus posterior**.

Ve fylogeneze se CI vyvinula na základě kortikalizace funkcí, kdy skrze žíhané těleso prorůstaly do kůry a z kůry vývojově mladé projekční dráhy. Vytvoření CI vedlo k rozdělení obou částí striata (jádra ocasatého a putamen) a k „odplavení“ bledého jádra a černé substance z mezimozku do jiné části CNS.

Z klinického hlediska je důležitý především průběh obou **pyramidových drah** (viz dráhy nervové) ve vnitřním pouzdrú: **dráha kortikonukleární** prochází přes koleno kapsuly, **dráha kortikospinální** prochází přes přední část zadního ramene kapsuly (obr. 10.70.-10.71.)

10.3. OBALY (PLENY) MOZKOMÍŠNÍ, MENINGY

Obalují míchu v kanále páteřním a mozek v dutině lebeční. Jsou tři: **tvrdá plena, dura mater** a **2 měkké pleny - leptomeningy: pavučnice, arachnoidea** a **plena cévnatá, pia mater**.

Všechny obaly se během evaginace zrakového mozku vychlipují společně s ním až k zadnímu pólu oční koule. Proto má zrakový nerv (n. II) až ke svému „vstupu“ do bulbu očního stejné obaly jako mozek.

10.3.1. Tvrdá plena, dura mater

Úprava tvrdé pleny v kanále páteřním a dutině lebeční

Tvrdá plena má během vývoje zpočátku **2 listy**: list **zevní - periostální** a list **vnitřní - meningeální**.

Další vývoj tvrdé pleny je v kanále páteřním a dutině lebeční odlišný.

- V kanále páteřním srůstá zevní (periostální) list tvrdé pleny s periostem kanálu páteřního (vlastní periost páteřního kanálu s přirostlým zevním listem tvrdé pleny tvoří v kanále páteřním tzv. **endorhachis**), vnitřní list (meningeální) zůstává volný a tvoří **vak tvrdé pleny, saccus durae matris spinalis**. Mezi periostem kanálu páteřního (**endorhachis**) a vakem tvrdé pleny je takto vytvořen **epidurální prostor**.
- V dutině lebeční spolu oba původní listy (zevní i vnitřní) srůstají a navíc srůstají s vnitřním povrchem lebečních kostí. V dutině lebeční proto není epidurální prostor fyziologicky vytvořen.

Duplikatury tvrdé pleny

Z několika dvojlistů - **duplikatur** tvrdé pleny jmenujeme pouze dvě:

- **Srp mozkový, falx cerebri** je sagitálně postavená duplikatura tvrdé pleny „srpovitého“ tvaru mezi oběma hemisférami mozku. Patří k obloukovitým strukturám. Do jeho

konvexity je zavzat žilní **horní sagitální splav**, *sinus sagittalis superior*, do konkavity žilní **dolní sagitální splav**, *sinus sagittalis inferior*.

- **Stan mozečkový - mozečkové tentorium**, *tentorium cerebelli* je duplikatura tvrdé pleny v zadní jámě lební, mezi týlními laloky hemisfér (na straně jedné) a mozečkem a kmenem mozkovým (na straně druhé). Mozkové struktury zadní jámy - kmen mozkový a mozeček - uložené pod tentoriem se nazývají **infratentoriální struktury**. Mozečkové tentorium má - rozprostřeno do plochy - tvar mezikruží. Otvorem v mezikruží, zvaným **stanový výřez (zářez tentoria)**, *incisura tentorii*, prochází horní část mozkového kmene.

Stanový výřez a týlní otvor představují pro mozkový kmen **úžinová místa**. Za patologických stavů - při zvětšeném nitrolebečním tlaku - může dojít k výhřezu části mozku přes některou z jmenovaných úžin a k útlaku mozkového kmene. Přes zářez tentoria může vyhřeznout spodní část temporálního laloku hemisféry (**uncus gyri hippocampi**) = **unkální herniace**), což se označuje jako **temporálním konus**. Přes týlní otvor může vyhřeznou rásť mozečku - mozečková tonsila, což se označuje jako **okcipitální konus**. Útlak kmene ohrožuje pacienta na životě selháním životně důležitých funkcí, jejichž řídicí centra se ve kmeni nacházejí (obr. 10.38.-10.39.).

10.3.2. Měkké pleny

Pavučnice, *arachnoidea* vytváří podél horního šípového splavu, *sinus sagittalis superior* drobné křukaté výběžky (*granulationes arachnoidales*, **Pacchionské granucae**), které se skrze tvrdou plenu vyklenují pod endotel sinu. Představují místa vstřebávání mozkomíšního moku do žilní krve (viz cirkulace moku mozkomíšního).

Plena cévnatá, *pia mater* kopíruje jako jediná z mozkomíšních obalů povrch mozku a míchy a zasahuje do všech nerovností na povrchu CNS. Probíhají v ní krevní cévy mozku a míchy.

10.3.3. Prostory kolem mozkomíšních obalů

V kanále páteřním jsou kolem mozkomíšních obalů fyziologicky vytvořeny tři prostory: **prostor epidurální, subdurální a subarachnoidální**, v dutině lebeční pouze dva prostory: **prostor subdurální a subarachnoidální**.

- **Prostor epidurální** je fyziologicky vytvořen pouze v kanále páteřním nad tvrdou plenu (mezi ní a periostem páteřního kanálu). Obsahuje vnitřní žilní páteřní pleteně. Fyziologicky není vytvořen v dutině lebeční, kde tvrdá plena srůstá s periostem lebečních kostí.

Klinická poznámka

Do epidurálního prostoru páteřního kanálu lze injekčně vpravit anestetikum a znecitlivit tak senzitivní míšní kořeny = **epidurální anestezie** (používána u některých operačních výkonů nebo u porodu).

Arteficiálně lze epidurální prostor v dutině lebeční vytvořit instrumentálně - odloučením tvrdé pleny od periostu lebečních kostí (během neurochirurgického zákroku či post mortem na pitevním stole při otvírání lebky).

Patologicky se vytváří v důsledku tepenného **epidurálního krvácení** z meningeální tepny, kdy tlakem tryskající tepenné krve dojde k odtržení tvrdé pleny od lebeční kosti (viz dále - **epidurální hematom**).

- **Prostor subdurální** je vytvořen v kanále páteřním i dutině lebeční pod tvrdou plenu (mezi ní a pavučnicí).
- **Prostor subarachnoidální** je vytvořen pod pavučnicí (mezi ní a plenu cévnatou). Obsahuje mok mozkomíšní a je proto nejširším ze všech jmenovaných prostorů (ostatní tzv. prostory nejsou prostory v pravém slova smyslu, ale pouze kapilární štěrby). Subarachnoidální prostor komunikuje s dutinovým systémem CNS prostřednictvím

otvorů ve stropu IV. komory (viz cirkulace likvoru). Je rozšířen v místech větších nerovností na povrchu mozku, kde se od sebe pavučnice (zasahující do nerovností povrchu CNS) a plena cévnatá (která tak nečiní) od sebe vzdalují. V těchto místech vznikají rozšířené části subarachnoidálního prostoru - **cisterny mozkové**.

Klinická poznámka

Klinicky nejdůležitější je **cisterna mozkomozečková, cisterna cerebellomedullaris**. Je nejprostornější z mozkových cisteren - klinicky proto nazývána **velká mozková cisterna, cisterna magna cerebri**. Vytvořena je mezi dorzální plochou prodloužené míchy a spodní plochou mozečku. Je z ní možno odebrat mok mozkomíšní při **subokcipitální punkci (obr. 10.91.)**.

10.3.4. Cévy a nervy mozkových obalů

Krevní cévy probíhají v tvrdé pleně a pleně cévnaté, pavučnice cévy nemá.

Tepny tvrdé pleny mozku se nazývají **meningeální tepny**. Jsou tři: **přední, střední a zadní meningeální tepna (a. meningea anterior, media, posterior)**. Klinicky nejdůležitější je střední meningeální tepna (větve čelistní tepny, která je konečnou větví zevní krkavice). Do lebky vstupuje přes otvor trnový, *foramen spinosum*. Její větve vytvářejí na vnitřním povrchu šupiny kosti spánkové a kosti temenní otisky (**sulci arteriae meningae mediae**) /viz lebka/. Vyživuje tvrdou plenu střední jámy lební.

Klinická poznámka:

Při lineárních frakturách báze lební může být střední meningeální tepna ostrými okraji zlomené kosti přeskřípnuta. Následkem je **epidurální tepenné krvácení** (tlakem tryskající tepenné krve dochází k odtržení tvrdé pleny od periostu lebečních kostí – vzniká **epidurální hematom**), ohrožující život. Nutný je neurochirurgický zákrok - podvaz přetržené tepny a vypuštění hematomu.

Krevní cévy pleny cévnaté patří cévám mozku (viz tam).

Senzitivní inervace tvrdé pleny

N. V inervuje tvrdou plenu v přední a střední jámě lební, **n. IX a n. X** inervují tvrdou plenu v zadní jámě lební.

Tvrdá plena je v důsledku senzitivní inervace citlivá.

10.3.5. Mok mozkomíšní, liquor cerebrospinalis

Vzhled, složení, funkce

Mozkomíšní mok (likvor) je čirá bezbarvá tekutina charakteristického složení. Nachází se v dutinách CNS a v subarachnoidálním prostoru. V CNS zastává funkci lymfy (parenchym CNS nemá lymfatické cévy): podílí se na udržení stálosti vnitřního prostředí CNS, má funkci nutriční a transportní, odstraňuje z CNS katabolity. Kromě toho nadnáší mozek. Tím, že mozek „plave“ v likvoru je jeho hmotnost snížena a likvorový „vodní polštář“ zároveň šetří a chrání anatomické struktury mozku.

Klinická poznámka

Změny vzhledu a složení likvoru za patologických stavů

Vzhled a složení likvoru se charakteristicky mění u řady chorobných stavů CNS: např. u zánětu mozku nebo mening, u syfilidy postihující CNS, u TBC plen mozkových, při blokadě likvorových cest, při krvácení do likvorových cest. Změny ve vzhledu likvoru se často dají zjistit již pouhým okem: krvavý likvor u akutního krvácení do subarachnoidálního prostoru, slámově žlutý – xantochromní likvor po starším krvácení do likvorových cest, žlutý a hustý likvor při hnisavé meningitidě. Likvor lze odebrat lumbální či subokcipitální punkcí. Vzhled a laboratorní rozbor likvoru je často určující pro stanovení diagnózy. Zjišťuje se např. počet buněk v likvoru, hladina chloridů a cukrů, přítomnost krve, lze provést reakci na lues, kultivaci likvoru a další vyšetření.

Množství likvoru

Fyziologicky činí 150 (120-180) ml, z toho je v dutinách CNS pouze menší část jeho objemu (1/4 celkového množství likvoru), kdežto v subarachnoidálním prostoru část větší (3/4 celkového množství likvoru).

Tlak likvoru

„Sloupec“ likvoru má v subarachnoidálním prostoru páteřního kanálu fyziologicky konstantní tlak, závislý na poloze těla (odlišný tlak je tedy vsedě a vleže). Normální hodnoty jsou 70-120 ml vodního sloupce vleže, do 500 ml vsedě. Tlak likvoru se mění při některých patologických procesech (jde o důležité diagnostické kritérium). Tlak likvoru se měří během lumbální punkce vodním manometrem, nasazeným na punkční jehlu.

Cirkulace likvoru (obr. 10.89.)

- Tvorba likvoru: Sekrece **choroidním plexem** postranních komor, III. a IV. komory. Rychlost tvorby: 0,35 ml/min., 400 - 500 ml/den. Za 24 hodin se likvor tedy asi 3x obmění.
- Vlastní cirkulace likvoru: Průtok celým dutinovým systémem a odtok do subarachnoidálního prostoru přes otvory ve stropu IV. komory (*apertura mediana et aperturae laterales ventriculi quarti*).
- Resorpce likvoru: do žilní krve horního šípového splavu prostřednictvím arachnoidálních granulací.

Bariéra hemato-likvorová

Je součástí bariérových systému CNS: z krve do likvoru procházejí pouze některé látky, jiné nikoli. Ochraňuje stálost vnitřního prostředí CNS, které by mohlo být průnikem řady látek poškozeno.

Důležité respektovat při léčbě: např. ne každé antibiotikum podané i.v. projde hemato-likvorovou bariérou.

Klinická poznámka

Odběr likvoru (obr. 10.90.,10.91.)

Provádí se při **diagnostické** či **terapeutické lumbální** nebo **subokcipitální punkci**. Přímě do likvoru mohou být podány léky (např. ATB, kortikoidy - tzv. intrathekální podání s obejítím bariéry hemato-likvorové), nebo kontrastní RTG látky.

Technika lumbální punkce

Odběr likvoru ze **subarachnoidálního prostoru kanálu páteřního kanálu** se provádí mezi (hmatnými) trny obratlů L4/5 (lze i ve výši L3/4, L5/S1), poněvadž mícha sahá pouze do úrovně L1/2. Odběr se provádí vsedě či vleže. Pacient musí mít „vyhrbená“ záda (trny bederních obratlů se „rozevřou“ a snadněji se do kostěného páteřního kanálu proniká). K orientaci o místu vpichu punkční jehly se používá **čáry bikristální (Jacobyho čáry)**. Punkční jehla s mandrémem (kovovou ucpávkou) se zavádí mírně šikmo vzhůru, obvykle pod trnem L4, ve středové rovině. Po napunktování subarachnoidálního prostoru se z jehly mandrén odstraní, změří se tlak likvoru připojením manometru na punkční jehlu a poté se do zkumavky odebere 15-20 ml likvoru - likvor po odstranění mandrénu z punkční jehly volně odkapává.

Technika subokcipitální punkce

Jde o odběr likvoru z **cisterny mostomečkové**. Místo vpichu je mezi zevní týlní drsnatinou a zubem čepovce (zjistí se palpací kostěných struktur). Punkční jehla se zavádí pod dolním okrajem týlní kosti ve střední rovině, přičemž hrot jehly směřuje mírně šikmo nahoru ve směru „ke středu glabely“. Je zde určité nebezpečí poranění krevních cév a - u nezkušeného punktátora - i kmene mozku. Z tento důvodů některá pracoviště subokcipitální punkci vůbec neprovádějí.

10.4. DUTINY CENTRÁLNÍ NERVOVÉ SOUSTAVY

Původně jednotná a všude stejně prostorná dutina neurální trubice se během vývoje formuje v rozšířené části - **komory** a zúžené části - **kanálky**. Dutiny jsou vystlány **ependymem**.

Všechny části dutinového systému vzájemně komunikují (obr. 10.85.-10.88.). Skrze otvory ve stropu IV. komory komunikuje dutinový systém se subarachnoidálním prostorem.

Plexus choroideus

Pod pojmem **choroidní plexus**, *plexus choroideus* se rozumějí „hrozníčkovitá“ klubička piálních cév (cév pavučnice), která se vtačují do ependymu stropu postranních komor, III. a IV. komory. Choroidní plexus secernuje mok mozkomíšní (viz cirkulace likvoru).

10.4.1. Části dutinového systému

- **Centrální kanálek míšní**, *canalis centralis* prostupuje celou délkou míchy a zasahuje až do dolní části kmene mozkového (do kaudální prodloužené míchy). Je úzký, kruhovitěho průřezu.
- **IV. komora mozková**, *ventriculus quartus* je rozšířená část dutinového systému ve kmeni mozkovém – v horní prodloužené míše a v celém Varolově mostu. Spodinu IV. komory tvoří **fossa rhomboidea**, s boku ji ohraničují **stonky mozečkové**. Strop IV. komory tvoří **mozeček** a **redukované tektum** horní prodloužené míchy a mostu. Proti mozečku vybíhá strop špičatě (*fastigium*) /jako kupole cirkusového stanu/. Ve stropu jsou otvory (*apertura mediana*, *aperturae laterales*), jimiž dutinový systém komunikuje se subarachnoidálním prostorem.
- **Sylviův mokovod**, *aquaeductus mesencephali*, **Sylviův kanál**: zúžená část dutinového systému v úrovni středního mozku.
- **III. komora mozková**, *ventriculus tertius* je v úrovni mezimozku. Má šterbinovitý tvar. Párovou boční stěnu komory tvoří na každé straně ovoidně vyklenutý **thalamus**, její spodinu tvoří **hypothalamus**. Komora má nepravidelný tvar a vybíhá v řadu výběžků - **recesů**: jsou to výčlipky III. komory do evaginujících částí diencephala: např. *recessus infundibularis* do stopky hypofýzy, *recessus opticus* do zrakového mozku.
- Párová **postranní komora**, *ventriculus lateralis* je v úrovni hemisféry. Je to obloukovitá struktura, která má **centrální část** (*cela media* rentgenologů) a 3 **roh**: **přední (frontální) roh**, *cornu anterior (frontale)*, **dolní (temporální) roh**, *cornu inferior (temporale)* a **zadní (okcipitální) roh**, *cornu posterior (occipitale)*. Postranní komora má úzké topické vztahy k řadě okolních struktur v hloubi hemisféry (např. bazálním gangliím, thalamu). Se III. komorou komunikuje prostřednictvím **mezikomorového otvoru**, *foramen interventriculare* (**Monroi**). Postranní komory se označují jako **pravá** a **levá** a představují jedinou párovou část dutinového systému CNS.

Klinická poznámka

Znázornění dutinového systému CNS (obr.10.88.)

- Zobrazení dutinového systému neinvazivními metodami v **CT** a **MRI** řezech.
- **Pneumoencefalografie**: Klasická, dnes již prakticky nepoužívaná RTG metoda znázornění dutinového pomocí negativního kontrastu (20-30 ml vzduchu), vpraveného do subarachnoidálního prostoru kanálu páteřního technikou lumbální punkce. Vzduch, který je lehčí než likvor, stoupá do dutinového systému mozku. Polohováním hlavy pacienta lze zobrazit jednotlivé části dutinového systému.

Hydrocefalus

Patologické rozšíření dutinového systému při zvětšení objemu mozkomíšního moku. Může být způsobeno zvýšenou sekrecí mozkomíšního moku, překážkami v jeho cirkulaci (např. nádorová obstrukce likvorových cest), nebo poruchou jeho vstřebávání. Vznikne-li hydrocefalus v období kolem porodu (perinatálně), kdy ještě nejsou vytvořeny pevné švy lebeční, je jeho důsledkem zvětšení mozkové části lebky - **hydrocefalický tvar lebky** (obr.10.97.).

10.5. KREVNÍ OBĚH MOZKU

Fyziologické parametry cévního zásobení mozku

- Mozkem protéká 1/7 minutového objemu srdečního, tj. téměř 1 litr krve/min.

- Na mozek (2% hmotnosti těla) připadá 20% celkové spotřeby kyslíku.
- Mozek metabolizuje glukózu, přiváděnou tepennou krví. Při větším poklesu glykémie (hypoglykémii) dochází k **hypoglykemickému kómatu** se ztrátou vědomí a velkými epileptickými (grand-malovými) křečemi.
- Akutní a úplná zástava arteriálního zásobení mozku při srdeční zástavě vede během 5-7 sec. ke kómatu; srdeční zástava nad 100 sec. má za následek obvykle již ireverzibilní poškození mozku (mozkovou smrt).
- Nezralý fetální mozek (nebo mozek při celkové hypotermii) je na nedostatek kyslíku méně citlivý.

Klinická poznámka

Cerebrovaskulární choroby

Jde o civilizační choroby, které jsou v civilizovaných zemích na jednom z prvních míst v příčinách smrti. Procento postižených jedinců, mladších šedesáti let, je velké a progreduje zde posun do stále mladších věkových skupin.

Nejčastější cévní onemocnění mozku

- **Arterioskleróza mozkových tepen:** arteriosklerotické plaky zužují, až zcela uzavírají lumen určité tepny vyživující mozek. Následkem uzávěru je malárie mozková (nekróza parenchymu mozku) z ischemie (nedokrevnosti) mozku za uzávěrem (obr. 10.78.).
- **Systémová hypertenze:** může vést k prasknutí mozkové cévy s následným krvácením do subarachnoidálního prostoru či do parenchymu mozku. Krevní hematom se může chovat expanzivně či se provalit do komor mozkových.
- **Kongenitální anomálie mozkových cév: aneurysmata** (výdutě) či **arterio-venózní malformace**. Hrozí prasknutím a krvácením do subarachnoidálního prostoru (obr. 10.79.).
- Cévní mozkové příhody mohou být příznakem **mozkových nádorů**, kdy prasknou patologicky vytvořené cévy, zásobující nádor.

Poruchy zásobení krve mozkiem mají příčinu buď a) v poruchách průtoku krve **magistrálními tepnami mozku** (k nim náleží vnitřní krkavice a tepna páteřní) v jejich extrakraniálním průběhu na krku, nebo b) **v intrakraniálních poruchách průtoku krve** mozkovým řečištěm.

Mezi krevním řečištěm mozku na straně jedné a likvorovými cestami a mozkovým parenchymem na straně druhé existují bariérové systémy: **bariéra hemato-encefalická** a **bariéra hemato-likvorová**.

10.5.1. Tepny mozku

Parenchym mozku je zásobován tepennou krví ze 2 systémů: 1) ze **systému karotického** realizovaného vnitřní krkavicí a jejími intrakraniálními větvemi, 2) **systému vertebrobazilárního**, reprezentovaného párovou tepnou páteřní a nepárovou tepnou bazální, a jejich intrakraniálními větvemi. Oba systémy jsou párové a anastomózuji spolu (obr. 10.75.-10.76.).

- **Vnitřní krkavice (karotida), arteria carotis interna (dále ACI)** (viz také speciální angiologie) má čtyři části: **krční část, pars cervicalis** (na krku odstupuje ze společné krkavice v trojúhelníku karotickém a její pulzace na krku je hmatná), **část skalní, pars petrosa** (prochází skrze bázi lební „obloukovitým“ kanálem karotickým v pyramidě spánkové kosti), **část kavernózní, pars cavernosa** (probíhá v dutině lební po straně tureckého sedla, uvnitř žilního kavernózního sinu, *sinus cavernosus*), **část mozkovou, pars cerebralis** (koncový úsek tepny v dutině lební po výstupu z kavernózního sinu). Kavernózní a mozková část vytvářejí za svého průběhu dvojité kolínkovité ohnutí (obrácené „S“) - **karotický sifon**. Z **mozkové části** vnitřní krkavice odstupují větve pro mozek - **tepny mozkové, aa. cerebri** a větev pro obsah orbity - **tepna oční, a. ophthalmica**.
- **Tepna páteřní - tepna vertebrální, a. vertebralis** odstupuje na krku jako přímá větev tepny podklíčkové. Probíhá přes příčné otvory, *foramina transversalia* obratlů krční páteře (obratlů C1-6). Do lebky vstupuje přes otvor týlní. Před vstupem do lebky je na

ní ostrý ohyb - „vertebrální sifon“ kliniků. Po vstupu do lebky se obě vertebrální tepny spojují v **tepnu bazální**, *a. basilaris*, která probíhá na klivu týlní kosti a podmiňuje podélný žlábek na spodní ploše Varolova mostu.

Tepenný mozkový okruh (Willisův), *circulus arteriosus cerebri Willisii* /CAW/ (obr. 10.77.)

Anastomotický **tepenný mozkový okruh (Willisův)**, *circulus arteriosus cerebri (Willisi)* je uložen na bázi mozkové kolem hypofýzy (a na vnitřní bázi lební kolem tureckého sedla). Vzájemně propojuje - prostřednictvím **spojovacích tepen**, *aa. communicantes* - počáteční úseky všech tří párových **mozkových tepen** (viz dále), a tím také **karotické a vertebro-bazilární řečiště** mozku.

Přední **karotická část oblouku** je tvořena počátečními úseky 2 párových mozkových tepen: **přední tepny mozkové**, *a. cerebri anterior*, **střední tepny mozkové**, *a. cerebri media* (obě jsou větvemi vnitřní krkavice). Přední tepny mozkové jsou propojeny nepárovou **přední spojovací tepnou**, *a. communicans anterior*.

Zadní **vertebro-bazilární část** oblouku je tvořena počátečními úseky 2 **zadních tepen mozkových**, *aa. cerebri posteriores* (obě jsou větvemi tepny bazální). Z každé ACP odstupuje po jedné **zadní spojovací tepně**, *a. communicans posterior*. Zadní spojovací tepny propojují vertebro-bazilární řečiště s řečištěm karotickým.

Oblouk vydává následující větve:

- **Tepny mozkové**, *aa. cerebri* (jejich počáteční úseky tvoří CAW, v dalším průběhu tepny běží po povrchu hemisfér).
- **Tepny centrální (bazální)**, *aa. centrales (basales)*.
- **Tepny choroidální**.

Klinická poznámka

Jako ideálně symetrický je tepenný mozkový okruh vytvořen zřídka, časté jsou jeho stranové asymetrie (zúžení, úplné chybění či zdvojení některých tepen okruhu). Při „zdravých“ magistralních tepnách mozku (vnitřních krkavicích, páteřních tepnách) jsou tyto odchylky obvykle bez klinických projevů. Významu nabývají při arteriosklerotickém zúžení či uzávěru některé z mozkových magistrál, kdy se mohou objevit různé závažné příznaky **nedostatečného zásobení mozku tepennou krví**.

Dělení tepen mozkových dle zásobovacích teritorií

Podle okrsku mozku, který zásobují, se tepny dělí na:

- Tepny mozkové (korové)
- Tepny hlubokých struktur předního mozku
- Tepny infratentoriálních struktur mozku
- Tepny choroidální

10.5.1.1. Tepny mozkové

Mozkové (korové) tepny jsou 3: **přední, střední a zadní tepna mozková**, *a. cerebri anterior, media et posterior* (obr. 10.80.-10.82.). Jsou větvemi vnitřní krkavice a tepny bazální. Všechny jsou párové. Jejich počáteční úseky spoluvytvářejí **tepenný Willisův okruh** (tepny jsou označovány za větve tohoto okruhu). Z tepenného okruhu pokračují na povrch hemisfér, kde probíhají v pavučnici a vydávají řadu větví. Vyživují kůru hemisfér a část bílé hmoty v podkoří do hloubky asi 3-4 cm.

- **Přední tepna korová**, *a. cerebri anterior* (ACA) pokračuje z CAW na vnitřní plochu hemisféry, kterou - kromě zadní části - zásobuje. Kromě toho zásobuje úzký marginální pruh zevní plochy hemisféry v přední části hemisféry.

- **Střední tepny mozková, a. cerebri media (ACM)** pokračuje z CAW na zevní plochu hemisféry, kde její kmen probíhá hluboko, po spodině inzuly. Zde vydává početné větve, které přes postranní mozkovou rýhu vstupují na povrch zevní plochy hemisféry. Probíhají po zevní ploše hemisféry, kterou zásobují. Pouze úzký marginální ploch zevní plochy hemisféry je zásobován vpředu přední tepnou mozkovou, vzadu zadní tepnou mozkovou.
- **Zadní tepna mozková, a. cerebri posterior (ACP)** probíhá kolem kmene mozkového po zadní části spodní plochy hemisféry. Z báze hemisféry pokračuje na zadní část vnitřní plochy hemisféry, kterou zásobuje. Kromě toho zásobuje úzký marginální pruh zevní plochy hemisféry v její zadní části.

Klinická poznámka

Zásobení funkčních oblastí kůry

Převážná část primární motorické a senzitivní kůry je zásobována z ACM. Řečová centra v levé hemisféře (u praváků) - Brocovo i Wernickeho - mají zásobení z levé ACM. Primární zraková kůra (oblast sulcus calcarinus, týlní lalok vnitřní plochy hemisféry, Brodmannova area 17) je zásobována z ACP.

Při poruše zásobení kůry v povodí ACM vzniká kontralaterální hemiparéza s maximem postižení volní hybnosti horní končetiny. Jde-li o dominantní hemisféru, objevují se navíc poruchy fatické z poškození řečových center.

10.5.1.2. Tepny hlubokých struktur hemisféry

Struktury v hloubi hemisféry (bílou hmotu nitra hemisféry včetně vnitřního pouzdra, bazální ganglia a thalamus) zásobují početné tepny **centrální (bazální)**, které odstupují ze všech částí CAW.

Klinická poznámka

Pyramidové dráhy (*tractus cortico-nuclearis, tractus cortico-spinalis*) za svého průběhu ve vnitřním pouzdru patří do povodí ACM, poněvadž bazální tepny, vyživující tuto část vnitřního pouzdra, odstupují z ACM.

Při nedokrevnosti vnitřního pouzdra v místě průběhu pyramidových drah vzniká kontralaterální hemiparéza či hemiplegie, a to se stejným postižením volní hybnosti horní i dolní končetiny, vždy bez fatických poruch.

10.5.1.3. Tepny infratentoriálních struktur

Tepny zásobující mozkový kmen a mozeček odstupují z tepen páteřních (po jejich vstupu do lebky) a z tepny bazální (za jejího průběhu na klivu).

10.5.1.4. Tepny choroidální

Choroidální tepny spoluvytvářejí (společně s choroidálními žilami) **choroidní plexus** postranních komor, III. a IV. komory.

Jsou 3: dvě z nich jsou větvemi CAW, poslední (spoluvytvářející choroidní plexus IV. komory) je větví jedné z tepen mozečkových.

Klinická poznámka

Tepny mozkové lze znázornit pomocí kontrastní náplně: cévkovaná **karotická** a **vertebrální angiografie** (obr. 10.83.).

10.5.2. Žíly mozku

Povrchové a hluboké žíly mozku

Žilní krev z parenchymu mozku je odváděna prostřednictvím **povrchových a hlubokých mozkových žil**. Oba žilní systémy spolu vzájemně komunikují - hluboké žíly jsou drénovány do povrchových žil.

Povrchové žíly probíhají v pleně cévnaté a odvádějí žilní krev z kůry a podkoží.

Hluboké žíly odvádějí krev z hlubokých struktur mozku (bazálních ganglií, thalamu). Krev z mozkových žil odtéká do **splavů tvrdé pleny** a odtud do **vnitřní žíly hrdelní**.

Přemostující žíly

Přemostující žíly jsou krátké, **klinicky významné spojky** mezi povrchovými žilami mozku a splavy tvrdé pleny.

Splavy tvrdé pleny, *sinus durae matris* (viz „Angiologie“) (obr. 10.84.)

Splavy tvrdé pleny, *sinus durae matris* jsou široké žíly s redukovanou stěnou, zavzaté do tvrdé pleny mozkové (viz „Angiologie“). Většina z nich probíhá po vnitřním povrchu lebečních kostí a zanechává na nich žlábkovité otisky. Po vnitřním povrchu lebky neprobíhá pouze **dolní ší-pový splav, *sinus sagittalis inferior*** (probíhá v konkavitě srpu mozkového) a **přímý splav, *sinus rectus*** (navazuje na dolní ší-pový splav, probíhá v duplikatuře tvrdé pleny v zadní jámě lební). Splavy tvrdé pleny jsou prostřednictvím **přemostujících žil** propojeny s povrchovými žilami mozku, probíhajícími v cévnaté mozkové pleni.

Klinická poznámka

Z klinického hlediska jsou důležité topografické vztahy **splavu kavernózního, *sinus cavernosus***: uvnitř splavu probíhá kavernózní část vnitřní karotidy, ve stěně splavu probíhají *okohybné nervy (n. III, IV, VI) a n. V/1,2*. *Sinus cavernosus* je propojen s *plexus pterygoieus* tj. s extrakraniálními žilami.

Intrakraniální krvácení (obr. 10.92.):

▪ **Epidurální krvácení (epidurální hematom)**

Tepenné krvácení z přetržené meningeální tepny (nejčastěji ze **střední meningeální tepny, *a. meningea media***) v důsledku lineárních zlomenin báze lební, kdy je meningeální tepna „přestřižena“ ostrými okraji kostí v místě lomu. Tlakem tryskající tepenné krve dochází k arteficiálnímu odtržení tvrdé pleny od vnitřního povrchu lebečních kostí, s nímž je tvrdá plena normálně srostlá.

▪ **Subdurální hematom**

Jde o žilní krvácení do subdurálního prostoru, nejčastěji z přetržené **přemostující žíly** (zřídka z přetrženého splavu tvrdé pleny). Vzniká obvykle jako následek tupých poranění lebky (bez zlomeniny lebečních kostí). Při úderu do lebky dojde k pohybu mozku uvnitř lebky, při němž se napnou přemostující žíly, a některá z nich se přetrhne.

▪ **Subarachnoidální krvácení**

Vzniká z prasklé tepny mozkové, probíhající po povrchu mozku v *pia mater*. Nejčastěji jde o prasknutí patologické tepenné výdutě – aneurysmatu. Krvácení se děje do subarachnoidálního prostoru a lze ho verifikovat odebráním likvoru při lumbální punkci: likvor je krvavý.

▪ **Intraparenchymové krvácení**

Vzniká při prasknutí tepny mozkové uvnitř parenchymu mozku, nejčastěji v důsledku vysokého krevního tlaku u hypertoniků. Velký intraparenchymový hematom se může provalit do dutinového systému mozku.

11. DRÁHY NERVOVÉ, *TRACTUS NERVOSI*

Nervová dráha, *tractus* (zkratka tr.) je homogenní skupina neuronů, která propojuje 2 šedé struktury CNS (kůru, jádra) a vede nervové vzruchy stejné povahy.

Funkční pojetí nervových dráh

V ryze anatomickém pojetí jsou všechny nervové dráhy jednoneuronové. Ve funkčním pojetí existují **dráhy jednoneuronové** i **víceneuronové**. **Víceneuronové dráhy** jsou řetězce neuronů spojených stejnou funkcí. Všechny neurony takového řetězce vedou nervové vzruchy stejné povahy. V dalším výkladu se budeme přidržovat funkčního pojetí drah, běžně užívaného v klinice.

Klasifikace dráh (obr. 11.1.)

- **Projekční dráhy** jsou **dráhy dlouhé**. Propojují mezi sebou šedé struktury uložené v odlišných etážích CNS - projikují tedy z jedné etáže do jiné etáže. Některé jsou jednoneuronové, jiné víceneuronové. Víceneuronové projekčních drah jsou tvořeny řetězci neuronů seřazených longitudinálně za sebou (vzestupně nebo sestupně). Výchozí struktura prvního neuronu víceneuronové projekční dráhy je odlišná od cílové struktury jejího posledního neuronu.
 - Projekční dráhy se dále dělí na **dráhy vzestupné** a **sestupné**. Dráhy vzestupné spojují nižší etáž CNS s etáží vyšší, dráhy sestupné spojují vyšší etáž CNS s etáží nižší.
 - Dráhy vzestupné i sestupné se dále dělí na **dráhy přímé** a **nepřímé**. Dráhy přímé propojují výchozí a cílovou strukturu krátkou máloneuronovou cestou. Jsou vývojově mladé. Dráhy nepřímé propojují výchozí a cílovou strukturu delší víceneuronovou cestou. Jsou vývojově staré.
- **Dráhy krátké** mezi sebou propojují 2 šedé struktury v téže etáži CNS. V anatomickém i funkčním pojetí jsou to jednoneuronové dráhy. Dělí se na **dráhy asociální**, které mezi sebou propojují 2 šedé struktury v jedné polovině téže etáže a **dráhy komisurální**, které mezi sebou propojují 2 šedé struktury uložené zrcadlově v obou polovinách téže etáže CNS.
- **Funkční dráhové okruhy** jsou tvořeny neurony, seřazenými do kruhu. 1. neuron dráhového okruhu začíná v určité šedé struktuře CNS a jeho poslední neuron se opět do výchozí struktury vrací. Výchozí a cílová struktura dráhového okruhu je tedy totožná. Nejjednodušší dráhové okruhy jsou dvouneuronové.
- **Dráhy motorické, senzitivní a senzoričné:** Dráhy motorické jsou nervové dráhy zapojené do regulace hybnosti. Dráhy senzitivní vedou do CNS čítí od receptorů (exteroreceptorů, proprioreceptorů a interoreceptorů). Dráhy senzoričné vedou do CNS čítí od smyslových receptorů.

11.1. DRÁHY MOTORICKÉ

Funkčně to jsou dráhy zapojené do regulace hybnosti. Patří k nim dráhy pyramidové a dráhy extrapyramidové.

11.1.1. Dráhy pyramidové

Dráhy pyramidové jsou přímé projekční motorické dráhy volní hybnosti (tj. vůlí ovládané hybnosti), fylogeneticky i ontogeneticky mladé. U člověka se jejich myelinizace dokončuje teprve v průběhu několika let po narození (lidský novorozenec je proto tvorem především extrapyramidovým). Spojují motorickou kůru hemisféry s motoneurony předních rohů míšních a s neurony motorických jader hlavových nervů. Začínají v primární motorické kůře precentrálního závitu (Brodmannova area 4), která je somatotopicky organizována. Jejich název je odvozen od průběhu přes pyramidu prodloužené míchy. Patří k nim **dráha kortikospinální** a **dráha kortikonukleární**.

Dráha kortikospinální, *tractus corticospinalis* (obr. 11.2.,11.3.,11.5.,11.6.) je funkčně dvouneuronová dráha volní hybnosti trupu a končetin.

- **1. neuron (centrální, horní)** spojuje primární motorickou kůru s kontralaterálními míšními rohy, kříží se. Je tvořen především pyramidovými neurony primární motorické kůry. Začíná v primární motorické kůře (Brodmannova area 4, v rozsahu horních 2/3 precentrálního závitu). Z kůry pokračuje do bílé hmoty hemisféry, odtud do kmene mozku a nakonec do bílé hmoty míchy. Postupně probíhá v semioválném centru hemisféry (dráha je zde široce „vějířovitě“ uspořádána), ve vnitřním pouzdru (v jeho zadním ramenu), v bazálních nástavbách všech částí kmene (název dráha pyramidová je odvozen od průběhu v bazálních nástavbách - pyramidách prodloužené míchy) a v míše, kde probíhá v postranních a předních provazcích míšních jako **dráha kortikospinální laterální** a **dráha kortikospinální přední *tr. corticospinalis lateralis et tr. corticospinalis anterior*** (obr. 11.17.). Vlákna 1. neuronu se kříží a spojují tak motorickou kůru jedné hemisféry s kontralaterálními (druhostrannými) rohy míšními. Největší počet vláken (90%) se kříží na rozhraní prodloužené a hřbetní míchy v pyramidovém křížení. Po zkřížení probíhají tato vlákna v míše jako kortikospinální laterální dráha. Vlákna nezkrížená probíhají v míše jako kortikospinální přední dráha. I tato vlákna se nakonec kříží, ale teprve na úrovni míšního segmentu, v jehož předních míšních rozích končí. 1. neuron se končí na alfa-motoneuronech předních rohů míšních.
- **2. neuron (periferní, dolní)** spojuje přední rohy míšní s homolaterálními (stejnostrannými) svaly trupu a končetin. Je tvořen alfa motoneurony předních rohů míšních. Neurity motoneuronů předních rohů vystupují z míchy cestou předních kořenů míšních, dále pak probíhají cestou míšních nervů a jejich větví (podrobněji viz periferní nervový systém). 2. neuron se zakončuje v motorických (nervosvalových) plátcích příčně pruhovaných svalů trupu a končetin. Zde je nervový vzruch transformován ve svalový stah.

Dráha kortikonukleární, *tractus corticonuclearis* (obr. 11.4.-11.6.) je funkčně dvouneuronová dráha volní hybnosti příčně pruhovaných svalů hlavy. Její 1. neuron je tvořen pyramidovými neurony primární motorické kůry. Spojuje primární motorickou kůru s motorickými jádry hlavových nervů v mozku. 2. neuron je tvořen motoneurony motorických jader hlavových nervů. Jejich neurity směřují ke svalům hlavy cestou hlavových nervů.

- **1. neuron** začíná v primární motorické kůře - v dolní třetině precentrálního závitu (viz Penfieldův motorický homunkulus), Brodmannově políčku 4. Probíhá v těsném sousedství dráhy kortikospinální – nejprve v bílé hmotě hemisféry: v semioválném centru, poté ve vnitřním pouzdru (v jeho kolenu). Za průběhu v mozku se po-

stupně zakončuje na neuronech motorických jader hlavových nervů (odtud část názvu dráhy – l. *nucleus*, jádro), uložených v různých výškových úrovních kmene.

Některá vlákna 1. neuronu se kříží, jiná nikoli: část motorických jader hlavových nervů proto dostává vlákna zkřížená, část vlákna nezkrížená. Motorická jádra hlavových nervů jsou obdobou předních míšních rohů.

- **2. neuron** spojuje neurony motorických jader hlavových nervů s příčně pruhovanými svaly. Neurity 2. neuronu probíhají cestou hlavových nervů (viz periferní nervový systém).

Klinická poznámka (obr. 11.8.-11.9.)

Klinicky významná je supranukleární inervace motorického jádra n. VII: do horní části jádra, jejíž motoneurony inervují „horní“ mimické svaly (m. epicranii, svaly štěrbiny oční, svaly zevního nosu), přicházejí z kůry cestou 1. neuronu dráhy vlákna zkřížená i nezkrížená, do dolní části jádra, jejíž motoneurony inervují „dolní“ mimické svaly (svaly štěrbiny ústní) přicházejí pouze vlákna zkřížená.

- **Centrální obrna n. VII** vzniká při poškození supranukleární inervace motorického jádra n. VII - tedy při poškození vláken 1. neuronu dráhy kortikonukleární. Vzhledem k tomu, že do horní části jádra (inervující „horní“ mimické svaly) přicházejí vlákna zkřížená i nezkrížená, kdežto do dolní části jádra (inervující svaly štěrbiny ústní) pouze vlákna zkřížená, jsou při centrální obrně n. VII postiženy pouze kontralaterální svaly štěrbiny ústní. V klidu je pokleslý koutek ústní, z něhož vytékají sliny, při pokusu o pohyb (úsměv) se koutek nerozvíjí. „Horní“ mimické svaly jsou intaktní: pacient sraští čelo, zamračí se, pokrčí nos, zavře oko.
- **Periferní obrna n. VII** vzniká při poškození 2. neuronu dráhy kortikonukleární - tj. při poškození poškození motorického jádra n. VII nebo kmene n. VII po výstupu z CNS - nejčastěji buď při výstupu nervu z mozku v mosto-mozečkovém úhlu, nebo za průběhu nervu v kanálu lícního nervu v pyramidě spánkové kosti. Výsledkem je homolaterální obrna všech mimických svalů 1/2 obličeje: pacient neudělá vrásky na čele, nezavře oko, nenafoukne tvář, neroztáhne koutek ústní při pokusu o úsměv, nezapíská – viz testování mimických svalů, svalový systém (viz testování mimických svalů – soustava svalová).

Somatotopická organizace pyramidových drah (obr. 11.5.,11,6.)

1. neuron pyramidových drah je v celém průběhu somatotopicky organizován.

- V primární motorické kůře „**stojí člověk na hlavě - zavěšen za nohy v štěrbině mezi hemisférami**“. Dráha kortikospinální pro inervaci svalů trupu a končetin začíná v horních 2/3 primární motorické kůry precentrálního závitu, dráha kortikonukleární pro inervaci svalů hlavy v její dolní 1/3. Svalům, které provádějí jemné pohyby (např. svaly ruky), jsou „přiděleny“ větší oblasti primární motorické kůry než svalům, provádějícím hrubé pohyby (např. svalům lokomočním). Proto periferie těla, projikovaná do primární motorické kůry, zobrazuje jakéhosi zkarikovaného človíčka, zvaného **Penfieldův motorický homunkulus**.
- V capsula interna se „**člověk postavil na nohy**“: hlava je vepředu (v kolínku vnitřního pouzdra, kudy prochází dráha kortikonukleární pro inervaci svalů hlavy), trup a končetiny vzadu (v přední části zadního ramene vnitřního pouzdra, kudy prochází dráha kortikospinální pro inervaci svalů trupu a končetin).

Klinická poznámka

Při poškození 1. neuronu dráhy kortikospinální vzniká porucha volní hybnosti - obrna na kontralaterální ½ těla, tedy obrna hemi typu – **hemiparéze** nebo **hemiplegie** (paréza - částečná obrna, plegie - úplná obrna) (obr. 11.7.,11.10.-11.11.).

11.1.2. Dráhy extrapyramidové

K **drahám extrapyramidovým** (mimopyramidovým) se řadí všechny motorické dráhy, které neprocházejí pyramidami prodloužené míchy. Dělí se na:

- **Projekční extrapyramidové dráhy**

Vývojově staré dráhy, které spojují primární motorickou kůru hemisféry s motoneurony předních rohů míchy víceneuronovou cestou - s „přepojením“ v kmenových motorických jádrech (např. retikulární formaci nebo červeném jádru). Podílejí se na řízení mimovolní hybnosti a regulaci tonu svalového. Patří k nim např. **tr. cortico-reticulo-spinalis** s přepojením v motorickém systému RF nebo **tr. cortico-rubro-spinalis** s přepojením v nucleus ruber středního mozku).

- **Spoje bazálních ganglií**

Bazální ganglia jsou propojena mezi sebou i s dalšími motorickými strukturami mozku (např. motorickou kůrou hemisféry či motorickým thalamem). Většina spojů BG má ráz **okruhů**. V okruzích BG se pohybuje množství neurotransmiterů.

Klinická poznámka

Důležitým okruhem je dvouneuronový **okruh nigro-striato-nigrální**: 1. neuron = neuron nigrostriatální, 2. neuron = neuron striato-nigrální. V nigro-striatální části okruhu se pohybuje neurotransmitter **dopamin**, produkovaný neurony černé substance středního mozku a axonálním transportem dopravovaný do striata. Jeho nedostatek ve striatu je hlavní příčinou Parkinsonovy choroby.

Hlavním okruhem BG je čtyřneuronový **okruh kortiko-striato-palido-thalamo-kortikální**, v němž se „cízeluje“ plán pohybu, vytvořený asociační motorickou kůrou. Pohybuje se v něm několik neurotransmiterů.

- **Dráhy mozečku** (viz kapitola mozeček)

Patří k nim všechny aferentní a eferentní dráhy archi-, paleo- a neocerebella.

Důležitým okruhem je okruh **kortiko-ponto-cerebello-thalamo-kortikální**, v němž se „opravuje“ plán pohybu vytvořený motorickou kůrou, před vlastním provedením volního pohybu.

- **Dráha konjugovaných pohybů očí - mediální podélný svazek, fasciculus longitudinalis medialis (FLM)** (konjugované pohyby očí a hlavy = sdružené pohyby očí a hlavy týměž směrem). Jde o vývojově starý svazek, který u člověka samostatně (bez účasti kůry mozkové) zprostředkovává mimovolní konjugované pohyby očí v závislosti na poloze hlavy, jako odpověď na vestibulární stimuly.

Prochází celým kmenem (proto *longitudinalis*), ve kmeni je uložen podél středové roviny (proto *medialis*). Ve svazku jsou oboustranně zapojena **motorická jádra okohybných nervů (n. III, n. IV, n. VI)**, inervující příčně pruhované okohybné svaly (provádějící pohyby bulbů), a **vestibulární jádra n. VIII** (pohyby očí se dějí v závislosti na poloze hlavy).

Volní konjugované pohyby očí - supranukleární kontrola pohledu

Konjugované pohyby očí jsou ovšem také pod „volní“ korovou kontrolou. Volní kontrola konjugovaných pohybů očí je realizována propojením korového **frontálního okohybného pole** (viz mozková kůra) s FLM.

11.2. DRÁHY SENZITIVNÍ

Dráhy senzitivní jsou víceneuronové dostředivé dráhy, které vedou čítí z **receptorů** periferie těla do CNS. Těla 1. neuronu všech senzitivních drah leží mimo CNS - v senzitivních gangliích míšních a hlavových nervů. 2. neuron senzitivních drah se kříží.

V receptorech (obr. 11.12.) dochází k transformaci fyzikálních nebo chemických podnětů v nervové vzruchy. Receptory jsou druhově specifické – tj. jsou drážděny pouze určitým druhem podnětů. Podle lokalizace se dělí na **exteroreceptory** (nacházejí se na povrchu těla, především v kůži), **interoreceptory** (nacházejí se uvnitř těla, např. ve sliznici orgánů) a **proprioceptory** (svalové, šlachové a kloubní receptory). Vývojově staré receptory bolesti – **nociceptory** jsou stavebně jednoduché (volná kožní zakončení), vývojově mladé receptory jemného kožního čítí jsou stavebně sofistikovanější (např. receptory doteku).

Senzitivní dráhy se dělí na **přímé** a **nepřímé**.

Přímé senzitivní dráhy

Projekční **přímé senzitivní dráhy** vedou čítí z receptorů do mozkové kůry krátkou, nejčastěji tříneuronovou cestou. Procházejí specifickým senzoryckým thalamem (kde se přepojují na

poslední thalamo-kortikální neuron) a za svého průběhu se kříží. Jejich poslední neuron spojuje senzitivní jádra thalamu s primární kůrou mozkovou.

Podle toho, kudy probíhá jejich 1. neuron, se dělí na:

- **Přímé senzitivní dráhy míšní:** Jejich 1. neuron představují pseudounipolární buňky míšních ganglií. Dendrity 1. neuronu vedou uvědomělé čítí z receptorů trupu a končetin, neurity vstupují cestou zadních kořenů do míchy.
- **Přímé senzitivní dráhy hlavových nervů:** Jejich 1. neuron představují pseudounipolární neurony senzitivních ganglií hlavových nervů. Dendrity 1. neuronu vedou čítí z oblasti hlavy, neurity směřují cestou hlavových nervů do mozkového kmene. Vedou do CNS uvědomělé čítí z obličejové části hlavy.

Podle kvality vedeného čítí se dělí na **dráhy hrubého (protopatického) čítí** a **dráhy jemného (epikritického) čítí**.

Podle průběhu drah v bílé hmotě míchy a podle makroskopického vzhledu 2. neuronu se dělí na:

- **Dráhy antero-laterálního systému:** 2. neuron části těchto drah probíhá v antero-laterálních provazcích míšních (odtud jejich název). Vedou protopatické čítí.
- **Dráhy lemniskární:** Jejich 2. neurony mají po zkřížení ve kmeni mozkovém vzhled bílé stužky a nesou název **lemniskus** (l. *lemniscus* - pásek, stužka). Vedou epikritické čítí a uvědomělou propriocepci.

Nepřímé senzitivní dráhy

Nepřímé senzitivní dráhy (podrobněji viz další text) vedou neuvědomělé čítí do mozečku a neprocházejí thalamem. Slouží motorickým funkcím mozečku (jsou to dostředivé dráhy mozečku). Obvykle jsou řazeny k **extrapyramidovým drahám motorickým**.

Uvědomělé a neuvědomělé čítí

Uvědomujeme si pouze čítí, které je vedeno přímými senzitivními dráhami nebo sensorickými dráhami přes specifický sensorický thalamus do primárních korových oblastí neokortexu. Čítí tedy vstupuje do vědomí na úrovni thalamické. Zde se odehrává „primitivní“ forma „vědomí“ (viz thalamus). K plnému „uvědomování“ čítí dochází teprve na úrovni korové - v primárních senzitivních a sensorických oblastech mozkové kůry.

Neuvědomělé proprioceptivní čítí je vedeno nepřímými senzitivními drahami do mozečku a slouží motorickým funkcím mozečku.

Čítí jemné, hrubé a proprioceptivní

- **Čítí hrubé - protopatické** zahrnuje vývojově staré kvality čítí, které informují živočicha o noxách, které ohrožují jeho zdraví či život. Jde o **čítí bolesti a tepla** (a chladu). Vedeno je vývojově starými senzitivními projekčními dráhami.
- **Čítí jemné - epikritické** zahrnuje vývojově mladé kvality čítí - **čítí dotekové, hmat, diskriminační čítí** (rozlišování 2 bodů). Vedeno je vývojově mladými senzitivními projekčními dráhami.
- **Čítí proprioceptivní** je čítí svalové, šlachové a kloubní. **Uvědomělá propriocepce** je vedena přes specifický sensorický thalamus do kůry, **neuvědomělá propriocepce** je vedena do mozečku.

Klinická poznámka

Vyšetření čítí: Objektivní vyšetření čítí se provádí v rámci základního neurologického vyšetření.

- **Vyšetření povrchového čítí**

- **Citlivost dotyková:** Adekvátním podnětem je tupý dotyk či jemný tlak. Vyšetřuje se vatovou štětíčkou.
- **Diskriminační čítí** = schopnost rozlišovat dva současné dotyky. Vyšetřuje se Weberovým kružítkem (speciální přístroj s roztažitelnými branžemi a metrickou stupnicí k odečítání vzdálenosti roztažených branží kružítka): při různě rozevřených branžích Weberova kružítka se zjišťuje, kdy pacient vnímá současné dotyky obou - různě roztažených - branží kružítka jako dva dotyky, a kdy je již vnímá pouze jako dotyk jeden.
- **Grafestézie** = schopnost rozpoznávat číslice, písmena či obrazce, „kreslené“ tupým předmětem (např. prstem) na kůži pacienta.
- **Palestézie** = vnímání vibrací povrchem těla, nejlépe je vyvinuta na periostu. Vyšetřuje se rozevřenou ladičkou, přiloženou na povrch pacientova těla - např. na přední plochu bérce (zde je těsně pod kůží periost tibie).
- **Termické čítí** = čítí tepla a chladu. Vyšetřuje se přikládáním zkumavek s teplou a studenou vodou na kůži.
- **Nociceptivní čítí** = čítí bolesti. Adekvátním podnětem je jemné bodnutí špendlíkem bez poškození celistvosti kůže.
- **Vyšetření uvědomělého proprioceptivního čítí**
 - **Polohocit** = vnímání polohy končetin. Vyšetřuje se pasivním uvedením končetiny vyšetřovaného do určité polohy.
 - **Pohybocit - kinestézie** = subjektivní vnímání pohybu končetin.
 - **Barestézie** = vnímání hlubokého tlaku. Subjektivně ji registrujeme např. při „došlapu“ plosky nohy na podložku. Její objektivní vyšetření se provádí tlakem prstu vyšetřujícího na určitou část těla vyšetřovaného - pacient má odlišit tlak od doteku. Porušena je u tabické disociace čítí.

Poruchy čítí

- **Subjektivní poruchy čítí**
 - **Bolest.**
 - **Parestézie:** nepříjemné pocity brnění, svědění, mravenčení bez objektivního podnětu.
- **Objektivní poruchy čítí**
 - **Hypestézie:** snížené vnímání čítí.
 - **Anestézie:** vymizení čítí.
 - **Dysetézie:** změněná kvalita vnímání čítí, pacient např. vnímá jemný dotek bolestivě.

Asociovaná a disociovaná porucha čítí

Při **asociované poruše čítí** jsou poškozeny všechny kvality čítí. Při **disociované poruše čítí** jsou poškozeny pouze určité kvality čítí při zachování jiných kvalit čítí. K disociovaným poruchám čítí patří:

- **Syringomyelická disociace čítí:** vzniká při poškození drah antero-laterálního systému, vedoucích protopatické čítí. Název je odvozen od choroby **syringomyelie**, při níž vznikají dutinky v místě přední bílé komisury míchy, kudy probíhá křížící se 2. neuron míšních drah antero-laterálního systému. Je charakterizována vymizením čítí bolesti a tepla při zachovalých kvalitách epikritického čítí a uvědomělé propriocepce. Nemocný např. zjistí, že si položil ruku na rozpálenou plotnu teprve tehdy, když ucítí pach spáleného masa, bolest necítí.
- **Tabická disociace čítí** vzniká při poškození drah lemniskárního systému. Pojmenování vychází z názvu choroby **tabes dorsalis**, kdy jsou postiženy zadní provazce míšní v pozdním (terciálním, orgánovém) stadiu syfilidy. Poškozeno je čítí epikritické a uvědomělá propriocepce, kdežto čítí protopatické zůstává intaktní.

11.2.1. Přímé senzitivní dráhy míšní

Přímé senzitivní dráhy míšní vedou čítí z trupu a končetin přes thalamus do primární senzitivní kůry (postcentrální závit, Brodmannova area 3,1,2).

11.2.1.1. Míšní dráhy hrubého čítí

Jsou to **dráhy antero-laterálního systému**. Jsou v celém průběhu somatotopicky organizovány.

Patří k nim:

Dráha spinothalmická, *tractus spinothalamicus*: 3-neuronová dráha hrubého čítí (bolesti a tepla) (obr. 11.13.,11.16.,11.17.)

- 1. neuron tvoří pseudounipolární neurony míšních ganglií: dendrity pseudounipolárních neuronů vedou hrubé čítí z receptorů těla do ganglií, neurity pseudounipolárních neuronů vstupují cestou zadních míšních kořenů do homolaterálního zadního rohu míchy a končí zde v *ncl. proprius*.
- 2. neuron: začíná v *ncl. proprius*, v míše se kříží: z *ncl. proprius* pokračuje přes přední míšní komisuru do kontralaterální poloviny bílé hmotě míchy, kde probíhá jako **postranní a přední dráha spinothalmická, *tr. spino-thalamicus lateralis et anterior*** (jeho průběh v předních a postranních provazcích míšních dal název celému systému projekčních drah hrubého čítí). Končí v jádrech kontralaterálního sensorického thalamu (vzhledem k míšnímu *ncl. proprius*).
- 3. neuron - neuron thalamo-kortikální - spojuje specifický sensorický thalamus s primární senzitivní kůrou. Končí v kůře horních 2/3 postcentrálního závitu (viz Penfieldův senzitivní homunkulus), Brodmannova area 3,1,2.

Dráha spinoretikulární, *tractus spinoreticularis*: Víceuronová dráha s multisynaptickým přepojením v retikulární formaci kmene mozkového. Je vývojově starší než dráha předchozí. Vede pomalou, difúzní, špatně lokalisovatelnou bolest přes retikulární thalamus a thalamus do kůry.

- 1. neuron je stejný jako u dráhy spinothalmické.
- 2. neuron se kříží: Vychází ze stejnostranného *ncl. proprius*, přechází do druhostranných provazců míšních a pokračuje do retikulární formace kmene mozkového.
- Následuje multisynaptické přepojení v ARAS, Výstupní neuron ARAS směřuje do kontralaterálního sensorického thalamu (vzhledem k míšnímu *ncl. proprius*).
- Poslední neuron (thalamo-kortikální) spojuje thalamus s primární senzitivní kůrou v horních 2/3 postcentrálního závitu, Brodmannova. area 3,1,2 - stejně jako u dráhy spinothalmické.

11.2.1.2. Míšní dráhy jemného čítí

K míšním dráhám jemného čítí patří především **dráha zadních provazců (*tr. spino-bulbo-thalamo-corticalis*)** /obr.11.14.,11,16.,11.17./.. Je to vývojově mladá lemniskární dráha, která vede jemné (epikritické) čítí a uvědomělou propriocepci z trupu a končetin.

- 1. neuron reprezentují pseudounipolární neurony spinálních ganglií: jejich dendrity přivádějí do ganglií čítí z receptorů těla, neurity vstupují cestou zadních míšních kořenů do bílé hmoty homolaterálních zadních provazců míšních a pokračuje jimi do homolaterálních jader zadních provazců v prodloužené míše, na jejichž neuronech se končí.
- 2. neuron tvoří neurony jader zadních provazců prodloužené míchy. 2. neuron se kříží (po zkřížení tvoří ***lemniscus medialis***, proto lemniskární dráha). Spojuje jádra zadních provazců s kontralaterálním specifickým sensorickým thalamem.
- 3. neuron spojuje specifický sensorický thalamus s primární senzitivní kůrou v horních 2/3 postcentrálního závitu (viz senzitivní Penfieldův homunkulus), Brodmannova area 3,1,2.

Klinická poznámka:

Syndrom hemisekce míšní - syndrom Brown-Séquardův: Při přerušení ½ míchy vznikne pod úrovní míšní léze porucha volní hybnosti a *disociovaná porucha čítí*:

Na homolaterální polovině těla pod úrovní míšní léze je ztráta volní hybnosti typu **hemiparézy** z poškození 1. neuronu *tr. corticospinalis* po zkřížení a **tabická disocace čítí** (ztráta jemného čítí a uvědomělé propriocepcie) z poškození 1. neuronu dráhy zadních provazců v míše před zkřížením.

Na kontralaterální polovině těla pod úrovní míšní léze je **syringomyelická disociace cití** (ztráta prtopatického cití, tj. cití bolesti a tepla) z přerušení *tr. spinothalamicus anterior et lateralis* (tedy z přerušení 2. - již zkříženého neuronu drah antero-laterálního systému) (obr. 11.10.).

11.2.2. Přímé senzitivní dráhy hlavových nervů - trigeminové systémy

Přímé senzitivní dráhy hlavových nervů (trigeminové systémy) vedou uvědomělé cití z obličejové části hlavy přes specifický sensorický thalamus do primární senzitivní mozkové kůry. Dělí se - obdobně jako přímé senzitivní dráhy míšní - na **dráhy hrubého cití (dráhy antero-laterálního systému)** a **dráhy jemného cití (dráhy lemniskární)** (obr. 11.15.).

- Jejich 1. neuron tvoří pseudounipolární neurony senzitivních ganglií hlavových nervů (n. V, VII, IX, X) /tato ganglia jsou obdobou míšních ganglií/. Dendrity pseudounipolárních neuronů ganglií vedou cití z receptorů hlavy, neurity se zakončují v obou senzitivních trigeminových jádrech ve kmeni mozkovém: spinálním jádru a hlavním - pontinnímu jádru. Spinální jádro n. V odpovídá míšnímu *ncl. proprius* a je do něj vedeno hrubé cití, pontinní jádro n. V odpovídá jádrům zadních provazců a je do něj vedeno jemné cití.
- 2. neuron se kříží a spojuje senzitivní jádra trigeminu s kontralaterálním specifickým sensorickým thalamem.
- 3. neuron (thalamo-kortikální) spojuje specifický sensorický thalamus s primární senzitivní mozkovou kůrou v dolní 1/3 závitu postcentrálního (viz Penfieldův senzitivní homunkulus), Brodmannova area 3,1,2.

11.2.3. Nepřímé senzitivní dráhy

Nepřímé senzitivní dráhy neprocházejí thalamem. Vedou **neuvědomělé**, především **proprioceptivní cití** do kůry spinálního mozečku. Neuvědomělá propriocepce slouží motorickým funkcím mozečku - proto se nepřímé senzitivní dráhy řadí často ke drahám motorickým. Z několika drah, vedoucích neuvědomělou propriocepci do mozečku, uvádíme pouze **přední a zadní dráhu spinocerebelární, tr. spinocerebellaris anterior et posterior**

- Jejich 1. neuron představují pseudounipolární buňky spinálních ganglií. Neurity pseudounipolárních buněk končí v homolaterálním **jádro Stilling-Clarcově (ncl. thoracicus)** zadních rohů míchy.
- 2. neuron spojuje *ncl. proprius* míchy s kůrou spinálního mozečku. Probíhá skrze bílou hmotu míchy (viz mícha - dráhy míšní), do mozečku vstupuje cestou stonků mozečkových.

11.3. DRÁHY SENZORICKÉ

Patří k nim **dráha čichová, dráha sluchová, dráha vestibulární, dráha zraková a dráha chuťová** (obr. 11.18.,11.19.). Budou probrány v kapitole 13 (smyslové orgány).

11.4. KRÁTKÉ DRÁHY

Krátké dráhy jsou **jednoneuronové** dráhy probíhají pouze v jediné etáži CNS. Nacházejí se v různých úrovních - etážích CNS. Dělí se na **asociační a komisurální**. Jejich charakteristiky byly podány v úvodu kapitoly 11.

- **Asociační dráhy** propojují 2 různá místa téže poloviny jedné etáže CNS.
- **Komiseurální dráhy** propojují mezi sebou obě poloviny téže etáže. Tvoří makroskopicky patrné **komisury**. Z mnoha komisurálních drah zde jmenujeme pouze **kalózní těleso** (podrobněji viz telencefal, spolupráce hemisfér a mozek dvojče), vývojově mladou neokortikální komisuru telencefala a nejmohutnější komisura mozku vůbec, která široce propojuje neokortex obou hemisfér a koordinuje funkci obou hemisfér (obr.11.20.).

11.5. LIMBICKÝ SYSTÉM

Limbický systém (LS) je vývojově starý funkční systém, který zahrnuje řadu fylogeneticky starých, vývojově nesourodých struktur CNS, které jsou prostřednictvím spojů propojeny ve **funkční celek**. Mnohé ze struktur LS jsou současně součástí jiných systémů CNS.

Historie objevování LS

- **Broca (1878)** poprvé použil termínu „velký limbický lalok“ pro vývojově staré struktury mediální plochy hemisféry, které formují „límeček“ (l. *limbus* – límeček) kolem kalózního tělesa a mezimozku.
- **Papez (1937)** jako první vyslovil teorii o funkci LS: „Hipokampus - bradavková tělesa - přední jádra thalamu - hipokampus jsou spojeny ve funkční okruh, který je anatomickým substrátem pro mechanismy emočního a afektivního chování“. Později byl okruh nazván po svém objeviteli „**Papezův okruh**“ (označován také jako „velký Papezův okruh“).
- **Klüver a Bucy (1939)** detailněji objasnili funkce LS v experimentu na zvířeti - viz dále **Klüver- Bucyho syndrom**.
- **Nauta** byl přesvědčen, že LS nemá žádné vazby s neokortexem: „Neokortex sedí na limbickém systému jako jezdec na koni, ale otěže mu chybějí“. Později se ukázalo, že jeho tvrzení je mylné. LS je spojen s neokortikální kůrou, a to dokonce s nejvýše organizovanou kůrou asociační.

Dodnes je LS předmětem výzkumu.

11.5.1. Struktury limbického systému

LS zahrnuje soubor vývojově starých šedí. Šedé struktury LS lze rozdělit na **hlavní a vedlejší** - (obr. 11.21.-11.23.,11.26.).

Ve výčtu struktur LS dosud není jednoty a v různých učebnicích lze najít různá zpracování LS.

Hlavní a vedlejší struktury limbického systému

- K **hlavním strukturám** limbického systému patří 2 vývojově staré struktury hemisféry: 1) **hipokampus**, který reprezentuje starou limbickou kůru - archikortex (viz kůra mozková) a 2) **jádro mandlovitě – amygdala**, které je jádrem bazálních ganglií (vzhledem ke svému vývojovému stáří a zapojení do vývojově starého LS je označováno jako **archistriatum**). Obě „hlavní“ struktury LS jsou propojeny s „vedlejšími“ strukturami LS.
- K **vedlejším strukturám** limbického systému patří některá vývojově stará jádra mezimozku a kmene mozku.

Ze struktur mezimozku to jsou např. **přední thalamická jádra** a **jádra bradavkovitých těles** (jádra hypothalamu), z kmenových jader je to **retikulární formace** a některá **jádra tegmenta středního mozku** (např. **Guddenovo jádro**).

Mnohé populace neuronů LS produkují **neuropeptidy** - např. cholecystokinin, kortikoliberin, enkefalin.

11.5.2. Spoje limbického systému

Spoje limbického systému lze rozdělit na:

- **Spoje limbických struktur s mozkovou kůrou:** 1) se starou paleokortikální kůrou čichovou, 2) s nejdříve organizovanou asociální kůrou neokortexu. Spoje s čichovou kůrou jsou pouze jednostranné a směřují z čichové kůry do LS. Jím lze vysvětlit např. funkční vazbu čich - sex (výrobky parfumeristického průmyslu „fungují jako feromony“). Spoje s nejdříve organizovanou mozkovou kůrou - asociálním neokortexem jsou oboustranné.
- **Spoje hipokampu a amygdaly:** Propojují hipokampus a amygdalu s vedlejšími limbickými strukturami. Mají charakter funkčních okruhů. Nejdůležitějším z nich je **Papežův okruh**. 1. neuron tohoto okruhu je **fornix**, který propojuje hipokampus s bradavkovitými tělesy (obr. 11.24.,11.25.).
- **Sestupné spoje hlavních limbických struktur s kmenovými jádry.**

Papežův okruh (klinicky důležitý) je 5-neuronový okruh, který vychází z hipokampu a po přepojení v několika šedých strukturách se opět do hipokampu vrací (obr. 11.25.).

- 1. neuron - **fornix** spojuje kůru hipokampu s bradavkovitými tělesy. Je to oblouková struktura, tvořená souborem neuritů pyramidových buněk kůry hipokampu. Části fornixu: **sloupy fornixu, columnae fornixis, tělo fornixu, corpus fornixis** (společná část pravého a levého fornixu) a **ramena fornixu, crura fornixis**.
- 2. neuron - **fasciculus mamillothalamicus** spojuje obě bradavkovitá tělesa s předními jádry thalamu.
- 3. neuron - **tr. thalamocorticalis** spojuje přední jádra thalamu s gyrus cinguli.
- 4. neuron - **cingulum** spojuje kůru gyrus cinguli s kůrou gyrus hippocampi
- 5. neuron - **Cajalův svazek** spojuje kůru gyru parahypokampálního s kůrou hipokampu.

11.5.3. Funkce limbického systému

- LS má funkce sloužící k „**zachování jedince a živočišného druhu**“, které zahrnují příjem potravy, mechanismy sexuálního chování (včetně doprovodných vegetativních aktivit; ve strukturách LS je vysoká koncentrace receptorů pro pohlavní hormony), péči o potomstvo.
- Je označován jako „**viscerální a emoční mozek**“: V LS vzniká emoční kolorit chování - city, pocity, afekty - včetně vegetativního a emočního doprovodu v rámci útěkové reakce a „hrané smrti“.
- LS má „**paměťové funkce**“ a určuje také pocit uvědomování si sama sebe - **pocit „jáství“**.
- LS hraje úlohu v **koordinaci vegetativních a somatických** funkcí v rámci defenzivní a únikové reakce.

Klinická poznámka

Iritace nebo destrukce struktur LS v experimentu vyvolává:

- Vegetativní reakce: změny krevního tlaku, motility zažívací roury, slinění (LS jako „viscerální mozek“).
- Komplexy pohybů spojených s orálními aktivitami (příjem potravy - zachování jedince): olizování, žvýkání, slinění.
- Stimulace amygdaly zvyšuje produkci neurotransmiteru CRH = neurotransmitter anxiety (úzkosti). Má za následek úzkost, deprese, až suicidální tendence.
- Bilaterální destrukce amygdaly má za následek ztrátu pocitu strachu před hrozícím nebezpečím.

- Iritace septální oblasti hemisféry vyvolala v experimentu u vůdce opičí tlupy ztrátu agresivního „vůdcovského“ chování a měla za následek „nedisciplinovanost“ celé tlupy. Po ukončení pokusu se vůdčímí samci „vůdcovské chování“ vrátilo.
- Klüver-Bucyho syndrom: Klüver a Bucy popsali r. 1939 v experimentu na zvířeti - po odstranění limbických telencefalických struktur (snesení temporálního laloku hemisféry s odstraněním hipokampu a amygdaly) - rázovitý syndrom, později nazvaný jejich jménem. Syndrom se za patologických stavů vyskytuje i u člověka a zahrnuje: zánik agresivity a reakcí strachu, změnu sexuality (hyper-, homosexualitu), změnu potravinových návyků (orální aktivity - zkoumání objektivního světa ústy tak, jak to činí kojenec, až požívání nepoživatelných materiálů - např. papíru, dřeva).

Psychochirurgie: Moderních poznatků o funkcích limbického systému využívá neurochirurgie: např. stereotaktická destrukce amygdaly tlumí agresivitu a patologické sexuální chování u nebezpečných sexuálních deviantů - sadistů a pedofilů.

Limbický systém – učení a paměť

Řada struktur limbického systému a jejich spojů je zapojena do mechanismů paměti.

- Definice paměti:
Schopnost mozku „zapsat“, podržet (uchovávat) a vybavovat (reprodukovat) vlivy na něj působící. Proces „zapamatování si“ tedy zahrnuje vstřípivost, retenci a vybavování si zapamatovaného. Jeho anatomickými korelátory jsou:
 - **Aktuální zobrazení = tvorba vjemu:** smysly a primární kůra.
 - **Vznik záznamu - engramu:** hluboké struktury temporálního laloku: hipokampus, amygdala = emoční podbarvení záznamu (lépe si zapamatujeme citově podbarvené informace).
 - **Trvalé uchování záznamu:** hipokampus a přilehlá temporální kůra mediální plochy hemisféry, frontální asociační kůra, ncl. basalis, některé skupiny jader thalamu.
 - **Evokování záznamu:** temporální kůra, která má úlohu „klíče“ odemykajícího paměťové stopy: „otočení klíče“ = vybavení vzpomínky. Vnímáme-li vjem opakovaně, poznáváme jej již jako „dříve vnímaný“. Dříve vnímaný vjem si lze také vybavit jako svou vlastní představu, tj. bez objektivní reality.
- Význam pro paměťové funkce má řada excitačních i inhibičních neurotransmiterů: např. acetylcholin, dopamin, noradrenalin, glutamát, serotonin, GABA. Poruchy paměti nelze tedy vysvětlit nedostatkem jediného neurotransmiteru. V CNS působí tyto neurotransmitery ve vzájemné interakci.
- Druhy paměti:
 - **Paměť „okamžitá“** = zapamatování si po řádově velmi krátkou dobu - řádově vteřiny až minuty - tzv. **parrot-like paměť**
 - **Paměť krátkodobá** = zapamatování si po dobu hodin
 - **Paměť dlouhodobá** = zapamatování si po delší časové úseky - řádově dny, měsíce až roky. Dlouhodobá paměť se dělí na paměť: **deklarativní** - zahrnující paměť **sémantickou** = paměť pro fakta (encyklopedická paměť) a paměť **epizodickou** = paměť pro autobiografické, chronologické souvislosti a na paměť **nedeklarativní**, která zahrnuje paměť **procedurální** = paměť pro dovednosti v oblasti praxe (např. pro psaní na stroji) a paměť pro **kognitivní funkce** /kognitivní = mající poznávací význam; kognitivní funkce = poznávací funkce, subjektivní vnímání a hodnocení objektivní reality/. Paměť si je třeba představovat jako neuronální kognitivní síť velkého rozsahu.
- Poruchy paměti - **amnezie**
Dělí se na:
 - Poruchu paměti pro události, které se odehrály po poškození paměti = porucha „učení se“ novým informacím = **anterográdní amnezie**
 - Poruchu paměti pro události, které se odehrály před poškozením paměti = **retrográdní amnezie** (pacient s komocí mozkovou spojenou s bezvědomím si např. nepamatuje nejen na samotný úraz, ale ani na určité časové období úrazu předcházející)

Anatomickým korelátem amnezií je poškození řady „paměťových“ anatomických struktur, z nichž část patří limbickému systému. Poruchy paměti se objevují např. při poškození hipokampu, amygdaly, mamilárních těles, předních jader thalamu, temporální kůry, frontální asociační kůry.

- Poškození Papezova okruhu a okruhů amygdaly vede k poškození **dlouhodobé** paměti. Poškození corpora mamillaria a předních thalamických jader vede k **Wernicke-Korsakovovu syndromu**, který se vyznačuje těžkou anterográdní amnezií s poškozením dlouhodobé i krátkodobé paměti, včetně

paměti okamžité (pacient si nepamatuje ani to, co se odehrálo před vteřinami a minutami, defekty v paměti nahrazuje výmysly – fabulacemi, které stále mění, neboť ani ty, které před malou chvílí vyslovil, si již nepamatuje). Syndrom byl poprvé popsán r. 1960 u pacienta, který si způsobil poranění části struktur limbického systému: thalamu, *tractus mamillothalamicus*, *corpora mamillaria* a pravého temporálního laloku. Poranění způsobila tenká kovová tyčka, kterou si zarazil do nosu, a která prošla spodinou lebeční do mozku. Syndrom je popisován u těžkých thiamindeficientních alkoholiků.

- Dráždění temporální kůry (např. při temporální epilepsii) vyvolává iluze již viděného - „**illusion de déjà vu**“ nebo iluze již prožitého - „**illusion de déjà vécu**“.
- Poškození cholinergních struktur - *nucleus basalis* a septálních jader pravého septa (odkud je acetylcholin dopravován do mozkové kůry) je typické pro **Alzheimerovu demenci**, kde jedním ze symptomů jsou poruchy paměti typu antero- a retrogádní amnezie.

12. PERIFERNÍ NERVOVÝ SYSTÉM, *SYSTEMA NERVOSUM PERIPHERICUM*

12.1. MÍŠNÍ NERVY, *NERVI SPINALES*

Přehled míšních nervů (obr. 10.21.)

Z míchy vystupuje 31 párů míšních nervů - je jich tedy stejný počet jako segmentů míšních. Jsou to:

- **Nervy krční, *nervi cervicales*:** C1-C8
- **Nervy hrudní, *nervi thoracici*:** Th1-Th8
- **Nervy bederní, *nervi lumbales*:** L1-L5
- **Nervi křížové, *nervi sacrales*:** S1-S5
- **Nerv kostrční, *nervus coccygeus*:** Co

Míšní nerv

Míšní nerv vzniká v kanále páteřním spojením předního a zadního míšního kořene (obr. 10.22.). Míšní kořeny vznikají spojením **vláken kořenových**, vystupujících z míchy.

- **Přední kořen, *radix ventralis*** je smíšený: obsahuje eferentní (odstředivá) nervová vlákna **motorická** (somatomotorická) a **vegetativní** (visceromotorická).
- **Zadní kořen, *radix dorsalis*** obsahuje aferentní (dostředivá) nervová vlákna **senzitivní**, což jsou neurity pseudounipolárních buněk míšních ganglií.

Výškový úsek míchy, ze kterého vzniká 1 pár míšních nervů, se nazývá **míšní segment**.

Míšní (spinální) ganglia

Spinální (míšní) ganglia, *ganglia spinalia* jsou senzitivní ganglia, uložená v těsné blízkosti míchy, která obsahují pseudounipolární neurony, tzv. „T“ buňky. Jejich dendrity přivádějí informace (nervové vzruchy) cestou periferních nervů z receptorů do ganglií, jejich neurity vedou informace (nervové vzruchy) ze spinálních ganglií cestou zadních kořenů do míchy.

Spektrum vláken míšních nervů

Míšní nervy jsou smíšené nervy, které obsahují všechny typy nervových vláken:

- **Vlákna motorická** (somatomotorická): neurity alfa a gama motoneuronů předních rohů míšních. Inervují příčně pruhované svaly.
- **Vlákna senzitivní** (somatosenzitivní): Dlouhé dendrity pseudounipolárních buněk spinálních ganglií. Vedou do spinálních ganglií senzitivní informace z receptorů.
- **Vlákna vegetativní** (visceromotorická): neurity pregangliových neuronů vegetativního jádra (ncl. intermediolateralis) postranních míšních rohů. Směřují do vegetativních ganglií, uložených mimo CNS. Postgangliové neurony vegetativních ganglií inervují cévy, hladkou svalovinu a žlázy.

Větvě míšních nervů

Po výstupu z kanálu páteřního vydává každý míšní nerv několik větví. Jsou to:

- **Větev zadní, *ramus dorsalis*:** Je to smíšená větev – obsahuje vlákna motorická, senzitivní i vegetativní. Zadní větve směřují na zadní stranu trupu (odtud název). Zachovávají

si původní segmentaci - netvoří plexy. Motoricky inervují vlastní (epaxiální) svaly trupu, senzitivně kůži na zadní straně trupu

- **Větev přední, *ramus ventralis*:** Smíšená větev - obsahuje vlákna motorická, senzitivní i vegetativní. Je nejsilnější větví míšního nervu. Většina předních větví nezachovává svoji původní segmentaci - sousední přední větve se splétají a vytvářejí **nervové pleteně, *plexus nervosi***. Výjimkou jsou pouze přední větve míšních nervů hrudních, které segmentaci zachovávají a pleteně netvoří. Přední větve směřují dopředu (odtud název). Motoricky inervují svaly hypaxiální (viz svalový systém), senzitivně inervují kůži - s výjimkou kůže zadní strany trupu (inervované ze zadních větví míšních nervů) a většiny kůže hlavy (inervované hlavovými nervy)
- **Bílá spojovací větev, *ramus communicans albus*:** Je to vegetativní větev, odstupující z míšního nervu do sympatických ganglií. Obsahuje myelinisované axony (proto bílá větev, l. *albus* - bílý) pregangliových vegetativních neuronů postranních rohů míšních (*ncl. intermediolateralis*).
- **Šedá spojovací větev, *ramus communicans griseus*** je jedinou větví, která neodstupuje z míšního nervu, ale naopak do něho vstupuje. Do míšního nervu se vrací ze sympatického ganglia a je tvořena nemyelinizovanými axony (proto šedá větev, l. *griseus* - šedý) postgangliových vegetativních neuronů sympatických ganglií. Po vstupu (návratu) do míšního nervu pokračují postgangliové axony do periferie těla v předních a zadních větvích míšních nervů.

Okrsky kořenové a okrsky nervové

- **Okrsky kořenové, *areae radicales*:** okrsky periferie těla inervované jednotlivými míšními kořeny. Dělí se na dermatomy a myotomy:
 - **Dermatomy:** okrsky kůže, inervované jednotlivými zadními kořeny.
 - **Myotomy:** skupiny svalů inervované jednotlivými předními kořeny.
- **Okrsky nervové, *areae nervinae*:** okrsky periferie těla, inervované periferními nervy, které odstupují z nervových pletení.

12.1.1. Přední větve míšních hrudních nervů

Přední větve míšních hrudních nervů si zachovávají původní segmentaci a nevytvářejí nervovou pleten (obr.12.14.). Probíhají pásovitě v jednotlivých mezižebřích a jsou označovány jako **nervy mezižební, nn. *intercostales***. Jsou označovány čísly, číslovány jsou ve směru kranio-kaudálním. V jednotlivých mezižebřích doprovázejí mezižební tepnu a žílu a jsou tak součástí **nervově-cévního mezižebního svazku**, který probíhá v horní části každého mezižebního prostoru.

Nerv probíhající pod posledním žebrem není číslován, ale označován jako **nerv podžební, n. *subcostalis***.

Klinická poznámka

Průběh nervově-cévního mezižebního svazku je nutno respektovat při punkcích prováděných přes hrudní stěnu (punkce pleurální, punkce perikardu). Jehlu je nutno zavádět vždy v dolní části mezižebří.

Mezižební nervy inervují motoricky mezižební svaly a část svalů břišních (dolní části břišních svalů však již inervuje *plexus lumbalis* - viz tam), senzitivně inervují kůži hrudníku v jednotlivých mezižebřích, kůži břicha, nástěnnou pleuru a nástěnné peritoneum přední břišní stěny.

Klinická poznámka

Parietální pleura a peritoneum jsou inervovány míšními nervy, proto jsou citlivé. Patologické procesy, které je postihují, vyvolávají bolest. Viscerální pleura a peritoneum jsou inervovány vegetativními nervy a citlivé nejsou. Patologické procesy, které je postihují, jsou nebolestivé.

12.1.2. Přehled nervových pletení

Přední větve míšních nervů krčních, bederních, křížových a nervu kostrčního se vzájemně „splétají“ a vytvářejí po stranách příslušných oddílů páteře 3 párové nervové pleteně:

- **pleteň krční, *plexus cervicalis***
- **pleteň pažní, *plexus brachialis***
- **pleteň bederně-křížovou, *plexus lumbosacralis***

Z pletení odstupují jejich větve.

Spektrum vláken nervových pletení a jejich větvích

Nervové pleteně jsou smíšené povahy a obsahují všechny typy nervových vláken: vlákna motorická, senzitivní i vegetativní.

Větve pletení jsou buď smíšené, nebo pouze motorické, či pouze senzitivní. Senzitivní větve nesou často název **nervy kožní, *nervi cutanei*** nebo **větve kožní, *rami cutanei*** (l. *cutis* - kůže).

12.1.2.1. Pleteň krční, *plexus cervicalis*

Pleteň krční, *plexus cervicalis* vzniká spojením předních větví míšních nervů **C1-C4**. Je uložen v oblasti krku - po stranách krční páteře. Nervy z něj vystupující inervují část kůže hlavy a krku, část svalů krčních a bránici. Z pleteně odstupují krátké motorické a senzitivní větve a 1 dlouhá motorická větev – **nerv brániční**.

- **Krátké motorické větve** inervují svaly trapézového systému: m. sternocleidomastoideus a m. trapezius.
- **Krátké senzitivní (kožní) větve** inervují část kůže mozkové části hlavy a kůže krku (obr.12.15.). Všechny senzitivní větve vstupují do podkoží krku zpod zadního okraje m. *sternocleidomastoideus* v jediném místě, zvaném ***punctum nervorum***, které leží v 1/2 zadního obvodu svalu.
- **Dlouhá motorická větev – nerv brániční, *n. phrenicus*** - inervuje bránici.

12.1.2.2. Pleteň pažní, *plexus brachialis*

Pleteň pažní, *plexus brachialis* vzniká po stranách krční páteře spojením předních větví míšních nervů **C5-Th1** (obr. 12.16.-12.20). Motoricky i senzitivně inervuje horní končetinu. Je to stavebně nejsložitější nervová pleteň. Je značně zranitelná a prochází několika úžinovými místy.

Stavba pleteně

Pleteň je stavěna z **primárních** a **sekundárních svazků**.

- **Primární svazky** plexu - **trunky** jsou 3: **horní, střední a dolní primární svazek (truncus), *truncus superior, medius, inferior***. Vznikají na krku spojením předních větví míšních nervů C5-Th1. Procházejí štěrbinou sklenickou: jejich názvy jsou odvozeny od polohy ve štěrbině skalenické, kde jsou seřazeny kraniokaudálním směrem.
- **Sekundární svazky** plexu - **fascikuly: zevní, vnitřní a zadní sekundární svazek (fascikulus) - fasciculus lateralis, medialis, dorsalis**. Vznikají v horní části axily. V dolní části axily z nich odstupují jejich větve. Názvy fascikulů jsou odvozeny od jejich polohy k tepně axilární.

Topografická anatomie plexu

Pleteň je uložena v oblasti krku (trunky) a v axile (fascikuly a odstup jejich větví). Po průchodu štěrbinou skalenickou probíhá pleteň pod klavikulou - štěrbinou mezi ní a 1. žebrem. Tudy vstupuje shora do prostoru axily. V horní části axily probíhá kolem tepny axilární a v těsném sousedství hákovitého výběžku lopatky, pod spodní plochou malého prsního svalu.

Části pleteně

Klavikula, pod níž pleteň prochází, rozděluje pleteň v **část supraklavikulární** (uloženou nad klavikulou v oblasti krku) a **část infraklavikulární** (uloženou pod klavikulou v axile).

Větve pleteně

- **Krátké motorické větve** odstupují na krku ze supraklavikulární části plexu (z trunků). Inervují hrudní thorakohumerální svaly (vývojově svaly horní končetiny) a svaly pletence horní končetiny. Z větví supraklavikulární části plexu je nutno jmenovat důležitý **dlouhý nerv hrudní, n. thoracicus longus**, který inervuje pilovitý přední sval (sval umožňuje vzpažení nad horizontálu vytočením dolního úhlu lopatky zevně a přidržuje lopatku k hrudníku). Probíhá po laterální stěně hrudníku v linii střední axilární čáry.

Klinická poznámka

Průběh nervu nutno respektovat při provádění pleurální punkce v axile – punkci nutno striktně provádět až za střední axilární čarou.

- **Dlouhé, převážně smíšené větve**, odstupují z infraklavikulární části plexu, ze všech 3 fascikulů v dolní části axily. Inervují svaly a kůži volné HK. Jsou to dlouhé smíšené nervy s výjimkou 2 senzitivních - kožních větví (obr. 12.16.):
 - Smíšené větve:
 - **Nerv svalově-kožní, n. musculocutaneus**
 - **Nerv středový, n. medianus**
 - **Nerv ulnární, n. ulnaris**
 - **Nerv axilární, n. axillaris**
 - **Nerv radiální, n. radialis**
 - Senzitivní - kožní větve:
 - **Kožní vnitřní (mediální) nerv paže, n. cutaneus brachii medialis**: inervuje kůži paže mediálně vpředu i vzadu.
 - **Kožní vnitřní (mediální) nerv předloktí, n. cutaneus antebrachii medialis**: inervuje kůži předloktí mediálně vpředu i vzadu.

12.1.2.2.1. Nerv svalově-kožní, n. musculocutaneus

Nerv svalově-kožní, n. musculocutaneus je smíšený nerv - větev zevního-laterálního fascikulu (obr. 12.21.). Z axily vstupuje do bicipitálního mediálního žlábků, kde kmen nervu končí. Na předloktí pokračuje pouze jeho **dlouhá senzitivní větev**.

- Motoricky inervuje flexory paže (*m. biceps brachii, m. coracobrachialis, m. brachialis*).
- Senzitivně inervuje kůži na předloktí laterálně.

12.1.2.2.2. Nerv ulnární, n. ulnaris

Nerv ulnární, n. ulnaris je smíšený nerv, větev mediálního fascikulu. Dosahuje až na ruku. Z axily vstupuje do bicipitálního mediálního žlábků, dále probíhá za mediálními kostěnými strukturami lokte (mediálním epikondylem, olekranem). Odtud vstupuje na volární stranu předloktí a vstupuje do dlaně mimo karpální kanál. V distální části předloktí - v krajině zápěs-

tí, probíhá povrchově v podkoží. Označován je jako „**nerv ruky**“, poněvadž motoricky a senzitivně inervuje většinu svalů a kůže ruky.

- Motoricky inervuje: Na předloktí pouze 1 a 1/2 svalu ze skupiny flexorů předloktí (celý *m. flexor carpi ulnaris* a ulnární část *m. flexor digitorum profundus*) a většinu svalů ruky (všechny svaly *hypothenaru*, *mm. interossei*, 3. + 4. *m. lumbricalis*, část svalů *thenaru*).
- Senzitivně inervuje kůži předloktí na straně mediální, distálně volárně a kůži dlaně i hřbetu ruky ulnárně po hranici vedenou polovinou 4. prstu.

12.1.2.2.3. Nerv středový, *n. medianus*

Nerv středový, *n. medianus* je smíšený nerv, větev fascikulu vnitřního-mediálního i zevního-laterálního. Z obou fascikulů vzniká v podobě **vidlice středového nervu** (obr.12.22.). Z axily vstupuje do bicipitálního mediálního žlábků a jako jediný z dlouhých nervů plexu probíhá v celé jeho délce. Odtud vstupuje do jámky loketní a odtud na volární stranu předloktí, kde probíhá ve střední čáře (odtud název nerv středový). V krajině zápěstí je uložen povrchově. Do dlaně ruky vstupuje skrze karpální kanál.

- Motoricky inervuje flexory předloktí (s výjimkou 1 a 1/2 svalu inervovaného z *n. ulnaris*) a část svalů ruky (část svalů *thenaru* + 1. a 2. *m. lumbricalis*).
- Senzitivně inervuje kůži dlaně laterálně, po čáru vedenou 1/2 4. prstu.

Klinická poznámka

Na volární straně zápěstí pro exponovaný povrchový průběh existuje nebezpečí poranění *n. ulnaris* a *n. medianus* při řezných ranách na zápěstí. Na volární straně zápěstí se také provádí léčebný obstrůvek *n. medianus* při útlaku nervu v karpálním kanálu.

12.1.2.2.4. Nerv axilární, *n. axillaris*

Nerv axilární, *n. axillaris* je smíšený nerv, nejkratší nerv infraklavikulární části brachiálního plexu, větev zadního fascikulu (obr.12.23.). Po výstupu z axily obtáčí chirurgický krček humeru a vstupuje do deltové krajiny. Zde probíhá pod spodní plochou deltového svalu.

- Motoricky inervuje deltový sval.
- Senzitivně inervuje kůži v deltové krajině.

12.1.2.2.5. Nerv radiální, *n. radialis*

Nerv radiální, *n. radialis* je smíšený nerv, větev zadního fascikulu pažní pleteně (obr. 12.24.). Je nejdelším nervem brachiálního plexu: odstupuje vysoko v axile a dosahuje až na ruku. Označován je jako „**extenzorový nerv**“, poněvadž inervuje všechny extenzory horní končetiny na paži i předloktí. Po výstupu z axily probíhá na zadní straně paže, spirálovitě po humeru v žlábků radiálního nervu, a dále na zadní straně předloktí. Odtud vstupuje na hřbet ruky.

- Motoricky inervuje: na paži trojhlavý sval pažní (sval je hlavním extenzorem lokte), na předloktí dorzální + laterální skupinu svalů (obě skupiny jsou extenzory zápěstí).
- Senzitivně inervuje kůži na zadní ploše paže a předloktí a kůži hřbetu ruky na laterální straně, po polovinu 4. prstu.

Přehled senzitivní a motorické inervace horní končetiny

Heslovitě jsou jmenovány nervy, inervující kůži příslušné krajiny či části HK a skupiny svalů HK:

- **Kožní inervace HK - senzitivní *areae nervinae* horní končetiny** (obr. 12.25,12.26.)
 - Krajina deltová: *n. axillaris*
 - Paže:
 - vepředu laterálně *n. radialis*, vepředu mediálně *n. cutaneus brachii medialis*

- vzadu *n. radialis*
- Předloktí:
 - vepředu laterálně *n. musculocutaneus*, vepředu mediálně *n. cutaneus antebrachii medialis*
 - vzadu *n. radialis*
- Ruka:
 - hřbet ruky: na straně palcové *n. radialis*, na straně malíkové *n. ulnaris*: hranicí je 1/2 4. Prstu
 - dlaň ruky: na straně palcové *n. medianus*, na straně malíkové *n. ulnaris*: hranicí je 1/2 4. prstu
- **Motorická inervace svalů horní končetiny:**
 - m. deltoideus: *n. axillaris*
 - přední skupina svalů paže (flexory): *n. musculocutaneus*
 - zadní skupina svalů paže (extenzory): *n. radialis*
 - dorzální a laterální skupina předloktí (extenzory): *n. radialis*
 - přední skupina svalů předloktí (flexory): *n. medianus* (většinu svalů), *n. ulnaris* (pouze 1 a 1/2 svalu)
 - svaly ruky: *n. ulnaris* (většinu), *n. medianus*

Anatomické úžiny a vulnerabilní místa periferních nervů horní končetiny

- **Anatomické úžiny** periferních nervů jsou typická, anatomicky determinovaná místa, kde nervy procházejí pod tuhými vazivovými strukturami v těsné blízkosti kostních žlábků (vazivové struktury doplňují žlábků v kanály), štěrbinami mezi svaly nebo prorážejí skrze svaly. Úžinami jsou např.: *štěrbina skalenická* pro celou pleteň pažní nebo, *karpální kanál* pro nerv středový. V anatomických úžinách mohou být nervy traumatizovány otlakem.
- **Vulnerabilními místy** (l. *vulnus* - rána) se rozumějí taková místa, kde nervy probíhají těsně kolem kostěných struktur či povrchově. Mohou být poškozeny při frakturách kostí (např. fraktura chirurgického krčku humeru s poraněním *n. axillaris*, fraktura těla humeru s poraněním *n. radialis*, fraktura mediálního epikondylu humeru s poraněním *n. ulnaris*), otlakem (např. *n. thoracicus longus* za svého průběhu v axile po laterální stěně hrudní, *n. radialis* za svého průběhu v *sulcus n. radialis*, *n. ulnaris* za průběhu za mediálními kostěnými strukturami lokte) nebo řeznými ranami (např. *n. medianus* a *n. ulnaris* za svého povrchového průběhu na volární straně zápěstí).

Klinická poznámka

Úžiny a vulnerabilní místa nervů horní končetiny (obr. 12.27.,12.28.)

- **Plexus brachialis**
 - Úžiny plexu:
 - Skalenická štěrbina
 - průchod plexu mezi **klavikulou a prvním žebrem**
 - průchod plexu kolem **processus coracoideus**, pod spodní plochou **m. pectoralis minor**
- **N. thoracicus longus**
 - Vulnerabilní místo: Průběh nervu ve **střední axilární čáře** (v axile, na laterální stěně hrudníku). Možnost poškození nervu otlakem nebo při nesprávně provedené pleurální punkci.
- **N. axillaris**
 - Vulnerabilní místo: průběh kolem **chirurgického krčku humeru**. Možnost poranění nervu při zlomeninách chirurgického krčku humeru.
- **N. radialis**
 - Vulnerabilní místo: **sulcus n. radialis** humeri (na zadní ploše humeru). Možnost poranění nervu otlakem nebo při zlomeninách těla humeru.
- **N. musculocutaneus**
 - Vulnerabilním místem je pro dlouhou senzitivní větev nervu jamka loketní. Možnost poranění při venepunkci ve fossa cubiti.
- **N. ulnaris**
 - Anatomické úžiny:

- **kubitální kanál**, „brňavka“: za kostěnými mediálními strukturami lokte. Možnost poškození nervu otlakem a při zlomeninách mediálních kostěných struktur lokte.
- **ve dlani, ve žlábků mezi kostěnými strukturami eminentia carpi ulnaris (Guyonův kanál)**. Možnost poranění nervu otlakem (např. *syndrom počítačové myši*).
- Vulnerabilní místo:
 - Nerv je pro svoje exponované povrchové uložení snadno zranitelný za svého průběhu **kolem kostěných struktur lokte**.
 - **zápěstí**, kde je uložen povrchově. Může být zraněn při řezných ráanách v zápěstí.
- **N. medianus**
 - Anatomická úžina: **karpální kanál**.
 - Vulnerabilní místo: přední strana **zápěstí**, kde je uložen povrchově a může být snadno zraněn (řezné rány zápěstí).

Úžinové syndromy (tunelové syndromy, mononeuropatie, obrny) nervů horní končetiny (obr. 12.29.)

Poškození periferního nervu se projevuje **obrnou periferního nervu**. Podle spektra vláken, které příslušný nerv obsahuje, jsou příznaky obrny nervu následující: 1) Poruchy kožní citlivosti v příslušné area nervina nervu z poškození vláken senzitivních: **hypestezie** až **anestezie** (snížení až vymizení kožního cití; dají se objektivizovat vyšetřením kožního cití vatovou štětíčkou nebo esteziometrem v rámci neurologického vyšetření), **parestézie** (nepříjemné subjektivní pocity brnění, mravenčení, pálení), **dysestezie** (změněná kvalita kožního cití - např. jemný dotek je vnímán bolestivě), **bolest** (subjektivní porucha cití), 2) poruchy volní hybnosti (částečná obrna - **paréza**, úplná obrna - **plegie**) z poškození vláken motorických; motorické poruchy uvádí pacient často sám, neboť mu ztěžují běžné denní činnosti, diskrétní poruchy motorické se dají ozřejmit speciálními zkouškami v rámci neurologického vyšetření (např. „zkouška mlýnku = točení palců obou rukou současně při zaklesnutých tříčlávkových prstech obou rukou pro verifikaci poškození thenarových svalů inervovaných z *n. medianus*), 3) při déletrvajícím obrně vzniká **atrofie svalů** (vychudnutí svalů z nečinnosti - např. oploštění thenaru při obrně *n. medianus*), 4) poruchy vasomotorické (studená, teplá kůže) a trofické (vyhlazená kůže, lomivost nehtů, změny kožního ochlupení) z poškození vegetativních vláken.

- **Obrna plexu brachiálního**: Poškození plexu je nejčastější v úžinových místech plexu, zejména při jejich dalším zúžení (např. při existenci **krčního žebra**). Souhrnně se mluví o **syndromech horní hrudní apertury**. Plexus může být poškozen při násilné hyperabdukci horní končetiny (porodní traumata – tah za ruku plodu), dlouhodobým otlakem (nošení těžkých břemen na rameni, tahem popruhu těžkého batohu). Nejtěžším (ireversibilním) poškozením plexu je vytržením kořenů, ze kterých přicházejí nervová vlákna do plexu, z míchy, tzv. **avulze plexu** (např. při motocyklových úrazech), která vede k nehybnosti celé horní končetiny.
- **Obrna *n. thoracicus longus***: Poškození nervu otlakem v místě jeho průběhu po laterální stěně hrudní je nazýváno „**obrnou opilců**“: Mechanismem poškození je déletrvajícím „přehození“ horní končetiny přes opěradlo židle (útlak nervu mezi kostěnou hrudní stěnou a tvrdým opěradlem při nezměněné poloze po několik hodin - opilec polohu ve spánku při alkoholové intoxikaci nemění, zdravý člověk ve spánku polohu těla mění). Prof. Henner, náš významný neurolog, citoval případ medika, který si v opilosti takto přivodil obrnu *n. thoracicus longus* na straně jedné a po komplikovaném vyhojení se z radosti znovu opil a přivodil si pak stejným mechanismem obrnu *n. thoracicus longus* na straně druhé. Projevy obrny: výpadek funkce *m. serratus anterior* - dolní úhel lopatky odstává od hrudníku jako křídlo - proto **křídlovitá lopatka (*scapula alata*)** + nemožnost abdukce paže nad horizontálu (viz funkce *m. serratus anterior*).
- **Obrna *n. axillaris***: Nerv může být poškozen při fraktuře chirurgického krčku humeru, při luxaci ramenního kloubu, útlakem nervu v axile vysokými berlemi. Projevy obrny: Postižena je abdukce paže do horizontály (funkce *m. deltoideus*), která brání v běžných denních činnostech (obtížné je sáhnutí do kapsy, otření rtů, „navlečení“ končetiny do rukávu)
- **Obrna *n. radialis***: Obrna obrny závisí na výši postižení: Poškození nervu v dolní části paže - v *sulcus n. radialis* - je nejčastějším typem postižení. Typická je držení ruky typu „**labutí šíje**“, nazývané také „**drop hand**“ („kapkovitá“ ruka): ruka pasivně přepadá v zápěstí palmárně a nelze ji aktivně extendovat. Příčinou bývá nejčastěji fraktura diafýzy humeru nebo mechanický útlak nervu v *sulcus nervi radialis*. Obrna způsobená útlakem nervu v *sulcus nervi radialis* je zvaná „**obrnou milenců**“ (hlava jednoho partnera spočívá ve spánku těžce na paži druhého a nerv je tak utištěn mezi humerem a tvrdou podložkou) nebo „**obrnou sobotní noci**“ (neměnná poloha těla na boku s hlavou položenou na vlastní paži v „alkoholovém“ spánku). Vysoké poškození nervu v axile - např. útlakem vysokými berlemi - je málo čas-

té. Nemožná je potom extenze v lokti (z obrny *m. triceps brachii*): nemocný nemůže aktivně natáhnout flektované předloktí, nelze „poslat vzdušný polibek“ nebo „dát políček“, nelze nasadit či smeknout kloubouk.

- **Obrna *n. ulnaris*:** Nerv je v místě průběhu v oblasti lokte - v *sulcus nervi ulnaris* - hmatný a pro svoje exponované povrchové uložení zde také snadno zranitelný. Při neurologickém vyšetření lze vybavit tzv. **fenomén „brňavky“**, tj. pocit elektrického výboje ve 4. a 5. prstu „přebrnkutím“ přes kmen ulnárního nervu za mediálním epikondylem. Zde může být nerv poškozen otlakem či dlouhodobými otrěsy (profesionální obrny u brusičů skla, lesních dělníků pracujících s motorovou pilou) nebo při zlomeninách kostěných struktur lokte (mediálního epikondylu humeru či okovce ulny). Obrna nervu otlakem v lokti je poměrně častá - prchavé senzitivní potíže v inervační oblasti nervu pocítil snad každý dospělý člověk. K poškození nervu v **Guyonově kanálu** ve dlaní může dojít u cyklistů otlakem nervu o řídítka kola, popisován je syndrom „**počítačové myši**“ při útlaku nervu o podložku při práci s počítačem. Při obrně je těžce postižena jemná motorika prstů (nerv ovládá většinu svalů ruky), typická je tzv. **dráповitá ruka**: Prsty jsou flektovány v interfalangeálních kloubech (z ochrnutí interoseálních svalů a převahy dlouhých flexorů nad ochrnutými *mm. interossei*) a hyperextendovány v metakarpofalangeálních kloubech (z převahy extenzorů). Postižena je abdukce prstů a palce, atrofovány jsou interoseální svaly – vpadlé jsou interoseální prostory, atrofie thenaru se projevuje jeho oploštěním hypothenaru.
- **Obrna *n. medianus*:** Pro postižení nervu v karpálním kanále je typická „**opičí ruka**“ s oploštěním thenarového valu z atrofie palcových svalů nervem inervovaných. Typické jsou záchvatovitá palčivá noční bolesti (**kausalgie**) v senzitivní *area nervina* nervu. Při méně časté vysoké paréze (poškození nervu nad karpálním kanálem) je tzv. „**přisahající ruka**“: nelze flektovat 1. a 2. prst (obrna *m. flexor digitorum superficialis* a laterální části *m. flexor digitorum profundus*). Léčba: obstrukce nervu kortikoidy v distální volární části předloktí nebo operační uvolnění nervu v karpálním kanále. **Syndrom karpálního kanálu** je nejčastějším úžinovým syndromem nervů horní končetiny.

12.1.2.3. Pletěň bederně-křížová, *plexus lumbosacralis*

Pletěň bederně-křížová, *plexus lumbosacralis* vzniká spojením předních větví míšních nervů Th 12 - Co. Má 2 části: **pletěň bederní, *plexus lumbalis*** (Th12-L4) je kraniální částí plexu, **pletěň křížová, *plexus sacralis*** (L5-Co) je kaudální částí plexu.

Pletěň bederní je uložena v retroperitoneu břišní dutiny, po stranách bederní páteře. Větve plexu vystupují z dutiny břišní nad nebo pod vazem tříselným. Z pletěně odstupují krátké motorické nervy pro okolní svaly (např. pro čtyřhranný sval bederní) a dlouhé větve - převážně smíšené nervy, které motoricky a senzitivně inervují především dolní končetinu (obr. 12.30.-12.32.). K dlouhým větvím pletěně patří.

- Smíšené větve: **Nerv kyčelněpodbříškový, *n. iliohypogastricus*, nerv kyčelnětříselný, *n. ilioinginalis*, nerv stehnopohlavní, *n. genitofemoralis*, nerv stehenní, *n. femoralis*, nerv ucpávající, *n. obturatorius***
- Senzitivní větev - **kožní laterální stehenní nerv, *n. cutaneus femoris lateralis***

Pletěň křížová leží v malé pánvi, na přední ploše kosti křížové a laterálně od ní. Má tvar trojúhelníka. Její větve inervují motoricky i senzitivně převážnou část dolní končetiny (obr. 12.31.,12.33.). Patří k nim:

- Motorické větve: **nervy hýžděvé, *nn. glutei***
- Senzitivní větev: **zadní kožní nerv stehenní, *n. cutaneus femoris posterior***
- Smíšené větve: **nerv sedací, *n. ischiadicus*, nerv hrázový, *n. pudendus*, nerv kostrční, *n. coccygeus*.**

12.1.2.3.1. Nerv kyčelněpodbříškový, *n. iliohypogastricus*, nerv kyčelnětříselný, *n. ilioinginalis*, nerv stehnopohlavní, *n. genitofemoralis*

Všechny jmenované nervy jsou smíšené. Probíhají obloukovitě po vnitřní svalové stěně břišní: proto existuje nebezpečí poranění těchto nervů při laparoskopických výkonech, prováděných přes stěnu

břišní. Z dutiny břišní vystupují nad nebo pod vazem tříselným. Část z nich probíhá v tříselném kanále. Motoricky inervují dolní část postranních svalů břicha a *m. cremaster*. Senzitivně inervují kůži břicha v hypogastriu a část krajiny hrázové, včetně struktur zevního genitálu, na dolní končetině pak pouze úzký pruh kůže na stehně pod tříselným vazem. Na motorické inervaci dolní končetiny se nepodílejí vůbec.

12.1.2.3.2. Kožní zevní (laterální) stehenní nerv, *n. cutaneus femoris lateralis*

Kožní zevní (laterální) stehenní nerv, *n. cutaneus femoris lateralis* je senzitivní kožní nerv, který vstupuje na dolní končetinu pod vazem tříselným. Na stehně probíhá laterálně, zprvu pod tuhou stehenní fascií (*fascia lata*), kterou následně proráží a vstupuje do podkoží stehna. Inervuje kůži stehna laterálně.

12.1.2.3.3. Nerv stehenní, *n. femoralis*

Nerv stehenní, *n. femoralis* je smíšený nerv, nejmohutnější větev lumbální pleteně. V pánvi vydává větev pro *m. iliopsoas*, na přední plochu stehna vstupuje pod vazem tříselným (přes *lacuna musculorum*). (obr. 12.35.-12.37.) Na stehně vydává krátké větve motorické a senzitivní a dlouhou senzitivní větev (*n. saphenus*), která jako jediná pokračuje na bérce.

- Motoricky inervuje *m. iliopsoas* a přední skupinu svalů stehenních.
- Senzitivně inervuje kůži v přední krajině stehenní a kůži na ventromediální ploše bérce (prostřednictvím své dlouhé senzitivní větve *n. saphenus*).

12.1.2.3.4. Nerv ucpávající, *n. obturatorius*

Nerv ucpávající, *n. obturatorius* je smíšený nerv. Z pánve vstupuje (přes *canalis obturatorius*) na mediální stranu stehna.

- Motoricky inervuje adduktory stehna.
- Senzitivně inervuje kůži na vnitřní straně stehna nad adduktory.

12.1.2.3.5. Horní a dolní nerv hýžd'ový, *n. gluteus superior et inferior*, zadní kožní nerv stehenní, *n. cutaneus femoris posterior*

Všechny jmenované nervy vystupují z malé pánve přes *foramen suprapiriforme* a *foramen infrapiriforme* do krajiny hýžd'ové.

- **Hýžd'ové nervy, *nn. glutei*** jsou motorické nervy. Inervují hýžd'ové svaly.
- **Zadní kožní nerv stehenní, *n. cutaneus femoris posterior*** je senzitivní nerv, který pokračuje z hýžd'ové krajiny do zadní krajiny stehenní a inervuje kůži na zadní straně stehna.

12.1.2.3.6. Nerv sedací, *n. ischiadicus*

Nerv sedací, *n. ischiadicus* je smíšený nerv, nejsilnější nerv pleteně lumbosakrální a nejmohutnější periferní nerv vůbec, zvící tloušťky malíku. Z malé pánve vstupuje do krajiny hýžd'ové přes *foramen infrapiriforme*, kde ho shora kryje velký hýžd'ový sval. Poté vstupuje na zadní stranu stehna, při vstupu na stehno probíhá kolem hrbolu sedacího. Nad jámou zákolenní se dělí ve 2 konečné větve: **nerv holenní, *n. tibialis*** a **společný nerv lýtkový, *n. fibularis (peroneus) communis*** (obr. 12.38.,12.39.).

- Motoricky inervuje zadní skupinu svalů stehenních - flexory stehna (*m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus*).

- Kůži dolní končetiny neinervuje.

Klinická poznámka

Foramen suprapiriforme et infrapiriforme jsou důležité topografické útvary v krajině hýžděvé. Mají bohatý nervově-cévní obsah (viz topografická anatomie dolní končetiny), který je nutno respektovat při aplikaci i.m. injekce do hýžděvé krajiny (obr. 12.40.). Pro aplikaci i.m. injekce je volný pouze její horní zevní kvadrant, v němž neprobíhají důležité nervy a krevní cévy. Injekční jehlu je nutno vést kolmo k povrchu velkého hýžděvého svalu

12.1.2.3.7. Nerv holenní, *n. tibialis*

Nerv holenní, *n. tibialis* je smíšený nerv, který představuje jednu ze dvou koncových větví nervu sedacího (obr. 12.41). Z nervu sedacího odstupuje na zadní straně stehna nad jámou zákolenní, v přímém pokračování kmene sedacího nervu. Ze stehna vstupuje do jámy zákolenní, kde je uložen ve střední čáře, nejvýše ze struktur nervově-cévního zákolenního svazku. Pokračuje na lýtko, kde probíhá hluboko mezi svaly, pod trojhlavým svalem lýtkovým. Odtud vstupuje do krajiny za vnitřním kotníkem, kde se dělí ve 2 konečné větve (*n. plantaris medialis et lateralis*), které pokračují na plosku nohy.

- Motoricky inervuje svaly na zadní straně bérce - svaly lýtkové (flexory) a svaly plosky nohy.
- Senzitivně - společně se společným nervem holenním - inervuje kůži lýtko (společná větev obou nervů pro kůži lýtko se nazývá *n. suralis*) a svými koncovými větvemi kůži plosky nohy.

12.1.2.3.8. Společný nerv lýtkový, *n. fibularis (peroneus) communis*

Společný nerv lýtkový, *n. fibularis (peroneus) communis* je druhou z konečných větví sedacího nervu (obr. 12.41.). Odstupuje z něj na zadní straně stehna, nad jámou zákolenní. Vstupuje do zadní krajiny kolenní, kde probíhá povrchově při horním laterálním okraji rombového obvodu jámy zákolenní, *fossa poplitea*. Spirálovitě obtáčí hlavičku fibuly a dělí se zde ve dvě konečné větve - **hluboký a povrchový nerv lýtkový, *n. fibularis (peroneus) profundus et superficialis***.

- Senzitivně inervuje kůži lýtko (prostřednictvím *n. suralis*, který je společnou větví **společného nervu lýtkového a nervu holenního**).

12.1.2.3.9. Hluboký nerv lýtkový, *n. fibularis (peroneus) profundus*

Hluboký nerv lýtkový, *n. fibularis (peroneus) profundus* je smíšený nerv, jedna ze dvou konečných větví společného nervu lýtkového, jehož štěpením - v úrovni hlavičky fibuly - vzniká. Pokračuje na přední plochu bérce (probíhá mezi svaly), z bérce na hřbet nohy přebíhá středem hlezenného kloubu.

- Motoricky inervuje přední skupinu svalů bérce (extenzory) a dorzální svaly nohy.
- Senzitivně inervuje pouze malý trojúhelníkovitý okrasek kůže na hřbetu nohy v rozsahu 1. meziprstní štěrbiny.

12.1.2.3.10. Povrchový nerv lýtkový, *n. fibularis (peroneus) superficialis*

Povrchový nerv lýtkový, *n. fibularis (peroneus) superficialis* je smíšený nerv, druhá ze dvou konečných větví společného nervu lýtkového. Vzniká jeho štěpením v úrovni hlavičky fibuly. Probíhá na laterální straně bérce mezi svaly, v distální třetině bérce vstupuje do podkoží. Poté probíhá za zevním kotníkem a odtud pokračuje na hřbet nohy.

- Motoricky inervuje laterální skupinu svalů bérce, tj. oba svaly fibulární.
- Senzitivně inervuje kůži převážně většiny hřbetu nohy.

12.1.2.3.11. Nerv stydký, *n. pudendus*

Nerv stydký, *n. pudendus* je smíšený nerv. Z malé pánve vystupuje pod svalem hruškovým (skrz *foramen infrapiriforme*) do krajiny hýždové. Poté obtáčí trn sedací a vrací se zpět do malé pánve (přes malý sedací otvor, *foramen ischiadicum minus*). Zde probíhá při stěně malé pánve (ve *fossa ischiorectalis*). Z malé pánve znovu vystupuje (pod dolním ramenem stydké kosti), a směřuje do krajiny hrázové (obr. 12.42.).

- Motoricky inervuje svaly hrázové.
- Senzitivně inervuje většinu krajiny hrázové včetně struktur zevního genitálu.
- Dolní končetinu neinervuje.

Klinická poznámka

Při porodu lze provést za účelem znecitlivění hráze svodnou anestezii nervu stydkého. Anestetikum se ke kmeni nervu vpravuje za jeho průběhu kol trnu sedacího. Znecitliví se tak převážná část hráze.

Přední část krajiny hrázové inervují nervy z plexu lumbálního: *n. iliohypogastricus*, *n. genitofemoralis*, na inervaci hráze se podílí také *n. cutaneus femoris posterior* z plexu sakrálního. K znecitlivění celé krajiny hrázové je možno volit infiltrační anestezii.

12.1.2.3.12. Nerv kostrční, *n. coccygeus*

Vlákna **nervu kostrčního, *n. coccygeus*** vytvářejí na kostrční kosti malou pletěň.

- Motoricky se podílí na inervaci svalů dna pánevního.
- Senzitivně inervuje kůži mezi kostrcí a řitním otvorem.

Přehled senzitivní a motorické inervace dolní končetiny

Kožní inervace dolní končetiny, senzitivní *areae nervinae* (obr. 12.34.):

- Krajina hýždová
 - horní část: **zadní větve míšních nervů**
 - dolní část: dlouhá **senzitivní větev plexu sakrálního - *n. cutaneus femoris posterior***
- Stehno
 - vepředu ***n. femoralis***
 - laterálně dlouhá **senzitivní větev plexu lumbálního - *n. cutaneus femoris lateralis***
 - mediálně ***n. obturatorius***
 - vzadu senzitivní větev plexu sakrálního - ***n. cutaneus femoris posterior***
- Běrec
 - vepředu ***n. femoralis*** svojí dlouhou senzitivní větví ***n. saphenus***
 - vzadu (lýtko): ***n. tibialis + n. fibularis communis*** (společnou větví ***n. suralis***)
- Noha
 - Ploska nohy: ***n. tibialis*** prostřednictvím svých **koncových větví *n. plantaris medialis et lateralis***
 - Hřbet nohy ***n. fibularis superficialis***, trojúhelníkovitou část kůže v rozsahu 1. meziprstní štěrbiny ***n. fibularis profundus***

Motorická inervace svalů dolní končetiny:

- Hýždové svaly: ***nn. glutei***
- Přední sval kyčelní (m. iliopsoas) + extensory stehna (přední skupina sv. stehna): ***n. femoralis***
- Adduktory stehna (mediální skupina svalů stehna): ***n. obturatorius***
- Flexory stehna (zadní skupina svalů stehna): ***n. ischiadicus***
- Fibulární svaly (laterální skupina svalů bérce): ***n. fibularis superficialis***
- Extenzory bérce (přední skupina svalů bérce) + svaly hřbetu nohy: ***n. fibularis profundus***

- Flexory bérce (zadní skupina svalů bérce) + svaly plosky nohy: *n. tibialis*

Anatomické úžiny a vulnerabilní místa periferních nervů dolní končetiny

- ***N. ischiadicus***

Vulnerabilní místo: při výstupu z *foramen infrapiriforme* v *regio glutea*: nutnost aplikovat i.m. injekce pouze do horního zevního kvadrantu gluteální krajiny, kolmo k povrchu.

- ***N. fibularis communis***

Vulnerabilní místo: průběh kol **hlavičky fibuly**, kterou spirálovitě obtáčí.

- ***N. tibialis***

Vulnerabilní místo: průběh ve **fossa poplitea**, kde je nerv uložen povrchově ve střední čáře.

Anatomická úžina: Průběh za vnitřním kotníkem v retromaleolární krajině = **maleolární kanál**.

- ***N. coccygeus***

Vulnerabilní místo: průběh na **kostrči**. Nerv může být poraněn při frakturách kostrče - defekace je pak provázána úpornými bolestmi.

Úžinové syndromy (tunelové syndromy, mononeuropatie, obrny) nervů dolní končetiny

- **Obrna *n. femoralis***: Při vysoké obrně nervu (poškození nervu nad odstupem větví pro m. iliopsoas) dojde k těžkému poškození hybnosti dolní končetiny a chůze bez berlí je prakticky nemožná. Postižena je flexe v kyčelním kloubu (pacient nemůže vykročit, je naprosto nemožná chůze do schodů) a extenze v kolenním kloubu (z obrny m. quadriceps femoris). Při poškození nervu až po odstupu větví pro m. iliopsoas je flexe v kyčli nepoškozena, ale je nemožná extenze bérce (pacient nemůže být fotbalistou), koleno na postižené straně se podlamuje, chůze je nestabilní-hrozí pád. Kromě toho jsou poruchy senzitivní v kožní area nervina, je nevýbavný **reflex patelární /L₂-L₄/**.
- **Obrna *n. ischiadicus***: Nemocný nemůže flektovat dolní končetinu v koleni (z obrny flexorů stehna), naprosto nemožná je proto chůze do schodů. Další příznaky jsou jako u obrny *n. tibialis* a *n. fibularis communis*. Nevýbavný je **reflex šlachy Achillovy (L5-S1) /šlachosvalový reflex - při klepnutí na šlachu Achillovu má dojít k plantární flexi/**. Mechanismus poškození: Poranění nervu při špatně aplikované i.m. injekci do krajiny hýžděvé. U velmi hubených jedinců může být nerv utlačen při sezení (mezi hrbolem sedacím a tvrdou podložkou židle). Může být také poraněn při frakturách pánve a při obtížném dlouhém porodu (útlakem nervu v pánvi rodičky hlavou plodu).
- **Obrna *n. fibularis communis***: Při obrně jsou postiženy extenzory bérce (dorzální flexory nohy) a svaly fibulární (pronátory nohy): noha proto přepadá plantárně (stejně jako ruka palmárně při obrně *n. radialis*). Nemocný se nepostaví na patu a nezvedne špičku. Charakteristická je chůze: z obrny svalů by nemocný „vláčel“ špičku (a laterální okraj nohy) po podložce. Aby tomu zabránil, ohýbá nadměrně dolní končetinu v kyčli a koleni - jde „**chůzí kohoutí**“ a zároveň „**stepuje**“ tj. podložky se dotýká nejprve přepadávací špičkou (kterou nemůže zvednout pro obrnu extenzorů bérce) a vnějším okrajem nohy (který rovněž nemůže pro obrnu m. fibulares zvednout), pak teprve patou - tedy stejně jako při steppingu. Nerv může být utlačen špatně přiloženým sádrovým obsahem. Jednou již vzniklá obrna fibulárního nervu se obvykle již nereparuje. Pacienti potom nosí „peroneální pásku“, která mechanicky přidržuje špičku nohy zvednutou.
- **Obrna *n. tibialis***: Její klinický obraz je důsledkem obrny flexorů bérce. Pacient se nepostaví na špičku, nezvedne patu. Pro chůzi je charakteristický „**kalkaneotyp**“ - nemocný přidupává patou, kterou „neodlepí“ od podložky.

12.2. HLAVOVÉ NERVY, *NERVI CRANIALES*

Hlavové nervy, *nervi craniales* (mozkové nervy, *nervi cerebrales*) inervují struktury hlavy (proto hlavové nervy) a vystupují z kmene mozkového (proto mozkové nervy). Výjimkou je *n. X*, jehož dlouhá parasympatická vlákna opouštějí oblast hlavy a krku a inervují orgány hrudní a část orgánů břišních.

Hlavových nervů je 12 párů, číslují se římskými číslicemi.

Hlavové **nervy III-XII** jsou klasické periferní nervy. Jejich jádra jsou uložena v tegmentu mozkového kmene.

N. I – nerv čichový není typickým periferním nervem: nemá jádro, je tvořen neurity čichových buněk čichové sliznice nosní dutiny. Bude popsán u čichového ústrojí (kapitola 13).

N. II – nerv zrakový není periferním nervem v pravém slova smyslu, ale součástí CNS (mezi-mozku - zrakového mozku). Nemá jádro. Je tvořen neurity neuronů sítnice a odstupuje od zadního pólu koule oční. Sahá po zrakové křížení, *chiasma opticum*. Bude popsán v rámci dráhy zrakové (kapitola 13).

Výčet hlavových nervů a spektrum jejich vláken

N. I , nerv čichový, n. olfactorius (nn. olfactorii): senzorický

N. II, nerv zrakový, n. opticus: senzorický

N. III, nerv okohybný, n. oculomotorius: smíšený - motorický, parasympatický

N. IV, nerv kladkový, n. trochlearis: motorický

N. V, nerv trojklanný, n. trigeminus: smíšený - senzitivní, motorický. Má 3 hlavní větve: **n. V/1, n. V/2** (obě větve jsou senzitivní), **n. V/3** (smíšená větev větev senzitivní a motorická)

N. VI, nerv odtahující, n. abducens: motorický

N. VII, nerv lícní, n. facialis: smíšený - motorický, parasympatický, senzitivní, senzorický

N. VIII, nerv sluchově-rovnovážný, n. vestibulocochlearis - senzorický

N. IX, nerv jazykohltanový, n. glossopharyngeus: smíšený - motorický, parasympatický, senzitivní, senzorický

N. X, nerv bloudivý, n. vagus: smíšený - motorický, parasympatický, senzitivní, senzorický

N. XI, nerv přídatný, n. accessorius: motorický

N. XII, nerv podjazykový, n. hypoglossus: motorický

Nn. III, IV, VI se souborně nazývají **okohybné nervy**, poněvadž inervují příčně pruhované svaly pohybující koulí oční.

Nervy IX, X, XI se souborně nazývají **nervy postranního smíšeného systému**, poněvadž všechny vystupují po stranách prodloužené míchy (laterálně od olivy) a mají (s výjimkou n. XI) „smíšené“ spektrum vláken.

Jádra hlavových nervů

Jádra III.-XII. hlavového nervu jsou uložena v tegmentu mozkového kmene, pod spodinou IV. komory (obr. 12.2.). Dělí se na **motorická** (somatomotorická a branchiomotorická), **parasympatická** (visceromotorická), **senzitivní** (somatosenzitivní a viscerosenzitivní) a **senzorická** (smyslová).

- **Motorická jádra** mají hlavové nervy **III, IV, V, VI, VII, IX-XII**. Neurity jejich buněk inervují příčně pruhované svaly hlavy a krku. Společné motorické jádro IX.-XI. hlavového nervu se nazývá **podvojně jádro, ncl. ambiguus**.
- **Parasympatická jádra** mají hlavové nervy **III, VII, IX, X**. Neurity jejich neuronů (pregangliových neuronů hlavového parasympatiku – viz autonomní nervstvo) končí synapsí v parasympatických gangliích hlavových nervů III, VII, IX, X.
- **Senzitivní (somatosenzitivní) jádra** má pouze **n. V**. Jsou 2: **mostové (hlavní) jádro** trojklanného nervu, *ncl. pontius (principalis)* n. V a **míšňí jádro** trojklanného nervu, *ncl. spinalis n. V*. Aferentuje do nich veškerá senzitivita (jemné i hrubé čítí, uvědomělá propriocepce) z obličejové části hlavy. **Viscerosenzitivním jádrem** je dolní část *ncl. solitarius*, kam aferentuje útrobní čítí.

- **Senzorická jádra** mají **n. VII, IX, X** a **n. VIII**. Do společného sensorického jádra n. VII, IX, X (*ncl. gustatorius* = horní část *ncl. solitarius*) je vedeno čítí chuti, do 2 sluchových a 4 vestibulárních jader n. VIII je vedeno sluchové a rovnovážné čítí.

Výstupy hlavových nervů z mozku

Nn. III – XII vystupují z kmene mozkového. S výjimkou n. IV vystupují z báze kmene. N. IV vystupuje jako jediný z kmene dorzálně, pod čtverhrbolím středního mozku (obr. 12.3.,12.4.).

Prostupy hlavových nervů lebkou (obr. 12.5., 12.6.)

- N. I: z dutiny nosní vstupuje přes dírkovanou ploténku čichové kosti do nitrolbí.
- N. II: z očníce vstupuje přes kanál zrakový do nitrolbí.
- N. III, IV, VI: z nitrolbí vstupují přes horní očnícovou štěrbinu (FOS) do očníce.
- N. V/1: z nitrolbí vstupuje přes horní očnícovou štěrbinu do očníce.
- N. V/2: z nitrolbí vstupuje přes *foramen rotundum* do jámy křídlopatrové (jedna z jam na laterální straně lebky).
- N. V/3: z nitrolbí vstupuje přes *foramen ovale* do jámy podspánkové (jáma na laterální straně lebky).
- N. VII: z nitrolbí vstupuje do vnitřního zvukovodu a přes jeho dno do kanálku lícního nervu v pyramidě spánkové kosti. Z kanálku vystupuje ve *foramen stylo-mastoideum*.
- N. VIII: Přes vnitřní zvukovod a jeho dno vstupuje do blanitého hlemýždě a blanitého labyrintu uvnitř pyramidy spánkové kosti.
- N. IX, X, XI: Z nitrolbí vystupuje přes *foramen jugulare* (spinální kořen n. XI přes velký týlní otvor)
- N. XII: Z nitrolbí vystupuje přes kanál podjazykového nervu v kondylu kosti týlní.

Spektrum vláken hlavových nervů (obr. 12.1.)

- **Vlákná eferentní**
 - **Vlákná motorická** (somatomotorická) probíhají v n. III, IV, V, VI, VII, IX-XII. Jsou to neurity neuronů motorických jader hlavových nervů. Po výstupu z CNS směřují v kabelech hlavových nervů bez přerušení k efektorům (cílovým orgánům), tj. příčně pruhovaným svalům hlavy a krku.
 - **Vlákná parasympatická** (visceromotorická) probíhají v n. III, VII, IX, X. Na své cestě k cílovým orgánům jsou interpolována v parasympatických gangliích - probíhají cestou pregangliového a postgangliového neuronu (viz autonomní nervstvo). Těla pregangliových neuronů jsou uložena v parasympatických (visceromotorických) jádrech hlavových nervů. Jejich neurity vystupují z CNS a směřují v kabelech hlavových nervů do parasympatických ganglií, vložených do průběhu výše jmenovaných hlavových nervů. V parasympatických gangliích jsou pregangliové neurony napojeny na postgangliové neurony, jejichž těla jsou v gangliích uložena. Neurity postgangliových neuronů směřují k efektorům – cílovým orgánům parasympatiku. Cílovými orgány hlavového parasympatiku jsou hladké svaly, žlázy a krevní cévy v oblasti hlavy a krku. Dlouhá parasympatická vlákna n. X inervují hladkou svalovinu, cévy a žlázy útrobu hrudních a břišních (po Cannon-Böhmův bod - leží vpravo od flexura colli sinistra, viz zažívací systém) a příčně pruhovanou svalovinu srdeční.
- **Vlákná aferentní**
 - **Vlákná senzitivní** (somatosenzitivní) vedou do senzitivních jader n. V ve kmeni mozkovém jemné i hrubé čítí a propriocepci z receptorů hlavy a krku. Jsou to vý-

běžky „T“ buněk senzitivních ganglií n. V, VII, IX, X. Senzitivní ganglia jsou vložena do průběhu jmenovaných hlavových nervů.

- **Vlákna senzorická – smyslová:** Probíhají v n. VII, VIII, IX, X. Jsou to výběžky buněk senzorických ganglií těchto hlavových nervů. Vedou do senzorických jader hlavových nervů čítí chuti (do společného jádra n. VII, IX, X - *ncl. solitarius*), sluchu a rovnováhy (do sluchových a vestibulárních jader n. VIII). Senzorická vlákna n. I jsou výběžky smyslových buněk čichové sliznice, vedou čítí čichu, senzorická vlákna n. II jsou neurity gangliových buněk sítnice, vedou zrakové čítí.

Některé hlavové nervy obsahují celé spektrum vláken (např. n. IX a X), jiné pouze část spektra (např. n. IV, VI, XI mají pouze vlákna motorická, n. VIII pouze vlákna senzorická).

Ganglia hlavových nervů

Jsou vložena do průběhu hlavových nervů. Dělí se na **senzitivní, senzorická a parasympatická**.

- **Senzitivní ganglia** obsahují pseudounipolární („T“) neurony. Jejich dendrity přivádějí senzitivitu (jemné a hrubé čítí, propriocepci) z receptorů hlavy a krku do ganglií, jejich neurity vedou senzitivitu do senzitivních jader n. V. Senzitivní ganglia jsou vložena do průběhu hlavových nervů V, VII, IX, X.
 - Senzitivní ganglion **n. V: ganglion trojklanné, ganglion trigeminale (Gasseri)** (leží na hrotu pyramidy spánkové kosti).
 - Senzitivní ganglion **n. VII: kolínkovité ganglion, ganglion geniculi** (leží v kanálku lícního nervu v pyramidě spánkové kosti).
 - Senzitivní ganglia **n. IX a n. X: horní a dolní ganglion, ganglion superius et inferius** (leží nad a pod *for. jugulare*).
- **Senzorická ganglia** obsahují pseudounipolární neurony („T“ buňky) nebo bipolární neurony. Dendrity neuronů vedou smyslové čítí do ganglií, neurity neuronů vedou čítí z ganglií do senzorických jader hlavových nervů. Senzorická ganglia mají hlavové nervy VII, VIII, IX, X.
 - Senzorické ganglion **n. VII: kolínkovité ganglion** je totožné s jeho senzitivním gangliem. Je do něj vedeno čítí chuti z předních 2/3 jazyka.
 - Senzorická ganglia **n. IX a n. X: horní a dolní ganglion** jsou totožná s jejich senzitivními ganglii. Je do nich vedeno čítí chuti ze zadní 1/3 jazyka.
 - Senzorická ganglia **n. VIII** jsou dvě: **hlemýžďové** (sluchové, kochleární) **ganglion, ganglion cochleare** (leží v kostěném hlemýždi) - je do něj vedeno čítí sluchu a **předsíňové** (rovnovážné, vestibulární) **ganglion, ganglion vestibulare** (leží ve vnitřním zvukovodu) - je do něj vedeno rovnovážné čítí.
- **Parasympatická ganglia** obsahují těla postgangliových parasympatických neuronů. Dochází v nich k napojení pregangliového parasympatického neuronu na neuron postgangliový (viz vegetativní systém). Mají je hlavové nervy III, VII, IX a X.
 - Parasymtaické ganglion **n. III: řasnaté ganglion, ganglion ciliare** (leží v očníci).
 - Parasympatická ganglia **n. VII** jsou 2: **křídlopatrové ganglion, ganglion pterygopalatinum** (leží v jámě křídlopatrové na laterální straně lebky), **ganglion podčelistní, ganglion submandibulare** (leží na krku v trojúhelníku podčelistním).
 - Parasympatické ganglion **n. IX: ušní ganglion, ganglion oticum** (leží na zevní bázi lebky – pod *foramen ovale*).
 - Parasympatická ganglia **n. X** jsou početná ganglia, vložena do průběhu parasympatických vláken n. X. Jsou uložena v blízkosti orgánů hrudních a břišních a přepo-

jují se v nich dlouhé negangliové parasymptické neurony n. X na neurony postgangliové.

Osnova popisu hlavových nervů

- název
- jádro (jádra)
- výstup z mozku
- prostupy lebkou
- spektrum vláken
- ganglia
- inervované struktury

Uvedená osnova platí pro popis hlavových nervů III-XII. Z tohoto popisu se vymykají nerv I. a II., které nejsou typickými hlavovými nervy (jak již výše uvedeno), nemají jádra a nevystupují z kmene.

12.2.1. Popis hlavových nervů

12.2.1.1. Nervy okohybné

Nervy okohybné, nn. oculomotorii je společné název pro n. III, IV, VI. Všechny tyto nervy mají vlákna motorická, která inervují příčně pruhované oční svaly: zvedáč horního víčka (zvedá horní víčko - otevírá oko) a 6 okohybných svalů (4 přímé a 2 šikmé svaly), které pohybují koulí oční. N. III má také vlákna parasymptická, která inervují 2 hladké svaly oka: svěrač zornice (zužuje zornici) a sval řasnatý (mění optickou mohutnost čočky - zprostředkovává akomodaci oka pro vidění do blízka) /obr. 12.7./.

Všechna motorická jádra hlavových nervů jsou zapojena do mediálního podélného svazku, *fasciculus longitudinalis medialis* (svazek spojuje mezi sebou jádra n. III, IV, VI jedné strany, ale také propojuje jádra pravé a levé strany). Proto jsou **pohyby** obou očí **konjugované - sdružené**.

V nitrolbí mají okohybné nervy klinicky důležitý topický vztah ke kavernóznímu sinu - probíhají v jeho laterální stěně. Z nitrolbí vstupují do očnice přes horní očníkovou štěrbinu. V očnici probíhají v retrobulbárním prostoru orbity (prostoru za bulbem očním) k jimi inervovaným strukturám.

12.2.1.1.1. N. III, nerv okohybný, n. oculomotorius

Smíšený nerv motorický a parasymptický.

- **Jádra:**
 - **Motorické jádro** (*nucleus nervi oculomotorii*) je uloženo v tegmentu středního mozku (ve výši horního hrbolku čtverhrbolí).
 - **Parasymptické jádro** (*nucleus parasympaticus n. III - nucleus Edinger-Westphali*) je uloženo ve středním mozku vedle jádra motorického.
- **Výstup z mozku:** na bázi kmene mozkového (mezi raménky mozkovými, *crura cerebri*).
- **Průběh v nitrolbí:** v laterální stěně kavernózního sinu.
- **Prostup lebkou:** přes horní očníkovou štěrbinu do očnice.
- **Vlákna:**
 - **Vlákna motorická:** Vystupují z motorického jádra a inervují většinu příčně pruhovaných svalů oka.

- **Vlákna parasympatická** vystupují z parasympatického jádra a inervují 2 hladké svaly oka: svěrač zornice a sval řasnatý.
- **Ganglia:**
 - Parasympatické **řasnaté ganglion:** Do něj přicházejí pregangliová vlákna z parasympatického jádra n. III. Z ganglia vystupují postgangliová vlákna, která pokračují k výše jmenovaným hladkým svalům oka.
- **Inervované struktury:** příčně pruhované svaly - zvedáč horního víčka, 4 okohybné svaly /přímý sval horní, dolní a mediální, šikmý sval dolní, *m. rectus superior, inferior, medialis, m. obliquus inferior/*, hladký sval - svěrač zornice, *m. sphincter pupillae*.

12.2.1.1.2. N. IV, nerv kladkový, *n. trochlearis*

Motorický nerv.

- **Jádro: Motorické jádro** (*nucleus n. trochlearis*) leží v tegmentu středního mozku, ve výši dolního hrbolku čtverhrbolí.
- **Výstup z mozku:** Jako jediný z hlavových nervů vystupuje z kmene dorzálně - pod čtverhrbolím středního mozku.
- **Průběh v nitrolbí:** v laterální stěně kavernózního sinu.
- **Prostup lebkou:** přes horní očníkovou štěrbinu do očnice.
- **Vlákna motorická**
- **Inervované struktury:** horní šikmý sval (*m. obliquus bulbi superior*).

12.2.1.1.3. N. VI, nerv odtahující, *n. abducens*

Motorický nerv.

- **Motorické jádro** (*nucleus n. abducentis*) v tegmentu mostu.
- **Výstup z mozku:** Na bázi mozku (rozhraní pontu a oblongaty, v žlábkou bulbopontiním).
- **Průběh v nitrolbí:** v laterální stěně kavernózního sinu.
- **Prostup lebkou:** přes horní štěrbinu očníkovou do očnice.
- **Vlákna motorická**
- **Inervovaná struktura:** zevní přímý sval (*m. rectus bulbi lateralis*)

Klinická poznámka

Obrny okohybných nervů se projevují poruchou funkce příslušných svalů.

Obrna n. III

Projevy obrny (obr. 12.8.):

- **Ptóza:** Pacient nemůže oko otevřít (pamatujte: N. III oko otevírá - při obrně n. III pacient nemůže oko otevřít z poruchy funkce zvedáče horního víčka, n. VII oko zavírá - při periferní obrně n. VII pacient nemůže oko zavřít z poruchy funkce kruhovitého svalu očního).
- **Mydriáza** - rozšířená zornice z obrny svěrače zornice (převaha nepoškozeného rozvěrače zornice).
- **Divergentní strabismus** - rozbíhavé šilhání: bulbus je uchýlen zevně.
- **Obrna pohledu mediálně:** Z převahy intaktního zevního přímého svalu inervovaného z n. VI. - pacient se nepodívá „na nos“
- Subjektivně je **diplopie** - dvojitě vidění způsobené šilháním.

Obrna n. VI:

Projevy obrny (obr.12.9.):

- **Konvergentní strabismus** (sbíhavé šilhání): v klidu je bulbus uchýlen mediálně z převahy vnitřního přímého svalu, inervovaného z n. III.
- **Obrna pohledu laterálně** z obrny zevního přímého svalu.

- Subjektivně je **diplopie**, která je výsledkem sbíhavého šilhání.

12.2.1.2. N. V, nerv trojklanný, *n. trigeminus*

Smíšený nerv senzitivní a motorický (obr. 12.10,12.11.).

- **Jádra:**
 - **Senzitivní jádra:** 1) **spinální jádro** v tegmentu dolní části kmene, aferentuje do něj hrubé čítí z obličejové části hlavy, 2) **pontinní jádro** (hlavní jádro) v tegmentu mostu Varolova, aferentuje do něj jemné čítí a uvědomělá propriocepce z obličejové části hlavy.
 - **Motorické jádro:** **nucleus nervi trigemini** leží v tegmentu pontu.
- **Výstup z mozku:** Kmen nervu vystupuje z báze kmene mozkového (z Varolova mostu).
- **Ganglion:** senzitivní **trojklanné ganglion** (*ganglion trigeminale, ganglion Gasseri*). Dendrity pseudounipolárních buněk ganglia vytvářejí 3 hlavní větve trigeminu. Neurity buněk ganglia probíhají ve kmeni n. V, zanořují se do Varolova mostu a končí synapsí na buňkách senzitivních jader n. V.
- **Hlavní větve: n. V/1,2,3** (*n. ophthalmicus, n. maxillaris, n. mandibularis*) se po prostupu lebkou větví v obličejové části hlavy. Všechny obsahují **senzitivní vlákna** (dendrity pseudounipolárních buněk *trojklanného ganglia*), která přivádějí do ganglia jemné, hrubé a proprioceptivní čítí z obličejové části hlavy. N. V/3 obsahuje také **motorická vlákna** (neurity motoneuronů motorického jádra n. V). V nitrolbí mají n. V/1,2 důležitý topický vztah k *sinus cavernosus* - probíhají v jeho stěně.
- **Prostup lebkou:** n. V/1: přes horní očníkovou štěrbinu do očníce, n. V/2: přes otvor rotundový do jámy křídlopatrové, n. V/3: přes otvor oválný do jámy podspánkové.
- **Inervované struktury:** Senzitivně inervované struktury: tvrdá plena mozková přední a střední jámy lební (jediná intrakraniální struktura inervovaná n. V), rohovka a spojivka, kůže obličejové části hlavy, sliznice přední části dutiny nosní a ústní (včetně těla jazyka), sliznice paranazálních dutin, zuby horní i dolní čelisti. Motoricky inervované struktury: svaly žvýkáci.

Klinická poznámka

Palpace větví trigeminu: Palpace n. V/1: *foramen supraorbitale* při horním obvodu orbity (palpace *n. supraorbitalis* - větev z V/1); palpace n. V/2: *foramen infraorbitale* pod dolním obvodem orbity (palpace *n. infraorbitalis* z V/2); palpace n. V/3: *foramen mentale* mandibuly (palpace *n. mentalis* z V/3).

12.2.1.3. N. VII, nerv lícni, *n. facialis*

Smíšený nerv s „plným“ spektrem vláken: obsahuje vlákna motorická, parasympatická, senzitivní i sensorická. Má 2 parasympatická ganglia a 1 společné ganglion senzitivní a sensorické. Chuťové neurity buněk kolínkovitého ganglia přivádějí chuť z kořene jazyka do chuťového jádra (*ncl. gustatorius* / což je horní část *ncl. solitarius*/ - společného sensorické jádra n. VII, IX, X).

- **Jádra** leží pod spodinou IV. komory v tegmentu pontu:
 - **Motorické jádro:** *nucleus n. facialis*
 - **Parasympatické jádro:** **horní slinné jádro**, *nucleus salivatorius superior* (l. saliva – slina).
- **Výstup z mozku:** mostomozečkový úhel (společně s n. VIII).
- **Prostup lebkou:** přes vnitřní zvukovod do kanálu n. VII, z něhož vystupuje ve *foramen stylomastoideum*.
- **Ganglia**

- **Parasympatická ganglia: křídlopatrové ganglion, *ganglion pterygopalatinum*** (leží v jámě křídlověpatrové na laterální straně lebky), **podčelistní ganglion, *ganglion submandibulare*** (leží na krku v trojúhelníku podčelistním).
- **Společné ganglion senzorické a senzitivní: kolínkovité ganglion, *ganglion geniculi*.** Chuťové neurity buněk kolínkovitého ganglia aferentují chuť z kořene jazyka do chuťového jádra (horní části *ncl. solitarius* - společného senzorické jádra n. VII, IX, X), senzitivní neurity kolínkovitého ganglia aferentují senzitivitu z části boltce ušního do trigeminových jader.
- **Průběh n. VII po výstupu z canalis n. facialis:** Po výstupu z lebky vstupuje nerv do krajiny parotideomassesterické, prochází parenchymam příušní žlázy (avšak žlázu neinervuje) a vydává větve pro mimické svaly.
- **Spektrum vláken a inervované struktury:**
 - **Vlákná motorická** (neurity motorického jádra n. VII) inervují svaly mimické (obr.12.12.).
 - **Vlákná parasympatická** jsou určena pro žlázu slznou + 2 velké slinné žlázy (žlázu podčelistní a podjazykovou). Pregangliová parasympatická vlákna jsou neurity buněk parasympatického jádra nervu a probíhají ve větvích n. VII. K přepojení na postgangliový neuron dochází ve 2 parasympatických gangliích (gangliu křídlopatrovém a gangliu podčelistním), krátká postgangliová vlákna směřují po výstupu z ganglií k příslušným žlázám.
 - **Vlákná chuťová** (senzorická) jsou výběžky pseudounipolárních bb. kolínkovitého ganglia. Vedou chuť z předních 2/3 jazyka (dendrity pseudounipolárních buněk ganglia vedou chuť do ganglia, neurity buněk ganglia vstupují do chuťového jádra - *ncl. gustatorius*).
 - **Vlákná senzitivní** jsou výběžky „T“ neuronů kolínkovitého ganglia: dendrity „T“ buněk ganglia inervují kůži části boltce ušního, neurity vstupují do senzitivních jader trigeminu.
- **Ganglia**
 - 2 **ganglia parasympatická:** V nich se přepojují pregangliové neurony na neurony postgangliové: **ganglion křídlopatrové, ganglion podčelistní.**
 - 1 společné **ganglion senzitivní a senzorické: ganglion kolínkovité.**
- **Větve**
 - Větve odstupující v canalis facialis jsou 3, všechny jsou klinicky důležité: ***N. petrosus major*** – parasympatický nerv vede pregangliová parasympatická vlákna (mají původ v parasympatickém jádru n. VII - *ncl. salivatorius superior*) do ganglion pterygopalatinum; z ganglion pterygopalatinum vystupují postgangliová vlákna k slzné žláze, ***n. stapedius*** - motorický, nerv inervuje příčně pruhovaný středoušní sval *m. stapedius*, ***chorda tympani*** - parasympatický a senzorický nerv vede parasympatická vlákna pro žlázu podčelistní a podjazykovou a senzorická chuťová vlákna z předních 2/3 jazyka.
 - Větve nervu po výstupu z foramen stylomastoideum: motorické větve pro mimické svaly.

12.2.1.4. N. VIII, nerv sluchověrovňový, *n. vestibulocochlearis*

Senzorický nerv. Má 2 složky (obr. 12.13.):

- 1) **Nerv rovnovážný, *n. vestibularis*:** Je tvořen bipolárními neurony **předsíňového ganglia** a jejich výběžky. Vede signály z vestibulárního ústrojí vnitřního ucha do vestibulárních jader n. VIII ve kmeni mozgovém.

- 2) **Nerv sluchový, n. cochlearis:** Je tvořen bipolárními neurony **hlemýžďového ganglia** a jejich výběžky. Vede signály z receptorů sluchového ústrojí (**Cortiho orgánu**) vnitřního ucha do sluchových (kochleárních) jader n. VIII ve kmeni mozkovém.
- **Jádra:** vestibulární (čtyři) a **sluchová** (dvě) ve kmeni mozkovém pod spodinou IV. komory.
 - **Výstup z mozku:** mostomozečkový úhel (laterálně od výstupu n. VII). Při výstupu je rozdělen v **kořen vestibulární a kochleární (sluchový), radix vestibularis a radix cochlearis.**
 - **Prostup lebkou:** Po výstupu z kmene mozkového vstupují oba kořeny n. VIII do vnitřního zvukovodu v pyramidě kosti spánkové. Otvěrky ve dnu zvukovodu pokračují k smyslovému epitelu v blanitém labyrintu a blanitém hlemýždi.
 - **Vlákná sensorická**
 - **Ganglia:** 2 **sensorická ganglia:** **ganglion předsíňové, ganglion vestibulare** (uložené ve dnu vnitřního zvukovodu) a **ganglion hlemýžďové, ganglion cochleare** (uložené v kostěném hlemýždi).

12.2.1.5. Nervy postranního smíšeného systému

Jako nervy **postranního smíšeného systému** jsou označovány n. IX - XI.

Všem nervům je společné:

- **Motorické jádro: jádro podvojně, ncl. ambiguus**
- **Výstup z CNS** zevně od olivy prodloužené míchy: odtud název „postranní“ systém
- **Prostup bází lební přes foramen jugulare**

N. IX, X mají smíšené spektrum vláken (obsahují všechny typy nervových vláken hlavových nervů) - odtud název „smíšený“ systém.

Spektrum vláken a inervované struktury

- **Motorická vlákna** inervují příčně pruhované svaly měkkého patra, hltanu, jícnu, hrtanu.
- **Parasympatická vlákna** (viscero-motorická) inervují žlázu příušní (n. IX), útroby hrudní a část útrov břišních (n. X).
- **Senzitivní vlákna** vedou čití ze sliznice zadní 1/3 jazyka (n. IX) a hrtanu (n. X), sliznice středouší, hltanu, Eustachovy trubice, tonsil, tvrdé pleny zadní jámy lební (nn. IX, X). Veškerá senzitivita je vedena do senzitivních jader n. V (n. IX a n. X senzitivní jádra nemají).
- **Chuťová vlákna** vedou chuť ze zadní 1/3 (kořene) jazyka (n. IX) a oblasti příklopky hrtanové (n. X) do horní části *nucleus solitarius (ncl. gustatorius)*
- **Viscero-senzitivní vlákna** vedou senzitivitu z útrov do dolní části *nucleus solitarius*.

12.2.1.5.1. N. IX, nerv jazykohltanový, n. glossopharyngeus

Smíšený nerv s plným spektrem vláken.

- **Jádra:**
 - **Motorické jádro: jádro podvojně, ncl. ambiguus** obsahuje motoneurony, jejichž axony směřují k výše jmenovaným příčně pruhovaným svalům.
 - **Parasympatické jádro: dolní slinné jádro, ncl. salivatorius inferior** obsahuje pregangliové neurony, jejichž axony směřují do **ušního ganglia** (neurity postgangliových neuronů ganglia inervují příušní žlázu).

- **Senzorické jádro: jádro chuťové** (*ncl. gustatorius* = horní části *ncl. solitarius*) přijímá chuť ze zadní 1/3 jazyka.
- **Spektrum vláken, ganglia, inervované struktury:**
 - **Motorická vlákna:** inervují svaly ovládající akt polykací.
 - **Parasympatická vlákna a parasympatická ganglia:** Pregangliové neurony leží v parasympatickém jádru n. IX (*ncl. salivatorius inferior*). Interpolace pregangliových neuronů na postgangliové neurony se děje v **gangliu ušním**. Postgangliové neurony inervují žlázu průušní.
 - **Senzitivní a sensorická ganglia: horní a dolní ganglion**, *ganglion superius et inferius*.
 - **Senzitivní vlákna** jsou výběžky horního a dolního ganglia: Dendrity „T“ buněk ganglií vedou čítí ze sliznice kořene jazyka (zadní 1/3 jazyka), měkkého patra, tonsil, hltanu, středoušní dutiny, Eustachovy trubice, předsíně bradavčité a sklípků bradavčitých. Neurity „T“ buněk ganglií končí v senzitivních jádrech n. V.
 - **Senzorická (chuťová) vlákna** jsou rovněž výběžky horního a dolního ganglia. Dendrity ganglií vedou chuť z kořene (zadní 1/3) do ganglií, neurity ganglií končí v chuťovém jádru (*ncl. gustatorius*, horní části *ncl. solitarius*, *l. solitarius* – osamocený).
- **Větve:**
 - **N. tympanicus** - smíšený nerv senzitivní a parasympatický: Senzitivní vlákna nervu jsou dendrity pseudounipolárních buněk horního a dolního ganglia. Přivádějí do ganglia čítí ze sliznice středního ucha. Parasympatická vlákna jsou (pregangliové) neurity buněk parasympatického jádra (*ncl. salivatorius inferior*), směřují do *ganglion oticum*. V gangliu se přepojují na postgangliové neurony, které pokračují k průušní žláze. *N. tympanicus* se odděluje z kmene n. IX pod bází lební, vstupuje do pyramidy kosti spánkové a zde vstupuje do středoušní dutiny a rozpadá se na *plexus tympanicus*.
 - **N. petrosus minor:** Navazuje na *plexus tympanicus*. Smíšený nerv s obsahem parasympatických vláken (patří n. IX) pro *ganglion oticum* a sympatických vláken (z krčního sympatiku). Vystupuje ze středouší a při hrotu pyramidy vystupuje z nitrolbí - pod bází lební vstupuje do *ganglion oticum*.

12.2.1.5.2. N. X, nerv bloudivý, *n. vagus*

Nejsilnější nerv postranního smíšeného systému. Smíšený nerv s plným spektrem vláken. Ze všech hlavových nervů má nejrozsáhlejší inervační teritorium. Jako jediný hlavový nerv totiž opouští oblast hlavy a krku a vstupuje do tělních dutin (dutiny hrudní a břišní). Touto dlouhou cestou procházejí ovšem pouze jeho parasympatická (viscero-motorická) vlákna.

- **Jádra**
 - **Motorické jádro: jádro podvojně**, *nucleus ambiguus*
 - **Parasympatické jádro: *nucleus dorsalis n. X*** pod spodinou *fossa rhomboidea*
 - **Chuťové jádro: *nucleus gustatorius*** = horní část *ncl. solitarius*. Vláknum přísluší senzoric-ké **ganglion sup. et inf.** n. IX + X
 - **Viscero-senzitivní jádro: *nucleus solitarius*** - dolní část
- **Spektrum vláken a inervované struktury**
 - **Motorická vlákna** inervují příčně pruhované svaly měkkého patra a hltanu (společně s n. IX), hrtanu a jícnu.
 - **Viscero-senzitivní vlákna** jsou dendrity buněk horního a dolního ganglia. Vedou čítí ze sliznic útroh krčních, hrudních, břišních a varlat. Neurity buněk obou ganglií vedou útrobní čítí do spodní části *ncl. solitarius*.
 - **Somato-senzitivní vlákna** jsou výběžky neuronů horního a dolního ganglia. Dendrity ganglií aferentují kožní čítí z malé oblasti obličejové části hlavy: z části zevního zvukovodu a k ní přilehlé přední plochy boltce ušního a z dura mater zadní jámy lební + přilehlé části kalvy. Neurity neuronů obou ganglií vedou toto čítí do trigeminových senzitivních jader.

- N. X má vlákna somatosenzitivní, nemá však jádro somatosenzitivní: somatosenzitivní vagová vlákna vedoucí kožní čítí a čítí z tvrdé pleny končí v senzitivních jádrech trigeminu.
- **Chuťová - senzoričká vlákna** jsou výběžky neuronů horního a dolního ganglia. Dendrity buněk ganglií vedou chuť z oblasti *epiglottis*, neurity končí v chuťovém jádru (horní část *ncl. solitarius*).
 - **Parasympatická (visceromotorická) vlákna** inervují hladkou svalovinu a žlázy útrobu hrudních, příčně pruhovanou svalovinu srdeční, hladkou svalovinu a žlázy útrobu břišních (po levé tračnickové ohbí). Dlouhá pregangliová pasy vlákna jsou neurity buněk parasympatického jádra n. X (*ncl. dorsalis n. vagi*), krátká postgangliová vlákna jsou neurity buněk početných parasympatických ganglií n. X, která jsou uložena v dutině hrudní a břišní v blízkosti inervovaných orgánů (viz hlavový parasympatikus).
 - **Ganglia**
 - **Senzitivní a senzoričká ganglia: ganglion superius et inferius** n. IX et X.
 - **Parasympatická ganglia:** početná drobná ganglia, uložena v dutině hrudní a břišní v blízkosti cílových struktur.
 - **Průběh:** Na krku probíhá v parafaryngeálním a kaudálněji v paraviscerálním krčním prostoru jako součást nervově-cévního svazku krčního (*n. vagus + v. jugularis interna + a. carotis interna*, kaudálněji *a. carotis communis*). V mediastinu probíhají oba *nn. vagi* podél jícnu, jejich vzájemně pospojovaná vlákna vytvářejí v dolní části jícnu pletěň, *plexus oesophageus*. Z dutiny hrudní do dutiny břišní vstupují společně s jícnem přes jícnový otvor bránice. Útroby břišní inervují po levé (slezinné) tračnickové ohbí.
 - **Větve**
 - **Senzitivní** (dendrity horního a dolního ganglia): **R. meningeus** pro tvrdou plnu zadní jámy lební.
 - **Smišené:** senzitivní a motorické
 - **N. laryngeus superior** - smíšený: Motoricky inervuje jediný z příčně pruhovaných svalů hrtanu - *m. cricothyroideus* a dále příčně pruhované svaly svaly hltanu. Senzitivně inervuje sliznici horní části hrtanu až po *plicae vocales* (slizniční řasy podmíněné pravými vazy hlasovými).
 - **N. laryngeus recurrens** a jeho větev **n. laryngeus inferior**: oba smíšené nervy, obsahující motorická vlákna pro inervaci svalů hrtanu (všechny kromě *m. cricothyroideus*) a senzitivní vlákna pro inervaci sliznice hrtanu kaudálně od *plicae vocales*. *N. laryngeus recurrens* inervuje také příčně pruhované svaly jícnu.
- Klinická poznámka**
Důležitý je topický vztah *n. laryngeus recurrens* ke štítné žláze. Při operacích štítné žlázy nutno nerv respektovat!
- **Parasympatické** (viscero-motorické) větve k útrobám hrudním a břišním (po levé tračnickové ohbí)

12.2.1.5.3. N. XI, nerv přídatný, *n. accessorius*

Motorický nerv.

Jedna jeho větev – *r. externus* má spojky s míšními nervy C1-4, druhá větev – *r. internus* má spojení s n. X.

- **Jádra**
 - **Míšní jádro, nucleus spinalis** n. XI („vlastní“ jádro n. XI): leží v postranních rozích míšních segmentů C1-4.
 - **Motorické jádro** - dolní část *nucleus ambiguus*: axony buněk jádra představují „odštěpenou složku“ n. X (viz dále).
- **Vlákna**
 - **Motorická** vlákna pro inervaci svalů trapézového systému (*m. sternocleidomastoideus + m. trapezius*), jejichž původ je v *nc. spinalis* n. XI.

- „Odštěpená“ vagová vlákna pro inervaci svalů hrtanu, jejichž původ je v dolní části *nucleus ambiguus* a která z *r. internus n. XI* vstupují do kmene n. X.
- **Výstup z CNS**
 - Neurity neuronů *ncl. ambiguus* vytvářejí **hlavový kořen**, který vystupuje z kmene mozkového společně s ostatními nervy postranního smíšeného systému.
 - Neurity neuronů míšního jádra tvoří **míšní kořen**, který vstupuje do lebky přes týlní otvor.
 - Krátký **kmen n. XI** vzniká uvnitř lebky spojením kořene hlavového a míšního.
- **Výstup z lebky:** Kmen n. XI vystupuje z lebky přes *foramen jugulare* - společně s ostatními nervy postranního smíšeného systému.
- **Inervované struktury:** svaly trapézového systému (*m. trapezius, m. sternocleidomastoideus*), odštěpená vagová vlákna inervují svaly hrtanu.

12.2.1.6. N. XII, nerv podjazykový, *n. hypoglossus*

Motorický nerv pro inervaci (intraglossálních i extraglossálních) svalů jazyka - „nerv jazyka“.

- **Jádro:** *ncl. n. XII* uloženo v tegmentu oblongaty pod spodinou IV. komory.
- **Spektrum vláken:** motorická vlákna.
- **Výstup z mozku:** báze oblongaty - laterálně od pyramidy.
- **Výstup z lebky:** kanálkem podjazykového nervu, *canalis n. XII* skrze kondylus týlní kosti
- **Inervované struktury:** svaly jazyka.

Klinická poznámka

Vyšetření hlavových nervů

- **N. I:** čichání látek (káva, koření).
- **N. II:** zkouška zrakové ostrosti, vyšetření papily zrakového nervu oftalmoskopem, vyšetření zorného pole - perimetr. Subjektivně: výpadky zorného pole.
- **Nn. III, IV, VI** - nervy okohybné: Aspekty symetrie očních štěrbin (k vyloučení ptosy při paréze n. III), symetrie zornic + vyšetření pupilárních reflexů (reakce zornic na osvit - po osvitu mióza) (n. III) - vyloučení strabismu (kontrola zrakové osy: n. III, VI), sledování objektu očima (n. III, IV, VI). Subjektivně: diplopie.
- **N. V:** skousnutí - zatnutí zubů (palpace kontrakce *m. masseter*), zkouška kožního čítí v V/1,2,3 dotekem (vatová štětka), palpace výstupů trigeminu (bolestivost), rohovkový reflex (reflex trigemino-faciální: receptor: rohovka (inervovaná V/1) - aferentní rameno: V/1 – centrum: *ncl. pontinus n. V* – RF – *ncl. originis n. VII* – eferentní rameno: n. VII – efektor: *m. orbicularis oculi*). Subjektivně: neuralgické bolesti v oblasti V/1, V/2 nebo V/3.
- **N. VII:** testování mimických svalů (viz svalový sy) zkouška chuti na předních 2/3 jazyka (kápnout cukrový roztok, ocet). Subjektivně: porucha sekrece slz, hyperacusis - bolestivé slyšení (viz také osteologie - v kapitole kanálky v *os temporale*).
- **N. VIII:** zkouška sluchu (šeptaná řeč), zkouška rovnováhy (stoj na 1 noze).
- **Nn. IX-XI** (nervy postranního smíšeného systému): polykání, symetričnost měkkého patra v klidu a při fonaci, zvracívý reflex (reflex vago-vagální: receptor: ve sliznici měkkého patra – aferentní rameno: n. X – centrum: *ncl. pontinus n. V* – RF – *ncl. originis n. X* – eferentní rameno: n. X – efektor: svaly měkkého patra), hlas – chrapot.
- **n. XI:** Zvedání ramene proti odporu.
- **n. XII:** Hodnocení svalů jazyka: atrofie, záškuby. Symetrie uložení jazyka v dutině ústní. Plazení jazyka - v normě ve střední čáře.

12.3. AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM, *SYSTEMA NERVORUM AUTONOMICUM*

Autonomní (vegetativní) nervový systém je vývojově starý systém, který nepodléhá vůli. Má 2 části: **sympatickou** a **parasympatickou**. **Sympatikus** je orientován na mobilizaci organismu při zátěži (výdej energie), **parasympatikus** naopak na přežití organismu (získání a uložení energie) (obr. 12.47.).

Převaha sympatiku nad parasympatikem = **sympatikotonie**. Převaha parasympatiku nad sympatikem (fyziologicky ve spánku) = **parasympatikotonie**. Při nadměrném podráždění parasympatiku (úder do hrudníku, prudké ochlazení těla - skok do studené vody) může dojít k vagové zástavě srdce a smrti. Sympatikus i parasympatikus je možno medikamentózně ovlivnit - např. podávání **sympatikotonik** rozšiřujících bronchy při bronchiálním astmatu.

Sympatikus i parasympatikus mají **složku visceromotorickou** a **složku viscerosenzitivní**:

- Visceromotorická složka je eferentní. Spojuje CNS s vegetativními efekty cestou 2 visceromotorických neuronů – **neronu pregangliového a postgangliového**. K jejich napojení dochází ve vegetativních gangliích. Těla pregangliových neuronů jsou uložena v CNS: ve kmeni mozkovém v parasympatických (visceromotorických) jádrech hlavových nervů a v míše v *ncl. intermediolateralis* postranních rohů. Axony pregangliových neuronů vystupují z CNS cestou hlavových nervů a předních kořenů míšních (z předních kořenů pokračují do míšních nervů). Těla postgangliových neuronů jsou uložena v **sympatických a parasympatických vegetativních gangliích**. Neurity postgangliových neuronů směřují k **efektorům vegetativního nervstva** (obr. 12.43.)
- Viscerosenzitivní složka je aferentní: Přivádí do CNS čítí od útrobních receptorů - **visceroreceptorů**, cestou jediného viscerosenzitivního neuronu. Těla viscerosenzitivních neuronů jsou pseudounipolární bb. míšních ganglií a buňky *ganglion superius et inferius n. X*. Dlouhé dendrity viscerosenzitivních neuronů probíhají společně s periferními složkami visceromotorického nervstva. Neurity viscerosenzitivních neuronů vstupují cestou zadních kořenů míšních a cestou n.X do CNS (do *ncl. intermediomedialis* postranních rohů míšních, do dolní části *ncl. solitarius*).

Klinická poznámka

Viscerosenzitivními nervovými vlákny je do CNS vedena orgánová bolest. Nejčastěji je vyvolána nefyziologickým rozepětím stěn dutých orgánů nebo silnou kontrakcí jejich hladké svaloviny (ledvinná nebo žlučníková kolika). Bolest při angině pectoris a infarktu myokardu je vyvolána ischemií (nedokrevností) srdeční svaloviny.

Veškerý další text se týká pouze eferentní visceromotorické složky.

Efektory vegetativních nervů

- Hladká svalovina koule oční, útrov, cév, kůže.
- Příčně pruhovaná svalovina srdeční.
- Žlázy (žlázy kožní, drobné žlázy dutých orgánů dýchacího a zažívacího traktu, velké slinné žlázy, slzná žláza, velké žlázy dutiny břišní: pankreas, játra).

Mediátory vegetativních neuronů

- Pregangliové neurony sympatiku i parasympatiku mají totožnou mediátorovou výbavu: jsou **cholinergní** - jejich mediátorem je **acetylcholin**.
- Postgangliové neurony sympatiku a parasympatiku se mediátorovou výbavou liší: postgangliové neurony sympatiku jsou **adrenergní**, jejich mediátorem je **adrenalin**, kdežto postgangliové neurony parasympatiku jsou **cholinergní**, jejich mediátorem je **acetylcholin**.

Morfologické a funkční rozdíly mezi sympatikem (sy) a parasympatikem (pasy)

- Účinek na tutéž cílovou strukturu je antagonistický.
- Odlišná mediátorová výbava postgangliových neuronů sympatiku a parasympatiku.
- Odlišná poloha těl pregangliového neuronu: Pregangliové neurony sympatiku uloženy v **ncl. intermediolateralis** postranních rohů **hrudní a bederní** míchy: proto je sympatikus označován jako **systém thorako-lumbální**. Pregangliové neurony parasympatiku jsou uloženy ve **viscero-motorických (parasympatických) jádrech hlavových nervů** kmene mozku a v **ncl. intermediolateralis** postranních rohů **sakrální** míchy. Proto je pasy označován jako systém **kranio-sakrální**.
- Poloha vegetativních ganglií: Většina sympatických ganglií leží v blízkosti CNS: pregangliová sy vlákna jsou krátká, postgangliová vlákna dlouhá. Parasympatická ganglia leží daleko od CNS - v blízkosti cílového orgánu: pregangliová pasy vlákna jsou dlouhá, postgangliová vlákna krátká.

Vegetativní ganglia

Jsou uložena mimo CNS. Obsahují těla postgangliových vegetativních neuronů. Dochází v nich k přepojení pregangliového neuronu na neuron postgangliový.

Dělí se na sympatická a parasympatická.

- **Sympatická ganglia**
 - **Paravertebrální ganglia = ganglia sympatického kmene, ganglia trunci sympathici**
 - Leží po obou stranách páteře (odtud název, para - vedle) v oblasti krku, hrudníku (zadním mediastinu), dutině břišní (retroperitoneu) a malé pánvi.
 - S výjimkou posledního ganglia jsou párová.
 - Po obou stranách páteře tvoří řetězec - **sympatický kmen, truncus sympathicus**.
 - Přepojuje se v nich většina pregangliových neuronů sympatiku.
 - **Prevertebrální ganglia**
 - Leží v retroperitoneu dutiny břišní při odstupe orgánových větví břišní aorty před bederní páteří (odtud název).
 - Přepojuje se v nich malá část pregangliových sympatických neuronů. Pregangliové sympatické neurony, přicházející do prevertebrálních ganglií, se nazývají **nervy útrobní, nn. splanchnici**.
- **Parasympatická ganglia**
 - **Ganglia hlavového parasympatiku**
 - Jsou vsazena do průběhu 4 hlavových nervů: **n. III, VII, IX, X** (viz hlavové nervy).
 - Ganglia n. III, VII, IX leží v oblasti hlavy. Početná ganglia n. X leží mimo hlavu - v blízkosti orgánů hrudních a břišních (viz hlavové nervy).
 - **Ganglia sakrálního parasympatiku** jsou uložena ve stěně zažívací roury kaudálně od levého tračnickového ohbí (přesněji: kaudálně od Cannon-Böhmova bodu) a v blízkosti orgánů malé pánve.

12.3.1. Sympatikus, pars sympathica

Pregangliové neurony sympatiku (obr. 12.43.)

Těla pregangliových neuronů sympatiku leží v **ncl. intermediolateralis** postranních rohů v míšních segmentech **C8-L3**. Axony pregangliových neuronů vystupují z míchy cestou **před-**

ních kořenů míšních. Jimi vstupují do **míšních nervů**, které však vzápětí opouštějí jako myelinizované **bílé spojující větve**, *rr. communicantes albi*. Jimi vstupují do **paravertebrálních ganglií** sympatického kmene.

Postgangliové neurony sympatiku

Perikarya postgangliových neuronů leží v sympatických **gangliích paravertebrálních a prevertebrálních**.

Napojení pregangliového neuronu na neuron postgangliový

K synapsi pregangliového a postgangliového neuronu dochází: 1) Nejčastěji v **paravertebrálních gangliích (gangliích sympatického kmene)**, 2) méně často v **gangliích prevertebrálních**.

Ganglia paravertebralia - ganglia sympatického trunku

Paravertebrální ganglia (obr. 12.44.) jsou v počtu 21 – 22 (na každé straně) uložena po obou stranách páteře. Poslední paravertebrální ganglion, **ganglion impar** (l. *impar* – lichý, nepárový) je nepárové a leží před kostí křížovou. **Ganglia krční** jsou 3, **ganglií hrudních** je 10, **ganglií bederních** 4 -5, **ganglia křížová** jsou 4 a **nepárové ganglion** je jediné. Poslední krční ganglion má nepravidelný hvězdicovitý tvar a nese název **hvězdicovité ganglion, ganglion stellatum**.

Původně odpovídal počet paravertebrálních ganglií počtu míšních segmentů. V dalším vývoji došlo ke splývání některých sousedních ganglií, takže výsledný počet paravertebrálních ganglií je redukován.

Krční ganglia leží v oblasti krku před příčnými výběžky krčních obratlů, hrudní ganglia leží v zadním mediastinu dutiny hrudní před hlavičkami žeber, bederní ganglia leží v retroperitoneu dutiny břišní před žeberními výběžky bederních obratlů, křížová ganglia leží v malé pánvi na postranních partiích kosti křížové a nepárové ganglion leží ve středové rovině na přední ploše kosti křížové.

Sympatický kmen, *truncus sympathicus* (TS)

Stejnostranná paravertebrální ganglia jsou propojena prostřednictvím **meziganglionárních větví**, *rr. interganglionares* do souvislého „řetězce“ - **pravého a levého sympatického kmene, *truncus sympathicus dexter et sinister***. Oba kmeny kaudálně splývají v nepárovém gangliu, *ganglion impar*.

Sympatický kmen vstupuje z oblasti krku přes horní hrudní aperturu do zadního mediastina, odtud přes lumbální část bránice do retroperitonea, odtud pokračuje do malé pánve.

Aferentní a eferentní větve paravertebrálních ganglií (obr. 12.45.)

Z míšních nervů vstupují do paravertebrálních ganglií myelinizované **bílé spojující větve**, *rr. communicantes albi*.

Z paravertebrálních ganglií vystupují:

- **Šedé spojující větve, *rr. communicantes grisei***: Jsou to nemyelinizovaná postgangliová vlákna, která se vrací do míšních nervů a v jejich předních a zadních větvích pokračují k cílovým strukturám.
- **Větve cévní, *rr. vasculares***: Postgangliová vlákna, která doprovázejí tepny v podobě **periarteriálních pletení (plexů)**. Názvosloví plexů je odvozeno od názvu tepny, podél níž probíhají (např. *plexus aorticus, plexus caroticus internus*).
- **Větve orgánové, *rr. viscerales***: Postgangliová vlákna, která samostatně - bez doprovodu tepen - běží ke krčním a hrudním orgánům (l. *viscera* - orgány, útroby) - např. k srdci jako ***nn. cardiaci***.
- **Nervy útrobní, *nn. splanchnici***: Pregangliové neurony, které prošly paravertebrálními ganglii bez přepojení. Na postgangliové neurony se přepojují až v prevertebrálních

gangliích (viz dále). Pregangliové neurony vytvářejí *n. splanchnicus major, minor, imus* (l. *imus* - nejdolejší), *nn. splanchnici lumbales et pelvici*.

Prevertebrální ganglia (obr. 12.44.)

Prevertebrální ganglia jsou uložena v retroperitoneu dutiny břišní před bederní páteří (odtud název), na přední stěně břišní aorty, při odstupu části jejích viscerálních větví (všech 3 nepárových orgánových větví a orgánové párové tepny ledvinné). Některá jsou párová, jiná nepárová.

- **Břišní ganglion, *ganglion coeliacum***: leží při odstupu *truncus coeliacus* – párové.
- **Horní mezenterické (okružové) ganglion, *ganglion mesentericum superius***: leží při odstupu *a. mesenterica superior* - nepárové.
- **Dolní mezenterické (okružové) ganglion, *ganglion mesentericum inferius***: leží při odstupu *a. mesenterica inferior* - nepárové.
- **Srdečnicoledvinové ganglion, *ganglion aorticorenale***: leží při odstupu *aa. renales* – párové.

Aferentní a eferentní vlákna prevertebrálních ganglií

- Aferentní pregangliová sympatická vlákna jsou přiváděna cestou **nervů útrobních, *nn. splanchnici***.
- Eferentní postgangliová vlákna směřují podél tepen k břišním orgánům a orgánům malé pánve.

Dělení sympatiku

Podle uložení **pregangliových neuronů** v míšních **segmentech C8-L3** je sympatikus označována jako **systém thorako-lumbální** (ev. cerviko-thorako-lumbální).

Podle uložení **paravertebrálních sympatických ganglií** v oblasti krku, hrudníku, dutiny břišní a malé pánve (po stranách krční, hrudní a bederní páteře a před kostí křížovou) lze sympatikus dělit na: **sympatikus krční** (je tvořen krčními paravertebrálními ganglii, jejich aferentními neurony a eferentními vlákny), **sympatikus hrudní** (je tvořen hrudními paravertebrálními ganglii, jejich aferentními neurony a eferentními vlákny) a **sympatikus břišní a pánevní** (je tvořen bederními paravertebrálními ganglii uloženými v dutině břišní + křížovými paravertebrálními ganglii uloženými v malé pánvi a jejich aferentními neurony a eferentními vlákny).

12.3.1.1. Krční sympatikus

Pregangliové neurony krčního sy jsou uloženy v *ncl. intermediolateralis* míšních segmentů C8-Th3.

Ncl. intermediolateralis v rozsahu segmentů C8-Th1 je označován jako **Budge-Grassetovo ciliospinální centrum**. Neurity pregangliových neuronů vstupují cestou předních větví míšních nervů a bílých spojovacích větví do krčních paravertebrálních ganglií. Z nich pak vystupují jejich eferentní větve.

Krční paravertebrální ganglia

Jsou 3 (vznikla splnutím původních 8 krčních ganglií a 1. hrudního ganglia)

- **Horní krční ganglion, *ganglion cervicale superius***
- **Střední krční ganglion, *ganglion cervicale medium***
- **Krčně-hrudní ganglion, hvězdčité ganglion, *ganglion cervicothoracicum, ganglion stellatum*** má nepravidelný hvězdčovitý tvar (l. *stella* - hvězda): Vzniká splnutím několika posledních krčních ganglií a prvního hrudního ganglia (odtud *ggl. cervicothoracicum*).

Eferentní větve krčních paravertebrálních ganglií

- **Šedá spojovací vlákna, rr. communicantes grisei:** postgangliová vlákna, která vstupují (vracejí se) do míšních nervů C1–Th3. Do periferie probíhají v jejich předních větvích (dále v pletení pažní a jejích větvích) a zadních větvích.
- **Větve cévní, rr. vasculares:** postgangliová vlákna, která vytvářejí pleteně (plexy) podél tepen hlavy.
- **Větve útrobní, rr. viscerales:** postgangliová vlákna, která inervují útroby krku a podílejí se na inervaci srdce. K srdci přicházejí jako **krční nervy srdeční, nn. cardiaci cervicales** (vedle krčního sympatiku se na inervaci srdce podílejí také hrudní nervy srdeční z hrudního sympatiku - viz tam).

Parasympatická vlákna pro srdce se nazývají **větve srdeční, rr. cardiaci** (viz parasympatikus).

Eferentní větve horního krčního ganglia

- **Šedá spojovací vlákna** se vracejí do míšních krčních nervů (C1–C4).
- **Větve cévní** probíhají podél vnitřní a zevní karotidy jako **vnitřní a zevní karotická pleteň, plexus caroticus internus et externus**. Pokračují podél větví obou karotid.
 - Z vnitřní karotické pleteně vystupují:
 - **Krkavicobubínkové nervy, nn. caroticotympanici:** Odstupují z plexu za průběhu vnitřní karotidy (krkavice) v karotickém kanálu pyramidy spánkové kosti a provázejí její **krkavicobubínkové větve, rr. caroticotympanici** (procházejí 2 stejnojmennými kanálky do středoušní dutiny). Zde spoluvytvářejí smíšenou **bubínkovou pleteň, plexus tympanicus** (obsahuje také vlákna parasympatická a senzitivní). Sympatická vlákna pleteně inervují cévy středoušní dutiny.
 - **Hluboký skalní nerv, n. petrosus profundus:** Odstupuje z plexu v konečné části karotického kanálu skalní kosti. Pod bází lebni se spojuje s parasympatickým **velkým skalním nervem, n. petrosus major** (větev n. VII) ve smíšený **nerv křídlovitého kanálku, n. canalis pterygoidei**. Ten probíhá skrze křídlovitý kanálek, po výstupu z něj vstupuje do jámy křídlovopatrové na laterální straně lebky a vydává **sympatickou větev, radix sympathica** pro **ganglion křídlovopatrové** (parasympatické ganglion n. VII). Sympatická vlákna probíhají gangliem bez přerušení. Eferentní vlákna vystupující z křídlovopatrového ganglia opouštějí jámu křídlovopatrovou a pokračují:
 - 1) S n. V/2 a jeho větví **n. zygomaticus** přes horní očníkovou štěrbinu do očnice k slzné žláze.
 - 2) **Sympatický kořen, radix sympathica** pro parasympatické **ganglion ciliare**. Sympatická vlákna gangliem pouze procházejí a vystupují z něj ve smíšených **krátkých ciliárních (řasnatých) nervech, nn. ciliares breves**. Inervují hladký rozvěrač duhovky, *m. dilatator pupillae*. Vedle *m. dilatator pupillae* mají sympatickou inervaci ještě další hladké svaly oka: sval očníkový, *m. orbitalis* (uložen je za koulí oční v horní očníkové štěrbině; jeho tonus brání zapadnutí bulbu) a svaly ploténkové, *mm. tarsales* (svaly v očních víčkách, které udržují štěrbinu víčkovou-oční široce rozevřenou).

Klinická poznámka

Hornenrův syndrom (Claude-Bernard-Hornerův syndrom) vzniká při poškození krčního sympatiku: Budge-Grassetova ciliospinálního centra nebo krčních sympatických ganglií. Projevuje se **Hornerovou trias**, která zahrnuje: **miózu** (z obrny rozvěrače duhovky a převahy parasympaticky inervovaného svěrače duhovky, *m. sphincter pupillae*), mírnou **ptosu** z obrny ploténkových svalů (výraznější je ptosa při obrně n. III z ochrnutí zvedáče horního víčka), **enophthalmus** (zapadnutí - vklesnutí oční koule z obrny očníkového svalu).

- Ze zevní karotické pleteně pokračují sympatické plexy podél všech větví zevní karotidy: **plexus a. facialis, plexus a. lingualis, plexus a. maxillaris, plexus a. meningeae mediae** a další.
 - Sympatická vlákna z plexus a. maxillaris pokračují do **plexus a. meningeae mediae**, odtud jako sympatický kořen do parasympatického ušního ganglia (jím procházejí bez interpolace) a po výstupu z ganglia směřují ke žláze příušní.
 - Sympatická vlákna v **plexus a. facialis** pokračují do parasympatického ganglia submandibulárního (procházejí jím bez interpolace) a po výstupu z něho směřují k žláze podčelistní a podjazykové.
- Průběh postgangliových sy vláken k velkým slinným žlázám:
- Horní krční ganglion - zevní karotická pleteň - pleteň tepny maxilární - pleteň střední memingeální tepny – sympatický kořen pro ušní ganglion - ušní ganglion - žláza příušní.
 - Horní krční ganglion - zevní karotická pleteň - plexus tepny tvářové - sympatický kořen pro submandibulární ganglion - submandibulární ganglion - žláza podčelistní a podjazyková.

- **Větve orgánové** inervují slizniční žlázy části útrobu krku - hltanu a hrtanu, příčně pruhovanou svalovinu srdce cestou **horního krčního srdečního nervu, n. cardiacus cervicalis superior** (součást krčních srdečních nervů).

Eferentní větve středního krčního ganglia

- **Šedá spojovací vlákna** vstupují do míšních krčních nervů (C5-6). S předními větvemi míšních nervů pokračují na horní končetinu.
- **Větev cévní** vytváří podél společné karotidy **společnou karotickou pleteň, plexus caroticus communis**.
- **Větve orgánové** inervují část útrobu krku (štítné žlázy a příštítných tělísek) a srdce (cestou **středního krčního srdečního nervu, n. cardiacus cervicalis medius**, který je součástí krčních srdečních nervů).

Eferentní větve krčně-hrudního ganglia (hvězdčovitého ganglia)

- **Šedé spojovací větve** vstupují do dolních míšních krčních a do horních hrudních nervů (C7-Th3). V jejich předních větvích směřují na horní končetinu.
- **Větev cévní** probíhá podél podklíčkové tepny a vytvářejí **podklíčkovou pleteň, plexus subclavius**. Z pleteně pokračují podél větví podklíčkové tepny a její větve tepny páteřní jako pleteň tepny páteřní. S tepnou páteřní 1) vstupují do lebky a pokračují jako **pleteň bazální** podél tepny bazální a 2) pokračují podél tepen horní končetiny na horní končetinu jako **pleteň tepny axilární, pleteň tepny pažní, pleteň tepny vřetenní a loketní**.
- **Větev orgánová: dolní krční srdeční nerv, n. cardiacus cervicalis inferior** - součást krčních srdečních nervů.

12.3.1.2. Hrudní sympatikus

Pregangliové neurony hrudního sympatiku jsou uloženy v *ncl. intermediolateralis* míšních hrudních segmentů. Axony pregangliových neuronů vstupují cestou předních kořenů míšních nervů, míšních nervů a jejich bílých spojovacích větví do 10 hrudních paravertebrálních ganglií. Z nich vystupují jejich eferentní větve.

Eferentní větve hrudních paravertebrálních ganglií

- **Šedé spojovací větve, rr. communicantes grisei**: Postgangliová sympatická vlákna, která se vracejí do míšních hrudních nervů. Do periferie pokračují v jejich zadních a předních větvích.
- **Větev cévní**: Postgangliová sympatická vlákna, která vytvářející pleteň kolem hrudní aorty - **plexus aorticus thoracicus** a podél jejích nástěnných větví (tepen mezižebních).
- **Větve orgánové**: Postgangliová sympatická vlákna pro hrudní orgány - plíce, jícen a srdce. Pro srdce to jsou **hrudní srdeční nervy, nn. cardiaci thoracici** - součást **srdečních nervů, nn. cardiaci**.
- **Nervy útrobní, nn. splanchnici** (velký útrobní nerv, *n. splanchnicus major* a malý útrobní nerv, *n. splanchnicus minor*) pro břišní orgány. Jsou to pregangliová sympatická vlákna, která procházejí přes hrudní paravertebrální ganglia bez přepojení. Přepojují se teprve v dutině břišní v paravertebrálních gangliích. Útrobní nervy vstupují z hrudníku do břišní dutiny přes bederní část bránice. V dutině břišní vstupují do **pleteně břišní aorty, plexus aorticus abdominalis**.

12.3.1.3. Břišní a pánevní sympatikus

Pregangliové neurony jsou uloženy v *ncl. intermediolateralis* míšních segmentů L1-3. Axony pregangliových neuronů vstupují přes přední větve míšních nervů, míšních nervů a bílá spojovací vlákna do paravertebrálních ganglií bederních, křížových a do nepárového ganglia, kde

dochází k přepojení na neurony postgangliové. Část pregangliových vláken těmito ganglii pouze prochází a interpoluje se teprve v prevertebrálních gangliích.

12.3.2. Parasympatikus, *pars parasympathika*

Dle uložení těl pregangliových neuronů se dělí na (obr. 12.46.):

- **Hlavový parasympatikus:** Pregangliové neurony jsou uloženy v oblasti hlavy - v parasympatických jádrech hlavových nervů kmene mozkového. S výjimkou pasy vláken n. X také oblast hlavy a krku inervují.
- **Sakrální parasympatikus:** Pregangliové neurony jsou uloženy v *ncl. intermediolateralis* postranních rohů sakrálních míšních segmentů.

12.3.2.1. Hlavový parasympatikus

Inervuje hladkou svalovinu, cévy a žlázy v oblasti hlavy a krku. Výjimkou jsou pouze dlouhá pasy vlákna n. X (nervu bloudivého), která hlavu a krk opouštějí, „bloudí“ po dutinách tělních a inervují hrudní a břišní orgány (tlusté střevo po Cannon- Böhmův bod), u muže také varlata. Vlákná hlavového pasy probíhají v hlavových nervech III, VII, IX a X (viz tam).

Charakteristiky pregangliových a postgangliových neuronů hlavového pasy

Těla pregangliových neuronů leží ve kmeni mozkovém - v parasympatických jádrech hlavových nervů III, VII, IX, X: *ncl. parasympathicus n. III - ncl. Edinger-Westphali*, *ncl. parasympathicus n. VII - ncl. salivatorius superior*, *ncl. parasympathicus n. IX - ncl. salivatorius inferior*, *ncl. parasympathicus n. X - ncl. dorsalis nervi vagi*.

Neurity pregangliových neuronů probíhají v hlavových nervech III, VII, IX, X. Pregangliová vlákna n. X jsou dlouhá, dosahují z kmene mozkového až do hrudníku a břicha (u mužů až do skrota).

Těla postgangliových neuronů leží 1) v oblasti hlavy v **parasympatických gangliích mozkových nervů**, 2) mimo oblast hlavy v početných **parasympatických gangliích n. X** vložených do průběhu dlouhých pasy vagových vláken **v dutině hrudní a břišní**.

Krátké neurity postgangliových parasympatických neuronů vystupují v eferentních větvích parasympatických ganglií.

Ganglia hlavového parasympatiku (viz také hlavové nervy)

- **Řasnaté ganglion, *ganglion ciliare*** je uloženo v retrobulbárním prostoru orbity a vsazeno do průběhu **n. III**.
- **Ganglion křídlopatrové, *ganglion pterygoplatinum*** je uloženo v jámě křídlopatrové a vsazeno do průběhu **n. VII**.
- **Ganglion podčelistní, *ganglion submandibulare*** je uloženo na krku v trojúhelníku podčelistním při horním okraji podčelistní žlázy. Vsazeno je do průběhu **n. VII**.
- **Ganglion ušní, *ganglion oticum*** je uloženo pod bází lební zevně od *foramen ovale*. Vsazeno j do průběhu **n. IX**.

Cesta parasympatické inervace hladkých svalů oka (*m. sphincter pupillae, m. ciliaris*)

Ncl. parasympathicus n. III (*ncl. Edinger-Westphali*) - n. III - *ganglion ciliare* - ***m. sphincter pupillae + m. ciliaris***. Kontrakce svěrač panenky způsobuje miózu, kontrakce řasnatého svalu uvolňuje závěsný aparát čočky, tím dojde ke změně optické mohutnosti čočky - jejímu vyklenutí a akomodaci oka pro pohled do blízka.

Cesta parasympatické inervace žlázy slzné, žlázy podčelistní a podjazykové

Z *ncl. salivatorius superior* probíhají pregangliové axony dvojí cestou: 1) parasympatické jádro n. VII (*ncl. salivatorius superior*) - n. VII - *ganglion pterygopalatinum* - **slzná žláza**, 2) parasympatické jádro n. VII (*ncl. salivatorius superior*) - n. VII – *ganglion submandibulare* – **slinná žláza podčelistní a podjazyková**.

Cesta parasympatické inervace žlázy příušní

Ncl. parasympathicus n. IX (ncl. salivatorius inferior) - n. IX - *ganglion oticum* - **žláza příušní**.

Cesta parasympatické inervace orgánů hrudních a orgánů břišních (po Cannon - Böhmův bod)

Parasympatické jádro n. X (*ncl. dorsalis n. vagi*) - n. X – početná ganglia n. X v dutině hrudní a břišní - **příčně pruhovaná svalovina srdeční, hladká svalovina a cévy orgánů hrudních a břišních** (zaživací roura po Cannon-Böhmův bod).

12.3.2.2. Sakrální parasympatikus

Těla **pregangliových neuronů** leží v *ncl. intermediolateralis* sakrální míchy (segmenty S2-5). **Pregangliová vlákna** probíhají následující cestou: přední kořeny sakrálních míšních nervů – sakrální míšní nervy - bílé spojovací větve - parasympatická ganglia uložená v dutině břišní ve stěně zaživací trubice, distálně od Cannon - Böhmova bodu a v malé pánvi v těsné blízkosti orgánů malé pánve.

Těla **postgangliových neuronů** leží v parasympatických gangliích. Krátká postgangliová vlákna inervují **orgány zaživací roury** kaudálně od Cannon-Böhmova bodu a **orgány malé pánve**.

13. SMYSLOVÉ ORGÁNY, *ORGANA SENSUUM*

Náleží k nim **zrakové ústrojí, vestibulární a sluchové ústrojí, čichové ústrojí, chuťové ústrojí a hmatové ústrojí**. O hmatovém ústrojí je pojednáno v kapitole kůže.

13.1. ZRAKOVÉ ÚSTROJÍ, *ORGANUM VISUS*

Zrakové ústrojí je jedním z nejdůležitějších smyslů, který umožňuje vizuální kontakt se zevním prostředím a orientaci v něm. Skládá se z **koule oční** a z **přídavných orgánů očních**.

13.1.1. Koule oční, *bulbus oculi*

Koule (bulbus) oční, *bulbus oculi* je jemným a citlivým párovým orgánem zraku. Před mechanickým poškozením ji chrání uložení v konkavitě kostěné očnice (vystlané tukovým vazivem), překrytí očními víčky a sekrece slz, které svlažují povrch oka a chrání jej před osycháním. Pohyby oční koule zprostředkovávají příčně pruhované svaly, upínající se do bělimy. Množství světla, pronikajícího přes světlolomná prostředí oční na sítnici, regulují hladké svaly duhovky, které mění šířku zornice.

Tvar oční koule, osy bulbu očního

Bulbus má kulovitý tvar s poněkud větším rozměrem předozadním (2,5 cm) než příčným (asi o 1,5 mm menším). Poloměr zakřivení bělimy a rohovky si neodpovídají: zakřivení bělimy v zadní části bulbu je větší (12 mm) než zakřivení rohovky v přední části bulbu (8 mm).

Orientační body a myšlené čáry na bulbu, **běžně používané v klinice**:

- **Přední pól, *polus anterior***: nejventrálnější bod bulbu se nachází na vrcholu klenuté rohovky (*vertex corneae*); **zadní pól, *polus posterior*** - nejdorzálnější bod bulbu leží na bělímě, laterálně od výstupu zrakového nervu.
- **Poledníky, *meridiani***: Probíhají po obvodu bulbu a spojují oba póly koule oční.
- **Rovník, *aequator***: Kruh kolmý na poledníky, vedený přes největší obvod bulbu.
- **Vnější osa oka, *axis bulbi externus*** je představována úsečkou, spojující přední a zadní pól bulbu. Kryje se s **optickou osou, *axis opticus***:
- **Zorná osa oka, *linea visus***: Spojnice pozorovaného bodu se žlutou skvrnou sítnice (místem nejjasnějšího vidění). Prochází středem světlolomných prostředí očních.

Pro orientaci při pohledu na bulbus zepředu je v klinice používána orientace podle číslic ciferníku hodin (obr. 13.29.).

13.1.1.1. Stěna koule oční

Stěna oční koule má 3 vrstvy: zevní **vrstvu vazivovou**, střední **vrstvu cévní** a vnitřní **vrstvu nervovou** (obr. 13.28.).

- Vrstvu vazivovou tvoří vzadu **bělima**, vepředu **rohovka**.
- Vrstvu cévní tvoří vzadu **cévnatka**, vepředu **řasnaté těleso** a **duhovka**.
- Vrstvu nervovou tvoří **sítnice**. Ta má 2 části: zadní část **optickou** a přední část **slepou**.

13.1.1.1.1. Vazivová vrstva, *tunica fibrosa*

(Obr. 13.28.)

Bělima, sklera, sclera (ř. *scleros* - tvrdý, tuhý)

Bělima, sklera, sclera je pevná vazivová struktura, jedna z nejpevnějších vazivových struktur těla. Má bělavou barvu (odtud český název). Tvoří zadních 5/6 povrchu koule oční. Její přední část je kryta spojivkou. Vepředu je do ní - na způsob hodinového sklíčka - vsazena rohovka. Nemá cévy a nervy, jsou v ní však otvory pro cévy a nervy, které skrze ni prostupují k hlubším strukturám stěny bulbu.

Rohovka, kornea, cornea

Rohovka, kornea, cornea (l. *cornu* – roh) tvoří přední 1/6 povrchu bulbu a je zepředu vsazena do bělimy na způsob hodinového sklíčka. Vazivo bělimy přesahuje přes lem rohovky na rohovku a fixuje ji (obdobně jako je fixováno sklíčko ciferníku hodinek). Je bezcévná, za fyziologického stavu průhledná - je součástí **světlolomných prostředí očních**. Povrch rohovky je tvořen epitelem s velmi dobrou regenerační schopností. Pod epitelem je vlastní vazivové stroma rohovky, které již regenerační schopnost nemá. Zevní cirkulární obvod rohovky se nazývá **lem rohovky, limbus corneae**. S ním těsně sousedí cirkulární kanál v bělimě - **venózní splav bělimy, sinus venosus sclerae**. Je souběžný s lemem rohovky a je vystlán endotelem. Komunikuje s přední komorou oční i s žilami cévnatky a spojivky. Do něj je odváděna komorová voda z přední komory oční, která z něj odtéká do žil cévnatky a spojivky.

Klinická poznámka

Posmrtně se rohovka zakalí. Povrchová poranění rohovky, která postihnou pouze její epitel, se díky výborné regenerační schopnosti rohovkového epitelu hojí bez porušení čírosti rohovky. Hlubší poranění rohovky nebo zánět rohovky - **keratitis** (z řeckého *keras* - roh), postihující stroma rohovky, se hojí neprůhlednou rohovkovou jizvou, která znemožňuje průchod světelného paprsku a může mít za následek až slepotu postiženého oka. V současné době je možná transplantace rohovky.

13.1.1.1.2. Cévnatá vrstva, *tunica vasculosa*

(Obr. 13.28.)

Cévnatka, choroidea

Cévnatka, choroidea tvoří zadní 2/3 cévnaté vrstvy bulbu, vepředu na ni plynule navazuje řasnaté těleso. Naléhá na optickou část sítnice a vyživuje její tyčinky a čípky. Tvoří černou komoru pro světločivný aparát. Tvoří ji vazivo, cévy a nervy, obsahuje pigment. Díky pigmentu a náplni krevních cév má hnědočervenou barvu.

Řasnaté těleso, corpus ciliare

Řasnaté těleso, corpus ciliare má tvar „věnečku“ o šířce asi ½ cm. Obsahuje cévy a nervy. Secernuje komorovou vodu. Na svém vnitřním povrchu je řasnatě zprohýbáno (odtud český i latinský název, l. *ciliaris* - řasnatý). Zadní plochou naléhá na slepou část sítnice. Obsahuje hladký řasnatý sval, *m. ciliaris*, inervovaný parasympaticky z n. III. Kontrakce svalu akomoduje oko k vidění do blízka.

Duhovka, iris

Duhovka, iris tvoří přední část cévnaté vrstvy očního bulbu a svou zadní plochou naléhá na slepou část sítnice. Má tvar mezikruží. Vnitřní obvod mezikruží ohraničuje otvor v duhovce, zvaný **zornice - panenka - pupila, pupilla** (l. *pupilla* - panenka). Zevní obvod mezikruží tvoří přechod mezi duhovkou a řasnatým tělesem. Duhovka volně vyčnívá do prostoru mezi zadní plochou rohovky a přední plochou čočky a dělí tento prostor v přední a zadní komoru oční, **camera bulbi anterior et posterior**. Komorový mok, secernovaný řasnatým tělesem, protéká přes pupilu ze zadní komory oční do přední komory oční. Řídké kolagenní vazivo duhovky,

stroma iridis obsahuje pigmentové buňky (jejich množství určuje barvu duhovky). Duhovka má početné tepny (kruhovitě uspořádané po zevním a vnitřním obvodu duhovky ve **velký a malý tepenný duhovkový okruh**, *circulus arteriosus iridis major et minor*), obsahuje 2 hladké svaly: 1) **zornicový svěrač**, *m. sphincter pupillae* inervovaný parasympaticky z n. III; při jeho kontrakci dochází k mióze - zúžení pupily a 2) **rozvěrač duhovky**, *m. dilatator pupillae* inervovaný krčním sympatikem; při jeho kontrakci dochází k mydriáze - rozšíření pupily (obr. 13.38.).

13.1.1.1.3. Nervová vrstva, *tunica nervosa*

Sítnice, *retina* (obr. 13. 28.,13.37.)

Sítnice, *retina* je součástí zrakového mozku (ten je součástí mezimozku). Má 2 části.

- **Optickou část, *pars optica***: Optická část tvoří zadní část sítnice, obsahuje světločivné elementy a nervové buňky a slouží k vidění. Naléhá zevnitř na cévnatku. Při oftalmoskopickém vyšetření má barvu červeno-oranžovou: barva je podmíněna náplní cév cévnatky a množstvím pigmentu v pigmentové vrstvě sítnice.
- **Slepou část, *pars caeca*** (l. *caecus* - slepý, nevidoucí) neboli **řasnatou a duhovkovou část, *pars ciliaris et iridica***: Slepá část tvoří přední část sítnice, která naléhá zezadu na řasnaté těleso a duhovku. Neobsahuje světločivné elementy a k vidění neslouží.

Na rozhraní cévnatky a řasnatého tělesa v sebe obě části sítnice přecházejí v **zoubkovaném okraji, *orra serrata***.

Histologicky má sítnice 2 vrstvy - zevní **vrstvu pigmentovou, *pars pigmentosa*** a vnitřní **vrstvu nervovou, *pars nervosa***.

Vrstva pigmentová je dobře vytvořena v celém rozsahu sítnice. Její buňky obsahující pigment.

Vrstva nervová je dobře vyvinuta pouze v rozsahu optické části sítnice, kde obsahuje 3 vrstvy nervových buněk: 1) vrstvu světločivných buněk - **tyčinek a čípků** (jde o vrstvu nejvíce odvrácenou od pronikajícího světelného paprsku), 2) vrstvu bipolárních neuronů, jejichž soubor tvoří **ganglion sítnice, *ganglion retinae***, 3) vrstvu gangliových neuronů, jejich soubor tvoří **ganglion zrakové, *ganglion optici***; neurity buněk ganglia vystupují ze zadní části bulbu očního jako **zrakový nerv, n. opticus**. Nervové elementy sítnice tvoří 1.- 3. neuron zrakové dráhy (viz tam). V rozsahu slepé části sítnice, je nervová vrstva výrazně redukována, obsahuje pouze buňky podpůrné, kdežto světločivné a nervové elementy chybí.

Klinická poznámka

Čípky slouží k barevnému vidění, tyčinky k černobílému vidění (důležité jsou při vidění za šera). V sítnici existují 3 druhy čípků, přičemž každý z nich rozlišuje jednu ze 3 základních barev - červenou, zelenou, modrou. Při vrozeném chybění čípků v sítnici dochází k poruše barevného vidění. Při úplném chybění čípků vidí postižený člověk okolí pouze černobíle, mluví se o úplné **barvosleposti** (daltonismu). Taková porucha je však velmi vzácná. Daleko častější je chybění pouze jednoho druhu čípků pro jednu základní barvu (nejčastěji pro barvu zelenou nebo červenou, vzácně pro barvu modrou). Poruchy barevného vidění jsou častější u bílé než u černé rasy a podstatně častější u mužů než u žen: u bílé rasy postihují asi 8% mužů a pouhého 0,5% žen. Vrozená porucha barevného vidění je poruchou dědičně recesivní, vázánou na X chromozom. Ten mají muži pouze jeden, kdežto ženy dva: u nich je obvykle porucha vázána pouze na jeden X chromozom, kdežto druhý X chromozom je „zdravý“. Proto se u mužů porucha barvocitu klinicky projevívá vždy, kdežto ženy bývají obvykle pouze přenašečkami této poruchy. Ke klinické manifestaci poruchy barevného vidění u žen dochází vzácně - pouze tehdy, jsou-li poruchou postiženy oba jejich X chromozomy.

Oční pozadí, *fundus oculi* (obr. 13.30.)

Jako **oční pozadí, *fundus oculi*** se označuje zadní část sítnice, přístupná pohledu při oftalmoskopickém vyšetření (viz dále). Na očním pozadí jsou viditelné následující útvary:

- **Diskus (papila) zrakového nervu, *discus nervi optici*:** kruhový terčík (o průměru cca 1,5 mm), uložený na očním pozadí mediálně. Je místem výstupu zrakového nervu z bulbu očního. Má bělavou barvu a uprostřed prohlubeň, *excavatio disci*. Z disku hvězdovitě vybíhají krevní cévy (větve *a. centralis retinae et v. centralis retinae*).
- **Žlutá skvrna, *macula lutea*** je kruhovitý až oválný terčík (o průměru cca 3 mm), uložená asi 1/2 cm laterálně od disku zrakového nervu. Má červenou barvu, žlutě zbarvena je pouze na mrtvém. V jejím okolí nejsou krevní cévy. Uprostřed je prohloubená (*fovea centralis*). Prohlubeň makuly je místem nejjasnějšího vidění, což je dáno vysokou koncentrací čípků.

Klinická poznámka

K vyšetření očního pozadí zrakem se používá **oftalmoskopu** nebo **štěrbinové lampy**. Při **oftalmoskopickém vyšetření** má oční pozadí barvu červeno-oranžovou, podmíněnou náplní cév cévnatky a množstvím pigmentu v pigmentové vrstvě sítnice. U černochů obsahují pigmentové buňky sítnice více pigmentu než u bělochů, proto je barva očního pozadí u černochů sytější. Vyšetření očního pozadí je důležitou diagnostickou metodou. Hodnotí se např.

- Vzhled cév očního pozadí (jejich průběh a náplň). Změny jsou patrné například u hypertoniků nebo u pacientů s nitrolební hypertenzí, kde zvýšený nitrolební tlak moku mozkomíšního vede k městnání likvoru mezi obaly zrakového nervu (v subarachnoidálním prostoru) a tím ke ztíženému odvodu žilní krve z *v. centralis retinae* a zvýšení její žilní náplně.
- Vzhled disku zrakového nervu. Změny jsou patrné např. při demyelinizaci axonů zrakového nervu u roztroušené sklerózy mozkomíšní, zánětu zrakového nervu, při nitrolební hypertenzi (u nádorů mozkových), kdy se prohlubeň disku vyrovnává s úrovní okolí, případně se nad okolí vyklenuje (vyklenování se měří v dioptriích).

13.1.1.2. Obsah bulbu očního

Obsahem bulbu očního je **čočka, komorová voda** a **sklivec**. Komorová voda je obsažena v **přední a zadní komoře oční**, sklivec je obsahem **komory sklivcové**. Za fyziologických poměrů jsou všechny vyjmenované struktury číré a společně s rohovkou tvoří **světlolomná prostředí oční**, kterými prochází světelný paprsek přes zornici k optické části sítnice.

13.1.1.2.1. Čočka, *lens*

Čočka, *lens* je umístěna uvnitř očního bulbu, za duhovku (obr. 13.28.). Je průhledná (součást světlolomných prostředí očních), zavěšená prostřednictvím **závěsného aparátu, *zonula ciliaris*** (tenkých vazivových vláken) na řasnatém tělese. Čočka lidského oka je fyzikálně spojku. Je pružná a dovede měnit svůj předozadní rozměr - vyklenovat se a oplošťovat, a tím měnit svou optickou mohutnost. K tomu dochází při změnách napnutí vláken, na nichž je čočka zavěšena. Napnutí vláken závěsného aparátu čočky reguluje **řasnatý sval, *m. ciliaris*** (hladký sval v řasnatém tělese):

- Stah řasnatého svalu posune řasnaté těleso dopředu a uvolní závěsný aparát čočky, což vede k vyklenutí čočky a zvětšení její optické mohutnosti - čočka **akomoduje k vidění do blízka**.
- Při uvolnění řasnatého svalu se řasnaté těleso vrátí do původní polohy (tj. posune dozadu), závěsný aparát čočky se napne a čočka se oploští - **akomoduje k vidění do dálky**.

Klinická poznámka

S postupem věku pružnost čočky, a tím i akomodační schopnost oka, klesá. Mluví se o **stařecké tupozrakosti**. S přibývajícím věkem se snižuje také průhlednost čočky, u některých jedinců výrazně - vzniká **katarakta**, šedý zákal. Silná katarakta vede k neprůhlednosti čočky a k oslepnutí postiženého oka. Optická mohutnost čočky činí +17 - +20 dioptrií. Dříve se při operaci šedého zákalu čočka odstraňovala bez náhrady a po operaci bylo nutno její ztrátu korigovat brýlemi (o optické mohutnosti + 10-12 dioptrií, tedy menší než měla čočka, poněvadž

„spojka“ brýlí byla umístěna asi 1 cm před kouli oční). V současné době se při operaci katarakty zakalená čočka nahrazuje transplantátem, umístěným na původní místo do nitra bulbu.

13.1.1.2.2. Komory oční, *camerae bulbi*

Komory oční, *camerae bulbi* jsou 3: **přední komora oční, zadní komora oční, sklivcová komora** (obr. 13. 28.). Všechny jsou uzavřenými prostory uvnitř bulbu a jejich obsah - komorová voda a sklivec - patří k světlolomným prostředím očním.

- **Přední a zadní oční komora, *camera bulbi anterior et posterior***

Přední komora (prostornější než komora zadní) je prostor mezi zadní plochou rohovky a přední plochou duhovky. Zadní komora (štěrbínovitá, tvaru mezikruží) je prostor mezi zadní plochou duhovky a přední plochou čočky a jejím závěsným aparátem. Obě komory spolu komunikují přes zornici.

Jejich obsahem je **komorová voda, *humor aquosus***. Komorová voda je čirá tekutina, celoživotně secernována řasnatým tělesem do zadní komory oční. Přes zornici odtéká do přední komory oční a z ní do venózního splavu bělimy. Odtud teče do krve žil cévnatky a spojivky. Produkce, průtok a odtok komorové vody se označuje jako **cirkulace komorové vody**.

- **Sklivcová komora, *camera bulbi vitrea***

Je nejprostornější z očních komor. Jde o velký prostor v zadní části bulbu za zadní plochou řasnatého tělesa a za závěsným aparátem čočky vyplněný sklivcem, ***corpus vitreum***. Sklivec je čirá, průhledná a bezbarvá huspeninovitá hmota. Nemá regenerační schopnost, tvoří se pouze v embryonální době. Tonus sklivce udržuje tvar koule oční.

Klinická poznámka

Fyziologicky je tvorba a odtok komorové vody v rovnováze. Při poruše odtoku komorové vody dochází k jejímu městnání uvnitř bulbu očního - v zadní a přední komoře, a v důsledku toho k zvýšení nitroočního tlaku. Zvýšený nitrooční tlak může vést k vývoji **zeleného zákalu - glaukomu**. Při glaukomu způsobuje vysoký nitrooční tlak útlak zrakového nervu a tím postupnou ztrátu zraku.

Při penetrujícím poranění bulbu je ztráta sklivce kompenzována komorovou vodou.

13.1.1.2.3. Světlolomná prostředí oční

Pod tímto pojmem se rozumějí všechny čiré a průhledné struktury a tekutiny bulbu očního, jimiž prochází světelný paprsek na sítnici. Patří k nim: **rohovka, čočka, komorová voda a sklivec**.

13.1.1.3. Krevní cévy a nervy bulbu očního

Tepny

Jsou větvemi **oční tepny, *a. ophthalmica*** (která je konečnou větví vnitřní krkavice).

Oční tepna vydává pro oční kouli tyto větve:

1) Centrální tepnu sítnice, *a. centralis retinae*: zanořuje se (asi 1 cm za bulbem) do nervus opticus a v něm probíhá zezadu k bulbu. Při vstupu do bulbu se dělí ve větve, které vyživují sítnici (s výjimkou vrstvy tyčinek a čípků, která je vyživována z cév cévnatky). Větvení je viditelné na očním pozadí.

2) Zadní krátké řasnaté tepny, *aa. ciliares posteriores breves*: 10-20 větviček, které zezadu prorážejí sklěru (v okolí výstupu n. opticus). Vstupují do cévnatky a rozvětvují se v ní. Zásobují vrstvu tyčinek a čípků optické části sítnice.

3) Zadní dlouhé řasnaté tepny, *aa. ciliares posteriores longae*: 2 tepny, které, stejně jako předchozí tepny, prorážejí zezadu bělimu a poté probíhají podél cévnatky (v perichoridálním prostoru) k řasnatému tělesu a duhovce, které vyživují.

Rohovka, bělima a čočka jsou bezcévné.

Žíly

Doprovázející tepny bulbu a mají s nimi shodné názvosloví.

Výjimkou jsou **vírové žíly**, *vv. vorticosae*, které nedoprovázejí tepny a probíhají samostatně. Každá z nich sbírá krev z jednoho ze 4 zadních kvadrantů bulbu očního za ekvátorem a opouští bulbus samostatným otvorem v bělímě, který je lokalizován v příslušném kvadrantu bulbu.

Ze žil bulbu odtéká krev do **žil očníchových**, *v. ophthalmica superior et inferior*.

Inervace bulbu

- Senzitivní inervaci bulbu obstarává n. **V/1**. Senzitivně je inervována rohovka.
- Vlákna vegetativní - parasymptická a sympatická - inervují hladké svaly oka a cévy bulbu. Parasymptikus inervuje svěrač zornice a řasnatý sval, sympatikus inervuje rozvěrač zornice.

Klinická poznámka

Anestezie bulbu očního se provádí infiltrací anestetika do okolí ganglion ciliare. Vpich jehlou se vede ze zevního koutku oka šikmo mediálně dozadu, do retrobulbárního prostoru orbity (do hloubky cca 35-50 mm), kde je ganglion uloženo.

13.1.2. Přídavné orgány oční

13.1.2.1. Víčka, *palpebrae*

Víčka, *palpebrae* jsou zevně kryta jemnou kůží, zevnitř spojivkou. Vyztužena jsou obloučkovitými vazivovými **víčovými ploténkami** (*tarsus superior et inferior*).

Svaly víček:

- **Víčková část kruhového svalu očního** (součást mimických svalů): zavírá štěrbinu oční. Inervována je z n. **VII**.

Při periferní obrně n. VII nelze z poruchy funkce svalu oko zavřít.

- **Zvedač horního víčka**, *m. levator palpebrae superioris* se upíná do horního víčka: zvedá horní víčko - otvírá štěrbinu oční. Inervován je z n. **III**.

Při obrně n. III nelze horní víčko zvednout - tedy oko otevřít.

13.1.2.2. Spojivka, *conjunctiva*

Spojivka, *conjunctiva* je jemná sliznice, která má 2 části: jedna z nich kryje zadní plochu víček, druhá kryje přední plochu bulbu očního, tj. bělimu až k rohovce. Mezi oběma částmi je vytvořen štěrbinovitý prostor - **spojivkový vak**, *fovea conjunctivae*. Senzitivně je spojivka inervována prostřednictvím n. V: spojivku horního víčka a spojivku kryjící bělimu inervuje n. **V/1**, spojivku dolního víčka n. **V/2**.

13.1.2.3. Slzný aparát, *aparatus lacrimalis*

Slzný aparát, *aparatus lacrimalis* se skládá ze slzné žlázy a odvodných cest slzných (obr. 13. 35.)

- **Slzná žláza**, *glandula lacrimalis* secernuje slzy (*l. lacrimae*), které jsou z ní několika krátkými vývody odváděny do spojivkového vaku. Uložena je zevně pod stropem orbity, v mělké kostěné jamce (viz lebka). Inervována je parasympticky z n. III, sympaticky z krčního sympatiku.

- **Odvodné cesty slzné** začínají ve vnitřním koutku oka a končí vyústěním do dolního průchodu nosního. Odvádějí slzy ze spojivkového vaku do dutiny nosní. Postupně je tvoří:
 - **Slzné otvůrky, *puncta lacrimalis***: 2 drobné otvůrky na **slzné papila** - vyvýšenině spojivkového okraje horního a dolního víčka v mediálním koutku oka.
 - **Slzné kanálky (horní a dolní slzný kanálek, *canalis lacrimalis superior et inferior*)**: úhlovitě zahnuté kanálky navazují na slzné otvůrky.
 - **Slzný vak, *saccus lacrimalis*** (ř. *dakryocystis*): rozšířená část odvodných slzných cest, do které ústí slzné kanálky. Uložen je v jamce na mediální stěně kostěné očnice.
 - **Slzovod, *ductus nasolacrimalis***: kanálek dlouhý cca 2,5 cm, který navazuje na slzný vak a ústí do dutiny nosní v dolním průchodu nosním. Probíhá v kostěném kanálku, který propojuje očnici s nosní dutinou.

Slzy jsou secernovány slznou žlázou do spojivkového vaku a pohyby bulbu roztírány po povrchu bulbu, který svlažují.

Porucha sekrece slz při obrně n. VII vyvolává vysychání očního bulbu, který je proto nutno chránit svlažováním fyziologickým roztokem. Přebytek slz je odváděn odvodnými slznými cestami do nosní dutiny (při pláči tedy „smrkáme“ slzy).

13.1.2.4. Očnicové svaly, *mm. bulbi*

Sedm příčně pruhovaných svalů, motoricky inervovaných okohybnými nervy III, IV, VI. (obr. 13.32., 13.33.) Svaly začínají ve hrotu kostěné očnice od **vazivového kroužku, *anulus tendineus*** (s výjimkou dolního šikmého svalu, který začíná od dolní stěny orbity). Patří k nim: **zvedač horního víčka, *m. levator palpebrae superioris*** a **6 okohybných svalů**: 4 svaly přímé, *mm. recti* + 2 svaly šikmé, *mm. obliqui*:

- **Zvedač horního víčka, *m. levator palpebrae superioris*** (inervace n. III): zvedá horní víčko.
- **Přímý sval horní a dolní, *m. rectus superior et inferior*** (inervace n. III): přímý horní sval otáčí bulbem nahoru, přímý dolní sval dolů.
- **Vnitřní přímý sval, *m. rectus medialis*** (inervace n. III) otáčí bulbem mediálně
- **Zevní přímý sval, *m. rectus lateralis*** (inervace n. VI) otáčí bulbem laterálně.
- **Šikmý sval horní, *m. obliquus superior*** (inervace n. IV) otáčí bulbem dolů zevně
- **Šikmý sval dolní, *m. obliquus inferior*** (inervace n. III) otáčí bulbem nahoru zevně.

Podrobněji viz hlavové nervy.

13.1.2.5. Vazivový aparát očnice

- **Tukové těleso očnice, *corpus adiposum orbitae***: Tuková tkáň, vyplňující v očnici prostory mezi svaly, cévami a nervy. Tvoří pružné lůžko pro bulus oční.
- **Periorbita**: zesílený periost orbity, který nelze pevně ke kostem.
- **Pouzdro (pochva) bulbu, *vagina bulbi (capsula Tenonis)***: Tvoří v očnici vazivové pouzdro kolem koule oční a má funkci kloubní jamky, v níž se bulbus pohybuje.

13.1.3. Krajina očnicová, *regio orbitalis*

Krajina očnícová, regio orbitalis je krajina v rozsahu kostěné orbity. Patří mezi krajiny obličejové části hlavy. Její povrchovou hranici tvoří hmatný kostěný okraj očníce (obr. 13.31.). Dělí se na:

- Povrchovou část - **krajinu víčkovou, regio palpebralis**. Jejím obsahem je horní a dolní víčko.
- Hlubokou část - **očníci**: Stěny tvoří kostěná očníce. Je vystlána zesíleným periostem, *periorbitou*. Veškerý volný prostor v orbitě vyplňuje tukové těleso orbity. Orbita se dělí v:
 - **Přední část**, která obsahuje kouli oční a slzné ústrojí
 - **Zadní část** (za koulí oční) - **retrobulbární prostor orbity**: obsahuje okohybné svaly a nervy, n. II, cévy a tukové vazivo. Retrobulbární prostor se topograficky dělí ve 3 horizontální etáže: **etáž horní, střední a dolní**. **Dělení na etáže plně koresponduje s MR a CT obrazy očníce (obr. 13.34.)**.
 - **Horní etáž**: Prostor mezi periorbitou stropu očníce a zvedačem horního víčka.
 - **Střední etáž**: Prostor mezi horním přímým svalem a zrakovým nervem (včetně). Je nejbohatší na cévy a nervy.
 - **Dolní etáž**: Prostor mezi zrakovým nervem a dolní stěnou orbity.

13.1.4. Dráha zraková

Čtyřneuronová smyslová dráha. Nemá klasickou stavbu senzitivních drah. Její prvé 3 neurony jsou obsaženy v sítnici a jsou součástí zrakového mozku (obr. 11.51.,13.36.).

- 1. neuron tvoří **světločivné elementy** sítnice - **tyčinky a čípky**.
- 2. neuron tvoří **neurony** druhé vrstvy sítnice, jejich soubor se nazývá **ganglion sítnice, ganglion retinae**.
- 3. neuron tvoří **gangliové neurony** třetí vrstvy sítnice, které tvoří **ganglion zrakové, ganglion optici**. Neurity buněk zrakového ganglia vystupují ze sítnice cestou **zrakového nervu**, pokračují do **zrakového traktu a zrakového křížení, n. opticus, tractus opticus et chiasma optimum** a končí ve specifickém sensorickém thalamu (v kolínkovitých laterálních tělesech, *corpora geniculata lateralia*).
 - **Zrakový nerv** vede neurity neuronů zrakového ganglia ze sítnice stejnostranného oka. Sítnici i zorné pole lze rozdělit na poloviny (polovinu mediální - nazální a polovinu laterální - temporální), každou polovinu potom na kvadranty: horní a dolní mediální kvadrant + horní a dolní laterální kvadrant. Mediální poloviny sítnice odpovídají druhostranným, tedy laterálním laterálním polovinám zorných polí a opačně.
 - Ve **zrakovém křížení, chiasma optimum** dochází ke křížení vláken z mediálních polovin sítnic obou očí (odpovídajících laterálním polovinám zorných polí), kdežto vlákna z laterálních polovin sítnic obou očí (odpovídajících mediálním polovinám zorných polí) zůstávají nezkřížena.
 - **Tractus opticus** vede vlákna ze stejnostranných polovin sítnic obou očí - tj. pravý z pravých polovin sítnic (z levých polovin zorných polí), levý z levých polovin sítnic (z pravých polovin zorných polí).
- 4. neuron - neuron **thalamo-kortikální** spojuje jádra zevních kolínkovitých těles (řadí se k specifickým sensorickým jádrům thalamu) s primární zrakovou kůrou – **Brodmannovým políčkem 17** (okcipitální kůra vnitřní plochy hemisféry v okolí žlábků ostruhového, *sulcus calcarinus*).

Klinická poznámka

Poškození neuronů zrakové dráhy a poruchy vizu:

- Poškození sítnice nebo *n. opticus*: **amauróza** - slepota příslušného oka.
- Poškození *chiasma opticum*: poškození zkřížených vláken chiasmatu je častější (obvykle při nádorech hypofýzy) a má za následek **bitemporální hemianopsii** - výpadek temporálních polovin zorných polí (nazálních - vnitřních polovin sítnice) - jde o zúžené „trubicovité“ vidění. Bilaterální poškození nezkrížených vláken chiasmatu je méně časté a má za následek **binasální hemianopsii**: výpadek nazálních polovin zorných polí (temporálních - zevních polovin sítnice).
- Poškození *tractus opticus* má za následek **homonymní hemianopsii** - výpadek druhostranných ½ zorných polí (tedy stejnostranných polovin sítnice).
- Poškození posledního neuronu dráhy: Obvykle nejsou postižena všechna vlákna dráhy, ale pouze jejich část. Následkem je potom **kvadrantová homonymní hemianopsie** - výpadek horních nebo dolních kvadrantů druhostranných ½ zorných polí.
- Bilaterální poškození primární zrakové kůry vede ke **korové slepotě** - neuvědomování si viděného.

13.1.5. Zornicové reflexy

Při osvětlení oka dochází k reflexní kontrakci zornicového svěrače a zúžení - **mióze** zornice. V šeru se naopak zornice reflexně roztáhnou (díky kontrakci rozvěrače zornice), dochází k jejich rozšíření - **mydriáze**. Mióza a mydriáza jsou výsledkem **zornicových - pupilárních reflexů: reflexu miotického a mydriatického** (obr. 13.38.-13.40.).

Zornicové reflexy jsou realizovány **drahami zornicových reflexů**. Dráha miotického i mydriatického reflexu je tvořena 7 neurony a vytváří **reflexní oblouk**. **Receptory, aferentní rameno a centrum dráhy** jsou u obou reflexů shodné, **eferentní rameno a cílový orgán** jsou odlišné.

- **Receptorem** obou reflexů jsou světločivné elementy sítnice - tyčinky a čípky.
- **Aferentní rameno** obou reflexů tvoří 1, 2. a 3. neuron zrakové dráhy (3. neuron končí v laterálním kolínkovitém tělese, *corpus geniculatum laterale*).
- **Centrum reflexů** leží ve středním mozku (*area praetectalis*).
- **Eferentní rameno miotického reflexu** prochází cestou **hlavového parasymptiku**, eferentní rameno mydriatického reflexu cestou **krčního sympatiku**.
- **Cílovým orgánem miotického reflexu** je **svěrač zornice** (inervovaný parasymptickými vlákny III. hlavového nervu), **cílovým orgánem mydriatického reflexu** je **rozvěrač zornice** (inervovaný prostřednictvím krčního sympatiku).

Klinická poznámka

Vyšetření **pupilárního miotického reflexu** patří do základního schématu neurologického vyšetření: po posvícení do oka baterkou se v normě zornice zúží. Ztuhlá, široce mydriatická zornice, nereagující na osvětlení, bývá příznakem útlaku kmene mozku. Špendlíkovitá miotická zornice může značit otravu opiáty. Mydriázu lze vyvolat medikamentózně pomocí parasymptikolytika (obvykle atropinových kapek), lokálně vpraveného do spojivkového vaku. Provádí se před vyšetřením očního pozadí štěrbinovou lampou (tzv. „rozkapání oka“).

13.2. ÚSTROJÍ ROVNOVÁŽNÉ A SLUCHOVÉ, ORGANUM VESTIBULOCOCHLEARE

Sluchové a rovnovážné (statické) ústrojí je tvořeno **zevním, středním a vnitřním uchem**.

13.2.1. Zevní ucho, *auris externa*

K zevnímu uchu náleží **boltec ušní, zevní zvukovod a bubínek**.

13.2.1.1. Boltec ušní, *auricula*

Tvar **boltece ušního** nese u člověka společné morfologické znaky, v detailech však vykazuje rasové a individuální charakteristiky, které detailně popisuje antropologie. Horní okraj boltce má ležet ve výši kořene nosu, v normě je boltec připojen k hlavě v úhlu 20-40 stupňů (obr. 13.4.-13.6).

Klinická poznámka: Součástí některých genetických syndromů je nízké nasazení boltce ušního. Odstávající ušní boltce jsou předmětem zásahu plastických chirurgů.

Podkladem větší horní a širší části boltce je elastická chrupavka, dolní menší a užší část boltce se nazývá **lalůček ušní** (*lobulus auriculae*) a nemá chrupavčitý podklad. Povrch boltce je kryt kůží, která je na přední ploše chrupavčité části boltce neposunlivá, na zadní ploše chrupavčité části boltce a na celém lalůčku posunlivá.

Chrupavčitá část boltce má členitý reliéf prohlubní a vyvýšenin - valů a hrbolků. Hluboká prohlubeň uprostřed boltce má mušlovitý tvar (*concha auriculae*, l. *concha* - mušle). Na jejím dně je **vchod zevního zvukovodu**, *porus acusticus externus*, který pokračuje do **zevního zvukovodu**, *meatus acusticus externus* (obr. 13.7.-13.8.).

Kaudální obvod konchy ohraničují 2 hrbolky: zepředu **tragus** - který zčásti překrývá vchod do zevního zvukovodu (l. *tragus* - kozlík: název odvozen od chloupků při vstupu do zvukovodu - *barbula tragi*, podobných bradce kozla), na laterálním obvodu konchy zezadu **antitragus** („protikozlík“), který, jak název napovídá, stojí proti tragu. Okraj boltce tvoří po zevním obvodu vyvýšený val, **helix** (l. *helix* - závit) a mediálně od něj s ním souběžný žlábek (nejhlubší kraniálně), **scapha** (l. *scapha* - loďka).

V horní části helixu je individuálně vyvinutý **Darwinův hrbolek** - fylogenetický rudiment zašpičatění zvířecího boltce ušního. Nadměrně vyvinutý je atavismus.

Svaly boltce ušního patří ke svalům mimickým. U člověka jsou vyvinuty rudimentárně a funkčně jsou nepodstatné. Inervovány jsou z n. VII (viz speciální myologie, I. díl). Dělí se na: 1) vlastní svaly boltce se začátkem a úponem na chrupavčité části boltce; u zvířat mění tvar boltce, 2) zevní svaly boltce, začínající na chrupavčité části boltci a upínající se na lebku v okolí boltce; u zvířat pohybují boltcem, u člověka je tato schopnost zachována výjimečně a v malé míře (atavismus).

Tepny boltce jsou větvemi zevní karotidy, žíly boltce doprovázejí tepny a patří do povodí zevní jugulární žíly. Lymfa odtéká do uzlin hlavy (**nn. parotidei, nn. retroauriculares**). Senzitivní inervaci boltce obstarávají hlavové nervy (n. V/3, VII, X) a krční pleteň.

13.2.1.2. Zevní zvukovod, *meatus acusticus externus*

Zevní zvukovod má trubicovitý útvar, v horizontální rovině je esovitě zakřiven. Při **vchodu do zevního zvukovodu**, *porus acusticus externus* jsou u dospělých mužů chlupy, *barbula tragi*. Předěl mezi zevním zvukovodem a dutinou středoušní tvoří **bubínek**. Podkladem zvukovodu je v zevní části chrupavka, ve vnitřní části „kornoutovitá“ **bubínková kost**, *os tympanicum*. U novorozence je vyvinuta rudimentárně jako **bubínkový kroužek**, *anulus tympanicus*. „Kornout“ bubínkové kosti se vyvíjí teprve postnatálně (viz osteologie, kost spánková). Zevní zvukovod je vystlán neposunlivou kůží. V ní jsou apokrinní žlázy, *glandulae ceruminosae*, které produkují **ušní maz**, *cerumen* (jeho specifická „vůně“ odpuzuje hmyz).

Klinická poznámka

Esovitě zakřivení zvukovodu brání pohledu na šikmo skloněný bubínek. K zpřístupnění bubínku pohledem je při **otoskopickém vyšetření** (ORL vyšetření zevního zvukovodu a bubínku zrakem za pomoci ušního zrcátka a světelného zdroje) třeba zakřivení zvukovodu vyrovnat tahem za boltec ušní nahoru a dozadu. V této poloze se potom zvukovod zafixuje vsunutím trychtýřovitého kovového ušního zrcátka. Přední plocha zvukovodu má vztah k čelistnímu kloubu - pohyby hlavičky mandibuly lze palpovat na přední stěně zvukovodu prstem vsunutým do zvukovodu, nebo prstem přiloženým před tragem ušního boltce.

Tepny jsou větvemi zevní krkavice, **žilní krev** odtéká do zevní hrdelní žíly. **Lymfatická drenáž** je stejná jako u ušního boltce. **Senzitivní inervaci** zprostředkují hlavové nervy V/3 a X.

13.2.1.3. Bubínek, *membrana tympani*

Tvoří hranici mezi zevním zvukovodem a dutinou středoušní a vytváří většinu její **zevní (bubínkové) stěny**, *paries membranaceus*. Obvod bubínku je zde vsazen do kostěného žlábků bubínkové kosti (obr. 13.10.).

Bubínek je postaven šikmo - skloněn dopředu a dolů - takže dolní stěna zevního zvukovodu svírá s bubínkem ostrý úhel. U malých dětí je sklon ještě větší, takže bubínek je uložen téměř horizontálně s dolní stěnou zevního zvukovodu.

V normě má bubínek naředlou barvu a je poloprůhledný. Je oválný (rozměry 9 x 10 mm), má tloušťku 0,1 mm a má vzhled mělké nálevky, jejíž vrchol, *umbo membranae tympani* je vtažen do dutiny středoušní. Bubínek má 2 části: menší horní, málo napjatou a tenkou část, *pars flaccida* - *Shrapnellova membrána* (l. *flaccidus* - ochablý) a větší dolní, napjatou a silnější část (*pars tensa*; l. *tensus* - napjatý).

Podkladem bubínku je vazivo (chybí pouze v jeho horní části, tím je také dáno ztenčení horní části bubínku), po obvodu je vyztužen vazivovou chrupavkou. Na zevní (zvukovodové) straně je kryt jemnou kůží, na vnitřní (středoušní) straně sliznicí dutiny středoušní.

Syntopické vztahy bubínku k zevnímu zvukovodu, středoušním kůstkám a svalům středního ucha jsou **klinicky důležité**.

Tepny bubínku jsou větvemi zevní i vnitřní karotidy, žilní krev odtéká do zevní hrdelní žíly. Lymfatická drenáž je stejná jako u ušního boltce a zevního zvukovodu. Senzitivní inervaci boltce ušního obstarává n. V/3 a n. IX: bubínek, stejně jako zevní zvukovod je velmi citlivý.

Klinická poznámka

Otoskopický obraz bubínku /ř. *us* - ucho, genitiv *otos*/, tj. obraz bubínku při pohledu ze strany zevního zvukovodu za použití ušního zrcátka a světelného zdroje. Při vyšetření je nutno táhnout boltec ušní nahoru a dozadu k vyrovnání zakřivení zevního zvukovodu. Pro potřeby kliniky se bubínek dělí na 4 **kvadranty**: horní přední a zadní a dolní přední a zadní. V normě je bubínek naředlý a poloprůhledný (často jím prosvítá středoušní obsah - středoušní kůstky). Je na něm patrné nálevkovité vtažení bubínku, *umbo* do středoušní dutiny (je podmíněno klidovým tonem středoušního svalu - napínače bubínku, který se upíná na rukojeť kladívka, přirostlou na bubínek (při kontrakci svalu se „nálevka“ bubínku prohlubuje). V dolním předním kvadrantu bubínku je patrný trojúhelníkový **světelný reflex** (odraz světelného zdroje) s vrcholem kranálně při *umbo* a sází kaudálně.

Otoskopický obraz bubínku se mění za patologických stavů. Při zánětu středoušní dutiny (**otitis media**), kdy středoušní dutina obsahuje zánětlivý výpotek - serózní nebo hnisavý - ztrácí bubínek transparenční a šedavou barvu, mizí *umbo* - bubínek je naopak vyklenut do zevního zvukovodu, chybí světelný reflex.

Paracentéza: Propíchnutí bubínku speciálním hrotnatým nástrojem tvaru „kopíčka“. Provádí se při zánětu středního ucha, za účelem vypuštění zánětlivé tekutiny ze středoušní, striktně v dolním zadním kvadrantu bubínku, poněvadž zde nehrozí poranění žádných středoušních útvarů a vytvořený otvor je uložen dostatečně nízko, aby zastihl hladinku zánětlivé tekutiny a ta mohla ze středoušní odtékat do zevního zvukovodu, a jím navenek.

13.2.2. Střední ucho, *auris media*

Ke **střednímu uchu** náleží **dutina středoušní** (bubínková), **sluchová** (Eustachova) **trubice**, **bradavčitá předsíň** a **bradavčité sklípky** (obr. 13.14., 13.15.).

13.2.2.1. Dutina středoušní, *cavum tympani*

Dutina středoušní (bubínková), *cavum tympani* je šterbinovitá dutinka (6x4x2 mm) v pyramidě kosti spánkové, za bubínkem. Má tvar bikonkávní čočky a 6 stěn (obr. 13.9., 13.11.). Ve střední části je zúžená (zúžená část se nachází mezi vyklenutím promontoria a vrcholem „nálevky“ bubínku): proto se středoušní dutina tvarem přirovnává také k přesýpacím hodinám. Od zevního zvukovodu je oddělena bubínkem. Nad bubínkem se vyklenuje v prostorný výklenek (*recessus*), *recessus epitympanicus*, v němž se nachází část středoušních kůstek. Pod bu-

bínkem se vyklenuje v menší výklenek (*recessus*), *recessus hyopotympanicus*, který již středoušní kůstky neobsahuje. Dutina středoušní je vyplněna vzduchem a vystlána sliznicí, která přechází na středoušní kůstky a pokračuje dozadu ve slizniční výstelku bradavčité předsíně a bradavčitých sklípků, dopředu ve slizniční výstelku Eustachovy trubice. Obsahem středoušní dutiny jsou **středoušní kůstky** a 2 příčně pruhované svaly: **sval třmínkový a napínač bubínku**.

Stěny dutiny středoušní (obr. 13.11.):

- **Laterální stěna**, *paries membranaceus* je tvořena bubínkem a po jeho obvodu bubínkovou kostí.
- **Mediální stěna**, *paries labyrinthicus* (obr. 13.12.) sousedí s kostěným labyrintem vnitřního ucha a je současně částí stěny kostěného labyrintu: struktury kostěného labyrintu také mediální stěnu středoušní dutiny modelují. První závit kostěného hlemýždě se do středouší vyklenuje jako oválné **promontorium**, nad jeho zadním obvodem jsou dvě okénka (komunikace s vnitřním uchem), kraniálně **okénko předsíňové**, *fenestra vestibuli* - do něho je volně vsazena plná oválná kostěná báze třmínku, kaudálně **okénko hlemýžďové**, *fenestra cochleae*, uzavřená vazivovou blánou, nazývanou také „vnitřním bubínkem“ (viz také osteologie, kost spánková).
- **Přední stěna**, *paries caroticus* sousedí ve své dolní tenké části s karotickým kanálem pyramidy spánkové kosti (v němž probíhá vnitřní krkavice). V horní části přední stěny je vstup do **muskulotubárního kanálku**, *canalis musculotubarius*, rozděleného kostní lamelou ve dvě etáže: v horní etáži je uložen sval - napínač bubínku, *m. tensor tympani*, v dolní etáži probíhá sluchová (Eustachova) trubice, která spojuje středouší s nosohltanem.
- **Zadní stěna**, *paries mastoideus* komunikuje otvorem s **bradavčitou předsíní**, *antrum mastoideum* a přes ni s **bradavčitými sklípkými**, *cellulae mastoideae*. Z kanálku lícního nervu, který probíhá kolem středouší, tudy vstupují do středouší dvě důležité větve lícního nervu: *n. stapedius* a *chorda tympani*. Ze zadní stěny vyčnívá do středouší kostěný kuželík, *eminentia pyramidalis*, s otvůrkem na svém vrcholu. Otvor je výstupem kanálku, který probíhá celým kuželíkem, souběžně s jeho dlouhou osou (svým uspořádáním je *eminentia pyramidalis* přirovnávána k „sopce“). Od kostěných stěn kanálku začíná třmínkový sval, jehož úponová šlacha vstupuje otvorem na vrcholu eminence upíná se na třmínek.
- **Horní stěna**, *paries tegmentalis* tvoří strop středoušní dutiny. Ten je součástí střední jámy lebeční a jako tenká kostní lamela, *tegmen tympani* spoluvytváří reliéf horní plochy pyramidy (viz osteologie, kost spánková).
- **Dolní stěna**, dno středoušní dutiny, *paries jugularis* je tenká kostní lamela, která sousedí s rozšířeným začátkem vnitřní hrdelní žíly, *bulbus v. jugularis internae*.

Klinická poznámka

Klinicky významné topografické vztahy stěn středoušní dutiny je třeba mít na zřeteli při možném šíření zánětů ze středouší do okolí.

Sluchové (středoušní) kůstky, *ossicula auditus* (obr. 13.9.,13.16.)

Nejmenší kosti lidského těla, které patří obličejové části lebky a tvoří obsah dutiny středoušní. Jsou tři: **kladívko**, *malleus*, **kovadlinka**, *incus*, **třmínek**, *stapes*. Část kůstek je uložena za bubínkem, část zasahuje do recesu nad bubínkem. Kryty jsou sliznicí středouší, ke stěnám středoušní dutiny jsou fixovány drobnými ligamenty. Kladívko je přirostlé na bubínek, třmínek je svou oválnou plnou bází vsazen do **okénka předsíňového**. Mezi kůstkami jsou vytvořeny klouby, kůstky tak tvoří **kloubní řetězec**. Chvění bubínku (na němž je přirostlé kladívko), rozkmitaného zvukovými vlnami, je kloubním řetězcem sluchových kůstek převáděno přes předsíňové okénko (do něhož je vsazen třmínek) na **tekutiny vnitřního ucha**.

Středoušní svaly

Dva drobné příčně pruhované svaly, upínající se na středoušní kůstky. Jejich neporušená funkce umožňuje správnou intenzitu převodu kmitů bubínku přes řetězec středoušních kůstek na tekutiny vnitřního ucha.

- **Napínač bubínku, *m. tensor tympani*** začíná od stěn dolní části muskulotubárního kanálku a upíná se na rukojeť kladívka. Klidový tonus svalu (tahem za rukojeť kladívka, přirostlou na bubínkem) podmiňuje fyziologické nálevkovité vtažení (*umbo*) bubínku do středouší. Při kontrakci svalu se bubínek napíná (odtud název svalu) a ještě více vtahuje do dutiny středoušní: „nálevka“ bubínku se prohlubuje.
- **Sval třmínkový, *m. stapedius*** začíná v kanálku pyramidovitého kuželíku, ***eminentia pyramidalis***, který prominuje do středouší ze zadní stěny středoušní dutiny. Úponová šlacha svalu vstupuje otvůrkem ve vrcholu eminence a upíná se na třmínek. Kontrakce svalu vytahuje třmínek z předsíňového okénka. Převodem přes kloubní řetězec středoušních kůstek pak dojde k uvolnění bubínku. Inervace svalu: větvička **n. VII - n. stapedius**.

Klinická poznámka. Při převodu zvuků vyšší intenzity se oba svaly kontrahují společně a tlumí tím pohyby řetězce středoušních kůstek. Při obrně n. stapedius (součást obrazu periferní obrny n. VII při poškození nervu v kanálku lícního nervu nad odstupem n. stapedius) nejsou kmity bubínku tlumeny a vzniká přecitlivělost na zvuky - **hyperakusis**: zvuky i nevelké intenzity jsou potom vnímány nepříjemně, až bolestivě.

Početné tepny středouší pocházejí ze zevní i vnitřní karotidy. Žilní krev odtéká do nitrolbí a do žil obličejových (nebezpečí šíření infekce ze středouší cévní cestou do nitrolbí). Lymfa odtéká do uzlin hlavy a krku (**nn. parotid, nn. cervicales profundi**). Sliznice středouší je inervována z n. IX.

Klinická poznámka.

Komunikace dutiny středoušní (obr. 9.13.) jsou klinicky významné při šíření zánětů. Středouší komunikuje: 1) s nosohltanem: přes Eustachovu trubic se záněty nosohltanu mohou šířit do středouší zvláště snadno u malých dětí, u nichž je Eustachova trubice krátká a široká (její nejužší část má totiž u malých dětí 3x větší průsvit než v dospělosti!), 2) přes předsíň bradavčitou s bradavčitými sklípky: neléčené hnisavé záněty středouší se tudíž mohou šířit do bradavčitého výběžku. Žilní cestou se záněty ze středouší mohou šířit do nitrolbí. Při zlomeninách lební báze, jejichž linie prochází stropem středoušní dutiny a zevního zvukovodu vytéká krev a likvor ze zevního zvukovodu.

13.2.2.2. Sluchová (Eustachova) trubice, *tuba auditiva (Eustachii)*

Sluchová trubice, *tuba auditiva* spojuje středoušní dutinu s nosohltanem (obr. 13.13.,13.16.)). Má 2 ústí: **ústí středoušní** a **ústí hltanové**: v nosohltanu, při hltanovém ústí trubice, leží mandle, *tonsila tubaria* (součást Waldeyerova mízního okruhu). Sluchová trubice je vystlána sliznicí, jejím podkladem je kost (v části trubice probíhající pyramidou spánkové kosti) a chrupavka (v části trubice mimo středouší). Místo přechodu kostěné a chrupavčité části, ***isthmus tubae auditivae*** je nejužším místem tuby (l. *isthmus* – úžina). Délka sluchové trubice se během života mění málo: v dospělosti činí 4 cm, u malého dítěte 3 cm. Průsvit její nejužší části (*isthmus*) se naproti tomu v průběhu života mění výrazně - paradoxně se v průběhu postnatálního života zmenšuje, u novorozence a kojence je průsvit istmu téměř 3x větší než u dospělého (u novorozence činí průsvit 2,5 mm, u dospělého 1 mm).

Klinická poznámka: Široká Eustachova trubice malých dětí je predilekční cestou pro šíření zánětů z nosohltanu do středouší.

Dutina středoušní je cestou Eustachovy trubice ventilována z nosohltanu. Tím je vyrovnáván tlak vzduchu ve středouší s atmosférickým tlakem zevního prostředí (atmosférický tlak působí na bubínek ze zevní strany, tlak vzduchu ve středouší působí na bubínek z vnitřní strany). Vyrovnání obou tlaků je nezbytné pro správný převod zvukového vlnění z bubínku řetězcem středoušních kůstek do vnitřního ucha.

Klinická poznámka

Při podtlaku ve středouší - z nedostatečné ventilace středouší při zánětech horních cest dýchacích nebo při změně nadmořské výšky spojené se změnou atmosférického tlaku (přechod z vyšší nadmořské výšky do nižší) - je funkce „převodního systému“ středoušních kůstek porušena („zalehlé uši“). Při polykání se ústí sluchové trubice v nosohltanu „otevívá“ a ventilace středouší se zlepšuje. Při změnách atmosférického tlaku odstraňuje-

me pocit „zalehlých uší“ častým polykáním (bonbóny rozdávané v letadle při přistávání zvyšují tvorbu slin - častější polykání - zlepšená ventilace středouší).

13.2.2.3. Předšíň bradavčitá a sklípky bradavčité, *antrum mastoideum et cellulae mastoideae*

Předšíň bradavčitá, *antrum mastoideum* je nepravidelná kostěná dutinka v pyramidě kosti spánkové, ležící dorzálně od dutiny středoušní. Vytvořena je již u novorozence. V dospělosti vykazuje individuální rozdíly ve velikosti i tvaru. Vystlána je sliznicí, která sem přechází z dutiny středoušní. Směrem dopředu komunikuje otvorem s dutinou středouší, směrem dozadu komunikuje se sklípkami bradavčitými (obr. 13.16.).

Sklípky bradavčité, *cellulae mastoideae* jsou souborem dutinek v bradavčitém výběžku kosti spánkové (obr. 13.16.). Na rozdíl od bradavčité předšíň se vytvářejí teprve postnatálně - vrůstáním sliznice z předšíň bradavčité do bradavčitého výběžku. Počet a velikost dutinek se individuálně liší: mohou být početné a velké a zasahovat až do šupiny kosti spánkové, či méně početné a omezené pouze na bradavčitý výběžek, nebo konečně mohou být velmi malé a nepočetné, takže bradavčitý výběžek je téměř kompaktní.

Klinická poznámka

Neléčená hnisavá **otitis media** se může šířit přes bradavčitou předšíň do bradavčitých sklípků. Byla to některá vzácná komplikací před érou ATB (penicilin klinicky používán teprve po 2. světové válce). Zánět z nitra bradavčitého výběžku se může šířit přes tenké kostěné stěny bradavčitých dutinek do nitrolbí.

13.2.3. Vnitřní ucho, *auris interna*

Vnitřní ucho se nachází v pyramidě kosti spánkové. Skládá se z **kostěného labyrintu** a z vazivového **membranózního (blanitého) labyrintu** a **blanitého hlemýždě** (obě vazivové struktury jsou uloženy uvnitř kostěného labyrintu). Prostor mezi kostěným labyrintem a membranózním labyrintem a hlemýžděm vyplňuje **perilymfa**, uvnitř blanitého labyrintu a blanitého hlemýždě je **endolymfa**. Perilymfa a endolymfa jsou **tekutiny vnitřního ucha**.

13.2.3.1. Kostěný labyrint, *labyrinthus osseus*

Kostěný labyrint, *labyrinthus osseus* v pyramidě kosti spánkové je uložen souběžně s její dlouhou osou, mediálně od středoušní dutiny (obr. 13.20.,13.25.). Společná stěna středoušní dutiny a kostěného labyrintu se nazývá **paries labyrinthicus**. V ní jsou 2 komunikace mezi středouším a kostěným labyrintem: **okénko předšíňové, *fenestra vestibuli*** a **okénko hlemýžďové, *fenestra cochlae***. Do okénka předšíňového je vsazena báze třmínku, okénko hlemýžďové je překryto vazivovou blankou. Pouze na macerované kosti jsou okénka volná. Kostěný labyrint je dutý - uvnitř jeho dutiny je uložen vazivový blanitý labyrint a blanitý hlemýžď, které se „vznášejí“ v tekutině - perilymfě. Stěny kostěného labyrintu jsou tvořeny kompaktní kostí, obklopeny spongiózní kostí pyramidy.

Kostěný labyrint se skládá z **kostěného hlemýždě, *cochlea*, předšíň, *vestibulum*, 3 polokruhovitých kanálků, *canales semicirculares***. Centrální strukturou kostěného labyrintu je jeho předšíň, které směrem dopředu komunikuje s hlemýžděm, směrem dozadu s polokruhovitými kanály. Kostěný hlemýžď (obr. 13.19.,13.22.,13.24.) má tvar ulity zahradního hlemýždě s 2 1/2 závitů: vpravo je pravotočivý, vlevo levotočivý. Dlouhá osa hlemýždě je kolmá na dlouhou osu pyramidy. Bazální závit hlemýždě podmiňuje **promontorium** dutiny středoušní. Centrem hlemýždě, souběžně s jeho dlouhou osou, probíhá kostěný kompaktní **kuželík, *modiolus*** (l. modiolus = vřetenko), který je bazálně široký, kraniálně úzký. Báze kuželíku je součástí dna vnitř-

ního zvukovodu. Na kuželík je kol dokola navinuta „jako točité schodiště“ **spirálovitá kostěná ploténka**, *lamina spiralis ossea* (obě struktury, tj kuželík a spirálovitou kostěnou ploténku lze tvarem přirovnat k vývrtce, lodnímu šroubu či šroubu masového strojku), která rozděluje dutinu kostěného hlemýždě na dvě schodiště: horní **předsíňové schodiště**, *scala vestibuli* a dolní **bubínkové schodiště**, *scala tympani* (l. *scala* - schodiště). Vnější okraj spirálovité kostěné ploténky nedosahuje až ke stěně kostěného hlemýždě - rozdělení na obě schodiště je proto neúplné. V kupule dutiny hlemýždě v sebe obě schodiště přecházejí otvorem, **helikotremou**. V nitru kuželíku a uvnitř spirálovité kostěné ploténky je systém kanálků, v nichž jsou uložena těla a výběžky bipolárních buněk sluchového **hlemýžděvého ganglia**, *ganglion cochleare*. Předsíň kostěného labyrintu má ovoidní tvar a v kostěném labyrintu centrální polohu - je umístěna mezi hlemýžděm a polokruhovitými kanálky. Její laterální stěna spoluvytváří mediální stěnu, *paries labyrinthicus* bubínkové dutiny. Ve stěně jsou dva již popsané otvory: **okénko předsíňové**, která vede ze středouší do předsíně kostěného labyrintu a **okénko hlemýžděvé**, která vede ze středouší do nitra bazálního závitů kostěného hlemýždě.

Klinická poznámka

Před okénkem předsíňovým se fyziologicky nachází malá vkleslinka (*fissula ante fenestram*), v normě vyplněná vazivem. Toto vazivo se může v průběhu života patologicky změnit v kost: kostní tkáň potom vrůstá do *fenestra vestibuli* a pevně zde fixuje třmínek. Nepohyblivý třmínek potom nemůže převádět pohyby řetězce středoušních kůstek do vnitřního ucha. Onemocnění se nazývá **otoskleróza**, jeho klinickým projevem je **nedoslýchavost**. Z vestibula do nitra pyramidy odstupuje kostěný kanálek, *aqueductus vestibuli*, který ústí na povrchu zadní plochy pyramidy. Obsahem kanálku je výchlípka blanitého labyrintu, *ductus endolymphaticus*, která představuje komunikaci blanitého labyrintu se subarachnoidálním prostorem a odvádí endolymfu z vnitřního ucha do moku mozkomíšního.

Polokruhovité kanálky jsou 3: **polokruhovitý kanálek přední (horní), zadní a zevní**, *canalis semicircularis anterior (superior), posterior, lateralis*. Orientovány jsou ve třech vzájemně na sebe kolmých rovinách. Mají polokruhovitý tvar (odtud název), odstupují z předsíně a také do ní ústí. Všechny mají samostatné odstupy, jejich počáteční část je ampulovitě rozšířena. Laterální polokruhovitý kanálek ústí do vestibula samostatně, přední a zadní kanálek mají ústí společné. Odstupy a ústí kanálků tak tvoří v zadní stěně předsíně pět otvůrků: tři odstupy a dvě ústí.

13.2.3.2. Membranózní labyrint, *labyrinthus membranaceus*

Membranózní labyrint, *labyrinthus membranaceus* leží uložené uvnitř kostěné předsíně a kostěných polokruhovitých kanálků. Představuje rovnovážně ústrojí (obr. 13.21.). Blanitý hlemýždě není součástí blanitého labyrintu, ale samostatnou částí vnitřního ucha. Stěna blanitého labyrintu je tvořena vazivem, jeho nitro vyplněno tekutinou - **endolymfou**, obtékán je **perilymfou**.

Blanitý labyrint má následující části:

- Dva blanité **váčky (vejčitý a kulovitý váček - *utricleus et sacculus*)**: oba jsou uloženy v kostěné předsíni. Váčky jsou mezi sebou „trubičkovitě“ propojeny. Kulovitý váček je propojen s blanitým hlemýžděm.
- Tři blanité **polokruhovité kanálky, *ductus semicirculares***, uložené uvnitř kostěných polokruhovitých kanálků.

Smyslový epitel

Nasedá na vnitřní stěnu blanitého labyrintu. V místech výskytu smyslového epitelu je stěna blanitého labyrintu zesílena.

Ve vejčitém a kulovitém váčku se zesílená místa nazývají **makuly: *macula (statica) utriculi et sacculi*** (l. *macula* - skvrna).

V polokruhovitých kanálkách se hřebenovitě zesílená místa nazývají **ampulární krusty**, *cristae ampullares* (l. *crista* - lišta, hřeben).

Smyslový epitel (neuroepitel) blanitého labyrintu obsahuje **sekundární smyslové buňky**, které představují **vestibulární receptory**.

Smyslové buňky mají na svém volném povrchu jemné smyslové vlásky, **stereocilie**, které jsou ponořeny do želatinózní hmoty. V želatinózní hmotě, do níž jsou ponořeny vlásky smyslových buněk makul blanitých váčků se nacházejí droboučké krystalky uhličitanu vápenatého - **statolity (otolity)**, kdežto želatinózní hmota nad smyslovými buňkami krystalky polokruhovitých kanálků krystalky neobsahuje. S bází smyslových buněk kontaktují dendrity bipolárních buněk vestibulárního ganglia, uloženého ve dnu vnitřního zvukovodu (dendrity prostupují skrz otvůrky ve fundu vnitřního zvukovodu). Při lineárních pohybech hlavy (pohybech hlavy dopředu, dozadu, do stran, nahoru a dolů) se v blanitých váčcích přelévá endolymfa a uvádí do pohybu statolity. Pohyb statolitů pohybuje stereociliemi na povrchu smyslových buněk, čímž dochází k jejich podráždění. Fyzikální podnět se ve smyslových buňkách přeměňuje v nervový vzruch. Při rotačních pohybech hlavy se přelévání endolymfy přenáší na hřebínkovitě zesílenou stěnu polokruhovitých blanitých kanálků v místě výskytu smyslového epitelu. Hřebínky krist se vychylují ze své polohy, čímž dráždí smyslové buňky (smyslové buňky jsou drážděny vždy na počátku a ukončení rotace hlavy).

13.2.3.3. Blanitý hlemýžď, *ductus cochlearis*

Blanitý hlemýžď, *ductus cochlearis* je uložen v dutině kostěného hlemýždě. Na podélném řezu kostěným hlemýžděm má v každém z jeho závitů trojboký tvar. Má 3 stěny: zevní kostěnou, horní a dolní vazivovou (obr. 13.22.,13.24).

- **Zevní stěna** je tvořena kostí stěny kostěného hlemýždě, kryta je periostem a několika vrstvami epitelových buněk (místo tvorby endolymfy).
- **Horní vazivovou stěnu** tvoří **vestibulární membrána, *membrana vestibularis (Reissneri)***; odděluje endolymfatický prostor blanitého hlemýždě od perilymfatického prostoru předsíňového schodiště kostěného hlemýždě.
- **Dolní vazivová stěna** tvoří laterální prodloužení kostěné spirálovité ploténky kostěného hlemýždě a dosahuje až ke stěně kostěného hlemýždě. Dotváří tak úplné rozdělení obou etáží perilymfatického prostoru kostěného hlemýždě.

Na dolní vazivovou stěnu shora nasedá vlastní sluchové smyslové ústrojí blanitého hlemýždě - **Cortiho orgán (Cortiho ústrojí, *organum spirale cochleae*)** (obr. 13.23.).

- Cortiho orgán je tvořen **smyslovými a podpůrnými buňkami** a vazivovou blánou, ***membrana tectoria***. Podpůrné buňky tvoří oporu smyslovým buňkám (odtud název). V Cortiho ústrojí se jich nachází několik typů. Nejmediálněji jsou uloženy vysoké pilířovité buňky - **Cortiho pilíře** (dle nich celé ústrojí pojmenováno), uspořádané do dvou řad „střechovitě“ k sobě skloněných, čímž mezi sebou vytvářejí trojboký průchod - **Cortiho tunel**, v němž procházejí dendrity bipolárních buněk **sluchového ganglia**. Ze zevní strany naléhají na Cortiho pilíře buňky smyslové. Další podpůrné buňky (**Deitersovy, Hansenovy, Claudiový**) jsou uloženy zevně od smyslových buněk. Smyslové (vláskové) buňky jsou na svém volném apikálním povrchu opatřené vlásky - **stereociliemi**. Báze smyslových buněk jsou v kontaktu s dendrity bipolárních buněk sluchového hlemýžďového ganglia. Uloženy jsou po obou stranách Cortiho pilířů, na něž ze zevní strany naléhají. Vazivová membrána Cortiho ústrojí (***membrana tectoria***) je rosolovitá membrána, která se shora klene a volně vznáší nad buňkami Cortiho orgánu.

Kochleární mechanika

Vzdušné vedení zvuku: Zvuková vlna, vedená zevním zvukovodem, rozkmitá bubínek, jehož kmity jsou převáděny na řetězec středoušních kůstek a z něho bází třmínku přes okénko předsíňové na perilymfu předsíňového schodiště kostěného hlemýždě. Odtud, přes vazivové stěny blanitého hlemýždě, jsou kmity převáděny na endolymfu. Rozkmitaná endolymfa rozechvívá bazální vazivovou membránu Cortiho orgánu. Dochází k proudění endolymfy, jejíž pohyb uvádí do pohybu vlásky smyslových buněk Cortiho ústrojí, která jsou takto podrážděny a vzniká v nich nervový vzruch. Ten je veden sluchovou dráhou do primární sluchové mozkové kůry.

Kostní vedení zvuku: Zvuková vlna rozvibruje lebeční kost v místě bradavčitého výběžku, kostní kmity se přenášejí na perilymfu kostěného hlemýžďe a odtud na endolymfu blanitého hlemýžďe, což podráždí vlásky smyslových buněk Cortiho orgánu.

Klinická poznámka

Kostní vedení se vyšetřuje rozkmitanou ladičkou, přiloženou na bradavčitý výběžek v rámci klinického vyšetření funkce sluchové ústrojí (viz vyšetření hlavových nervů).

13.2.3.4. Tekutiny vnitřního ucha

Perilymfa vyplňuje prostor mezi stěnou kostěného labyrintu (na straně jedné) a stěnou blanitého labyrintu a hlemýžďe (na straně druhé). Má podobné složení jako mozkomíšní mok (vysoká koncentrace Na, nízká koncentrace K). Perilymfa z vnitřního ucha je odváděna přes kostěný kanálek, *aqueductus vestibuli* (odstupuje z kostěné předsíně a otevírá se štěrbinou na zadní ploše pyramidy) do subarachnoidálního prostoru.

Endolymfa vyplňuje blanitý labyrint a blanitý hlemýžď. Má podobné složení jako intracelulární tekutina (nízká koncentrace Na, vysoká koncentrace K). Z blanitého labyrintu odkud je odváděna přes blanitý kanálek, *ductus endolymphaceus* (prochází skrz kostěný kanálek, *aqueductus vestibuli*) do mozkomíšního moku v subarachnoidálním prostoru.

Krevní cévy vnitřního ucha

Blanitý labyrint a blanitý hlemýžď je zásobován větévkou tepny bazální - *a. labyrinthi*. Z blanitého labyrintu odtéká krev prostřednictvím menších žil (*vv. labyrinthi*) do splavů tvrdé pleny, krev z blanitého hlemýžďe teče prostřednictvím drobné žíly (*v. canaliculi cochleae*) přímo do vnitřní žíly hrdelní.

Kostěný labyrint zásobuje větvička zevní krkavice, žilní krev odtéká příslušnými žilami do vnitřní žíly hrdelní.

Vnitřní ucho nemá lymfatické cévy, lymfu nahrazují tekutiny vnitřního ucha.

13.2.4. Dráha vestibulární

Tříneuronová smyslová dráha s klasickou stavbou senzitivní dráhy - přepojením ve specifickém sensorickém thalamu a zakončením v primární vestibulární kůře (13.27.). Receptory jsou smyslové buňky vestibulárního ústrojí v blanitém labyrintu. Sensorické **vestibulární ganglion**, *ganglion vestibulare* leží na dně vnitřního zvukovodu (obr. 13.17.,13.18.) a obsahuje bipolární nervové buňky.

- **1. neuron** tvoří bipolární neurony vestibulárního ganglia. Dendrity bipolárních buněk kontaktují s bázemi smyslových buněk vestibulárního ústrojí a probíhají ve větvích vestibulární části n. VIII. Neurity bipolárních buněk probíhají ve vestibulární části n. VIII, vstupují do kmene mozkového a končí synapsí na buňkách vestibulárních jader n. VIII.
- **2. neuron** spojuje vestibulární jádra s kontralaterálním thalamem. Kříží se (po zkřížení probíhá v *lemniscus medialis*).
- **3. neuron** směřuje z thalamu do primární vestibulární kůry mozkové, nacházející se v těsném sousedství primární sluchové kůry

Funkce: uvědomování si polohy a pohybů hlavy.

13.2.5. Dráha sluchová

Čtyřneuronová smyslová dráha (obr. 10.50.), procházející přes specifický sensorický thalamus a zakončená v primární sluchové kůře ve spánkovém laloku (**Heschlův závit**, Brodmannova area 41,42). Receptory jsou sekundární smyslové buňky, uložené v **Cortiho ústrojí** blanitého hlemýžďe. Sensorické hlemýžďové ganglion, *ganglion cochleare* leží v kostěném hlemýžďi vnitřního ucha (obr. 13.26.). Stejně jako vestibulární ganglion obsahuje bipolární neurony.

- **1. neuron** tvoří bipolární nervové buňky sluchového ganglia, *ganglion cochleae*. Jejich dendrity kontaktují s bázemi smyslových buněk **Cortiho ústrojí**, jejich neurity probíhají ve sluchové části n. VIII, následně vstupují do kmene mozkového a končí synapsí ve sluchových jádrech ve kmeni mozkovém.
- **2. neuron** spojuje sluchová jádra s primárními centry sluchovými ve čtverohrbolí středního mozku (jádra v *colliculus inferior*). Kříží se, po zkrřížení představuje další z lemnisků, *lemniscus lateralis*.
- **3. neuron** směřuje z jádra středního mozku do podkorového centra sluchového (*corpus geniculatum mediale*) ve specifického sensorického thalamu.
- **4. neuron** směřuje z thalamu do primární sluchové kůry ve spánkovém laloku: **Heschlův závit**, Brodmannova area 41,42.

13.3. ÚSTROJÍ ČICHOVÉ, *ORGANUM OLFACTUS*

Člověk je mikrosmatickým tvorem se špatně vyvinutým čichem. **Čichová sliznice** kryje strop nosní dutiny, horní nosní skořepu a protilehlou část nosního septa. **Čichové receptory** jsou **čichové buňky** uložené v čichové části sliznice dutiny nosní (*regio olfactoria tunicae mucosae nasi*). Čichové buňky jsou **modifikované bipolární neurony**. Jejich modifikovaný dendrit je **čivý vláskový výběžek**, zanořený do hlenu nosní sliznice. Čichané látky jsou proudem vdechovaného vzduchu přiváděny k čichové sliznici. Při běžném dýchání prochází proud vdechovaného vzduchu přes střední a dolní průchod nosní a k čichové sliznici se jich dostává málo. Pro čichání je nutno hluboce a opakově několikrát za sebou vdechnout, aby vdechovaný vzduch přišel do kontaktu s čichovou sliznicí. Čichané látky se rozpouštějí v hlenu nosní sliznice a dráždí čivé výběžky - dendrity čichových buněk, které jsou do nosního hlenu zanořeny. V čichových buňkách dochází ke změně chemického podnětu v nervový vzruch, který je veden drahou čichovou do čichové kůry. **Neurit** čichové buňky odstupuje z opačného konce čichové buňky. Neurity čichových buněk se spojují ve svazky - **čichová vlákna**, *fila olfactoria*, která prostupují přes otvůrky v dírkované ploténce čichové kosti a zanořují se do čichového bulbu, *bulbus olfactorius*, který shora naléhá na čichovou ploténku (obr. 13.2.).

13.3.1. Dráha čichová

Vývojově stará chemická dvouneuronová sensorická dráha, která má řadu specifíků. Je pouze dvouneuronová, a jako jediná ze senzitivních a sensorických drah neprochází thalamem. Končí v redukované staré čichové kůře na bázi frontálního laloku mozku (Brodmannovo políčko 51) /obr. 13.3./.

- **1. neuron** tvoří neuroepitelové bipolární čichové buňky čichové sliznice nosní. Neurity čichových buněk se zanořují do čichového bulbu a končí zde synapsí na dendritech mitrálních buněk.
- **2. neuron** tvoří mitrální buňky, jejichž neurity končí ve vývojově staré primární čichové kůře, kde si uvědomujeme čichané. Během vývoje mozkové kůry je čichová kůra redukována a zatlačena mohutnou expanzí mladé kůry (neokortexu) na bázi mozkové hemisféry.

Čichová dráha má spoje se strukturami limbického systému. Tím je vysvětlitelný emoční a vegetativní doprovod při čichání některých látek (např. nausea při čichání hnilobného zápachu).

13.4. ÚSTROJÍ CHUŤOVÉ, *ORGANUM GUSTUS*

Chuťové receptory jsou **chuťové pohárky**, uložené ve sliznici jazyka a při vstupu do hrtanu. Velká koncentrace chuťových pohárků je zejména na rozhraní těla a kořene jazyka ve stěně hrazených papil. Chuťový pohárek obsahuje několik smyslových chuťových buněk, z nichž

každá vnímá všechny kvality chuti (slané, sladké, kyselé, hořké) a přeměňuje je v nervový vzruch. Určitá místa sliznice jazyka jsou však predisponována k lepšímu vnímání jedné z kvalit chuti (obr.13.1.). Báze smyslových buněk jsou opleteny dendrity 1. neuronu dráhy chuťové (obr. 13.1.).

13.4.1. Dráha chuťová

Chemická sensorická dráha s klasickou stavbou 3-neuronové přímé senzitivní projekční dráhy. Přepojuje se v chuťovém jádru ve kmeni mozkovém (*ncl. gustatorius*), poté v jádrech specifického sensorického thalamu a zakončuje se v primární chuťové kůře (temenní lalok, Brodmannovo políčko 43).

- **1. neuron** tvoří pseudounipolární buňky sensorických ganglií 3 hlavových nervů (n. VII, n. IX a n. X). Dendrity těchto buněk přivádějí nervové vzruchy od smyslových buněk chuťových pohárků, neurity končí v chuťovém jádru ve kmeni mozkovém (*ncl.gustatorius*).
- **2. neuron** představují neurony chuťového jádra. 2. neuron se kříží a končí v jednom z jader specifického sensorického thalamu.
- **3. neuron** představují neurony tohoto jádra. Jejich neurity končí v primární čichové kůře (zevní plocha hemisféry, temenní lalok, Brodmannova area 43), kde si uvědomujeme chutnané.

14. KOŽNÍ SOUSTAVA, *INTEGUMENTUM COMMUNE*

Kůže, *cutis* (řec. *derma*) je plošně největším orgánem lidského těla. Podílí se na udržení stálosti vnitřního prostředí, chrání hlubší struktury těla před poškozením vnějšími vlivy. Její specifickou funkcí je tvorba keratinu, melaninu, mazu a potu. Receptory v ní uložené jsou drážděny zevními podněty a transformují je v nervové vzruchy, vedené do CNS projekčními senzitivními drahami přímými (senzitivními drahami jemného a hrubého čítí) i nepřímými. Skládá se z **pokožky, škáry a derivátů pokožky, včetně mléčné žlázy.**

Pojem *integumentum commune* zahrnuje navíc **podkožní vazivo.**

Kůže má schopnost resorpce. Toho je využíváno při lokálním podávání léčiv ve formě mastí či gelů k léčebnému ovlivnění hlubších struktur těla (např. svalů či kloubů).

14.1. STAVBA KŮŽE

14.1.1. Pokožka, *epidermis*

Pokožka, *epidermis* je tvořena mnohvrstevným dlaždicovým rohovějícím epitelem. Ten se skládá z pěti vrstev, obsahujících **buňky rohovějící - keratinocyty**. Spodní vrstvy, *stratum basale* a *stratum spinosum* (souborně *stratum germinativum*), obsahují mitózy a jsou regeneračními vrstvami kůže. V povrchové vrstvě - vrstvě rohové, *stratum corneum* je přítomna mechanicky i chemicky odolná bílkovina **keratin**. Buněčný cyklus, během něhož se buňky posouvají k povrchu, postupně ztrácejí schopnost dělení a prodělávají přeměnu z vysokých cylindrických buněk bazální vrstvy v ploché, bezjaderné, keratin obsahující buňky, *keratocyty* vrstvy rohové, se nazývá rohovění, **keratinizace**. Cyklus trvá 3 - 4 týdny.

Kromě keratinocytů obsahuje epidermis také **melanocyty**, obsahující kožní barvivo - **melanin** (chrání kůži před UV zářením). Melanin přechází z melanocytů do rohovějících buněk pokožky. Jeho tvorba - **melanogeneza** je aktivována UV paprsky, závislá na rase, dědičnosti, věku, hormonální situaci i lokalitě těla.

Klinická poznámka

Nahromaděním melanocytů v epidermis vznikají kožní pigmentové névy.

U kožního onemocnění **psoriázy** je keratinizace zrychlena, ztluštělá rohová vrstva se nadměrně olupuje, její keratocyty obsahují jádro.

14.1.2. Škára, *dermis (corium)*

Škára, *dermis* je vazivovou vrstvou kůže. Skládá se ze dvou vrstev: povrchnější buněčné **vrstvy papilární, *stratum papillare*** a hlubší **vrstvy retikulární, *stratum reticulare***, bohaté na kolagenní a elastická vlákna. Vlákna vaziva jsou sdružena ve svazky a probíhají v příslušných okřscích kůže vždy jedním převládajícím směrem, což určuje **linie štěpnosti kůže**.

Klinická poznámka

Kožní řezy, vedené paralelně s liniemi štěpnosti nezejdí, řezy vedené kolmo na ně se rozvírají. Při nadměrných požadavcích na elasticitu škáry vznikají ruptury škáry - **strie**, probíhající kolmo na linie štěpnosti.

Hladká svalovina ve škáře tvoří svazečky - **vzpřimovače chlupů**, někde i souvislejší vrstvu (např. ve skrotu, dvorci prsním). Hranice mezi pokožkou a škárou je zvlněná, škára vyběhá do pokožky vylběžky, **dermálními papilami**.

14.1.3. Podkožní vazivo, *tela subcutanea*

Podkožní vazivo, *tela subcutanea* je řídké vazivo, uložené mezi škárrou a fascií či periostem. Obsahuje pruhy kolagenního vaziva. Na některých místech těla je v něm vytvořen tukový polštář, *panniculus adiposus*.

14.1.4. Cévy a nervy kůže

Pokožka je bezcévná, vyživována difuzí ze škáry. Škára a podkožní vazivo obsahují hojné **krevní i lymfatické cévy**. Ve škáře akrálních částí těla (zevní nos, konce prstů), vystavovaných chladu, jsou vytvořeny **arteriovenózní anastomózy** typu klubiček.

Kůže je inervována **senzitivními a sympatickými nervy**, obsahuje několik typů **receptorů**.

14.1.5. Kožní reliéf, barva kůže, věkové změny kůže

Kožní reliéf (obr. 14.1.)

Tvoření je hlubšími či mělčími rýhami a vyvýšeninami na povrchu epidermis. **Flekční rýhy, *lineae flexiones*** jsou lokalizovány především v oblasti kloubů, orientovány kolmo na směr pohybu, výraznější na straně flexorů. Typickou úpravu mají flekční rýhy dlaně.

Klinická poznámka

Abnormálně utvářené dlaňové rýhy jsou symptomem řady genetických syndromů; nejznámější je přítomnost prodloužení příčné dlaňové rýhy (tzv. opičí) u trisomie 21 (Obr..14.1.).

Hmatové lišty, *cristae cutis* jsou paralelní lineární vyvýšeniny na kůži dlaně a plosky, podmíněné vyklenutím řad papil škáry. Na bříšcích prstů ruky tvoří oblouky, smyčky či víry - **dermatoglyfy**. Souvisejí s hmatem. Obsahují početné, vývojově mladé receptory hmatu. Přeměňují hmatové vjemy v nervové vzruchy, které jsou vedeny vývojově mladou dráhou jemného čítí do mozkové kůry v postcentrálním závitě mozku.

Dermatoglyfy jsou individuálně originální a jejich daktyloskopické otisky se užívají k identifikaci osob.

Na několika místech dlaně i plosky je kůže podložena tukovým polštářem a vyzdvižena v **hmatové polštářky, *toruli tactiles***.

Barva kůže

Barva kůže je určena především množstvím hnědého pigmentu **melaninu**. Barvu kůže ovlivňuje i prokrvení.

Klinická poznámka

Vitiligo je získaná depigmentace kůže, kdy se na různých částech těla objevují různě veliké bílé skvrny. Choroba je způsobena zánikem melanocytů.

Pigmentové névy jsou drobné kožní útvary tmavé barvy. Jsou zapříčiněny kumulací melanocytů v určitém místě.

Věkové změny kůže

Kůže novorozence je tenká s málo soudržnou rohovou vrstvou. Prvé známky stárnutí kůže lze pozorovat po 30. roce věku, výrazné po 50. roce. Stárnoucí kůže atrofuje, elastická vlákna degenerují. Kůže je tenká, suchá, ztrácí pružnost, objevují se vrásky.

Klinická poznámka

Celistvost a neporušenost kůže je nezbytná pro ochranu hlubších struktur těla. Rozsáhlé porušení celistvosti kůže u **popálenin** ohrožuje zdraví a často i život popáleného. Závažnost poranění závisí na rozsahu popálené plochy, její lokalizaci (závažné jsou např. popálení obličejové části hlavy či oblasti genitálu) a hloubce popálení-

ny. Při určování rozsahu popálení platí pravidlo, že plocha dlaně (včetně prstů) se rovná rozsahu 1% povrchu těla. Pro určování popálené plochy platí pravidlo 9: oblast hlavy a krku odpovídá 9%, horní končetina 9%, dolní končetina 2 x 9%, přední strana trupu 9%, zadní strana trupu 9% (oblast genitálu odpovídá 1%). Povrchové popáleniny postihují pouze epidermis, hluboké popáleniny postihují celou tloušťku kůže, někdy i podkoží. Při tzv. zuhelnatění (stupeň popálenin 4) jsou popáleny i tkáně pod podkožím (např. svaly). Jako vážné popáleniny jsou označovány ty, které u dospělého zaujímají 20% plochy kůže, u dětí 10-15% plochy kůže, u dětí do 2 let věku 5% plochy kůže. Jako kritické, život ohrožující jsou klasifikovány popáleniny, které se plochou rovnají dvojnásobku plochy těžkých popálenin.

Regenerace a hojení kůže

Epitel pokožky se průběžně obnovuje. Poškozená pokožka se hojí regenerací. Poškozené vazivo se hojí reparací, jejímž výsledkem je kolagenní jizva.

14.2. DERIVÁTY POKOŽKY

K derivátům pokožky patří **rohové deriváty (chlupy a nehty)** a **kožní žlázy: mazové, potní a mléčné**.

14.2.1. Chlup, *pilus*

Chlup (vlas), *pilus* má 2 části: **stvol chlupu, *scapus pili*** (z kůže vyčnívající) a **kořen chlupu, *radix pili***, zakotvený do kůže a kaudálně se rozšiřující ve **vlasovou cibulku, *bulbus pili***. Dělením buněk cibulky roste chlup (vlas) do délky. Proti cibulce se zesponu vyklenuje cévnatý výběžek škóry - **vlasová bradavka, *papilla pili***.

Chlup obsahuje **dřeň** (pouze v silných chlupech), **kůru** a **kutikulu**. Kořen chlupu je vsazen do kůže šikmo a uchycen v trubcovitém **vlasovém folikulu, *folliculus pili***. Od folikulu odstupuje šikmo vzhůru hladký sval - **vzprimo-vač chlupu, *m. arrector pili***. Je ukotven do papilární vrstvy škóry.

Barva chlupu je dána množstvím melaninu (tvořeného melanocyty vlasové cibulky) v buňkách kůry. Šedivění je způsobeno úbytkem melaninu a vniknutím vzduchových bublin do kůry. Chlupy se během života obměňují. V jednom folikulu se během života vystřídá několik generací chlupů.

V průběhu obměny procházejí chlup fázi proliferace a diferenciace (fáze **anagenu**), involuce části vlasového folikulu (fáze **katagenu**) a konečně fázi úplné destrukce vlasového folikulu (fáze **telogenu**), která je završena vypadnutím chlupu. V místě vypadlého chlupu se tvoří nová vlasová cibulka.

Mušská plešatost, **alopecie** má hormonální podklad: estrogény mají na vlasy křtice vliv protektivní, androgény opačný.

Stadia ochlupení

U člověka došlo během fylogeneze ke ztrátě celkového ochlupení, chlupy se udržely pouze lokálně. Dle časového vývoje se ochlupení dělí na **primární, sekundární a terciální**.

- **Primární ochlupení - *lanugo*** kryje celé tělo v době fetální. Před porodem opadáva do plodové vody.
- K **sekundárnímu ochlupení** - jehož vývoj začíná prenatálně a dokončuje se po narození - patří: **chloupky, *pili*** (v místech původního *lanuga*), **vlasy křtice, *capilli*, řasy, *cilia*** a **obočí, *supercilia***.
- **Terciální ochlupení je celkové a lokální**. Vývoj začíná v pubertě, dokončen je v dospělosti. **Celkové ochlupení** je silněji vyvinuto u mužů, zejména na prsou, bříše, dolní končetině a zadní straně horní končetiny. **Lokální ochlupení** zahrnuje **chlupy axily, *hirci*, chlupy krajiny stydké, *pubes*, chlupy zevního zvukovodu, *tragi*, chlupy předsíně nosní, *vibrissae*, vous, *barba*** (typický pro muže) a **chlupy hmatové**. Pubické ochlupení

je pohlavně dimorfní: u žen končí vodorovně při horním okraji mons pubis, u mužů pokračuje v úzkém pruhu k pupku. Silné a dlouhé hmatové chlupy v typických lokalitách, např. obočí, jsou pozůstatkem z fylogeneze.

14.2.2. Nehet, *unguis*

Nehet, *unguis* (ř. *onyx*) se nachází se na dorzální straně distálního článku prstů ruky a nohy (obr. 14.2.).

Nehet se skládá z tvrdé **nehtové ploténky** a z měkké, pod nehtovou ploténkou uložené **části zárodečné (germinativní)** ze které nehet roste a která je spojena se škárou, s níž tvoří **nehtové lůžko**. Ploténka nehtová má proximálně **kořen, *radix unguis*** a distálně **tělo, *corpus unguis***. Distální okraj těla je volný. Laterální okraje těla nehtu a kořen nehtu jsou vsazeny do kožního záhybu. Rohová vrstva epitelu kožního záhybu přechází na nehtovou ploténku jako **nadnehtí, *eponychium***. Část zárodečné části je patrná pod průsvitnou nehtovou ploténkou jako bělavý **srpek, *lunula unguis***.

14.2.3. Kožní žlázy

V kůži jsou uloženy **žlázy mazové a potní**. Největší žlázou kůže je **žláza mléčná**.

14.2.3.1. Žlázy mazové, *glandulae sebaceae*

Mazové žlázy, *glandulae sebaceae* jsou vázány na folikuly chlupu. V kůži obličejové a vlasaté části hlavy jsou hojné, chybí na plosce a dlani. Produkují **maz, *sebum***. Sekreční část je uložena v dermis, vývody ústí do horní části folikulu.

14.2.3.2. Žlázy potní, *glandulae sudoriferae*

Potní žlázy, *glandulae sudoriferae* jsou přítomné v kůži téměř celého těla. Produkují **pot, *sudor***. Jejich klubíčkovitá sekreční část je uložena ve škáře, šroubovitý vývod ústí na povrch epidermis.

Zvláštním typem potních žláz jsou **apokrinní potní žlázy** (žlázy aromatické). Jsou větší než běžné potní žlázy. Jejich vývod ústí do vlasové pochvy. Sekret apokrinních žláz má specifické aroma. Přítomny jsou např. v axile a kolem řitního otvoru.

14.2.3.3. Mléčná žláza, *glandula mammaria*

Mléčná žláza, *glandula mammaria (mammae)* je největší kožní apokrinní žláza, párově vytvořená. U žen, společně s tukem, podmiňuje vyvýšeninu - prs. Mléčná žláza i **prs, *mamma*** se z popisných důvodů člení v kvadranty.

Žlázu lze vyšetřit palpací, je patrná na RTG snímku - mamogramu.

Vývoj

- **Prenatální vývoj** je stejný u obojího pohlaví. Embryonálně se vytváří párový pruh ztlustělého epitelu - **mléčná lišta** (obr. 14.3.). Ta směřuje z axily přes ventrolaterální stranu trupu a končí na stehně pod tříselným ohbím. Její větší část záhy zaniká, zachovává se pouze krátký hrudní úsek. Odtud proliferují kompaktní epitelové čepy do

vaziva pod epitelem a vytvářejí základ mléčné žlázy. U novorozenců je žláza v rudimentárním stavu. U mužů v něm zůstává po celý život (*glandula mammae masculina*).

- **Postnatální vývoj** mléčné žlázy ženy:
 - V pubertě dochází k rozvoji žlázových vývodů, začíná tvorba alveolů.
 - K výrazné proliferaci vývodů i alveolů dochází v těhotenství.
 - Koncem gravidity a během kojení, **laktace** vstupují alveoly do sekreční fáze a produkují zprvu **kolostrum**, později **mateřské mléko**.

Variety a anomálie (obr. 14.3.)

V kterémkoli místě původní mléčné lišty se mohou vyvinout **nadpočetné mléčné žlázy**. Obvykle se projevují pouze přítomností ploché bradavky a mají vzhled névu. Méně často jde o prominující nadpočetný prs (*mamma accessoria*).

Popis a stavba mléčné žlázy

Tuboalveolární mléčná žláza vytváří diskoidní prsní těleso, *corpus mammae*, které vybíhá do axily (jako *processus axillaris*). Větší část žlázy naléhá na velký prsní sval, menší část na pilovitý přední sval.

Žláza dospělé ženy se skládá z 15 - 20 **laloků**, oddělených vzájemně vazivovými septy. Septa obsahují tuk, cévy a nervy. Každý lalok obsahuje **sekreční lalůčky** (tvořené alveoly) a systém rozvětvených **vývodů**. Vývody jednoho laloku se posléze spojí v **mléčný vývod** (*ductus lactiferus*). **Mléčné vývody** konvergují k **prsní bradavce** (*papilla mammae*), na jejímž vrcholu ústí.

Stavba žlázy se mění s fází menstruačního cyklu, těhotenstvím, laktací a věkem. Během fází menstruačního cyklu prodělává žláza menší změny, týkající se zejména šířky vývodů a denzity vaziva. V těhotenství se mléčné vývody rozšiřují (v *sinus lactiferi*), a hromadí se v nich mléko. Po odstavení kojence nastupuje regrese žlázy - sekrece ustává, alveoly se zmenšují a delumini-zují, řada z nich zaniká. Po menopauze mléčná žláza involuje a její žlázový epitel atrofuje.

Prs, mamma

Prs, mamma se skládá z kožního krytu, tukového pláště a mléčné žlázy. Tvar prsu se vyvíjí v pubertě (přes prs infantilní a prs tvaru pupence). Definitivní tvar je individuální (prs plochý, kuželovitý, polokulovitý), závisí také na rase a věku (pendulující prs ve stáří).

Kůže vytváří na vrcholu prsu silněji pigmentovaný **dvorec prsní, areola mammae**. Uprostřed něho se vyklenuje **bradavka prsní, papilla mammae**. Stahem cirkulární hladké svaloviny ve škáře prsního dvorce se prominence papily zvětšuje. Drobné hrbolky při obvodu areoly jsou podmíněny věncem **dvorcových žláz (Montgomeryho žláz)**.

Mléčnou žlázu obaluje tukový plášť (člení se v **tuk premamární a retromamární**). Celou tloušťkou prsu prostupují vazivové pruhy (souborně zvané *lig. suspensorium Cooperi*), které fixují prs ke kůži a k povrchové hrudní fascii.

Báze prsu je omezena kraniálně 2. či 3. žebrem, kaudálně 6. žebrem, mediálně čarou parasternální, laterálně střední axilární čarou. **Erektivní dvorce prsní jsou předpokladem úspěšného kojení (možnosti uchopení bradavky ústy kojence).**

Cévy a nervy prsu

Tepny prsu (*rr. mammae kliniků*) pocházejí z několika zdrojů: z a. thoracica interna, a. thoracica lateralis a z aa. intercostales posteriores.

Hluboké **žíly** doprovázejí tepny, podkožní žíly prosvítají kůži prsu.

Lymfa je odváděna několika směry (obr. 9.85.):

- Oba laterální kvadranty i část kvadrantů mediálních je drénována do **axilárních uzlin**. Axilární uzliny sbírají asi 75 % lymfy z prsu.
- Část lymfy z mediálních kvadrantů odtéká do parasternálních uzlin.
- Mediální dolní kvadrant je drénován navíc do **předních mediastinálních uzlin, do uzlin pod bránicí a do mízního systému jater**.
- Mízní cévy obou prsů jsou vzájemně **propojeny**.

Klinická poznámka

Ženský prs je častým sídlem malignit, které mohou metastazovat do mízních uzlin. Znalost lymfatické drenáže prsu je proto klinicky velmi důležitá.

Inervaci prsu zprostředkovávají větve mezižeberních nervů. Vedle senzitivních vláken obsahují i vlákna sympatická.

15. ŽLÁZY S VNITŘNÍ SEKRECI, *GLANDULAE ENDOCRINAE*

Žlázy s vnitřní sekrecí (obr. 15.1., 15.6.-15.7.) se podílejí na regulaci a koordinaci řady funkcí lidského organismu. Nemají vývody a jejich produkty - **hormony** jsou uvolňovány do krve a jí dopravovány k cílovým orgánům (obr. 15.2.). Jsou bohatě prokrveny.

Patří k nim **podvěsek mozkový, šišinka mozková, štítná žláza, příštítná tělíska, Langerhansovy ostrůvky pankreatu, nadledvina a pohlavní žlázy.**

Látky hormonální povahy jsou produkovány i některými dalšími orgány (např. srdcem, ledvinami, placentou) a tkáněmi (např. tukovou tkání).

O hypofýze a epifýze bylo pohovořeno v kapitole „Centrální nervový systém“, o Langerhansových ostrůvcích v kapitole „Zaživací systém“, o pohlavních žlázách v kapitole „Pohlavní systém“.

15.1. ŠTÍTNÁ ŽLÁZA, *GLANDULA THYROIDEA*

Vyvíjí se v oblasti hlavy - ve výši základu jazyka - jako výchlíпка entodermu embryonálního hltanu. S růstem lidského zárodku prodělává sestup do oblasti krku (obr. 15.3.).

Zakládá se ve 4. embryonálním týdnu a již v 7. týdnu embryonálního vývoje má definitivní tvar a uložení. Zprvu je spojena s jazykem kanálkem (*ductus thyroglossus*), která se otevírá do jazyka. Kanálek záhy zaniká, jeho obliterovaná kraniální část se zachovává na kořeni jazyka jako **slepá jamka jazyka (*foramen caecum linguae*)**.

Štítná žláza je zavzata do tenkého vazivového pouzdra, má červenohnědou barvu, měkkou konzistenci a nerovný povrch. Skládá se ze dvou laloků - **laloku pravého a levého, *lobus dexter et sinister***. Laloky jsou vzájemně propojeny **můstkem štítné žlázy, *isthmus glandulae thyroideae***. Laloky leží po obou stranách hrtanu a krční části průdušnice. Můstek (asi 2 cm dlouhý a 2 cm široký) probíhá napříč přes 2. - 4. chrupavkou průdušnice. Laterálně od laloků štítné žlázy probíhá nervově-cévní svazek krční (krkavice, vnitřní žíla hrdelní, *n. vagus* a jeho větev *n. laryngeus recurrens*).

Starým anatomům připomínala štítná žláza tvarem čtverhranný starořecký štít *thyreos* – odtud její název.

Klinická poznámka

Od můstku štítné žlázy může - jako varieta - směrem nahoru (až v 50%!) odstupovat různě dlouhý **pyramidovitý lalok (*lobus pyramidalis*)**, který kopíruje dráhu embryonálního sestupu štítné žlázy.

Klinicky důležitý je topický vztah laloků štítné žlázy k *n. laryngeus recurrens*. Nerv motoricky inervuje hrtanový sval - *m. cricoarytenoideus posterior*, který je funkčně jediným abduktorem pravých vazů hlasových. Při oboustranném poškození nervu nelze postavit vazy hlasové do abdukce – tedy do respiračního postavení. Štěrbiná hlasivková zůstává trvale uzavřena, pacient se dusí. Při operačním odstranění štítné žlázy je nutno nerv respektovat.

Parenchym štítné žlázy je členěn v lalůčky.

Původně kompaktní buněčná masa parenchymu se již v embryonálním stadiu vývoje žlázy rozvolňuje a začínají se v ní tvořit dutinky - **folikuly**. Mají velikost 50-200 μ , jejich stěna je tvořena jedinou vrstvou kubických buněk a jejich nitro vyplněno tekutinou - **koloidem**. Buňky stěny folikulů vychytávají jód a tvoří **thyreoglobulin** (obojí uskladňují v koloidu). Buňky folikulů syntetizují z jódu a thyrosinových zbytků thyreoglobulinu **thyroidní hormony** (trijodthyronin – T_3 a tetrajodthyronin /tyroxin/ – T_4). Ty jsou dle potřeby uvolňovány do krevního oběhu. Hormony štítné žlázy ovlivňují rychlost látkové přeměny a vývoj řady orgánů a orgánových systému (mozku, kostí, svalů). Produkce hormonů štítné žlázy je řízena thyreotropním hormonem (TSH) předního laloku hypofýzy. Mezi folikuly štítné žlázy jsou uloženy parafolikulární buňky (C-buňky), které produkují hormon **kalcitonin**, který se podílí na regulaci hladiny vápníku v tělních tekutinách a na jeho ukládání do kostí.

Klinická poznámka

Pro správnou funkci štítné žlázy je nutný dostatečný přívod jódu do organismu. Jód se nachází v běžné potravě, uměle jodovaná je např. kuchyňská sůl či kojenecká strava. Při hypofunkci štítné žlázy dochází k nedostatečné

produkci hormonů štítné žlázy. Příčinou může být nedostatečný přísun jódu do organismu nebo onemocnění štítné žlázy. Štítná žláza se potom zvětšuje (mluví se o voleti - **strumě**), zpomalují se metabolické funkce organismu (kůže je suchá, řídne kštica, zpomaluje se akce srdeční, snižuje krevní tlak, zvyšuje váhový přírůstek organismu, objevují se otoky obličeje a končetin – **myxedém**, postižený jedinec je zimomřivý, spavý a unavený. Nedostatečný přívod jódu během prenatálního vývoje má za následek **kretenismus** (poruchu vývoje pohybového aparátu a mozku), projevující se trpaslictvím a snížením intelektu. Ještě v první polovině 20. století existoval endemický kretenismus i v našich zemích (byl vázán na horské oblasti, v nichž docházelo ke zvýšenému vyplavování jódu z půdy; nedostatek jódu v půdě vedl k jeho nedostatku i v plodinách, které v ní byly pěstovány). Hyperfunkce štítné žlázy je spojena s nadměrným uvolňováním hormonů štítné žlázy do krve. Dochází k urychlení metabolických funkcí organismu: postižený jedinec hubne, dochází k osteoporóze, zvyšuje se krevní tlak, kůže je teplá a zpcená, objevuje se **exoftalmus** (prominence očních bulbů vyvolaná množením retrobulbárního vaziva; při velkém exoftalmu může být poškozen zrak). Hyperfunkce je nejčastěji přítomna při Graves-**Basedowovově** chorobě.

Parenchym štítné žlázy je bohatě prokrven.

Tepny štítné žlázy (*a. thyroidea superior et inferior*) jsou větvevi zevní krkavice a tepny podklíčkové. Žilní krev odtéká žilami štítné žlázy do vnitřní žíly hrdelní. Lymfa teče do hlubokých uzlin krčních (regionálních uzlin hlavy a krku). Žlázu inervují vegetativní nervy: sympatická nervová vlákna jsou postgangliovými vlákny krčních sympatických ganglií, parasympatická inervace pochází z n. vagus.

15.2. PŘÍŠTITNÁ TĚLÍSKA, *GLANDULAE PARATHYROIDEAE*

Příštitná tělíska (příštitné žlázy), *glandulae parathyroideae* vznikají jako deriváty žaberních výchlipek vyvíjejícího se hltanu (faryngových výchlipek). Obvykle jsou čtyři: párové **horní** a párové **dolní příštitné tělísko** (obr. 15.). Jsou to malé kulovité útvary o velikosti několik mm, kryté tenkým vazivovým pouzdrém a uložena obvykle na zadní straně laloků štítné žlázy. Horní příštitné tělísko leží na zadní ploše laloku štítné žlázy, obvykle ve výši prstencové chrupavky hrtanu. Dolní příštitné tělísko leží při dolním obvodu laloku štítné žlázy, jeho poloha je však dosti variabilní.

Parenchym tělísek je tvořen trámci buněk, mezi nimiž jsou bohaté krevní kapilární pleteně. **Hlavní buňky** trámců produkují hormon příštitných tělísek – **parathormon**, který reguluje metabolismus vápníku a fosforu a jejich hladinu v séru (hormon zvyšuje vstřebávání vápníku z potravy, podporuje vylučování fosfátů do moči, aktivuje osteoklasty a tím odbourávání kostní tkáně). Dalšími buňkami parenchymu jsou **buňky oxyfilní**.

Tepny příštitných tělísek jsou větvičkami tepen štítné žlázy. **Žilní krev** odtéká do žil štítné žlázy, míza odtéká do mízních cév štítné žlázy. **Vegetativní nervy** příštitných tělísek mají stejný původ jako nervy štítné žlázy.

Klinická poznámka

Hypofunkce příštitných tělísek má za následek snížení hladiny vápníku v krevním séru, následkem čehož mohou být tetanické křeče. Nadprodukce hormonu při zvýšené funkci příštitných tělísek má za následek vyplavování kalcia z kostí s řidnutím kostní tkáně a jeho nadměrné ukládání do ledvin. Chirurgické odstranění příštitných tělísek je indikováno při adenomu příštitných tělísek, spojeném s nadprodukcí parathormonu. Pro variabilitu uložení příštitných tělísek je jejich operační preparace leckdy obtížná.

15.3. NADLEDVINY, *GLANDULAE SUPRARENALES*

Nadledvina, *glandula suprarenalis* je párová plochá žláza trojúhelníkovitého tvaru uložena v retroperitoneu břišní dutiny, zavzatá do vazivového pouzdra a uložena v tukovém vazivu ledviny. Širší **spodní (ledvinová) plocha** žlázy je přivrácena k hornímu pólu ledviny, úzký **horní pól** nadledviny je orientován kraniálně (obr.15.4.).

Parenchym žlázy má dvě části – povrchovou **kůru (*cortex*)** zlatožluté barvy a hlubokou **dřeň (*medulla*)** barvy našedlé.

Obě části mají odlišný původ: kůra je mezenchymového původu - vyvíjí z epitelu céloemu, dřeň je neuroektodermového původu (je derivátem neurální lišty a má stejný původ jako ganglia sympatického kmene).

Kůra produkuje hormony – **kortikoidy (mineralokortikoidy /především aldosteron/, glukokortikoidy)** a **nadledvinkové androgeny**. Jejich produkce je regulována adrenokortikotropním hormonem předního laloku hypofýzy.

Dřeň produkuje **katecholaminy** (stresové-poplachové hormony): **adrenalin** a **noradrenalin**.

Klinická poznámka

Glukokortikoidy mají výrazný protizánětlivý a imunosupresivní účinek, pro něž jsou medikamentózně užívány v klinice (podávány vnitřně či lokálně – v podobě mastí). Nedostatečná tvorba hormonů kůry nadledvin je podstatou závažné **Adisonovy choroby**. Katecholaminy jsou vyplavovány do krevního oběhu v rámci stresové reakce organismu.

Tepny nadledviny (aa. suprarenales) pocházejí z několika zdrojů (obr. 15.5.): z dolní brániční tepny (nástěnné větve břišní aorty), přímo z břišní aorty a z ledvinné tepny (párové orgánové větve břišní aorty). **Žíly nadledviny** jsou drenovány do dolní duté žíly. **Míza** odtéká do uzlin podél aorty (**nodí lumbales**). **Nervy** jsou vegetativní (sympatické a parasympatické) a senzitivní. Procházejí z břišní vegetativní pleteně (*plexus suprarenalis*).

16. SEZNAM OBRÁZKŮ NA CD-R

(První číslo značí číslo kapitoly v textu, druhé číslo je číslem obrázku)

Obrazová příloha I, II: Systém kardiovaskulární – obr. 9.1.- 9.89

- 9.1 Asymetrie uložení srdce v hrudníku.
- 9.2 Políčko osrdečnickové, *area pericardiaca*.
- 9.3 Srdce v předním dolním mediastinu. Transverzální řez.
- 9.4 Uložení srdce v mediastinu. Sagitální řez.
- 9.5 Pohled na srdce zepředu.
- 9.6 Pohled na srdce zezadu.
- 9.7 Srdce, *cor*. Diafragmatická plocha srdce
- 9.8 Stavba stěny srdeční.
- 9.9 Srdeční chlopně. Pohled shora.
- 9.10 Srdeční chlopně. A. Srdeční chlopně při systole komor. B. Rozstřižené cípaté chlopně.
- 9.11 Srdeční chlopně. Srdeční chlopně při diastole komor. Rozstřižené poloměsíčité chlopně.
- 9.11 Otevřená (A) a zavřená (B) cípatá chlopeň.
- 9.12 Srdeční skelet.
- 9.13 Projekce perikardu na přední hrudní stěnu.
- 9.14 Auskultační místa chlopní.
- 9.15 Punkce perikardu.
- 9.16 Věňčité tepny, *aa. coronariae*.
- 9.17 Věňčité tepny.
- 9.18 Zásobovací teritoria věňčitých tepen.
- 9.19 Srdeční bypass.
- 9.20 Srdeční žíly. Pohled na srdce zezadu.
- 9.21 Srdeční žíly. Pohled na srdce zepředu.
- 9.22 Převodní systém srdeční.
- 9.23 Umístění kardiostimulátoru pod kůži hrudníku a zavedení elektrody do pravé komory
- 9.24 Průtok krve srdcem.
- 9.25 Ústí cév do srdečních předsíní.
- 9.27 Srdeční stín.
- 9.28 Obecná angiologie.
- 9.29 Povrchové a hluboké žíly.
- 9.30 Možnosti podvazu tepen s ohledem na kolaterální oběh.
- 9.31 Schéma tepen lidského těla.
- 9.32 Odstup aorty.
- 9.33 Vzestupná aorta, oblouk aorty a jeho větve.
- 9.34 Anomálie aortálního oblouku.
- 9.35 Tepny hlavy a krku.
- 9.36 Průběh karotid na krku.
- 9.37 Trojúhelník karotický, *trigonum caroticum*.
- 9.38 Nervově-cévní svazek krční.
- 9.39 Magistrální tepny mozku. Mozkový tepenný okruh.
- 9.40 Větve zevní krkavice.
- 9.41 Syntopické vztahy oblouku aorty a hrudní aorty.
- 9.42 Funkční a výživný oběh. Schéma krevního oběhu v bronchopulmonálním segmentu.
- 9.43 Krevní cévy bronchopulmonálního segmentu.
- 9.44 Poloha nervově-cévního mezižebního svazku.
- 9.45 Průchod sestupné aorty bránicí. *Hiatus aorticus*.
- 9.46 Břišní aorta a dolní dutá žíla aorta v retroperitoneu.

- 9.47. Poloha břišní aorty v retroperitoneu na příčném řezu břišní dutinou.
- 9.48. CT břicha. Příčný řez.
- 9.49. Krevní cévy v hilu ledviny.
- 9.50. Segmenty ledviny.
- 9.51. Břišní kmen, *truncus coeliacus*.
- 9.52. Tepny žaludku.
- 9.53. Tepenné arkády tenkého střeva.
- 9.54. Tepny tlustého střeva.
- 9.55. Tepna děložní, *a. uterina*.
- 9.56. Tepny horní končetiny.
- 9.57. Tepna podpažní, *a. axillaris*.
- 9.58. Tepny dolní končetiny.
- 9.59. Obsah cévní lakuny (cévní štěrby) – *lacuna vasorum*.
- 9.60. Krevní cévy a nervy v trojúhelníku stehenním.
- 9.61. Krevní cévy a nervy v jámě zákolení.
- 9.62. Palpace pulzace periferních tepen dolní končetiny.
- 9.63. Místa palpace pulzu na tepnách lidského těla.
- 9.64. Ústí horní a dolní duté žíly do pravé srdeční předsíně.
- 9.65. Duté žíly. *V. azygos et hemiazygos*.
- 9.66. Topografické vztahy žíly podklíčkové za jejího průběhu pod klíční kostí.
- 9.67. Dolní dutá žíla, *v. cava inferior*.
- 9.68. Průběh dolní duté žíly na orgánové ploše jater. Vstup vrátnicové žíly a vlastní tepny jaterní do jater v brance jaterní.
- 9.69. Odtok žilní krve z varlete.
- 9.70. Vnitřní žíla kyčelní. Žilní pleteně v malé pánvi ženy.
- 9.71. Povrchové žíly horní končetiny.
- 9.72. Variety propojení *v. cephalia* a *v. basilica* v jamce loketní.
- 9.73. Povrchové žíly dolní končetiny.
- 9.74. Vrátnicová žíla, *v. portae*.
- 9.75. Portokavální anastomózy.
- 9.76. Varikózně rozšířené povrchové žíly v okolí pupku při portální hypertenzi (Medúzina hlava - *caput Medusae*).
- 9.77. Krevní oběh v lalůčku vrátnicové žíly a lalůčku centrální žíly (lalůčku jaterním).
- 9.78. Průtok krve fetálním srdcem.
- 9.79. Průběh pupečnickových cév plodu.
- 9.80. Fetální oběh.
- 9.81. Cévy fetálního krevního oběhu na viscerální ploše jater. Rezidua po fetálních cévách na viscerální ploše jater.
- 9.82. Krevní a mízní kapilára.
- 9.83. Velké mízní kmeny.
- 9.84. Mízní uzliny hlavy a krku.
- 9.85. Lymfatická drenáž mléčné žlázy.
- 9.86. Regionální uzliny horní a dolní končetiny
- 9.87. Tributární oblast axilárních uzlin. Lymfatická drenáž horní končetiny.
- 9.88. Hluboké tříselné mízní uzliny v trojúhelníku stehenním.
- 9.89. Vztah sleziny ke kostěnému hrudníku.

Obrazová příloha III: Centrální nervová soustava – obr. 10.1. - 10.96

- 10.1. Nervová buňka, neuron.
- 10.2. Typy neuronů.
- 10.3. Nervová synapse.

- 10.4. Typy synapsí.
- 10.5. Vývoj nervové soustavy.
- 10.6. Přeměna neurální ploténky v neurální trubici.
- 10.7. Vývoj mozku.
- 10.8. Vývoj mozku – stadium 5 váčků.
- 10.9. Vývoj gyrifikace lidského mozku.
- 10.10. Oddíly centrální nervové soustavy.
- 10.11. Tvar míchy.
- 10.12. Bílá a šedá hmota míchy.
- 10.13. Rohy a sloupce míchy.
- 10.14. Rýhy na povrchu míchy.
- 10.15. Stavba šedé hmoty míchy.
- 10.16. Somatotopika v předním míšním rohu krční intumescence.
- 10.17. Míšní vegetativní reflexní oblouk.
- 10.18. Míšní somatický reflexní oblouk.
- 10.19. Gama klička – autoregulace tonu svalového.
- 10.20. Míšní dráhy.
- 10.21. Míšní segmenty a míšní nervy.
- 10.22. Vznik míšního nervu.
- 10.23. Krevní zásobení míchy. Méně zásobené míšní segmenty.
- 10.24. Tepenné zásobení míchy.
- 10.25. Tepny míchy.
- 10.26. Svalové vřeténko.
- 10.27. Patelární reflex.
- 10.28. Páteřní kanál. Krční páteř a horní úsek hrudní páteře. MR – sagitální řez.
- 10.29. Syndrom hemisekce míšní (Brown-Séquardův syndrom).
- 10.30. Syndrom transverzální léze míšní.
- 10.31. Řez mozkem ve středové rovině.
- 10.32. Sagitální řez mozkem. MR.
- 10.33. Kmen mozkový – bazální pohled
- 10.35. Výstupy hlavových nervů z báze mozkového kmene.
- 10.36. Výstup n IV. z mozkového kmene.
- 10.37. Příčné členění mozkového kmene.
- 10.38. A. Příčný řez středním mozkem – norma. B. Temporální konus s unikální herniáci. Útlak středního mozku v zářezu tentoria.
- 10.39. Herniace mozku přes úžinová místa pro mozkový kmen.
- 10.40. Longitudinální členění kmene mozkového.
- 10.41. Retikulární formace a jádra hlavových nervů v tegmentu mozkového kmene.
- 10.42. Spodní (bazální) plocha mozečku.
- 10.43. Horní (dorzální) plocha mozečku.
- 10.44. Sagitální řez mozečkem.
- 10.45. Horizontální řez mozečkem.
- 10.46. Funkce neocerebela a klinické příznaky jeho poškození.
- 10.47. Funkce neocerebela a klinické příznaky jeho poškození.
- 10.48. Dorzální plocha mezimozku.
- 10.49. ARAS a nespecifický thalamus.
- 10.50. Funkce metathalamu. Zapojení mediálních kolínkovitých těles ve dráze sluchové.
- 10.51. Funkce metathalamu. Zapojení laterálních kolínkovitých těles ve dráze zrakové.
- 10.52. Jádra mediálního hypotalamu.
- 10.53. Gyrifikace zevní plochy hemisféry.
- 10.54. Gyrifikace vnitřní plochy hemisféry.
- 10.55. Spodní plocha mozku.

- 10.56. Horizontální řez mozkem. MR.
- 10.57. Sagitální řez mozkem. MR.
- 10.58. Laloky koncového mozku. Laterální plocha hemisféry.
- 10.59. Laloky koncového mozku. Mediální plocha hemisféry.
- 10.60. Insulární lalok, *lobus insulae*.
- 10.61. Primární a asociační oblasti kůry mozkové.
- 10.62. Somatotopika primární motorické kůry.
- 10.63. Somatotopika primární senzitivní kůry.
- 10.64. Senzitivní Penfieldův homunkulus nasnímaný z primární senzitivní kůry obou postcentrálních závitů.
- 10.65. Řečová centra.
- 10.66. Děje v mozkové kůře při pojmenování slyšeného.
- 10.67. Bazální ganglia a thalamus.
- 10.68. Motorické příznaky poškození bazálních ganglií. Parkinsonský syndrom.
- 10.69. Motorické příznaky poškození bazálních ganglií. Syndromy hypotonicko-hyperkinetické.
- 10.70. Průběh a somatotopika pyramidových drah ve vnitřním pouzdru.
- 10.71. Kapsulární hemiparéza.
- 10.72. Frontální řez mozkem.
- 10.73. Frontální řez mozkem.
- 10.74. Horizontální řez mozkem.
- 10.75. Mozkové magistrály a *circulus arteriosus cerebri*.
- 10.76. Výživa mozku.
- 10.77. Tepenný mozkový okruh, *circulus arteriosus cerebri (Willisi)*.
- 10.78. Predilekční místa ukládání arteriosklerotických plátů v tepnách zásobujících mozek.
- 10.79. Častá místa výskytu aneurysma – tepenných výdutí v oblasti tepenného mozkového okruhu.
- 10.80. Střední tepna mozková, *a. cerebri media*.
- 10.81. Zadní tepna mozková, *a. cerebri posteriori*.
- 10.82. Přední tepna mozková, *a. cerebri anterior*.
- 10.83. Vertebrální angiografie.
- 10.84. Duplikatury tvrdé pleny. Splavy tvrdé pleny.
- 10.85. Dutiny mozku. Laterální pohled.
- 10.86. Dutiny mozku. Pohled shora.
- 10.87. Dutiny mozku. Vztah k duplikaturám tvrdé pleny.
- 10.88. Dutiny mozku. MR, frontální řez.
- 10.89. Cirkulace likvoru.
- 10.90. Lumbální punkce.
- 10.91. Subokcipitální punkce.
- 10.92. Intrakraniální krvácení.
- 10.93. Hlavní struktury limbického systému. Hipokampus a amygdala.
- 10.94. Schéma vypreparovaného hippokampu a okolních strukturu.
- 10.95. Hipokampální formace.
- 10.96. Hipokampus a fornix.
- 10.97. Hydrocefalus.

Obrazová příloha IV: Dráhy nervové – obr. 11.1. - 11.26

- 11.1. Nervové dráhy.
- 11.2. Pyramidová dráha – dráha kortikospinální, *tr. corticospinalis*.
- 11.3. Průběh kortikospinální dráhy.
- 11.4. Dráha kortikonukleární, *tractus corticonuclearis*.
- 11.5. Somatotopika pyramidové dráhy v primární motorické kůře.

- 11.6. Somatotopika dráhy kortikospinální a dráhy kortikonukleární ve vnitřním pouzdru.
- 11.7. Kapsulární hemiparéza.
- 11.8. Centrální obrna n. VII.
- 11.9. Rozdíl v symptomatologii periferní a centrální obrny n. VII.
- 11.10. Porucha čítí a motoriky při přerušení poloviny míchy.
- 11.11. Poruchy čítí a motoriky při přerušení míchy.
- 11.12. Receptory.
- 11.13. Dráha spinothalamická, *tractus spinothalamicus*.
- 11.14. Dráha zadních provazců, *tractus spino-bulbo-thalamo-corticalis*.
- 11.15. Dráha trigeminothalamická, *tractus trigeminothalamicus*.
- 11.16. Somatotopika senzitivních drah jemného a hrubého čítí v primární senzitivní kůře.
- 11.17. Míšní dráhy v provazcích míšních.
- 11.18. Dráha sluchová.
- 11.19. Dráha zraková.
- 11.20. Kalózní těleso, *corpus callosum*.
- 11.21. Hlavní struktury limbického systému.
- 11.22. Limbická kůra.
- 11.23. Hipokampus, fornix a bradavková tělesa.
- 11.24. Papežův okruh.
- 11.25. Model hippokampu, fornixu a mamilárních těles.
- 11.26. Frontální řez mozkem – hipokampální formace.

Obrazová příloha V: Periferní nervová soustava – obr. 12.1. - 12.47

- 12.1. Spektrum vláken hlavových nervů.
- 12.2. Jádra hlavových nervů.
- 12.3. Výstupy hlavových nervů z báze mozkového kmene.
- 12.4. Výstup n. IV z dorzální plochy mozkového kmene.
- 12.5. Otvory a štěrby báze lební. Hlavové nervy prostupující skrze otvory a štěrby vnitřní báze lební.
- 12.6. Prostupy hlavových nervů zevní bázi lební.
- 12.7. Inervace okohybných svalů.
- 12.8. Příznaky obrny n. III.
- 12.9. Příznaky obrny n. VI.
- 12.10. Palpace výstupů větví trojklanného nervu.
- 12.11. Senzitivní okrsky (*areae nervinae*) větví trojklanného nervu, senzitivních větví krčního plexu a zadních větví míšních krčních nervů.
- 12.12. Klinický rozdíl mezi periferní a centrální obrnou n. VII.
- 12.13. Nerv sluchově-rovnovážný, *n. vestibulocochlearis*.
- 12.14. Uložení nervově-cévního mezižeberního svazku.
- 12.15. Společný výstup (*punctum nervorum*) senzitivních větví krční pleteně.
- 12.16. Stavba pažní pleteně.
- 12.17. Trunky pažní pleteně ve skalenické štěrbině.
- 12.18. Supraklavikulární a infraklavikulární část pažní pleteně.
- 12.19. Průběh pažní pleteně pod malým prsním svalem a kolem hákovitého výběžku lopatky.
- 12.20. Uložení fascikulů brachiálního plexu v axile.
- 12.21. *N. musculocutaneus* – nerv svalověkožní.
- 12.22. *N. medianus* – nerv středový.
- 12.23. *N. axillaris* – nerv podpažní.
- 12.24. *N. radialis* – nerv vřetenní.
- 12.25. Senzitivní okrsky nervové (*areae nervinae*) horní končetiny.

- 12.26. Senzitivní *areae nervinae* ruky.
- 12.27. *N. medianus* v karpálním kanále.
- 12.28. Vztah nervů horní končetiny k humeru. Vulnerabilní místa nervů horní končetiny.
- 12.29. Obrny nervů horní končetiny.
- 12.30. Větve lumbosakrálního plexu.
- 12.31. Nervy dolní končetiny.
- 12.32. Schéma lumbosakrální pleteně a jejích větví.
- 12.33. Schéma sakrální pleteně a jejích větví.
- 12.34. Senzitivní *areae nervinae* dolní končetiny.
- 12.35. Průchod *n. femoralis* na dolní končetinu pod vazem tříselným.
- 12.36. *Nervus femoralis*, nerv stehenní.
- 12.37. *N. femoralis* v trigonum femorale.
- 12.38. *N. ischiadicus*, sedací nerv.
- 12.39. *N. ischiadicus* v hluboké svalové vrstvě hýžděové krajiny.
- 12.40. Topografie intramuskulární injekce do hýžděové krajiny.
- 12.41. Větve sedacího nervu v zadní krajině kolenní.
- 12.42. Větve *nervus pudendus* (ohanbového nervu) v hrázové krajině ženy.
- 12.43. Sympatikus: schéma pregangliového a postgangliového neuronu. Parasympatikus: schéma pregangliového a postgangliového neuronu.
- 12.44. Schéma sympatické části autonomního.
- 12.45. Cesta vláken sympatiku k cílovým orgánům.
- 12.46. Schéma parasympatické části autonomního nervstva.
- 12.47. Funkční antagonismus sympatiku a parasympatiku.

Obrazová příloha VI: Smyslové orgány, kožní soustava, žlázy s vnitřní sekrecí – obr. 13.1. - 13.40, 14.1. - 14.3., 15.1. - 15.7

- 13.1. Chuťové ústrojí, *organum gustus*.
- 13.2. Čichová sliznice, *regio olfactoria*.
- 13.3. Dráha čichová.
- 13.4. Ušní boltce – *auricula*.
- 13.5. Svaly boltce ušního.
- 13.6. Boltce ušní – uložení.
- 13.7. Ventrobazální plocha spánkové kosti.
- 13.8. Kostěný zevní zvukovod a bubínková kost.
- 13.9. Řez dutinou středoušní a částí zevního zvukovodu.
- 13.10. Bubínek - *membrana tympani*. Otoskopický obraz bubínku.
- 13.11. Schéma dutiny středoušní.
- 13.12. Mediální stěna bubínkové dutiny.
- 13.13. Komunikace středoušní dutiny.
- 13.14. Projekce středoušní dutiny, bradavčité předsíně, bradavčitých sklípků a muskulotubárního kanálu na povrch lebky.
- 13.15. Uložení struktur středního ucha v pyramidě kosti spánkové.
- 13.16. Středoušní kůstky.
- 13.17. Zevní pyramida spánkové kosti se vstupem do vnitřního zvukovodu.
- 13.18. Dno vnitřního zvukovodu.
- 13.19. Podélný řez kostěným hlemýžděm.
- 13.20. Kostěný labyrint – *labyrinthus osseus*.
- 13.21. Blanitý labyrint a blanitý hlemýžď - *labyrinthus membranaceus et ductus cochlearis*.
- 13.22. Řez závitěm kostěného a blanitého hlemýžďe.
- 13.23. Cortiho ústrojí.
- 13.24. Schématický řez kostěným a blanitým hlemýžďem.

- 13.25. Uložení kostěného a blanitého labyrintu v pyramidě kosti spánkové.
- 13.26. Nerv sluchově-rovnovážný, n. VIII.
- 13.27. Dráha vestibulární.
- 13.28. Řez oční koulí.
- 13.29. Orientace na rohovce.
- 13.30. Oční pozadí, *fundus oculi*.
- 13.31. Kostěná orbita.
- 13.32. Přídavné orgány oka.
- 13.33. Směr tahu okoohybných svalů.
- 13.34. Horizontální řez orbitou. Magnetická resonance.
- 13.35. Slzný aparát.
- 13.36. Zraková dráha.
- 13.37. Stavba optické části sítnice.
- 13.38. Mióza a mydriáza.
- 13.39. Dráha mydriatického reflexu.
- 13.40. Dráha miotického reflexu.
- 14.1. Ohybové rýhy dlaně a hmatové lišty bříšek prstů.
- 14.2. Nehet – *unguis*.
- 14.3. Místa výskytu nadpočetných mléčných žláz v průběhu mléčné lišty.
- 15.1. Přehled žláz s vnitřní sekrecí.
- 15.2. Neurotransmise, neurosekrece, endokrinní sekrece a zevní sekrece.
- 15.3. Topografie štítné žlázy.
- 15.4. Nadledvina, *glandula suprarenalis*.
- 15.5. Tepny nadledviny.
- 15.6. Hypotalamo-infundibulární systém. Hypofýzoportální systém.
- 15.7. Dráha hypotalamo- hypofyzární. Vazba hypotalamu se zadním lalokem hypofýzy.