

MUDr. Veronika Němcová, CSc.,  
Dr. Ingrid J. Concepción S.,  
doc. MUDr. Robert Bartoš, Ph.D.,  
a kolektiv

# PRŮVODCE MOZKEM

## NEUROANATOMIE

### II.

#### Anatomie drah míchy, mozečku a mozkového kmene

Pro neurology, neurochirurgy  
a pro studium anatomie  
na lékařských fakultách

---

# 1 KRÍŽENÍ MOZKOVÝCH DRAH A ROZDÍLY VE STAVBĚ MOZKŮ ŽIVOČIŠNÉ ŘÍŠE (OD OCTOPUS VULGARIS PO ORYCTOLAGUS CUNICULUS)

Robert Bartoš, Veronika Němcová

*Si non potes operationes chirurgicas exercere, saltem corpora dissecando demonstra.*

Křížení pyramidové dráhy; anterolaterálního, lemniskálního systému a zrakové dráhy, která se částečně kříží v chiasma opticum, bereme v pozici klinických lékařů se samozřejmostí a popisujeme kontralaterální hemiparézy a hemiplegie, včetně těch alternujících; Brown-Séquardův míšní hemisyndrom a homonymní hemianopsii. Chápeme centrální parézu lícního nervu projevující se pouze kontralaterální parézou koutku úst při zachování schopnosti zavřít oko. Takéž nám nedělá problém pochopit částečné zkřížení sluchové dráhy v corpus trapezoideum, které umožní vnímání směru, odkud k nám zvuk přichází. Rozumíme roli mozečku při kontrole a koordinaci motoriky, spoji mozkové hemisféry s kontralaterální mozečkovou hemisférou kortikopontocerebelární drahou a zpět dentatohalamokortikální drahou, zkříženou v decussatio brachiorum conjunctivorum. Ke křížení nervových drah dochází v různých úrovních mozkového kmeně i míchy. Například v mezencefalu nacházíme decussatio tegmenti dorsalis tektospinální dráhy, decussatio tegmenti ventralis rubrospinální dráhy i výše zmíněné decussatio brachiorum conjunctivorum. Ve velum medullare superius se kříží nervus trochlearis a tractus spinocerebellaris anterior, již dříve překřížený v míšní commissura anterior alba. V pontu se kříží vlákna jdoucí z pontinních jader do mozečku, část sluchové dráhy jdoucí z ventrálního kochleárního jádra jako corpus trapezoideum a další část z dorzálního kochleárního jádra jako striae acusticae dorsales. V medulla oblongata se kříží olivocerebelární dráha i lemniscus medialis. Na hranici medulla oblongata a míchy se v decussatio pyramidum kříží tractus corticospinalis lateralis. V míše se kříží část propriospinálních spojů, dráhy anterolaterálního systému a tractus corticospinalis anterior. Retikulospinální a spinoretikulární dráhy vedou zkříženě i nezkříženě, stejně tak jako ascendentní a descendentní spoje ve fasciculus longitudinalis medialis. Naopak pouze nezkřížený je tractus spinocerebellaris posterior a část tractus vestibulospinalis vedoucí z Deitersova jádra. Další drahou, která se komplikovaně kříží, a o které se dozví

**Tabulka 1.1** Přehled drah centrálního nervového systému s označením eventuálního křížení (×)

Dráha	Místo křížení
tr. corticospinalis lateralis	× decussatio pyramidum (medulla oblongata)
tr. corticonuclearis (n. facialis)	×, II pons (horní větev ×, II; dolní větev ×)
tr. rubrospinalis	× decussatio tegmenti ventralis
tr. tectospinalis	× decussatio tegmenti dorsalis
tr. vestibulospinalis (ncl. Deitersi)	II
tr. interstitiospinalis (ncl. Cajali, součást FLM)	×, II
tr. reticulospinalis	×, II pons, medulla oblongata; II mesencephalon
tr. corticospinalis anterior	× commissura anterior (míšní segment)
tr. spino-thalamo(VPL)-corticalis	× commissura anterior (míšní segment)
tr. spino-bulbo-thalamo(VPL)-corticalis (lemniscus medialis)	× decussatio lemniscorum (medulla oblongata)
tr. trigemino-thalamo(VPM)-corticalis (tr. a ncl. spinalis n. V.), lemniscus trigeminalis (ncl. pontinus n. V.)	× pons → ncl. VPM
tr. spinotectalis	× míšní segment
tr. spinocerebellaris anterior	×, ×× commissura anterior a mozeček
tr. spinocerebellaris posterior	II
tr. spinocuneocerebellaris	II
tr. spinobulbocerebellaris	II
tr. pontocerebellaris	× → BP
tr. olivocerebellaris	× medulla oblongata → CR
tr. dentatothalamicus, tr. dentato-rubralis	× decussatio brachiorum conjunctivorum
tr. ganglio-solitario-thalamo(VPM)-corticalis – chuťová dráha	II, (× – zkřížená vlákna do thalamu spolu s lemniscus trigeminalis – Petrovický)
tr. cochleo-nucleo-colliculo-geniculo-corticalis (lemniscus lateralis) – sluchová dráha	×, II corpus trapezoideum (pons)
tr. retino (3×) receptory-bipolární bb. –gangliové bb.-geniculo-corticalis – zraková dráha	×, II chiasma opticum

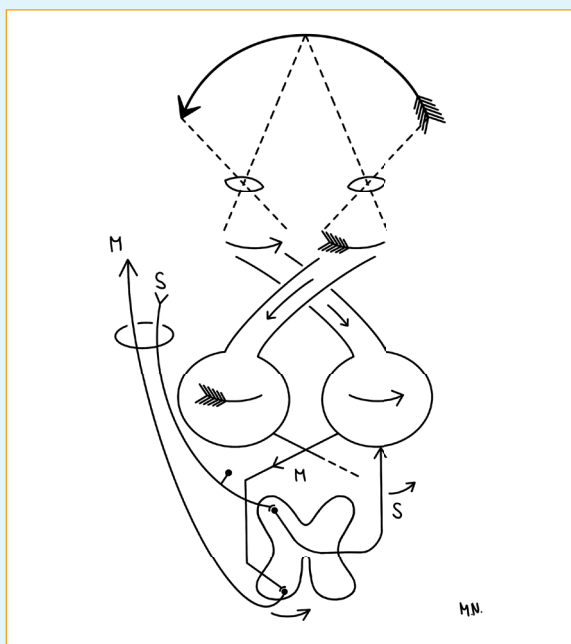
Červená – motorické dráhy, světle modrá – senzitivní dráhy, zelená – dráhy napojené na mozeček, fialová – senzorické dráhy; × – zkřížená, II – nezkrížená, ×, II – zkřížená i nezkrížená. FLM – fasciculus longitudinalis medialis, VPL – nucleus ventralis posterolateralis thalami, VPM – nucleus ventralis posteromedialis thalami, BP – brachium pontis, CR – corpus restiforme

čtenář více na konci této knihy, je dentato-rubro-olivární (Guillain-Mollaretův) trojúhelník. Jako mediky nás tyto dráhy dovedly pěkně potrápít. Přehled drah a to, zda se kříží, částečně kříží nebo zůstávají nezkříženy, ukazuje tabulka 1.1.

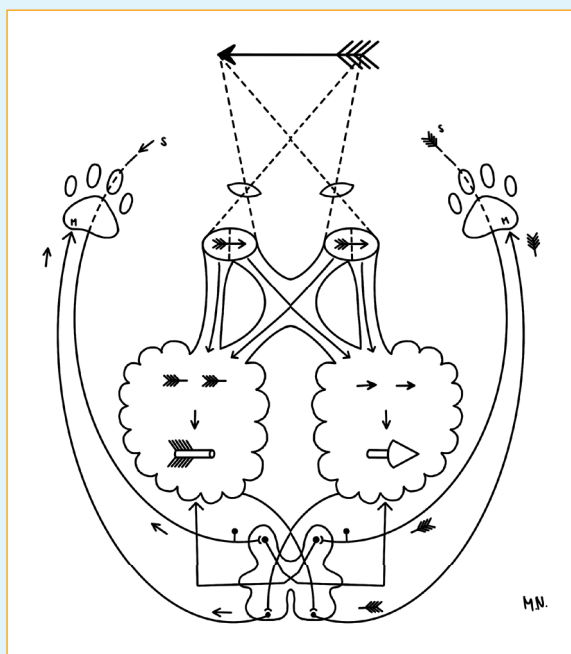
Ovšem otázka důvodů a příčin zdánlivě nesmyslného křížení mnohých drah fascinuje neurovědce již dlouhou dobu. Je možné, že to ani nebyl neurovědec, kdo si této skutečnosti všiml jako první. Traumatické krvácení do mozku při násilné a bojovné povaze člověka způsobilo postižení hybnosti na druhé straně než trauma mozku a již nějaký vnímavý *Australopithecus africanus* před 2–3 miliony let nebo vůdčí hominid (Ten, který hledí na Měsíc) v Clarkově Vesmírné odysee (1968) mohli mít podobnou zkušenost – minimálně si to mohli prožít na vlastní kůži. Abychom se však dostali od spekulací k „seriózní vědě“, tento fakt popsal Hippokratés (460–370 před n. l.), všiml si totiž, že pokud má pacient – asi zraněný hoplité během peloponéské války – úraz na jedné straně hlavy, křeče se objevují na druhostranných končetinách. Až o 500 let později se ke stejnému jevu vrací Aretaeus z Kappadokie (1.–2. století n. l.) ve spise *Morborum acutorum, de curatione apoplexiae*. Na základě svých pozorování, že pokud je sečná rána na jedné straně krční páteře, ochrnutí je na stejnostranných končetinách, dedukoval pravděpodobnou etáž křížení pyramidové dráhy do oblasti prodloužené míchy. V roce 1810 Franz Joseph Gall (1758–1828) se svým žákem Johannem Spürzheimem vypreparovali pyramidovou dráhu z dekuze do oblasti kortexu, čímž potvrdili kontinuitu dráhy. Dalším Gallovým vědeckým počinem bylo geniální rozlišení funkce šedé a bílé hmoty mozkové, naopak typickým Cimrmanovým krokem stranou na pozice Bohlenova vulgárního materialismu bylo zavedení frenologie – oboru zkoumajícího souvislosti duševních schopností a charakterových rysů ze stavby lebky. Pro odvození duševních schopností frenologové používali nejen celkovou velikost a tvar lebky, ale především její povrchový reliéf, tedy pohmatem lbi vám mohli vybrat životního partnera nebo vás odmítnout jako uchazeče o zaměstnání.

Pokud jde o důvod křížení kortikospinální, spinothalamické, lemniskální a zrakové dráhy, první a zatím s určitými výhradami stále platnou hypotézu postuloval v roce 1897 slavný španělský neurovědec a histopatolog **Santiago Ramón y Cajal** (1852–1934). Zajímavostí je, že byl současně výtečným malířem a jeho obrázky neuronů a gliových buněk nás stále uchvacují. Objevil po něm pojmenované Cajalovy horizontální buňky, což jsou interneurony v neokortexu. V mládí se dokonce chtěl stát malířem, nicméně jiný umělec – malíř poutových atrakcí – řekl jeho otci: „Ten chlapec nemá talent“. Tedy musel jít na medicínu a v roce 1906 společně s Camillem Golgim obdržel Nobelovu cenu.

V principu lze vysvětlit, že jeho hlavní myšlenkou je to, že obraz zevního světa na sítnici je obrácený čočkou (lens crystallina). Tedy v případě monokulárního vidění je obraz světa na sítnici obrácený, a ještě navíc diskontinuální, v případě



**Obr. 1.1** Schéma vysvětlující nutnost úplného křížení zrakové dráhy při monokulárním vidění pro zachování kontinuity viděného světa, následné křížení motorické (M) a senzitivní (S) dráhy umožní reagovat na skutečné umístění viděného předmětu v prostoru (v tomto případě špička šípů)

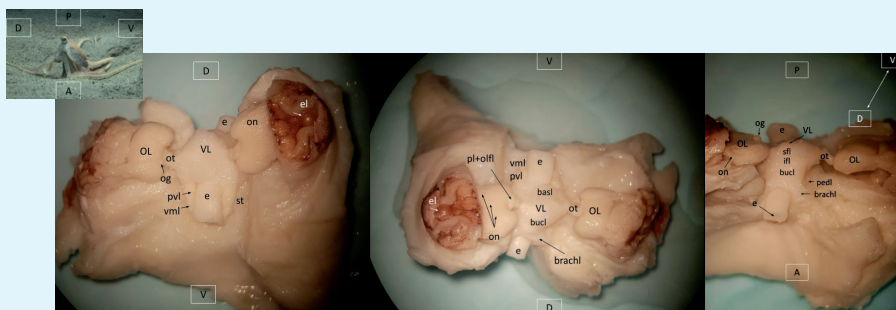


**Obr. 1.2** Schéma vysvětlující částečné křížení zrakové dráhy u binokulárně viděného předmětu, jeho prostorovou syntézu v mozku a křížení motorické dráhy (M) v oblongatě a antero-laterálního nociceptivního systému (S) segmentálně v míše, zajišťující opět správnou prostorovou determinaci viděného předmětu

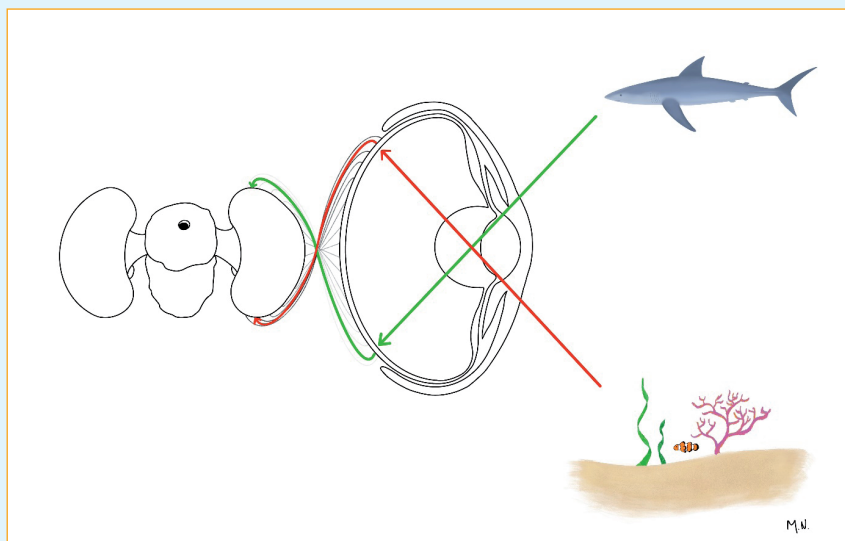
binokulárního vidění „pouze“ obrácený, křížení chiasmatu obraz tedy opět složí dohromady, ovšem obraz v mozkových hemisférách zůstává prostorově obrácený. Křížení senzitivních a motorických drah nám tedy umožní reálné objekty vnímat a reagovat na ně tak, jak jsou v prostoru skutečně umístěny. Lépe nám tuto teorii pomůžou pochopit nákresy volně převzaté z původní Cajalovy práce (*Estructura del kiasma óptico y teoría general de los entrecruzamientos de las vías nerviosas*. Rev Trim Micrografica. 1898;3:15–66.) (obr. 1.1, 1.2).

Taktéž situaci může přiblížit náš příklad s jednoduchým čtyřpísmenným napsaným slovem, například velký nápis KOLO, kdy si můžeme teoreticky představit, že na retině u očí, které nemají překryv zorných polí (levé vidí písmena KO/pravé vidí písmena LO), existuje jako OK/OL, následně tedy musí dojít ke zkřížení této retinální informace, aby v mozku byla sice obrácená, ale kontinuí (zleva doprava) tedy OLOK = pozpátku KOLO.

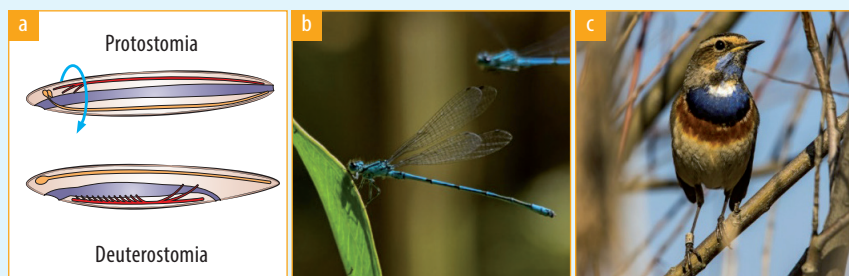
Výrazným argumentem svědčícím pro Cajalovu teorii je uspořádání zrakových laloků chobotnice (*Octopus vulgaris*). Pojďme se nyní zaměřit na mozek (obr. 1.3) těchto inteligentních bezobratlých, patřících do třídy měkkýšů (Mollusca), podrobněji. Přimo skrze mozek chobotnice prochází jícen (oesophagus) a jednotlivé laloky jej obkružují, což může mít topicky praktický význam. Mozek chobotnice má 200 milionů neuronů, podobně jako mozek veverce podobného primáta tany (řád Scandentia). V mozku má chobotnice jednu třetinu neuronů, zbytek je v chapadlech jako místní nervová síť s ganglii. Pro srovnání mozek člověka má přibližně 90 000 milionů neuronů (90 miliard). Ventrálně (subezofageálně) se v mozku chobotnice nacházejí vazomotorické laloky a pallioviscerální lalok, řídící motoriku útrov v plášti chobotnice, plášť nám může chybně připomínat nos, ale u „natažené“ chobotnice je posteriorně. Laterálně jsou uloženy párové lobi brachiales a lobi pedales, zajišťující senzomotorické reflexy a pohyb chapadel, přičemž nutno poznamenat, že i každé z osmi ramen má vlastní ganglion umožňující mu značnou míru pohybové autonomie. Dorzálně (supraezofageálně) je nejvýznamnějším lalokem vertikální lalok, funkčně odpovídající kortexu a sídlu kognitivních schopností chobotnice, kde dochází ke konvergenci drah ze dvou následujících supraezofageálních laloků. Jsou to lobus frontalis superior (limbický lalok, má vztah k vizuálnímu učení) a lobus frontalis inferior (má vztah k chemosenzitivitě, taktilnímu čítí a paměti). Anteriorně je lobus buccalis, dle názvu se jedná o centrum koordinující pohyb úst, respektive bukální masy, která připomíná pevný a velice ostrý zobák, dále jícnu a činnost jedové žlázy. Například chobotnice kroužkovaná (*Hapalochlaena lunulata*) je tak jedovatá, že její jed tetradotoxin může usmrtit člověka, naštěstí pro nás žije v mělkých vodách severní Austrálie, nikoliv na Jadranu. Pomalu se dostáváme k **optickým lalokům**, které jsou párové a jsou napojeny optickými trakty na tento „centrální mozek“. Na basi optických laloků je ještě lobus peduncularis, což je obdoba mozečku, koordinující osu zrak-pohyb, a lobus olfactorius (čichový lalok). Samotný optický lalok je kryt 50 optickými nervy, jejichž axony opouštějí sítnici na celém jejím zevním povrchu, chobotnice tedy nemá slepou skvrnu. Pozor! Obraz okolního světa je však



**Obr. 1.3** Mozek chobotnice; D – dorzálně, V – ventrálně, P – posteriorně, A – anteriorně. OL – lobus opticus, ot – tractus opticus, on – nervus opticus, e – jícen, VL – lobus verticalis, vml – lobi vasomotorici, pvl – lobus palliovisceralis, st – organum staticum, pf + olf – lobus peduncularis + olfactorius, brachl – lobus brachialis, bucl – lobus buccalis, og – optická žláza (analog adenohypofýzy)



**Obr. 1.4** Pohled na mozek chobotnice zezadu a na křížení optického nervu před vstupem do optického laloku, umožňující vnímání správné pozice okolního světa, černý otvor – oesophagus; obraz okolního světa je otočen oční čočkou, dopadá na sítnici, ze které vycházejí vlákna optického nervu, kříží se shora dolů (červeně) a zdola nahoru (zeleně), takže se obraz mořského dna dostává do dolních částí optického laloku a obraz hladiny do jeho horních částí. Po zpracování je veden dále pomocí tractus opticus do dalších mozkových laloků. Komerové oko s čočkou se zřejmě vyvinulo nezávisle třikrát – u obratlovců (Craniata) – včetně nás lidí, hlavonožců (Cephalopoda) – tedy naší chobotnice a u medúz z třídy čtyřhranky (Cubozoa)



**Obr. 1.5** a) Schéma somatického twistu u druhoústých (Deuterostomia), čímž dochází k překřížení drah o  $180^\circ$ , b) příklad prvoústého živočicha: Šidélko páskované (*Coenagrion puella*), c) příklad druhoústého živočicha: Slavík modráček středoevropský (*Luscinia svecica*)

díky čočce na sítnici chobotnice obrácený. Vlákná z dolních částí sítnice (horní část zorného pole) se tedy před vstupem na povrch optického laloku kříží s vlákny z horních částí sítnice (dolních částí zorného pole) a poté retinotopicky končí v lobus opticus. Toto křížení nám zcela názorně vysvětluje obr. 1.4: chobotnice musí přeci vnímat nebezpečí (žraloka) nahoře u hladiny, aby se mohla skrýt u dna a neplavala obráceně přímo do predátorova chřtánu. Zajímavostí je dále uložení analogu naší adenohypofýzy na dorzu optického laloku – je popsán jako tzv. optic gland, tedy optické žlázy produkující chobotničí gonadotropiny (oct GN), a které jsou dokonce řízeny oct GNRh produkovaným v lobus subpeduncularis. Jedná se tedy o úplnou analogii naší hypothalamo-hypofyzární osy. Optické žlázy regulují proliferaci reprodukčních buněk, zrání gonád a syntézu yolk proteinu, ale i motoriku a paměť. Vztah touhy ke zraku je nabíledni i pod hladinou moře. Chobotničí gonadotropiny řídí také potravní chování, matka chobotnice střeží svá vajíčka a při tom nepřijímá potravu, v důsledku toho hyne krátce po vylíhnutí malých chobotnic. Odstranění optických žláz, a tedy nedostatek oct GNRh matce chobotnici po naklazení vajec prodlouží život.

Teorii, která není založena na zrcadlovém zobrazení viděného světa na sítnici, je teorie **somatického twistu**, kterou popsal v roce 2013 Marcel Kinsbourne. U prvoústých (Protostomata), což jsou bezobratlí živočichové jako například členovci, měkkýši a kroužkovci, je nervová soustava ventrálně od srdce i střev. Tedy u naší chobotnice toto platí pouze částečně, protože její oesophagus je mozkem obklopen. Ale až u druhoústých, kteří tvoří velice širokou skupinu živočichů – od ostnokožců (Echinodermata) po strunatce (Chordata) – dojde k rotaci o  $180^\circ$  a řitní otvor se přesouvá na stejnou stranu těla jako ústní otvor, tedy ventrálně



(obr. 1.5). Přesun centrální nervové soustavy dorzálně s překřížením drah je jen „vedlejším produktem“ této rotace. Chorda dorsalis, struktura specifická pro strunatce, za jejíž zbytek se u nás považuje nucleus pulposus meziobratlové ploténky, se objevuje po tomto somatickém twistu ventrálně od neurální trubice. Je významným signalizačním centrem pro vývoj nervové trubice a osového skeletu. Někteří autoři považují za homologa struny hřbetní axochord, tedy ventrální svalovou tkáň ležící ve střední čáře mezi nervovou tkání a trávicím ústrojím kroužkovců (Annelidae).

O něco složitěji tento „somatic twist“ rozpracovali Marc de Lussanet a Jan Osse v roce 2012. Jejich twist je dvoufázový a o 90° proti sobě, výsledkem je tedy opět 180° rotace. Principem jejich teorie je přiložení levé strany embrya k žloutkovému váčku (yolk sac), který u strunatců od ryb výše slouží k výživě zárodku. Tak aby mohl být žloutkový váček využíván, musí dojít k rotaci hlavové části embrya o 90° ve směru hodinových ručiček, zbytek těla kompenzatorně rotuje o 90° proti směru hodinových ručiček, čímž dochází ke křížení drah v úrovni chiasmatu a pod ním. Teorie somatického twistu však dle našeho názoru nevyplývá, proč se spinothalamická dráha (tepelné a algické čítí), přední spino-cerebelární (propriocepce z dolní poloviny trupu a nohou) a přední kortikospinální dráha (motorika trupu a šíje) kříží v míšním segmentu a jiné v různých částech mozkového kmene: laterální kortikospinální, část kortikonukleárních, rubrospinalní, tektospinální, dráha zadních provazců, pontocerebelární, olivocerebelární, cerebelorubrální a cerebelothalamická dráha. A proč se vestibulospinální, zadní spinocerebelární, část retikulospinálních a kortikonukleárních drah vůbec nekříží?

Existují i teorie matematicky nevzdělanému laikovi velice obtížně pochopitelné, využívající modelování 3D prostorových sítí – a uspořádání živých organismů je jistě třidimenzionální, které potvrzují větší proti chybovou stabilitu přenosu dat zkřížených systémů oproti nezkříženým a tato výhodnost se zvyšuje se zvyšujícím se počtem recipročních bodů v dané 3D datové síti.

Během vývoje mozku je nezbytné, aby rostoucí axony projekčních a komisurálních neuronů (např. pyramidové dráhy nebo corpus callosum) v určitém místě překročily střední čáru a pokračovaly kontralaterálně a aby se nevracely zpět na původní stranu. K tomu slouží celá řada **molekulárních mechanismů**, z kterých ještě mnohé neznáme. Jsou to geny kódující membránové receptory na povrchu axonů i ligandy, které se na ně při střední čáře navazují. Určité látky lákají rostoucí axony ke střední čáře (chemoatraktanty) a jiné je po překonání střední čáry odrazují od toho, aby se k ní znovu vracely (repelenty). V míše během vývoje fungují jako atraktanty Netriny, produkované spodinovou ploténkou a vážou se na receptor DCC (deleted in colorectal cancer) a jeho příbuzné (Neo, DSCAM – Down syndrome cell adhesion molecule). Dalšími atraktanty jsou sonic hedgehog (SHH) a vascular endothelial growth factor (VEGF). Ve stropové ploténce tvořené BMPs (bone morphogenetic proteins) odpuzují rostoucí axony. Proto se commissura anterior alba vytváří ventrálně, kde je koncentrace BMPs nízká. Po překročení střední čáry pokračují axony kontralaterálně a ne-

smí se znovu křížit. To zabezpečují Slit proteiny, produkované gliemi spodinové ploténky, které se vážou na Robo (Roundabout) receptory na rostoucím axonu. Robo 3 má dvě varianty, 3.1 a 3.2. Než překročí axon střední čáru, je na jeho povrchu zvýšená exprese Robo 3.1 receptorů, což podporuje růst axonu ke střední čáře, po překročení střední čáry je v membráně axonů více Robo 3.2 receptorů, jejichž aktivace pomáhá axonům mířit od střední čáry. Při mutacích, kde chybí Robo 3 receptor, nedochází ke zkřížení rostoucích axonů v míše. Robo 1 a Robo 2 receptory jsou na rostoucích axonech před překřížením zastoupeny minimálně, po překročení střední čáry se jejich exprese zvýší a spolupracují s aktivovanými receptory Robo 3.

Zajímavostí evoluce jsou některé syndromy, například **Klippelův-Feilův syndrom**, kdy pacienti mají krátký krk s fúzemi krčních obratlů a nízko položenou vlasovou linií, co je však zajímavější, pyramidová dráha se u nich nekříží v úrovni prodloužené míchy, ale segmentálně v míše, tedy u 75 % pacientů při volném pohybu vznikají „zrcadlové pohyby“ druhostrannými končetinami. Dalším syndromem je na chromozomu X-vázaný **Kallmannův syndrom**, který je spojený s anosmií a hypogonadotropním hypogonadismem a popsal jej Aureliano Maestre de San Juan (1828–1890), který – a jak je svět malý – byl Cajalovým profesorem histologie. U 85 % pacientů s tímto vzácným syndromem dochází při magnetické transkraniální stimulaci k současně koaktivaci končetin obou stran, zdá se tedy, že podstatná část kortikospinálního traktu probíhá nezkříženě. Anatomický sekční korelát chybí, kromě defektního ANOS1 genu (dříve KAL-1) se dle recentních prací může jednat i poruchu Robo 1/2 genů. U lidí vzácný **syndrom poruchy horizontálního pohledu spojený se skoliózou** (HGPPS, horizontal gaze palsy with progressive scoliosis) je způsoben mutací genu Robo 3. V mozkovém kmeni a míše při něm nedochází ke zkřížení dráhy spojující jádro nervus abducens s jádrem nervus oculomotorius, proto je zde obrna horizontálního pohledu. Vertikální oční pohyby jsou normální. Při vyšetření MR byla prokázána hypoplazie nucleus abducens (není patrný colliculus facialis) a změny tvaru pontu a oblongaty spojené s úbytkem bílé hmoty. Evokované potenciály lidí s tímto syndromem prokazují, že mají nezkříženou jak pyramidovou dráhu, tak i lemniskální systém. Přesto se tyto lidé normálně pohybují a mají normální dotykové čítí i propriocepci. Těžká skolióza je zřejmě neurogenní, z úbytku retikulospinálních drah, odpovědných za svalový tonus. U myši s mutací Rig-1/Robo 3 genů se nekříží vlákna z precerebelárních jader kmene včetně dolní olivy.

Tedy potud výčet některých teorií a mechanismů křížení drah. Kromě výše uvedených a do jisté míry pro „život a lidstvo“ optimističtějších **existují predá-torské teorie** vysvětlující křížení drah na jednoduchém a utilitaristickém modelu (sežrat, a přitom nebýt sežrán), například Sarnat a Netzky v roce 1974 pozorovali defenzivní krouživý reflex u kopinatce plžovitého (*Branchiostoma lanceolatum*), což je primitivní strunatec, trávící většinu života zahrabaný v písku. Tento reflex vedoucí přímou zkříženou dráhu mu umožní rychlou ochranu napadené strany těla

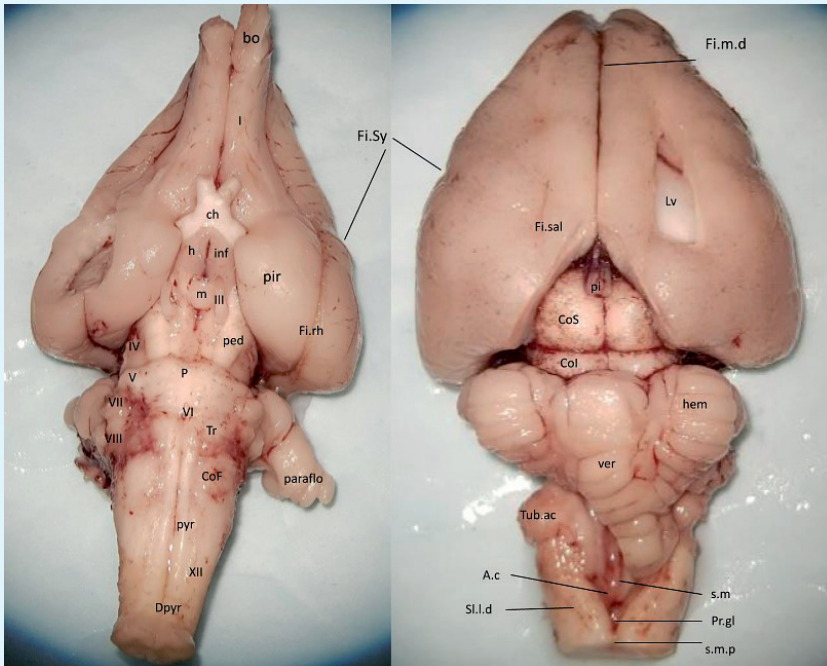
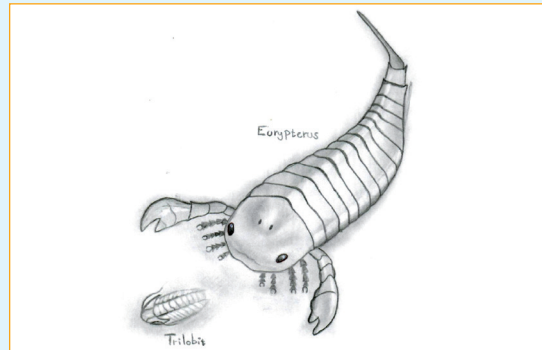
rychlou kontrakci svalstva druhé strany. Tyto teorie nám mohou být sympatické asi jen z toho důvodu, jelikož nám mohou pomoci mnemotechnicky ulehčit představu a zapamatování si komplikovaného křížení motorických a senzitivních drah. Nicméně pravdou je, že masivní druhový rozvoj stranově symetrických živočichů v období kambria (evoluční exploze) a rozvoj predace mohl takovému uspořádání drah silně proponovat.

Tedy: Představte si, že plavete v pravěkém moři před 420 miliony let a jste velký primitivní predátor (obr. 1.6). Vidíte něco (co chcete sežrat) na vaší pravé straně. Stejně jako u dospělé drápatky vodní (*Xenopus laevis*), je zrakový vjem přenesen i do vaší pravé hemisféry. Proč u dospělé drápatky? Ke vzniku retinální projekce také do stejnostranné hemisféry u ní dochází až po metamorfóze a po vzniku předních končetin s drápkou, v období pulce je její retinální projekce zcela zkřížená a naše následující teorie by tak dostala trhlinu. Například většina kostnatých ryb (Teleostei) **stejnostrannou retinální projekci nemá**. Mají ji ale kupodivu mihule (Cephalaspidomorphi), u kterých bihemisferální vizuální kontrola okolí při kroutivém pohybu může být výhodná. Výraznou ipsilaterální retinální projekci mají dále jihoameričtí mločiči (*Bolitoglossa altamazonica*), kteří jsou nejrychlejšími obojživelníky, pohybujícími se rychlostí až 24 km/h. Vraťme se ale do období siluru. Každopádně zrakový vjem kořisti se dostal i do vaší *pravé hemisféry* a je rychlejší zabrat *levou přední ploutví*, a tím zahrnout doprava. Tedy pokud nervový impuls jde zkříženě – **laterální kortikospinální (pyramidovou dráhou)** – je to rychlejší a máte výhodu, pokud je to i přímo bez interneuronu.

A naopak, teď si představte, že jste ta malá kousnutá primitivní ryбка nebo trilobit... „Ale co to? Něco se teď dotklo mé *levé* strany“ – to je propriocepce a impuls jde cestou v medulla oblongata se křížících **zadních provazců (lemniskální systém)**, do *pravé* hemisféry, tedy pokud mám čas – pokusím se uprchnout doprava pohybem *levé přední ploutve*, tedy opět přímým a zkříženým pyramidovým systémem. „Ale ne, ta bestie byla moc rychlá a zakousla se do mojí *levé* poloviny trupu a poničila ji a ploutev nefunguje“ – tedy pokud chci cítit bolest, a ta je nutná pro následnou záchrannou akci – vzruch musí jít „nahoru: segmentálně se křížícími vlákny **anterolaterálního systému (spinothalamického traktu)**. A pokud budu chtít alespoň „mrskat“ ocasem, abych se pokusil/a uprchnout, může vzruch do něj jít *pravou* polovinou těla, nezkríženým anteriorním kortikospinálním traktem, který se kříží až segmentálně pod místem destrukce na straně útoku.

Tato teorie však naráží na několik „detailů“. Trilobit i jeho pronásledovatel Eurypterus jsou členovci, tedy prvoústí s žebříčkovitou nervovou soustavou pod trávicí trubicí. Fungují tedy jinak. V naší úvaze však nemůžete být ani rybou, ani jiným „nesavcem“, jelikož ti nemají kortikospinální dráhu (pallio-spinální). U ptáků vede zkřížená dráha z telencefala jen do krční míchy. Ježci, damani a krtci nemají pyramidovou dráhu zkříženou. I motorika králíka (*Oryctolagus cuniculus*), výborného běžce, kličkaře a skokana, dominantně „jede“ na v mezencefalu zkříženou rubrospinální dráhu. Má však výborně vyvinutou

**Obr. 1.6** Eurypterus loví trilobita (Přídolí, silur, zhruba před 420 miliony let)



**Obr. 1.7** Mozek králíka (vlevo ventrální strana, vpravo dorzální strana); I – tracus olfactorius, III – n. oculomotorius, V – n. trigeminus, VI – n. abducens, VII – n. facialis, VIII – n. vestibulocochlearis, XII – n. hypoglossus, A.c – ala cinerea (trigonum nervi vagi), bo – část bulbos olfactorius, ch – chiasma opticum, CoF – colliculus facialis, Col – colliculus inferior, CoS – colliculus superior, Dpyr – decussatio pyramidum, Fi.m.d – fissura mediana dorsalis, Fi.rh – fissura rhinalis, Fi.sal – fissura sagittalis lateralis, Fi.Sy – Sylvijská rýha, paraflo – paraflocculus, hem – mozečková hemisféra, inf – infundibulum a h – hypothalamus, Lv – ventriculus lateralis, m – corpus mamillare, P – pons Varoli, ped – pedunculus cerebri, pi – corpus pineale, pir – piriformní kůra, Pr.gl – promontorium gliosum calami scriptorii, pyr – pyramis medullae oblongatae, s.l.d – sulcus lateralis dorsalis (posterolateralis), s.m – sulcus medianus, s.m.p – sulcus medianus posterior, Tr – corpus trapezoidum, Tub.ac – tuberculum acusticum, ver – vermis cerebelli

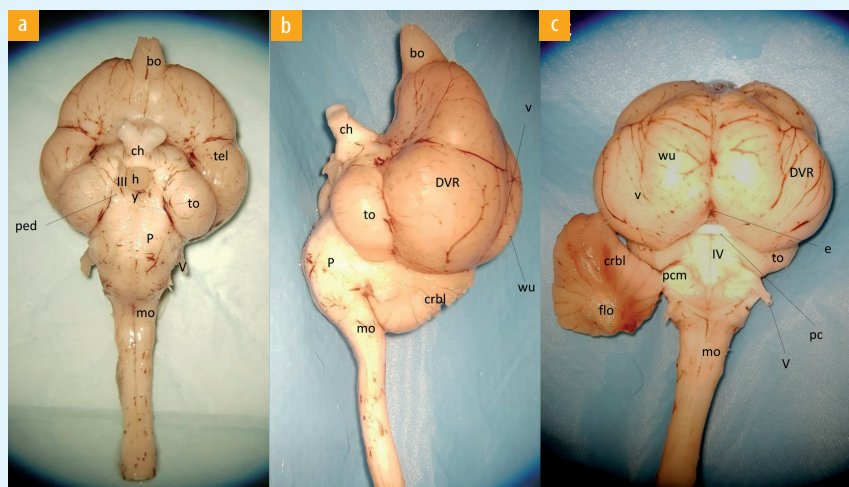
kortikobulbární dráhu, zajišťující výbornou hybnost obličejového svalstva pro jemný pohyb pysky a nasávání vzduchu do chřípí.

Preparát mozku králíka zobrazuje obr. 1.7. Zde si povšimněme lissencefalní mozkové kůry s pouze naznačenými fissurami a masivním olfaktorickým bulbem, přímo navazujícím na piriformní kortex, lze předpokládat, že celý mediotemporální lalok je čichovým mozkiem. Pod okcipitálními laloky vidíme velké čtverohrbolité, což je zraková, resp. sluchová kmenová oblast, králík má dobrý sluch, proto se dorzálně při výstupu vestibulokochleárního nervu vyklenuje velké tuberculum acusticum (sluchové jádro) a na ventrální ploše kmene je povrchově uložené corpus trapezoideum (ncl. olivaris superior a ncl. corporis trapezoidei a jejich spoje). Pontinní jádra a transverzální pontinní vlákna jsou zatím málo vyvinutá, tedy můžeme sledovat takřka celý průběh pyramidové dráhy ve kmeni od crura cerebri po křížení pyramidové dráhy. Naopak uspořádání a odstupy hlavových nervů jsou podobné, jako je pozorujeme u člověka, hlavním rozdílem je kaudálně uložené, ventrálně se vyklenující jádro nervus facialis (tvoří colliculus facialis, který ovšem neodpovídá lidskému colliculus facialis, tedy dorzálně se vyklenujícímu jádru nervus abducens obíhanému vláknem nervus facialis na spodině IV. komory). Králík patří mezi savce s laterálně postavenými očima, má panoramatická zraková pole, aby mohl dobře pozorovat blížící se lišku, většina vláken optických nervů se tedy musí křížit. Asi 10 % nezkřížených vláken míří hlavně do ncl. corporis geniculati dorsalis a do colliculus superior. Pouze předměty v úzkém zorném poli před sebou vidí binokulárně. V mozečku pozorujeme masivní vermis, relativně malé hemisféry mozečku a velký samostatný lobulus parafloccularis. Vermis a lobulus parafloccularis tvoří vestibulocerebellum, které králík nebo jeho příbuzný zajíc využívá při kličkovacích manévrech, kdy potřebuje perfektně analyzovat a zpracovat signály z rovnovážného ústrojí. My již tolik neskáče a právnici kličkují jenom mezi paragrafy, paraflokulární lobulus zřejmě změnil na tonsillu a lobulus biventer, vlastní flocculus máme velmi malý a skrytý pod objemnými hemisférami mozečku.

Pokud by čtenář měl pocit, že popis mozku králíka nám pomohl pochopit lidský mozek a že pokud půjdeme „evolučně níže“ podle Edingerovy teorie lineární evoluce, vše bude jednodušší, opak je pravdou. Mozek ptáků není překvapivě vůbec zjednodušeninou savčího mozku, ptáci pocházejí ze společného předchůdce sauropsidní linie, ze které se vyvinuli společně s plazy (Reptilia). K oddělení sauropsidní linie došlo zhruba před 240 miliony let. Ariëns Kappers v roce 1936 v knize *The Comparative Anatomy of the Nervous System of Vertebrates Including Man* rozdělil telencephalon na pallium – oblast dorzálně od komor – a subpallium – u savců septum a bazální ganglia. U ptáků tvoří typické vrstevnaté pallium jen bulbus olfactorius, archikortex (piriformní kůra a hipokampální formace) a úzká dorzolaterální kortikální oblast. Trojvrstvá kůra

se nachází u plazů jen v úzkém dorzálním palliu. Hlavní součástí pallia sauropsidů je dorzální komorový hřeben, dorsal ventricular ridge (DVR), vyklenující se nad bazálními ganglii do laterální komory plazů a ptáků. Končí v něm spoje z thalamu a funkcí odpovídá savčímu neokortexu. Leží dorzálně od archistriata – amygdala, paleostriálního komplexu – globus pallidus a neostriata – putamen, ncl. caudatus a ncl. accumbens. Dorzálně od bazálních ganglií a dorzálního komorového hřebene ptáků je tzv. hyperstriatum neboli Wulst, podélný hrbol v dorzální části hemisféry. Na základě pozorování inteligence ptáků, studia spojů a exprese genů v hemisféře ptáků, plazů a savců, Reiner et al. v roce 2004 vytvořili zcela jinou nomenklaturu pro ptačí telencephalon. Výše popsany Wulst se nazývá hyperpallium, je lamelárně uspořádán a přichází do něj senzitivita cestou lemniskálního systému a dále zrakové informace, eferenty potom míří do míchy a kmene. Zbytek telencefala tvoří tedy bazální ganglia a dorzální komorový hřeben, který se z povrchu do hloubky dělí na **mesopallium**, **nidopallium** a **arcopallium** (obr. 1.8).

Mesopallium a nidopallium jsou považovány za místa ptačího myšlení, učení a paměti. Mesopallium dorsale je obousměrně propojeno s Wulstem a mesopallium ventrale dostává signály z entopallia (zrak) a pole L (sluch) a po jejich zpracování vysílá signály do nidopallia a arcopallia. Někteří autoři považují mesopallium za 2. a 3. vrstvu neokortexu savců (asociační interneurony), jiní se domnívají, že jsou mesopallium a nidopallium homologní claustru a amygdale. Do vymezených částí nidopallia míří informace z trigeminu (rostrálně umístěný ncl. basorostralis pallii, zrakové dráhy (uprostřed ležící entopallium) a sluchové dráhy (vzadu ležící pole L). Do oblouku stočené arcopallium se dále dělí na kaudomedianální část, která je homologní k amygdale a anteriorní část, homologní k senzomotorické oblasti neokortexu. Stavbou se DVR podobá bazálním gangliím, tak jak to popsal Kappers, ale typy neuronů a spoje a funkce odpovídají savčímu neokortexu. Laminární uspořádání má pouze Wulst (hyperpallium), od DVR oddělené na povrchu valemkulou a uvnitř pomocí *lamina frontalis superior*. Neobvyklé uspořádání neuronů v hemisféře ptáků nesvědčí pro nižší úroveň organizace jejich mozků oproti mozku savců, zde například králíka. Je známo, že vrána novokaledonská (*Corvus moneduloides*) si dokáže vyrobit nástroj, a to i složením z několika součástek. V pokusech také dokáže využívat sofistikované triky založené na porozumění fyzikálním zákonům, například do válce s vodou, ve které plave pamlsek, vhaduje další předměty, a přitom je schopna odhadnout hustotu i velikost vhadovaného předmětu. Je schopna pamlsek získat i manipulací s U-trubicí se spojenou hladinou, kdy tento ovšem plave v úzkém ramenu trubice a předměty musejí být vhadovány do širšího ramene, ve kterém pamlsek není. K tomu připočteme schopnost opakovat a učit se slova u papoušků, schopnost geografické orientace tažných ptáků a můžeme konstatovat, že v některých ohledech se ptáci jistě vyrovnávají primátům či kytovcům. Došlo pouze k tomu, že neurony s homologní funkcí jako u synapsidní (savčí) větve nemigrovaly dorzolaterálně do dorzálního pallia, ale proliferovaly in situ a expandovaly do postranní komory.



**Obr. 1.9** Mozek kachny; a) ventrální pohled, b) laterální pohled, c) dorzální pohled – mozeček odklopen. bo – bulbus olfactorius, ch – chiasma opticum, crbl – cerebellum, e – epiphysis, flo – flocculus, h – hypothalamus, mo – medulla oblongata, p – pons Varoli, pc – commissura posterior, pcm – pedunculus cerebellaris medius, ped – pedunculus cerebri, DVR – dorsal ventricular ridge, to – tectum opticum, v – vallecula, wu – hyperpallium (hyperstriatum – Wulst), III – n. oculomotorius, IV – spodina IV. komory, V – n. trigeminus

Mozek ptáků dokumentujeme preparátem kachny domácí (*Anas platyrhynchos domestica*) na obr. 1.9.

Na mozku kachny je, stejně jako u ostatních ptáků, nápadně velké tectum opticum. Má složitou vrstevnatou strukturu a převádí zrakové informace na motoriku kmene, integruje sluchové (dobře vyvinuté u sov), zrakové (u sokola) i taktilní signály (dobře vyvinutá senzitivita zobáku papoušků), posílá spoje zpět do retiny přes ncl. isthmi a vysílá i ascendentní spoje. Hlavním ptačím smyslem bývá zrak na úkor čichu (výjimku představuje například pták kivi). Protože tectum opticum dostává 90 % projekce ze sítnice, je za hlavní zrakovou dráhu u ptáků považována **dráha tektofugální**: sítnice – tectum opticum – nucleus rotundus (odpovídá pulvinaru thalami u savců) – entopallium. V entopalliu se potom zpracovává informace o jasu, rozlišení, barvě, jednoduchých i složitých pohybech. Selektivní pozornost umožňuje propojení tectum opticum s nucleus isthmi a semilunaris. Druhou zrakovou drahou je **thalamofugální**: sítnice – ncl. opticus thalami (odpovídá savčímu corpus geniculatum laterale) – Wulst. Tato dráha je považována za homologní k savčí retino-geniculo-kortikální dráze končící ve striatické kůře V1. Hraje roli v prostorové orientaci, percepci pohybu a binokulárním vidění (dobře vyvinuté u sov a již pochválené vrány novokaledonské, mají 50–60° překryv zorných polí). Dále mají ptáci akcesorní optický systém, který používají k analýze optického toku vzniklého vlastním pohybem a k tvorbě optokineticé

# REJSTŘÍK

## A

- adenohypofyzeální plakody 173
- adiadochokineze 307
- afektivní poruchy 307
- aferenty
  - pontinního mozečku 297
  - spinálního mozečku 293
  - vestibulárního mozečku 290
- anterolaterální (preolivární) sulkus 149
- anterolaterální systém 24, 107, 112, 131, 205
- arbor vitae 274
- area postrema 102, 127, 223
- area preectalis 253
- area ventralis tegmentalis Tsai (A10) 244
- area vestibularis 223
- area vestibularis superior et inferior 102
- arteria basilaris 91, 221, 226, 262
- arteria cerebellaris inferior anterior 265, 289
- arteria cerebellaris inferior posterior 262, 289
- arteria cerebellaris superior 265, 289
- arteriální kmen(y)
  - přední podélný 43
  - zadní podélné 43
- ascendentní aktivační systém retikulární formace 246
- ascendentní vlákna 286
- aspekt míchy 36
- a. spinalis anterior 262
- ataxie 307
  - axiální 307
  - neocerebelární 307
- a. vertebralis 262

## B

- bezpečné vstupní zóny
  - do mozkového kmene 143

- pontu 146
- v prodloužené míše 149
- bílá hmota 196
- brachium colliculi inferioris 260
- brachium colliculi superioris 94, 260
- brachium pontis 69
- Brindleyho neurostimulátor 63
- buňky
  - Golgiho 285
  - granulární 281
  - hvězdicovité 285
  - košíčkovité 285
  - Lugarovy 286
  - Mauthnerovy 33, 34
  - Müllerovy 33
  - paraganglií 173
  - Purkyňovy 281
  - Renshawovy 195

## C

- Cajalova teorie 19
- cauda equina 41, 189
- centrální obrna (spastická obrna) 209
- centra životně důležitých reflexů 246
- centrum pupilárního reflexu 253
- cerviko-medulární pilocytický astrocytom 164
- cévní systém
  - intrinsický 44
  - vnější (extrinsický) 43
- cévy mozečku 221
- cisterna ambiens 269
- cisterna cerebellomedullaris lateralis 269
- cisterna cerebellopontina 269
- cisterna cerebri magna 267
- cisterna cruris 269
- cisterna interpeduncularis 269
- cisterna premedullaris 267
- cisterna prepontina 267



cisterna quadrigemina 269  
 cisterny 267  
 colliculi inferiores 253  
 colliculi superiores 253  
 colliculus facialis 102, 223  
 colliculus inferior 111  
 colliculus superior 111  
 conus medullaris 40, 41  
 corpora mamillaria 94  
 corpus juxtarestiforme 121  
 corpus pineale (epifýza) 94  
 corpus restiforme 121, 259  
 corpus trapezoideum 112  
 cortex cerebelli (kůra mozečku) 274, 281  
 crura cerebri 107, 258

## Č

čtvrtá komora 123, 126

## D

deriváty neurální lišty 173  
 descendentní vlákna 286  
 diencefalon 95  
 disekce drah, jader a hlavových nervů  
 mozkového kmene 89  
 dolní (oblongátový) trojúhelník 102, 123  
 dorzální aspekt míchy 41  
 dorzální medulla oblongata 152  
 dorzální pons (pars tegmentalis) 112  
 dráha/y  
 – ascendentní 105  
 – centrálního nervového systému 16  
 – descendentní 106, 205  
 – intersticiospinální 35  
 – kortikofugální 103, 112  
 – motorické 112  
 – mozkového kmene 130  
 – propiocepce 203  
 – pyramidová (kortikospinální) 209  
 – retikulospinální 33, 200  
 – senzitivní 112  
 – sluchová 139  
 – vestibulární 140  
 – vestibulospinální 33  
 – začínající v jádrech nervus  
 trigeminus 135  
 – zadních provazců (lemniskální  
 systém) 130

durotomie 49, 56, 61  
 dysartrie 307

## E

Edingerovo-Westphalovo jádro  
 (E.W.) 110, 239  
 eferenty  
 – pontinního mozečku 299  
 – z vestibulárních jader 141  
 ektomezenchym 173  
 eminentia medialis 102  
 enkefalin 250  
 ependymom  
 – míchy 54, 59  
 – myxopapilární 61  
 epidermové plakody 173

## F

fasciculus cuneatus (Burdachi) 98, 122,  
 188, 198  
 fasciculus gracilis (Golli) 98, 122, 188,  
 198  
 fasciculus longitudinalis dorsalis 110, 261  
 fasciculus longitudinalis medialis 110,  
 115, 122, 133, 261  
 fasciculus retroflexus Meynerti 111  
 fasciculus telencephalicus medialis 111  
 fila radicularia 188  
 fissura cerebellomedullaris 69  
 fissura cerebellomesencefalica 69  
 fissura cerebellopontina 69  
 fissura mediana anterior 188  
 folia 274  
 fossa interpeduncularis 94  
 fossa rhomboidea 100, 101, 223  
 fovea inferior 102  
 fovea superior 102  
 Fovillův syndrom 265  
 funiculi anteriores 36

## G

Gall, Franz Joseph 17  
 gamma klička, mechanismus 193  
 ganglion spinale 189  
 ganglion trigeminale Gasserii 136  
 glutamát 250  
 Goldsteinovo jádro 35

## H

- hemangioblastom 44, 86
- hemiparéza (hemiplegie) 209
- hemiplegia alternans inferior 262
- hemiplegia alternans media 262
- hemiplegia alternans superior 262
- hemiplegie 264
- hemisféra 68
- Henleova trigeminofaciální linie 97
- herniace 266
  - horní mozečková 267
  - tonzilární 251
  - unkální 267
- horní (pontinní) trojúhelník 100, 123
- hypoplazie, pontocerebelární 273

## Ch

- chemické systémy 115
- chobotnice, mozek 19

## I

- infraciální přístup 149
- infrakolikulární oblasti 144
- interneuronální spoje 197
- interneurony 192
  - inhibiční 285
- intramedulární ependymom 54
- intumescentia cervicalis 188
- intumescentia lumbalis 188
- istmické organizační centrum 217

## J

- jádro/a
  - hlavových nervů 103, 110, 115, 237
  - mediální vestibulární 241
  - motorická 237
  - mozečková 281
  - nervus trigeminus 115
  - ovlivňující motoriku 105
  - Perliovo 110
  - retikulární formace 122, 243
  - senzitivní 105
  - senzorká 105
  - sloužící okohybným, svalům a svalům jazyka 237

- s obsahem serotoninu 244
- somatomotorická 105, 110
- somatomotorická pro svaly pocházející z žaberních oblouků 238
- somatosenzitivní 239
- speciální senzitivní 239
- Stillingovo-Clarkovo 196
- vestibulární 241
- visceromotorická 105, 110, 238
- viscerosenzitivní 105
- zadních provazců 251
- Joubertův syndrom 273

## K

- kavernom 156
  - mezencefala 153
  - míchy 52
  - pontomezencefalický 159
- Klinglerova technika 90
- Klippelův-Feilův syndrom 23
- kochleární ganglion 140
- kortikonukleární mikrokomplex 289
- králík, mozek 26
- křížení mozkových drah 15
- křížení nervových drah v různých úrovních mozkového kmene 106
- kvadruparéza (kvadruplegie) 209

## L

- laminotomie 60, 62
- laterální aspekt míchy 36
- laterální mezencefalický sulkus 143
- laterální systém 205, 242
- lemniscus lateralis 108, 112, 140, 260
- lemniscus medialis 107, 112, 121, 260
- lemniskální systém 24
- ligamentum denticulatum 181
- limbický systém 209
- lobuly mozečku 68
- locus coeruleus 115, 225, 244
- lumbosakrální intumescence 39

## M

- mediální systém 205, 242
- medulla oblongata 98, 106, 118
  - dorzální 122

- dorzální kompartment 98
  - laterální kompartment 98, 118
  - ventrální kompartment 98, 118
  - mechová vlákna 285
  - mesopallium 28
  - mezencefalický tractus 84
  - mezencefalon 93, 94, 95, 104, 106, 107, 213, 225
    - bezpečné vstupní zóny 143
    - dorzální kompartment 94
    - laterální kompartment 94
    - ventrální kompartment 94
  - mícha (medulla spinalis et cauda equina) 36, 119, 197
    - bezpečné vstupní zóny 149
    - cévní zásobení 41
    - kavernom 52
    - krční 188
    - poškození 211
    - schéma 194
    - stavba 190
    - vnitřní stavba 189
  - Millardův-Gublerův syndrom 265
  - míšňí dráhy 205
    - motorické 204
    - senzitivní 202
  - míšňí provazce 38, 39, 198, 200
  - míšňí šok 212
  - monoparéza (monoplegie) 209
  - motoneurony 191
    - alfa 191
    - gamma 192
    - v periokulomotorické oblasti 110
  - motorika 248
    - poruchy 209
  - mozeček (cerebellum) 66, 83, 270, 278
    - agenze 273
    - cévní zásobení 289
    - dísekcce drah, jader a hlavových nervů 89
    - gyrifikace 275, 280
    - poloha 274
    - poruchy funkce 307
    - spinální 293
    - tentoriální povrch 72
    - vestibulární 290
    - vrozené vývojové vady 273
    - vývoj 270, 271
  - mozečkové sagitální zóny 288
  - mozečkový okruh
    - hlavní 299, 302
    - kontrolní 303, 304
  - mozek 276
    - frontální řezy 306
    - chobotnice 20
    - kachny 29
    - kapra 31
    - krajty 31
    - králíka 25
    - model vývoje 175
    - ptáků 27
    - stavba 15
  - mozkový kmen 89, 91, 93, 143, 216, 217, 224, 228
    - anatomie 213
    - cévní zásobení 262
    - vnitřní stavba 103
    - vnitřní struktura 228
    - vývoj 213
  - multilaminární vlákna 285
  - myelinizované axony pseudounipolárních buněk 190
  - myelotomie 49, 170
  - myxopapilární ependymom filum terminale 60
- ## N
- neocerebellum 87
  - nervus
    - accessorius 127
    - cochlearis 118
    - facialis 84, 86
    - glossopharyngeus 127
    - oculomotorius 110
    - trigeminus 84, 85, 135
    - trochlearis 111
    - vagus 127
    - vestibularis 87
    - vestibulocochlearis 86, 118
  - netriny 22
  - neurální (gangliové) lišty 173
  - neurální ploténka 172
  - neurální trubice, vývoj 177
  - neuromodulační systém 242, 244
  - neurony
    - dopaminergní 257

- GABAergní 250, 257
  - cholinergní 246
  - katecholaminergní 245
  - mozečku 287
  - projekční senzitivní 191
  - pseudounipolární 130
  - serotoninergní 246
  - unipolární kartáčkovité 286
  - neurotensin 250
  - neurotransmitery 286
  - neurulace 172
  - nidopallium 28
  - noradrenalin 244
  - nuclei vestibulares 118
  - nucleus albus 296
  - nucleus ambiguus 125, 127
  - nucleus cervicalis lateralis 198
  - nucleus cuneatus medialis 122
  - nucleus dorsalis nervi vagi 125
  - nucleus gracilis 122
  - nucleus gustatorius 125
  - nucleus intermediolateralis 192
  - nucleus interpeduncularis 257
  - nucleus mesencephalicus nervi trigemini 115, 135
  - nucleus motorius nervi oculomotorii 110
  - nucleus nervi hypoglossi 125
  - nucleus nervi trigemini 97
  - nucleus olivaris accessorius medialis 121
  - nucleus olivaris accessorius posterior 121
  - nucleus olivaris principalis 121
  - nucleus olivaris superior lateralis 140
  - nucleus olivaris superior medialis 140
  - nucleus principalis nervi trigemini 84, 115
  - nucleus principalis olivae inferioris 98
  - nucleus principalis (pontinus) nervi trigemini 135
  - nucleus ruber 109, 257
    - magnocelulární část 109
  - nucleus salivatorius 238
  - nucleus salivatorius inferior 127
  - nucleus salivatorius superior 117, 238
  - nucleus solitarius 125
  - nucleus spinalis nervi trigemini 84, 115, 120, 121, 135
  - nucleus subthalamicus 107
  - nucleus tractus solitarii 127
  - nucleus vestibularis lateralis (Deitersi) 141, 290
  - nucleus vestibularis medialis 141
  - nucleus vestibularis superior 141
- O**
- obrna 210
  - okcipitální konus 267
  - operace expanzí mozkového kmene 153
- P**
- paraparéza (paraplegie) 209
  - paréza 209
  - pars caudalis 136
  - pars interpolaris 136
  - pars oralis 136
  - páteřní kanál 186
  - pedunculi cerebellares 127, 258, 303
    - inferiores 121, 127, 259, 274
    - medii 127, 258, 274
    - superiores 127, 258
    - superiores (brachia conjunctiva) 109
  - pentaplegie 209
  - periferní obrna (chabá obrna) 209
  - periokulomotorická zóna 145
  - peritrigeminální zóna 146
  - petrózní povrch mozečku 82
  - pilocytický astrocytom medulla oblongata v oblasti jader zadních provazců 168
  - plegie 209
  - poloha jader hlavových nervů na spodině čtvrté komory 125
  - pons 97, 104, 106, 259
    - bezpečné vstupní zóny 146
    - dorzální kompartment 97
    - laterální kompartment 97
    - Varoli 112, 219
    - ventrální kompartment 97
  - pontinní trojúhelník 97
  - postolivární sulkus 149
  - predátorské teorie 23
  - pregangliové neurony v periokulomotorické oblasti 110
  - proprioceptor 192
  - propriospinální spoje 197
  - přechodná zóna (zona intermedia) 102

pseudounipolární buňky spinálních ganglií 189  
 pyramides medullae oblongatae 260

**R**

radiatio prelemniscalis 111  
 radix anterior 189  
 radix posterior 189  
 rafeální systém 242  
 reflexy  
 – hlavových nervů 247  
 – pupilární 254  
 resekce metastatického tumorózního ložiska 50  
 resekce tumoru 51, 57  
 retikulární formace 109, 115, 242  
 – descendentní spoje 247  
 – funkce 250  
 – laterální 242  
 – mediální 242  
 – poškození jader 251  
 – rafeální 244  
 – rafeální jádra 115  
 – spoje 248  
 Rexedova zóna 195  
 rhombencefalon 213  
 rhombencephalosynopsis 273

**Ř**

řečiště, vertebrobazilární 263

**S**

safe entry zone 155  
 sakrální kořeny 64  
 segmenta cervicalia 189  
 segmenta coccygea 189  
 segmenta lumbalia 189  
 segmenta sacralia 189  
 segmenta thoracica 189  
 septum medianum posterius 188  
 spinální mozeček 293  
 spinocerebellum 87  
 spinothalamický trakt 24  
 spodina 100  
 spoje  
 – colliculus superior 252

– intrinsické 248  
 – mozečku 290  
 – spinálního mozečku 294  
 – z jader chemických systémů 248  
 stratum gangliosum 281  
 stratum granulosum 281  
 stratum moleculare 281  
 striae medullares 102  
 subokcipitální povrch mozečku 72  
 substance P 250  
 substantia grisea centralis 109, 255  
 substantia nigra 107, 244, 257  
 sulcus intermedius posterior 188  
 sulcus limitans 102  
 sulcus medianus 102  
 sulcus medianus posterior 188  
 sulcus posterolateralis 188  
 suprafaciální přístup 149  
 suprakolikulární oblasti 144  
 syndrom  
 – cerebelární kognitivně afektivní 307  
 – Dandy Walkerův 273  
 – Fovillův 265  
 – Joubertův 273  
 – Klippelův-Feilův 23  
 – Millardův-Gublerův 265  
 – neocerebelární 307  
 – paleocerebelární 307  
 – poruchy horizontálního pohledu spojený se skoliózou 23  
 – uzamčení (locked in) 262  
 – Wallenbergův 265  
 – X-vázaný Kallmannův 23  
 syringomyelická dutina 55

**Š**

šedá hmota (substantia grisea) 189

**T**

tectum (lamina quadrigemina) 111  
 tectum mesencephali 253  
 tegmentum 103, 121  
 tegmentum mesencephali 255  
 teorie somatického twistu 21  
 tractus centralis tegmenti 112, 134, 261  
 tractus coeruleocerebellaris 296  
 tractus corticoolivocerebellaris 297

- tractus corticopontinus 112  
 tractus corticopontocerebellaris 297  
 tractus corticoreticulocerebellaris 299  
 tractus corticospinalis 134  
 tractus corticospinalis anterior 200  
 tractus corticospinalis lateralis 199  
 tractus cuneocerebellaris 133  
 tractus dentatorubralis 299  
 tractus dentatohalamicus 299  
 tractus hypothalamocerebellaris 296  
 tractus interstitiospinalis 200  
 tractus mesencephalicus nervi  
     trigemini 115, 261  
 tractus rapheocerebellaris 296  
 tractus reticulospinalis 137  
 tractus reticulospinalis lateralis  
     (medullaris) 137, 248  
 tractus reticulospinalis medialis  
     (pontinus) 137, 248  
 tractus rubrospinalis 115, 137, 199  
 tractus solitarius 125, 139, 261  
 tractus spinalis nervi trigemini 115, 120,  
     121, 261  
 tractus spinobulbocerebellaris 295  
 tractus spinocerebellaris anterior 112,  
     132, 199, 295  
 tractus spinocerebellaris posterior 121,  
     132, 198, 293  
 tractus spinocuneocerebellaris 295  
 tractus spinoolivaris 199  
 tractus spinoolivocerebellaris 296  
 tractus spinoreticularis 200  
 tractus spinoreticulocerebellaris 295  
 tractus spinotectalis 138, 200  
 tractus spinothalamicus 260  
 tractus spinothalamicus lateralis 199  
 tractus tectospinalis 115, 122, 138  
 tractus trigeminocerebellaris 296  
 tractus trigeminothalamicus 107  
 tractus trigeminothalamicus anterior 122,  
     136  
 tractus trigeminothalamicus anterior  
     a posterior 136  
 tractus trigeminothalamicus  
     posterior 136
- tractus vestibulocerebellaris directus 290  
 tractus vestibulocerebellaris  
     indirectus 290  
 tractus vestibulospinalis 138  
 transverzální míšňní léze 212  
 trigonum lemnisci 94  
 trigonum nervi hypoglossi 102  
 trigonum nervi vagi 102  
 tuberculum acusticum 102  
 two point method 155
- U**  
 uvula 72, 78, 82, 83
- V**  
 Varolův most 92  
 velum medullare superius 69, 78, 83,  
     100, 126, 157, 274  
 ventrální aspekt míchy 36  
 ventrální koridor (pars basalis  
     pontis) 112  
 vermis 68  
 vermis cerebelli 66  
 vertebrobazilární povodí 70  
 vertebromedulární topografie 211, 212  
 vestibulocerebellum 87  
 visceromotoneurony 192  
 vlákna 285
- W**  
 Wallenbergův syndrom 265
- X**  
 X-vázaný Kallmannův syndrom 23
- Z**  
 zvracení, centrum 223
- Ž**  
 žíly mozečku 290