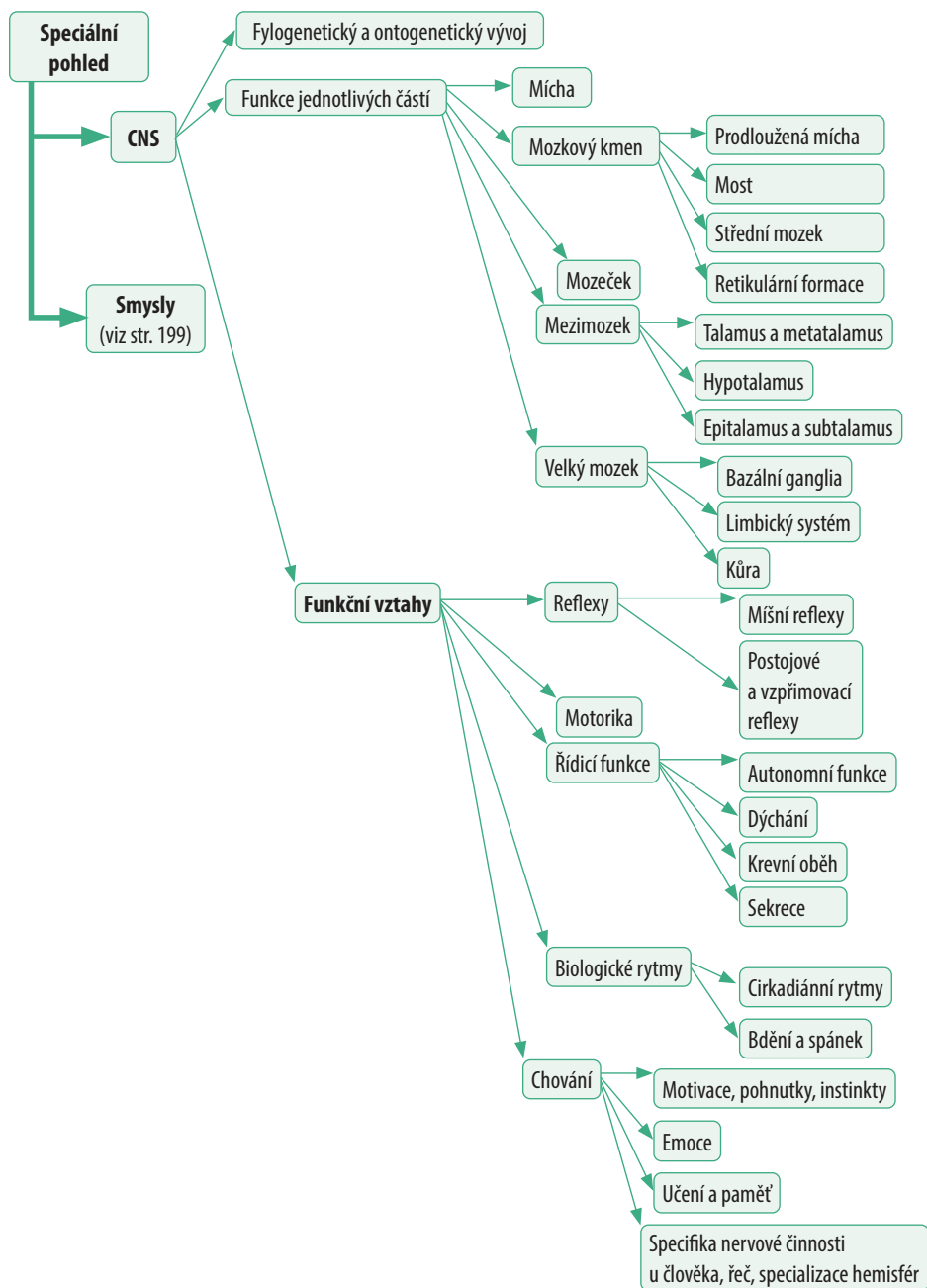


SPECIÁLNÍ POHLED



3. Centrální nervový systém

3.1 CNS – fylogenetický a ontogenetický vývoj CNS

Ontogenetický vývoj se do značné míry podobá vývoji fylogenetickému, některá fylogenetická období jsou v ontogenezi vynechána nebo probíhají odlišně. Zatímco fylogenetický vývoj je celkem dobře popsán, při popisu ontogeneze je možné narazit na rozdílné chápání jednotlivých pojmů, neboť označení jednotlivých období může být u různých autorů odlišné.

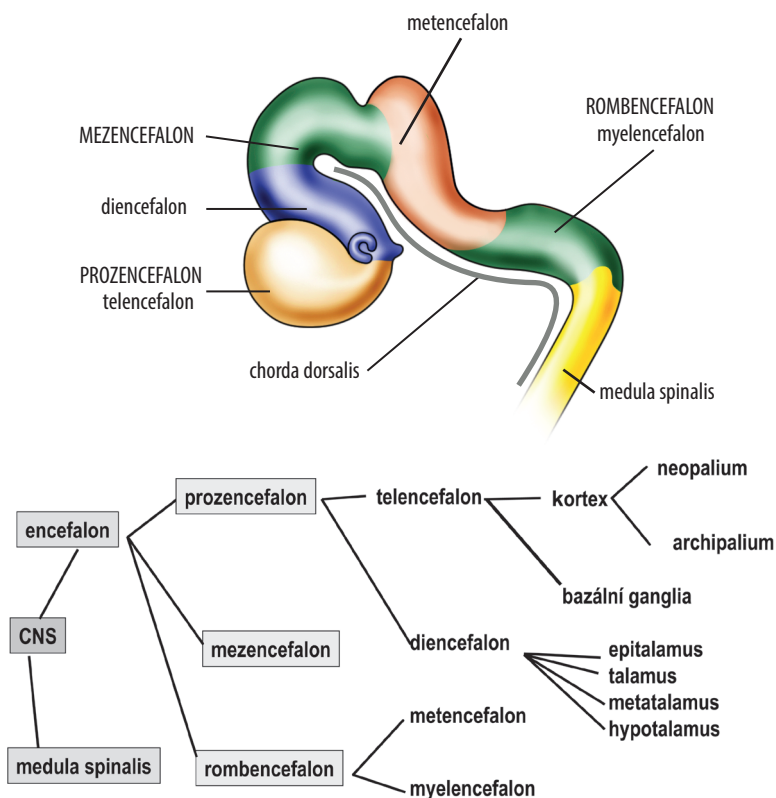
Fylogenetický vývoj je výsledkem evolučních změn. Zjednodušeně probíhá takto: morfologicky dochází ke zdokonalování nervové soustavy od **difuzní** (láčkovci), **gangliové** (měkkýši), **žebříčkové** (členovci) k **trubicové nervové soustavě** (obratlovci). V rámci fylogenetického vývoje trubicové soustavy se rozvíjí **kortikalizace**, tj. mozková kůra se rozvíjí poměrně více vzhledem k ostatním částem nervové soustavy. Z funkčního hlediska dochází ke zmnožování, zdokonalování a specializaci neuronů.

Ontogenetický vývoj CNS lze rozdělit do **období prenatalního a postnatálního**.

Prenatální ontogenetický vývoj lze zjednodušit takto: vrstva **neuroektodermu** (neuroblasty a spongioblasty) umístěná na dorzální straně embrya se ztlusťuje v **neurální destičku**, která se postupně prohlubuje v **medulární rýhu** a nakonec se uzavírá v **medulární trubici**. **Neuroblasty vysílají výběžky** pod vlivem periferní **stimulace k receptorům nebo efektorům** a vytvářejí tak základ **reflexního oblouku**. Z medulární trubice v hlavové části vznikají **tři mozkové vāčky**: **proencefalon** (přední mozek), **mezencefalon** (střední mozek) a **rombencefalon** (zadní mozek). Vývoj ukazuje obr. 3.1. Základy spinálních ganglií a některých hlavových nervů vznikají z **gangliové lišty**.

Z **funkčního** hlediska lze v prenatalním období zaznamenat v **2. gestačním měsíci** svalové kontrakce a reakce na taktilní podněty, ve **3. měsíci** pohyby končetin, úst a hlavičky a mezi **6. a 8. měsícem** první taktilní, vizuální, akustické a chuťové reflexy, a to i podmíněné, tzn. že se objevuje **schopnost učení**.

Postnatální věk je rozdělován do několika období, určených dohodou, přičemž jejich věkové ohraničení se může lišit. Období po narození (přibližně do 3.–4. roku) je charakterizováno obrovským nárůstem hmoty mozku („brain spurt“), křivka hmotnosti se přitom postupně oplošťuje a další „schod“ ve vývoji přijde až v období puberty. Nárůst mozkové hmoty je třeba chápat jako nepřímý ukazatel rozvoje spojů nervových buněk. Počet synapsí má přitom podobný exponenciální průběh jako vývoj mozkové hmotnosti.



Obr. 3.1 Vývoj CNS. Nahoře schematické zobrazení embryonálního nervového systému, dole rozdělení centrálního nervového systému.

Jednotlivá období jsou:

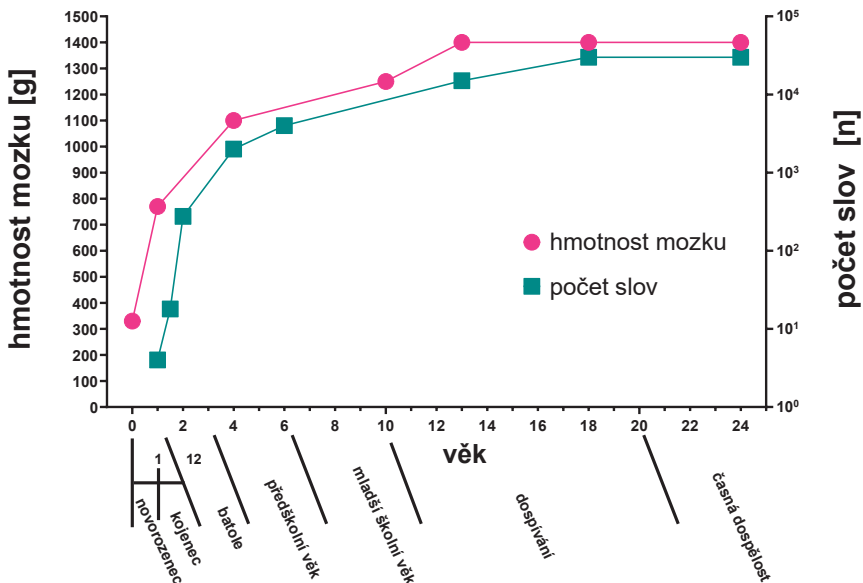
1. **Novorozenecké období** (1. měsíc dle WHO), které se může dělit na:

- **časné novorozenecké období** (1. týden),
- **pozdní novorozenecké období** (2. až 4. týden).

Tato dvě období představují přechod z intrauterinního prostředí do extrauterinního, jsou charakterizována především nepodmíněnými reflexy, avšak jedinec se může učit (tj. vytvářet reflexy podmíněné) a začíná se objevovat schopnost nonverbální komunikace (lze odlišit potřeby novorozence podle způsobu křiku). Můžeme se ovšem setkat i s tím, že jako novorozenecké období se chápe pouze krátké období po porodu, anebo naopak se toto období rozšiřuje do dvou měsíců.

2. **Kojenecké období** (2.–12. měsíc) charakterizuje značný rozvoj podmíněných reflexů, rychlý rozvoj motoriky, počátky verbální komunikace a rozvoj sociálních interakcí.

3. **Batolecí období** (2.–3. rok) je charakterizováno rychlým rozvojem motoriky, a to jednak chůze, jednak jemné motoriky, rozvojem řeči, kdy např. počet slov ve slovní zásobě se zvyšuje exponenciálně podobně jako hmotnost mozku či počet synapsí (viz obr. 3.2).
4. **Předškolní věk** (4.–6. rok) charakterizuje další rozvoj jemné motoriky, zlepšuje se udržování rovnováhy, rozvíjí se samostatnost a slovní zásoba se exponenciálně zvyšuje. Toto období se také charakterizuje jako „věk hry“, což úzce souvisí s rozvojem intelektuálních schopností, abstrakcí a asociací.
5. **Mladší školní věk** (7.–11. rok) – vzrůstá svalová síla, zlepšuje se koordinace pohybů, rozvíjí se paměť, představivost a učení.
6. **Období dospívání** (12.–20. rok) je další období tělesného, ale i intelektového růstu, kdy je dokončena pohybová koordinace, rozvíjí se formálně abstraktní myšlení, s rozvojem sexuálních funkcí přichází urychlení sociálního vývoje a emoční labilita.
7. **Časná dospělost** (21.–25. rok) představuje období, kdy je jedinec sociálně dostatečně vyspělý k tomu, aby mohl založit rodinu, vývoj započatý v minulém období se dokončuje.
8. **Střední dospělost** (26.–45. rok) je pak obdobím vysoké sebedůvěry, zodpovědnosti, schopnosti dokonalé komunikace, začíná však již klesat svalová síla.



Obr. 3.2 Období ontogeneze, vývoj hmotnosti mozku a rozsah slovní zásoby.

9. **Pozdní dospělost** (46.–65. rok) představuje další období poklesu svalové síly, zatím bez podstatnějšího snížení intelektových schopností (individuální variabilita).
10. **Stáří** (> 65. rok) je období, kdy se postupně začínají objevovat poruchy jemné i hrubé motoriky, paměti a adaptace. Je přitom třeba odlišovat benigní stařeckou zapomnětlivost (kdy klesá všípivost a výbavnost z paměti) a demenci (viz kap. 5.2.18.1; psychické postižení s intelektovou deteriorací o více než 20 %, postižení paměti a dalších psychických funkcí).

3.2 Funkce jednotlivých částí CNS

S odvoláním na předcházející odstavce poukazujeme na hierarchické řízení činnosti CNS, kdy fylogeneticky mladší (vyšší) části CNS řídí a kontrolují nižší, fylogeneticky starší oddíly. Všechny nadřazené nervové struktury naopak pro své funkce nezbytně potřebují aferentace z nižších oddílů.

3.2.1 Funkce míchy

Z funkčního i morfologického hlediska lze míchu rozdělit na šedou hmotu, představující nahromadění nervových buněk (neurony, ale i glie), a bílou hmotu, tj. dráhy spojující jednotlivé oddíly nervového systému s receptory či efektorory. Na míchu je přitom třeba se dívat **nejen** jako na **místo, v němž se přepojují** eferentní **signály** z center do periferie, nebo naopak aferentace z periferie, ale i jako na **centrum**, které je **zodpovědné za řízení** některých **autonomních funkcí** (sakrační mícha), a také jako na **reflexní ústředí** (míšní reflexy, viz kap. 3.3.1.1; autonomní reflexy, viz kap. 3.3.3.1).

Šedá hmota je tvořena **zadními rohy** a **předními rohy**, mezi nimiž je **zona intermediária**, ze které vystupuje malý **postranní roh**. Podle funkčního uspořádání lze odlišit jednotlivé **laminy** (vrstvy), které se **označují I–X** směrem **odzadu**. Zadní rohy obsahují laminy I–VI, lamina VII představuje oblast intermediální zóny, laminy VIII a IX se nacházejí v předních rozích míšních a lamina X je periaqueductální šedí. Přehled o funkčních charakteristikách jednotlivých lamin podává tab. 3.1. **Rozmístění jednotlivých lamin** a jejich **rozsah není** ve všech míšních segmentech **shodný**. Obecně ovšem platí zjednodušené pravidlo, že **přední rohy** jsou místem přepojení **motorických drah**, **střední část** je místem výskytu jader **autonomního** nervového **systému** a **zadní rohy** místem přepojení **somestetických informací** z periferie.

Tab. 3.1 Funkční charakteristiky jednotlivých lamin.

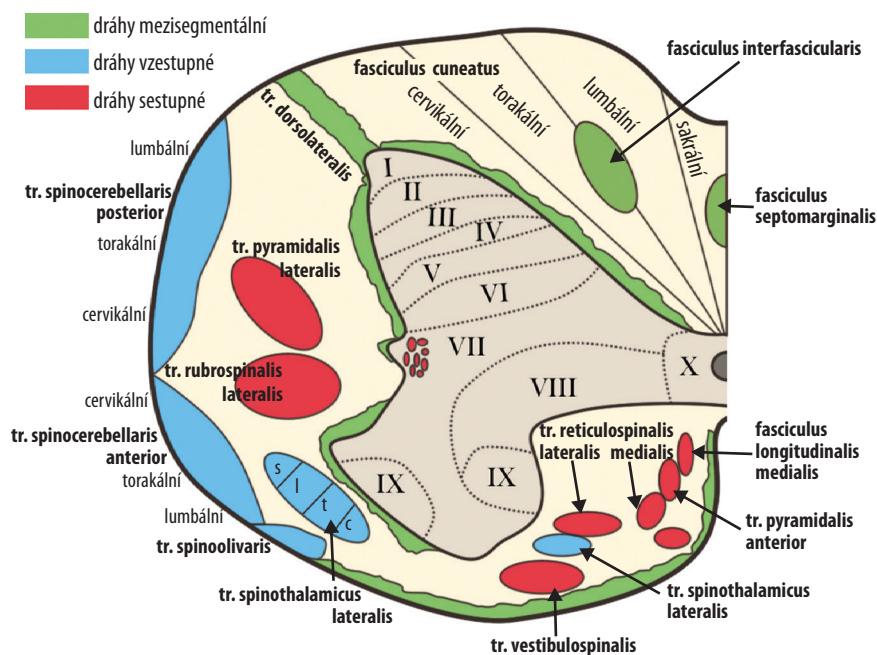
Stručná funkční charakteristika buněk	Lamina
aferentní somestetická	I
myelinizovaná vlákna tenká substantia gelatinosa	II
aferentní somestetická nemyelinizovaná vlákna	II
somestetická (somatosenzorická) aferentace	III–VI
silná vlákna od Golgiho šlachových tělísek	V–VI I
bolest vedená vlákny Aδ, C	I, V
bolest vedená vlákny Aβ	V
nuclei originis pregangliových autonomních vláken	VII
vlákna svalových vřetének, motoneurony	VIII–IX

Z funkčního i morfologického hlediska je možné neurony rozdělit do tří skupin:

1. **Buňky předních rohů** míšních, které jsou početné a liší se velikostí.
2. **Buňky provazců** se nacházejí v zadních sloupcích, vysílají dlouhé neurony, které stoupají ve svazečcích v provazcích míšních a dostávají se do jednotlivých částí mozku. Mají bezprostřední vztah k větvení zadních kořenů.
3. **Spojovací neurony**, jichž je značné množství.

Bílá hmota se dělí podle funkce do několika subsystémů (viz tab. 3.2).

Přehled jednotlivých drah a lamin podává obr. 3.3. Další podrobnosti o činnosti míchy viz kap. 3.3.1.1 – Míšní reflexy.



Obr. 3.3 Schéma míchy. Jsou označeny laminy šedé hmoty a dráhy bílé hmoty, které jsou pro přehlednost zobrazeny pouze schematicky; tzn. jsou ukázána centra oblastí, kterými příslušná dráha probíhá. Dráhy jsou barevně odlišeny (vzestupné, sestupné, mezisegmentální). Mimoto je vyznačen segment vstupu nebo výstupu dráhy: cervikální (c), torakální (t), lumbální (l), sakrální (s). Barevně vyznačená jádra v lamina VII představují centra autonomních reflexů (nuclei originis pregangliových autonomních vláken v postranních rozích míšních).

Tab. 3.2 Míšní dráhy.

Skupina a název dráhy	Zkřížení	Charakteristika
I. vzestupné dráhy		
1) anterolaterální skupina		
<i>tr. spinothalamicus lateralis</i>	+	bolest a teplotní cití, somatotopie: vlákna z vyšších segmentů směřují anteromedálně, z nižších posterolaterálně
<i>tr. spinothalamicus anterior</i>	+	bolest
<i>tr. spinoreticulothalamicus</i>	+ i	bolest a podněty vycházející z vnitřních orgánů, přivádí je k centrálním okruhům, které zprostředkovávají emoční reakce a chování
<i>tr. spinocervicothalamicus</i>	–	dotyk, tlak a bolest
<i>tr. spinoreticularis</i>		probíhá společně s nepřímou spinoreticulotalamickou drahou, ale končí v jádrech retikulární formace, a lze ji tudíž zařadit do souboru ascendentního retikulárního systému
<i>tr. spinotectalis</i>		význam není zcela objasněn, považuje se za součást aferentace k retikulárním jádrům
2) dráhy zadních provazců		
		<i>dotyk povrchový, hluboká propriocepce ze šlach a kloubů</i>
<i>fasciculus cuneatus</i>		horní hrudní a krční mícha, končí v ncl. cuneatus prodloužené míchy
<i>fasciculus gracilis</i>		dolní hrudní a lumbosakrální mícha, končí v ncl. gracilis prodloužené míchy
3) spoje míchy s mozečkem		
		<i>podněty z proprioceptorů, exteroceptorů kůže</i>
<i>tr. spinocerebellaris posterior</i>		jemná koordinace svalových pohybů v posturálních reakcích, lumbální segmenty jsou dorzomediálně, krční ventromediálně
<i>tr. spinocerebellaris anterior</i>	+	kaudorostrální mediolaterální somatotopie
<i>tr. cuneocerebellaris</i>		pokračování některých vláken fasciculus cuneatus z akcesorního jádra tohoto svazku do mozečku
<i>tr. spinocerebellaris rostralis</i>		není u člověka prokázána
II. sestupné dráhy		
<i>dělí se podle úrovně, z níž vycházejí</i>		
1) z kůry: (DR. PYRAMIDOVÉ)		
<i>tr. corticospinalis pyramidalis lateralis</i>	+ (minimum –)	z motorických oblastí kůry ($\frac{2}{3}$ z frontální části, zbytek z parietální a dalších oblastí), kříží se v decussatio pyramidum, vede k motoneuronům a k buňkám IV.–VI. vrstvy
<i>tr. corticospinalis pyramidalis anterior</i>		kříží se těsně nad místem vstupu do šedé hmoty, vede z mot. kůry k motoneuronům a k buňkám IV.–VI. vrstvy
2) z mezencefala: (DR. EXTRAPYRAMIDOVÉ)		
<i>tr. rubrospinalis</i>	+	z ncl. ruber (tegmentum), kříží se již v decussatio tegmenti ventralis, v míše se dále rozděluje, část vycházející z vetrální a ventrolaterální části jádra ncl. ruber jde lumbosakrálně, intermediální část torakálně
<i>tr. tectospinalis</i>	+	z hlubokých vrstev colliculus superior, kříží se v decussatio tegmenti dorsalis, končí na interneuronech VII., VIII. a mediální VI. vrstvě
<i>tr. intersticiospinalis</i>		–
3) z rombencefala: (DR. EXTRAPYRAMIDOVÉ)		
<i>tr. vestibulospinalis</i>		z vestibulárních jader, podněty ze statokinetického čidla a mozečku, končí u interneuronů ve vrstvách VII a VIII, některé na motoneuronech vrstvy IX

Skupina a název dráhy	Zkřížení	Charakteristika
<i>tr. reticulospinalis medialis</i>		z ncl. reticularis pontis oralis a caudalis, část vláken se kříží před vstupem do šedé hmoty, končí u interneuronů lamin VI, VII, VIII, IX, regulují spinální motorickou aktivitu
<i>tr. reticulospinalis lateralis</i>		z ncl. gigantocellularis, končí u interneuronů lamin VI, VII, VIII, IX, regulují spinální motorickou aktivitu
Poznámky: tektospinální, intersticiospinální a retikulospinální vlákna vytvářejí společně fasciculus longitudinalis anterior , probíhající v předních provazcích.		
III. krátké intersegmentální spoje		
<i>tractus dorsolateralis (Lissaueri)</i>		vede informace o bolestivých a teplotních podnětech hlavně z laminy II mezi blízkými segmenty
<i>fasciculus interfascicularis (semilunaris)</i>		sestupné kolaterály
<i>fasciculus septomarginalis</i>		sestupné kolaterály

3.2.2 Funkce mozkového kmene

Mozkový kmen je tvořen:

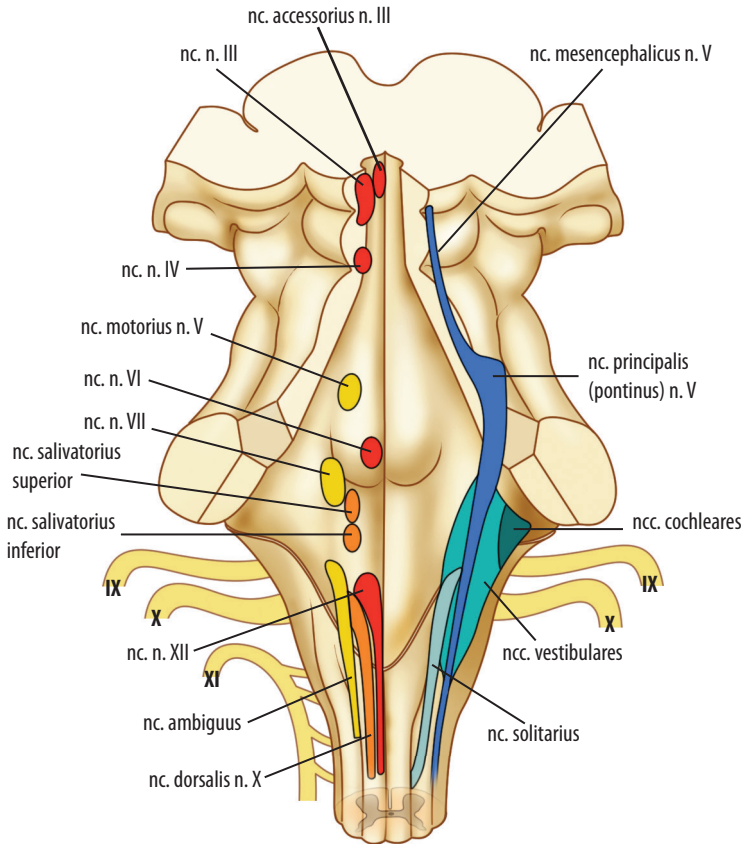
- **prodlouženou míchou,**
- **mostem,**
- **středním mozkem** (mezencefalem).

Prodloužená mícha je místem, kde jsou hlavně lokalizována jádra hlavových nervů (ta se obecně nacházejí v celém mozkovém kmeni) a seskupení jader, která se nesdružují s centrální šedí. Přímo navazuje most (Varolův), ontogeneticky tvořený příčně probíhajícími vlákny mozečku. Mezencefalon, další navazující struktura, se skládá z crura (pedunculi) cerebri (-ales) ventrálně, střed tvoří tegmentum a dorzálně se nalézá tektum (corpora quadrigemina, čtvero-hrbolí, colliculi superiores et inferiores). Kromě toho je součástí mozkového kmene retikulární formace, tedy skupina vzájemně propojených neuronů (šedé hmoty), která netvoří ohraničená jádra, lokalizovaná ve všech oddílech kmene, ale pole zasahující i do talamu (nespecifická jádra jsou nejkraniálnější částí retikulární formace) a hypotalamu.

3.2.2.1 Prodloužená mícha

V prodloužené míše nalezneme následující jádra (viz obr. 3.4 a tab. 3.3):

1. **Nucleus ambiguus** – motorické jádro n. IX., X. a XI.
2. **Dorzální motorické jádro n. X.**
3. **Senzorické jádro n. X.**
4. Viscerální **převodní chuťové** ncl. tractus solitarii a ncl. salivatorius.
5. **Převodní jádra senzorických drah** – ncl. olivae, ncl. cuneatus, ncl. gracilis.



Obr. 3.4 Schéma uložení jader hlavových nervů pod spodinou IV. komory.

6. Hlavní noradrenergní jádro – ncl. coeruleus.

Funkce prodloužené míchy je následující:

1. Zprostředkovává nepodmíněné obranné reflexy.

Obranné reflexy zahrnují:

- **Reflex kašle.** Dostředivá vlákna jsou vagová v n. laryngeus superior, společně se senzorickými vlákny n. V., centrum leží v dýchacím centru a odstředivými vlákny jsou motorická vlákna ovládající mezižeberní svaly, která vedou z dýchacího centra k motoneuronům v míše, a motorická vlákna n. X., ovládající hlasovou šňůrku.
- **Kýchací reflex** má jako dostředivou dráhu vlákna n. trigeminus z nosní sliznice či vlákna n. olfactorius, odstředivá vlákna jsou shodná s odstředivými vlákny u kašlacího reflexu.
- **Zvracení**, pokud je budeme chápat jako zvracení periferní. Dostředivá vlákna jsou opět vedena vagem, ale mimo to i sympatickými aferentními

Tab. 3.3 Základní funkce hlavových nervů.

Nerv	Funkce	Primární neuron	Periferie
I – Olfactorius	čich	čichové buňky	čichový epitel
II – Opticus	zrak	gangliové buňky retiny	tyčinky a čípky
III – Oculomotorius	pohyby oka, adaptace, akomodace	okulomotorické jádro, Edingerovo-Westphalovo jádro	přímé a dolní šikmé svaly (až na laterální levator palpebrae constrictor pupillae mm. ciliares)
IV – Trochlearis	pohyby oka	trochleární jádro	horní šikmé svaly
V – Trigeminus	žvýkání, dotykové, teplotní a bolestivé čítí propriorecepce, somatorecepce	hybné jádro, semilunární ganglion, mezencefalické jádro	žvýkáci svaly, tvář, nos, ústa, zubní lůžko
VI – Abducens	pohyby oka	jádro abducentu	přímé laterální svaly
VII – Facialis	mimika, fonace, vylučování slz a slin, chuť	jádro, facialis horní, n. salivatorius, genikulární ganglion	mimické svaly, svaly jazyčky, slzné žlázy, žlázy nosu a patra, subling. a submandibulární žlázy, přední chuťové pohárky
VIII – Statoacusticus (vestibulocochlearis)	sluch, statokinetické čítí	spirální ganglion, vestibulární ganglion	Cortiho orgán, krista polokruhových kanálků makuly, utrikulu a sakulu
IX – Glossopharyngeus	fonace, salivace, somatorecepce, chuť	nucleus ambiguus, dolní n. salivatorius gangl. superius, gangl. petrosus	fonační svaly, příušní žláza, sluchová trubice, chuťové pohárky hrazených papil
X – Vagus	fonace, polykání, visceromotorika, interorecepce, chuť, somatorecepce	nucleus ambiguus, dorzální motorické jádro, ganglion nodosum, ganglion jugulare	svaly faryngu a laryngu, útroby hrudníku a břicha, ústa a patro, boltec
XI – Accessorius	pohyby hlavy a šíje	jádro akcesoria	m. sternocleidomastoideus
XII – Hypoglossus	pohyby jazyka	jádro hypoglosa	svaly jazyka

vlákn. Centrum je v **tractus solitarius** retikulární formace, aktivuje se vzruchy z receptorů trávicí trubice. Mimo toto centrum leží dorzolaterálně od vagových jader **chemorecepční spouštěcí oblast**, citlivá na centrální emetika (např. apomorfín). Aktivace eferentních vláken vede k motorické odpovědi v žaludku s uzavřením glotidy a s kontrakcí abdominálních svalů.

2. Společně s mostem se uplatňuje v regulaci dýchání.

Dýchání je dáno činností částečně (podmíněně) pacemakerových buněk prodloužené míchy. V prodloužené míše jsou dvě skupiny buněk: dorzální

a ventrální respirační skupina. Obě obsahují dva typy buněk: inspirační a expirační neurony. Podrobně je tato funkce popsána v kap. 3.3.3.2.

3. Uplatňuje se v regulaci krevního oběhu a trávení.

V prodloužené míše nalezneme následující centra: **vazokonstrikční, vazodilatační, kardioexcitační a kardioinhibiční**. Jsou součástí **retikulární formace**. Kromě chemorecepční spouštěcí oblasti, jejíž aktivace vyvolává centrální zvracení, zprostředkovává prodloužená mícha přijímání a mechanické zpracování potravy a nepodmíněné reflexy sací, žvýkací a polykací.

4. Spolu s mostem se účastní mimických pohybů, fonace a řeči.

Tato funkce je dána lokalizací jader hlavových nervů.

5. Společně s mostem a středním mozkem se uplatňuje v řízení postojové motoriky.

Udržuje tělesnou rovnováhu a normální pohyby. Tato funkce bude vysvětlena v kap. 3.3.1.2 – Postojové a vzpřimovací reflexy.

3.2.2.2 Most

V mostu jsou lokalizována následující jádra:

1. na hranici pontu a oblongaty to jsou **ventrální a dorzální kochleární jádra**, rostrálně a mediálně od nich
2. **vestibulární jádra statoakustiku** (medialis, lateralis, superior, inferior),
3. **motorická jádra n. VII. a XI.**,
4. **senzorická jádra n. VII.** (přicházejí do mostu prostřednictvím ggl. geniculí); v těsné blízkosti leží
5. **senzorická a motorická jádra n. V.**, která pokračují dále do oblongaty.

Jak je vidět, je most strukturou, která je co do lokalizace jader propojena s oblongatou.

Most se uplatňuje v těchto funkcích:

1. Nepodmíněné reflexy

Prvním z nich je **rohovkový (korneální) reflex**, který se vybavuje mechanickým působením na řasy, víčka, spojivky či rohovku. Dostředivě je vzruch veden n. V. Odstředivá dráha zahrnuje motorická vlákna n. VII., která vedou k m. orbicularis oculi, takže dojde k mrknutí (oboustranně i při jednostranné stimulaci). Na základě tohoto nepodmíněného podnětu lze vypracovat podmíněný reflex na blížící se předmět. Dalším nepodmíněným reflexem je **reflex okulokardiální**, je také zprostředkován oblongatou, po stlačení očních bulbů jsou signály vedeny n. V., odstředivě pak vlákny n. X.

2. Podmíněné reflexy

Podmíněné reflexy umožňující **artikulaci** (artikulační reflexy, tedy reflexy umožňující činnost hlasivek) jsou zprostředkovány motorickými vlákny nn. V., VII., IX., XII.

3. Řízení dýchání

Jak už bylo naznačeno, je dýchání řízeno spoluprací mostu a prodloužené míchy. Na úrovni mostu jde o pontinní respirační skupinu. Řízení dýchání je popsáno v kap. 3.3.3.2.

3.2.3 Funkce mozečku

Mozeček je **fylogeneticky nejednotná struktura**, složená především ze struktur fylogeneticky řazených k rombencefalu (společně s mostem a prodlouženou míchou), ale jeho součástí jsou i fylogeneticky nejmladší struktury vyvíjející se současně s kůrou.

Z morfologicko-funkčního hlediska lze mozeček rozdělit na:

1. **archicerebellum** – vestibulární mozeček (tj. lobulus flocculonodularis a lingua),
2. **paleocerebellum** – spinální mozeček (lobulus centralis, alae lobuli centralis, culmen, lobulus quadrangularis [pars anterior vpředu, vzadu pyramis], lobulus biventer, uvula a tonsila),
3. **neocerebellum** – korový mozeček (declive a lobulus quadrangularis – pars posterior, folium, lobulus semilunaris superior, tuber a lobulus semilunaris inferior).

Názvy jednotlivých oddílů popisují i jejich hlavní zapojení, oddíly jsou seřazeny od fylogeneticky nejstaršího k nejmladšímu.

Z čistě **morfologického** hlediska se mozeček dělí na **vermis** a **dvě hemisféry**, které jsou na každé straně propojeny třemi pedunculy (horním, středním a dolním) s oddíly centrálního nervstva.

Aferentní spoje mozečku přicházejí do mozečkové kůry **šplhavými a mechovými vlákny** a lze je rozdělit na:

1. **spinocerebelární** (z proprioreceptorů a exteroceptorů přes spinální míchu),
2. **bulbopontomezencefalické**:
 - vestibulocerebelární,
 - olivocerebelární,
 - retikulocerebelární,
 - spoje z tekta (zraková a sluchová aferentace),
 - rubrocerebelární,

- z jader trigeminu,
- z ncl. cuneiformis,

3. kortikopontocerebelární (z motorické kůry).

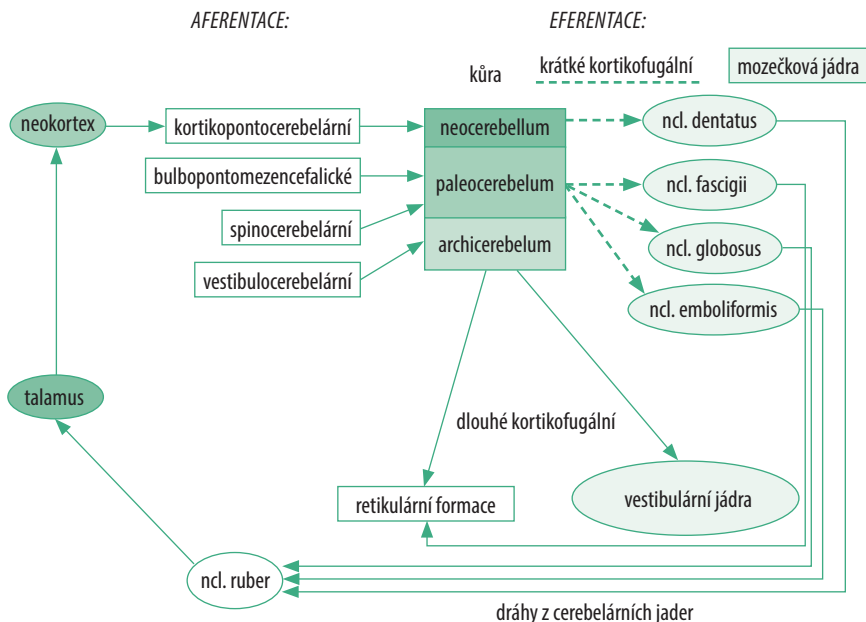
Všechny aferentní spoje se zpracovávají v **mozečkové kůře**. Odtud jdoucí vlákna se většinou přepojují v mozečkových jádrech. Pouze menšina jde přímo do jader vestibulárních, eventuálně do retikulární formace.

V hlubších strukturách mozečku nalezneme tato jádra:

Z Purkyňových buněk **paleocerebella** jdou vlákna k **nucleus fastigii**, eferentní vlákna směřují do retikulární formace (ovlivnění posturálních reflexů); dále k **nucleus emboliformis**, odkud vedou vlákna do retikulární formace a nucleus ruber; dále k **nucleus globosus**, eferentní vlákna mají shodný cíl s vlákny jdoucími z emboliformního jádra. Z Purkyňových buněk **neocerebella** dostává vlákna **nucleus dentatus**, který dál projikuje do nucleus ventrolateralis thalami, odkud spoje pokračují do 4. a 6. oblasti frontální motorické kůry; dále dostává vlákna také **nucleus emboliformis** (další projekce viz výše).

Eferentní dráhy se dělí na:

1. **krátké kortikofugální** dráhy (jdou do mozečkových jader),
2. **dlouhé kortikofugální** dráhy (jdou do vestibulárních jader a k retikulární formaci),



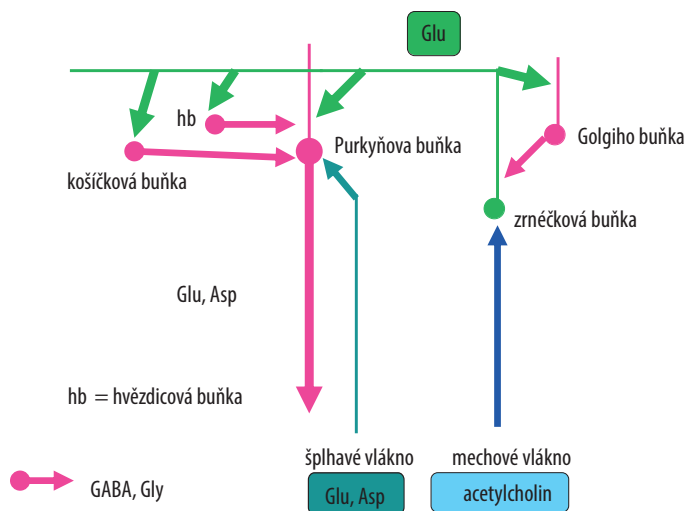
Obr. 3.5 Zjednodušené schéma zapojení mozečku. Dráhy a jádra jedné skupiny jsou vždy označeny stejnou barvou.

3. **dráhy z cerebelárních jader** (z ncl. fascigii do vestibulárních jader, k retikulární formaci a k jádrům hlavových nervů V., VI., VII., X., XII.; z ncl. emboliformis, globosus, dentatus do ncl. ruber, pak do ncl. ventrolateralis thalami a do mozkové kůry). Zjednodušené schéma zapojení mozečku je na obr. 3.5.

Kůra mozečku obsahuje pouze pět typů neuronů a má následující strukturu (směrem do hloubky):

- **stratum moleculare**, které obsahuje hvězdicové buňky a zejména košíčkové buňky, jejichž axony spojují několik Purkyňových buněk (stratum gangliosum),
- **stratum gangliosum**, tvořené, jak už bylo řečeno, Purkyňovými buňkami,
- **stratum granulosum**, obsahující zrnité buňky s axony směřujícími do str. moleculare a Golgiho buňky.

K Purkyňovým buňkám přicházejí především z olivárního komplexu **šplhavá vlákna** (**glutamátergní** či **aspartátergní**), k zrnčkovým buňkám z různých oblastí **vlákna mechová** (nejspíše **cholinergní**). Tato vlákna představují **excitační synapse**. **Zrnčkové buňky** glutamátergně stimulují svými paralelními vlákny všechny inhibiční neurony. **Buňky hvězdicové, košíčkové, Golgiho a Purkyňovy** mají jako transmitter kyselinu γ -**aminomáselnou** (GABA), eventuálně **glycin**, jsou tudíž inhibiční. **Axony Purkyňových buněk jako jediné** převádějí informaci **dále** (buď do mozečkových jader, nebo přímo do jádra vestibulárního). Celý systém zapojení (viz obr. 3.6) s jediným výstupem (axony Purkyňových buněk) představuje **systém**, v němž se **při vysoké excitaci může inhibovat** původně **inhibiční výstup Purkyňových buněk**. To znamená, že se mozeček podílí i na **vzniku pohybu, nejen na jeho regulaci**.



Obr. 3.6 Transmitterová mapa mozečkové kůry.