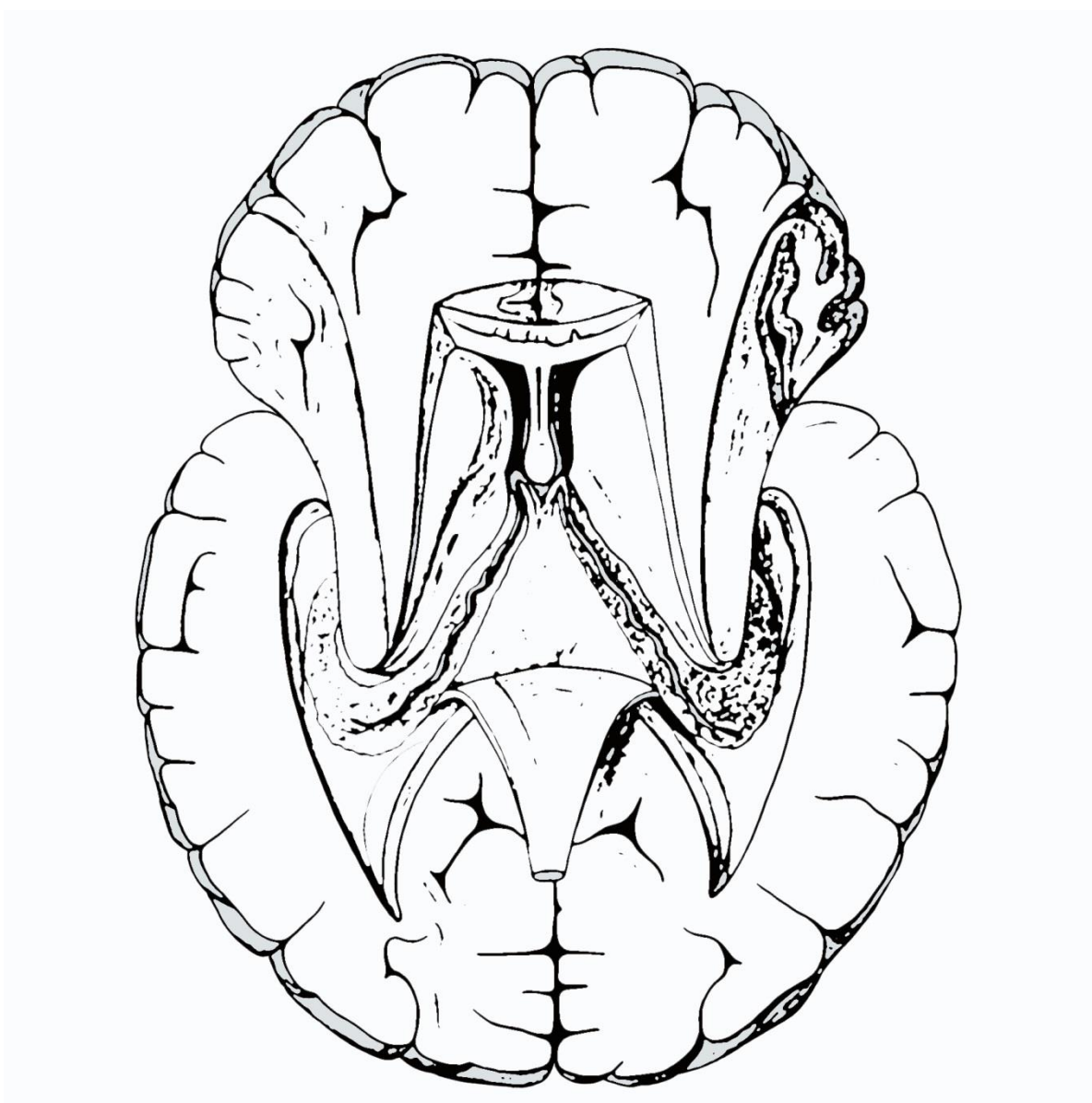


Neuroanatomie



Petr Hájek a kolektiv ústavu anatomie LFUK-HK

Verze 2023

ÚVOD

K neuroanatomii:

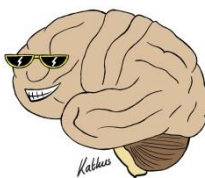
Proč právě neuroanatomie?

Je nejvíc abstraktní, takže nejvíce obtížná. Uplatňují se zde nejnovější poznatky, které nacházejí místo ve výzkumu, přesto se do klinické praxe dostávají s velkým zpožděním. A právě různé dostupné učebnice tuto diskrepanci nezohledňují a plní hlavu studentů, jako by z každého chtěly vychovat ne klinického pracovníka, ale vědce.

Na univerzitě nelze počítat s tím, že učitel „vede studenta za ruku“, že mu jednu hodinu něco nadiktuje a druhou hodinu to bude zkoušet přesně slovo od slova. Problémy ovšem nastávaly, když v záplavě detailů o zapojení různých mozkových jader student ztrácel představu, co je opravdu podstatná informace anebo fakt využitelný v medicíně.

Tento materiál by tedy měl svým rozsahem odpovídat znalostem požadovaným u zkoušky na našem ústavu. K tomu samozřejmě musí přijít studium mozkových řezů a další znalosti získané z praktické výuky.

Brain is the most important organ.



According to the brain.

K této tištěné verzi:

Text tohoto materiálu je totožný s textem v Moodlovém kurzu naší fakulty (první vydání v r. 2013) a elektronickou učebnicí UK z roku 2016. Důvod, proč ztrojujeme totožný text, je ten, že ani jedna ze zmíněných verzí není vhodná pro tisk. A to je opakovaný požadavek studentů.

Přesto zde alespoň stručně zmíním výhody obou elektronických verzí:

Přednosti el. učebnice [<https://publi.cz/books/219/index.html>]: stažení do offline prostředí, optimalizace pro tablety a smartphony, možnost vkládání záložek a komentářů, zvýrazňování. Interakce s vloženým slovníkem. Animace obrázků využitelná i k testování. Modelové otázky. Kompletní Periferní nervový systém včetně pletení probíraných v zimním semestru. Mnoho kreslených vtípků od studentky Kateřiny Liskové podobných tomu výše.

Přednosti Moodlového kurzu [<http://moodle.lfhk.cuni.cz/moodle2/course/view.php?id=169>]: uspořádání témat podle plánu praktických cvičení na našem ústavu, interakce se slovníkem, online odkazy, možnost položit dotaz vyučujícímu, vložit připomínku do diskuzního fóra. Možnost okamžitých úprav autora. Velká banka testových otázek.

V tištěné verzi jsme upřednostnili obrázky, které nejsou závislé na barevném rozlišení. Většina z nich pochází od malíře Josefa Bavora, většina schémat od Petra Hájka.

Periferní nervový systém v rozsahu končetin byl probírán odděleně již v zimním semestru, proto v tištěné verzi není zařazen.

TÉMA 1

ÚVOD DO NERVOVÉ SOUSTAVY

FUNKCE NERVOVÉ SOUSTAVY

Nervová soustava (NS) umožňuje reakci organismu na zevní i vnitřní prostředí, představuje proto způsob řízení organismu. Základním projevem činnosti NS je reflex. Anatomický podklad reflexu se nazývá reflexní oblouk (receptor, dostředivá nervová vlákna, centrum, odstředivá vlákna, efektor – např. sval, žláza, apod.)

VÝVOJ NERVOVÉ SOUSTAVY

- Vzniká z **neuroektodermu** na dorzální straně zárodku - nad chorda dorsalis.
- Ektoderm zde zesílí v **neurální ploténku**, následně se prohloubí v **neurální žlábek** a nakonec uzavře v **neurální trubici** = základ míchy a mozku.
- **Mozek – encephalon** se vyvíjí z rostrálního (předního) konce neurální trubice.
- **Hřbetní mícha – medulla spinalis** se vyvíjí ze zbývajících částí neurální trubice.
- Před uzavěrem neurálního žlábků v neurální trubici se na horní straně žlábků vyvine párová **gangliová (neurální) lišta**. Vyvíjejí se z ní **senzitivní ganglia hlavových a míšních nervů** a **ganglia autonomní NS**.

VÝVOJ MOZKU

Na rostrálním konci neurální trubice se objevuje ztlustění - základ mozku, které prochází stadiem 3 a 5 váčků - základů jednotlivých oddílů mozku:

- zadní váček = základ zadního mozku – **rhombencephalon**

Dále se diferencuje v:

- **myelencephalon** → budoucí prodloužená mícha – **medulla oblongata**
- **metencephalon** → most Varolův – **pons Varoli**
→ mozeček – **cerebellum**

- střední váček = základ středního mozku - **mesencephalon**

- přední váček = základ předního mozku – **prosencephalon**

Dále se diferencuje v:

- **diencephalon** = mezimozek - střední nepárová část
- **telencephalon** = koncový mozek - dva postranní váčky vyvíjející se do podoby **mozkových hemisfér**.

Termín **mozkový kmen** označuje souborně prodlouženou míchu + Varolův most (součásti zadního mozku) + střední mozek. V souvislém textu se často užívá zkrácený pojem kmen.

Jde o morfologický i funkční pojem:

- všechny části kmene jsou uloženy ve střední rovině a ve směru kaudo-rostrálním na sebe navazují – proto „kmen“ mozkový,
- všechny části kmene mají v základních principech stejnou stavbu a funkci.

Podrobněji viz kapitola Mozkový kmen.

Šikmé postavení kmene vyvolalo potřebu upravit názvosloví směrů, které se pak používá pro celý mozek:

ANATOMICKÉ SMĚRY NA MOZKU

- **směr rostrální:** směr dopředu - ke koncovému mozku
- **směr kaudální:** směr dolů k míše
- **směr bazální:** spodní – k lebeční bázi, na kmeni šikmo dopředu dolů (= též ventrální)
- **směr dorzální:** zadní – k lebeční klenbě, na kmeni šikmo dozadu nahoru

DIFERENCIACE BUNĚK NEURÁLNÍ TRUBICE

Budoucí nervová soustava má na počátku skutečně tvar trubice (dutina je zachována i v konečném stadiu). V časném stadiu vývoje jsou nediferencované zárodečné (germinální) buňky seskupeny kolem centrálního kanálku. Následně se dělí, cestují k povrchu trubice a diferencují v různé typy **neuronů** a **buněk gliových**.

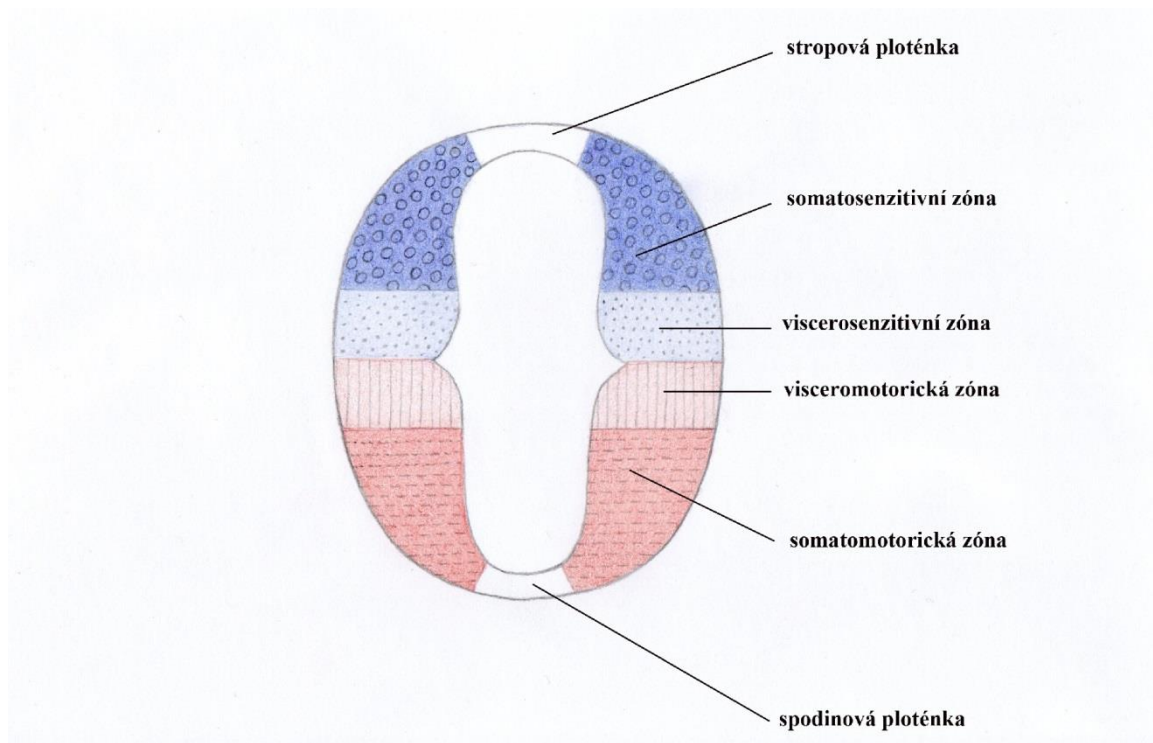
Ploténky primitivní neurální trubice (na příčném řezu)

- **Ploténka bazální** - párová, na bazální ploše nervové trubice
- **Ploténka alární** - párová na dorzální ploše nervové trubice
Alární ploténky jsou odděleny od bazálních plotének párovým žlábkem zevnitř trubice - **sulcus limitans**
- Obě bazální ploténky jsou ve střední čáře vzájemně spojeny tenkou nepárovou **ploténkou spodinovou**.
- Obě alární ploténky jsou ve střední čáře vzájemně spojeny tenkou nepárovou **ploténkou stropovou**.
V zadním mozku se stropová ploténka vyvíjí v mozeček.

Další diferenciacie plotének

Bazální i alární ploténka se dále diferencují ve **2 zóny**:

- Ploténka bazální se diferencuje v:
 - **zónu somatomotorickou** (soma = tělo) - její eferentní motorické neurony vysílají axony k příčně pruhované svalovině
 - **zónu visceromotorickou** (orgány = viscera) - která je uložena nad zónou somatomotorickou při sulcus limitans, její eferentní vegetativní pregangliové neurony vysílají axony do periferních vegetativních ganglií, uložených mimo CNS. Ve vegetativních gangliích jsou uloženy postgangliové neurony. Axony postgangliových neuronů vedou k hladké svalovině a žlázám.
- Ploténka alární se diferencuje v:
 - **zónu viscerosenzitivní** uloženu při sulcus limitans - do jejích senzitivních neuronů je přiváděno čítí z orgánů
 - **zónu somatosenzitivní** - nad zónou viscerosenzitivní, do jejích senzitivních neuronů je přiváděno čítí z periferie těla, především z kůže a z příčně pruhovaných svalů, ale také např. ze sliznic dutiny nosní, ústní, z rohovky a spojivky



Obr. 1: Diferenciacie plotének neurální trubice (příčný řez)

STAVBA NERVOVÉ TKÁŇE

Nervovou tkáň tvoří buňky nervové a gliové.

- **Buňky nervové – neurony**
 - základní vlastnost = dráždivost a vodivost: jsou schopny tvorby a vedení **nervového vzruchu**
 - stavba: tělo - **perikaryon** (soma) + výběžky: dostředivý výběžek (vede vzruch do nervové buňky) = **dendrit**, odstředivý výběžek (vede vzruch od nervové buňky) = **axon (neurit)**

- **Buňky gliové tvoří 4 základní typy glie:**
 - **makroglie** (astrocyty): má výživnou a opornou funkci
 - **oligodendroglie**: schopnost tvorby myelinu CNS; v PNS nahrazena Schwannovými buňkami
 - **mikroglie**: má fagocytární schopnost
 - **ependymové buňky**: tvoří výstelku dutin CNS

CNS VERSUS PNS

Dělení nervové soustavy na centrální nervovou soustavu (CNS) a periferní nervovou soustavu (PNS) je dáno vývojem (CNS se vyvinula z neurální ploténky - viz výše), název odkazuje na schopnost řídit reflexy (CNS tvoří centra reflexů). CNS se skládá z mozku a míchy, PNS je tvořena ganglii a nervy.

Za mikroskopickou hranici mezi CNS a PNS se považuje tzv. Redlich-Obersteinerova zóna, která je dána posledním Ranvierovým zářezem (viz dále) myelinové pochvy Schwannových buněk před vstupem vlákna do míchy.

Šedá a bílá hmota CNS - substantia grisea et alba:

- **Šedou hmotu** tvoří těla nervových buněk, v CNS se vyskytuje ve 2 lokalitách:
 - 1) na povrchu CNS = **kůra (cortex)**,
 - 2) v hloubi CNS = **jádra (nuclei)**.
- **Bílou hmotu** tvoří axony neuronů (bílou barvu způsobují myelinové pochvy axonů). Funkční svazky axonů uvnitř CNS nazýváme **nervové dráhy**, nemluvíme o „nervech“.

Těla + axony nervových buněk mimo CNS = v periferním nervovém systému:

- Nakupení těl nervových buněk mimo CNS = **ganglia** hlavových, míšních a vegetativních nervů.

- Soubory výběžků nervových buněk za svého průběhu mimo CNS = **nervy mozkové, míšní a vegetativní**.

NEURON

Části:

- **Perikaryon** - tělo nervové buňky. Velikost: 4 - 100 μ m. Z těla odstupují 2 typy výběžků:
- **Dendrit** = dostředivý, většinou krátký výběžek. Dle počtu a úpravy dendritů buňky multipolární (větší počet dendritů), bipolární („dvoupólové“, 1 dendrit), pseudounipolární (1 dendrit) – podrobněji viz níže.
- **Axon (neurit)** = většinou odstředivý, obvykle dlouhý výběžek.
Vývojově vyšší neurony mají dobře vyvinutou myelinovou pochvu.
Přítomnost myelinové pochvy zajišťuje rychlejší vedení nervového vzruchu jeho **saltatorickým šířením** (přeskakováním vzruchu z jednoho **Ranvierova zářezu** na druhý). Čím silnější myelinová pochva, tím rychlejší vedení vzruchu.
Rozměry axonu jsou extrémně disproporční: má tloušťku průměrně 1 μ m, ale délku i přes 1 m. Pojem axon se proto velice často nahrazuje pojmem **nervové vlákno**, v kontextu zjednodušeně pouze „vlákno“. (Přesněji řečeno nervové vlákno = axon + myelinová nebo aspoň tzv. Schwannova pochva).
Myelinová pochva dává zbarvení bílé hmotě CNS, ale i periferním nervům: viz např. **ramus communicans albus** (myelinizovaný, lat. albus - bílý) a **ramus communicans griseus** (nemyelinizovaný, lat. griseus - šedý) míšních nervů – viz Míšní nerv.

Dělení a názvosloví neuronů

Pro dělení neuronů používána řada kritérií, např.:

- Počet a úprava dendritů: **buňky multipolární** (prototyp nervové buňky) = mnoho dendritů, 1 axon, **bipolární** = 1 dendrit, 1 axon, **pseudounipolární** = „T buňky“: falešně jednopólové, kdy axon i dendrit mají část svého průběhu při výstupu a vstupu do buňky společnou. Pseudounipolární buňky se vyvinuly z buněk bipolárních.
- Vzhled těl neuronů: např. trnité, pyramidovité, zrnité
- Myelinizace axonů: slabě a silně myelinizované axony
- Chemismus buněk: neurony adrenergní, cholinergní, dopaminergní, apod.
- Eponyma: buňky Purkyňovy, Cajalovy, apod.

- **Motoneuron** je takový neuron, který má synaptické zakončení nikoliv na jiné nervové buňce, ale na svalové buňce. U alfa-motoneuronů a u části gama-motoneuronů je to v podobě modifikované synapse - tzv. **nervosvalové (motorické) ploténky**, jejíž funkční princip je stejný jako u nervové synapse (viz násl. odstavce). Centrální část motoneuronu se nijak neliší od běžné populace neuronů, bývají to větší multipolární buňky.

NERVOVÁ SYNAPSE

Specializované místo kontaktu dvou neuronů, kde dochází k převodu nervového vzruchu z jednoho neuronu na druhý.

Části (viditelné v elektronovém mikroskopu):

- **Presynaptická membrána** = povrch zakončení (**buttonu**) presynaptického neuronu
- **Synaptická štěrbina** (20 – 50 nm) = prostor mezi pre- a postsynaptickou membránou
- **Postsynaptická membrána** = buněčná membrána postsynaptického neuronu, obsahuje receptory pro navázání mediátoru

Mechanismus převodu vzruchu:

Jakmile nervový vzruch dojde do zakončení presynaptického neuronu, vyprázdní se obsah váček s chemickou látkou - **mediátorem** (= **neurotransmitterem**, přenašečem) do synaptické štěrbině a následně se naváže na receptory postsynaptické membrány.

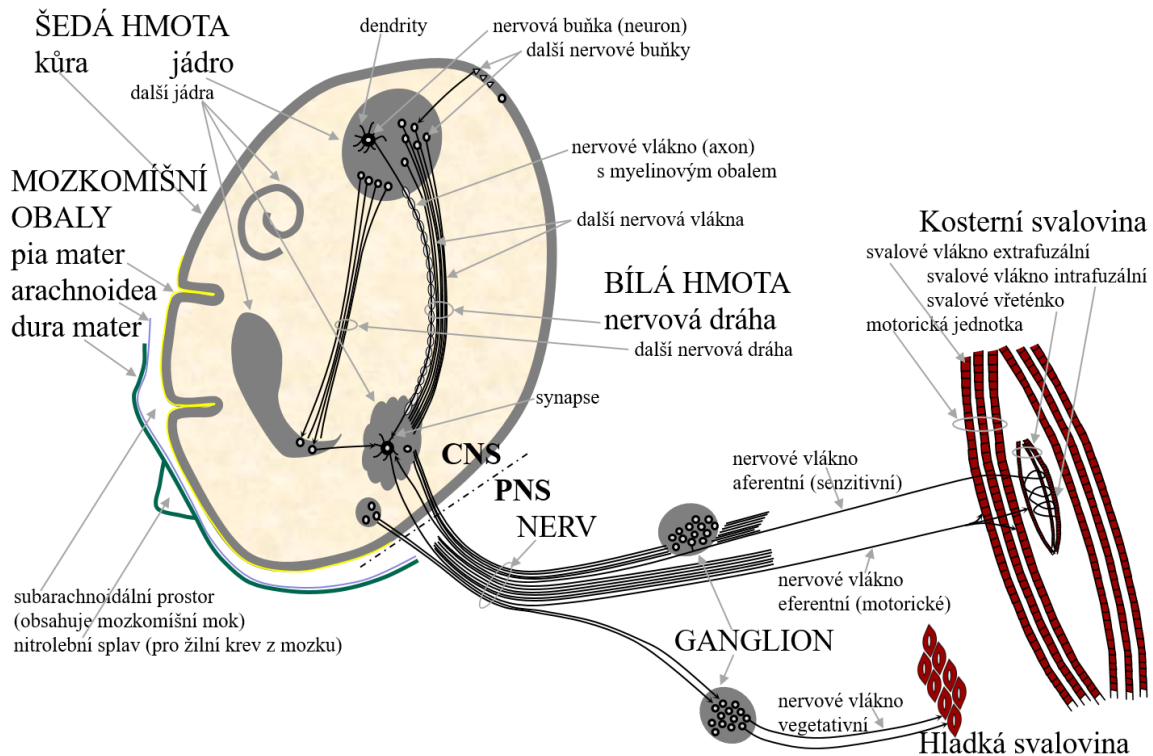
Synaptický mediátor je „klíč“, který odemyká „zámek“ = receptory postsynaptické membrány. Mediátory i receptory jsou pro každou synapsi specifické.

Poruchy převodu vzruchů vznikají při nedostatku či nadbytku mediátoru a také při nedostatku postsynaptických receptorů (např. zablokováním jinou molekulou).

Typy synapsí:

- Podle místa kontaktu presynaptického a postsynaptického neuronu: synapse **axosomatická, axodendritická, axoaxonální**
- Podle toho, zda povzbuzují či tlumí činnost postsynaptických neuronů: **budivé synapse** excitují postsynaptické neurony, **tlumivé synapse** tlumí postsynaptické neurony
 - Nejznámější excitační mediátory: **acetylcholin, noradrenalin, glutamát**
 - Tlumivý mediátor: např. **GABA** (= kyselina gama-aminomáselná)
- Podle druhu mediátoru - chemická klasifikace synapsí: **synapse adrenergní, cholinergní, dopaminergní**

Schéma stavby nervové soustavy



Obr. 2: Schéma stavby nervové soustavy

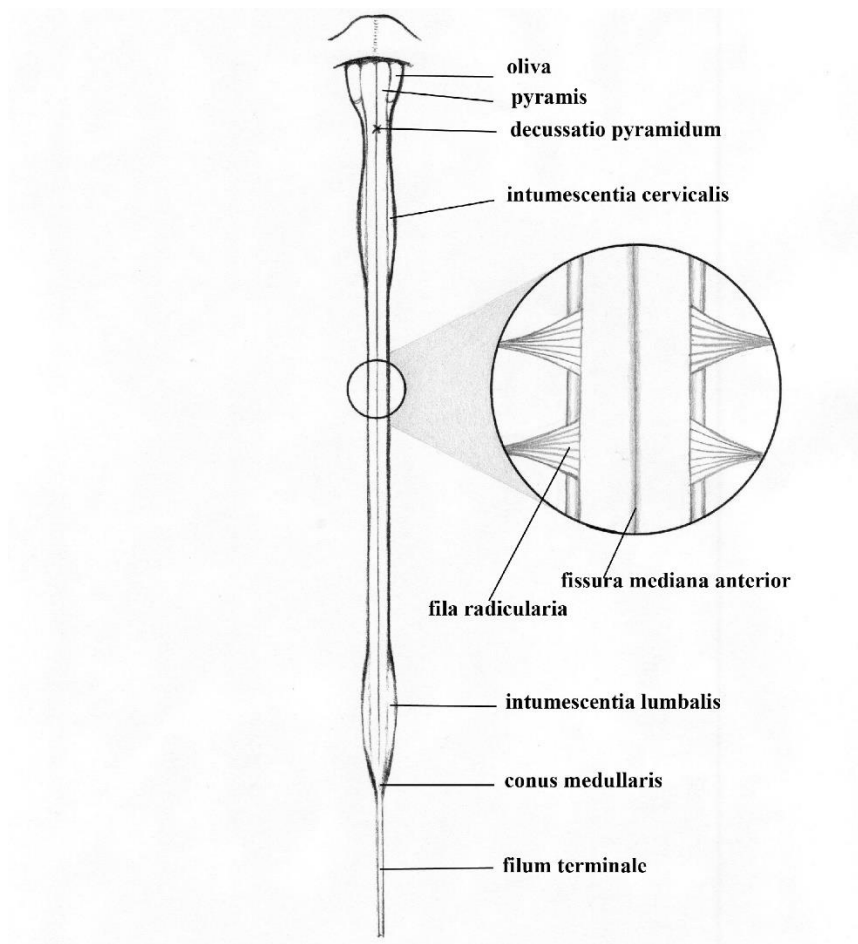
POPIS JEDNOTLIVÝCH ODDÍLŮ CNS: HŘBETNÍ MÍCHA - MEDULLA SPINALIS

ZÁKLADNÍ MAKROSKOPICKÝ POPIS:

Hřbetní mícha představuje nejnižší etáž CNS. Běžně se užívá jednoslovný pojem mícha.

- Délka do 50 cm, tloušťka 1,1 cm, v rozšířeních (**intumescencích**) 1,3 cm (asi jako malík).
- Tvar válcovitý - ventrodorzálně oploštělá, na povrchu podélná štěrbina a rýhy (viz dále), 2 vřetenovitá ztluštění v krčním a bederním úseku - **intumescentia cervicalis et lumbosacralis** (dříve lumbalis), kuželovité zakončení - **conus medullaris** (míšni konus). Jsou dány nahromaděním neuronů pro horní a dolní končetiny. Topografie intumescencí: krční – obratle C3-Th2, bederní - obratle Th9-L1.
- Uložena v páteřním kanálu a obalena míšními obaly.
- V míše se nachází část dutinového systému CNS - **canalis centralis**. Stejně jako ostatní dutiny CNS obsahuje mozkomíšni mok. Komunikuje se IV. komorou mozkovou. Pro koloběh likvoru ale nemá význam a může i zarůstat.

- Hranice: Kraniálně přechází v prodlouženou míchu, kaudálně končí jako **conus medullaris**. Nevypĺňuje páteřní kanál úplně na šířku ani na délku.
 - Skeletotopie míchy: kraniálně od zadního oblouku atlasu, kaudálně k ploténce L1/2. Definitivní skeletotopické hranice nabývá brzo po narození. Podrobněji viz dále: vertebromedulární topografie.
 - Hranicí mícha/prodloužená mícha je
 - a) decussatio pyramidum (křížení pyramidových drah, částečně viditelné na ventrálním povrchu)
 - b) výstup 1. (párového) míšního nervu.
 - c) Jako třetí literární údaj se uvádí horní hrana oblouku atlasu.



Obr. 3: Medulla spinalis (pohled z přední strany)

HŘBETNÍ MÍCHA NA PŘÍČNÉM ŘEZU:

Rýhy a žlábký na povrchu míchy:

- nepárové: **fissura mediana anterior, sulcus medianus posterior** - dělí míchu na dvě poloviny.
- párové: **sulcus ventrolateralis, sulcus dorsolateralis** (zde vystupují fila radicularia kořenů míšních nervů). Synonyma - sulcus anterolateralis, sulcus lateralis anterior.
V průběhu zadního provazce je ještě mělký sulcus intermedius posterior.

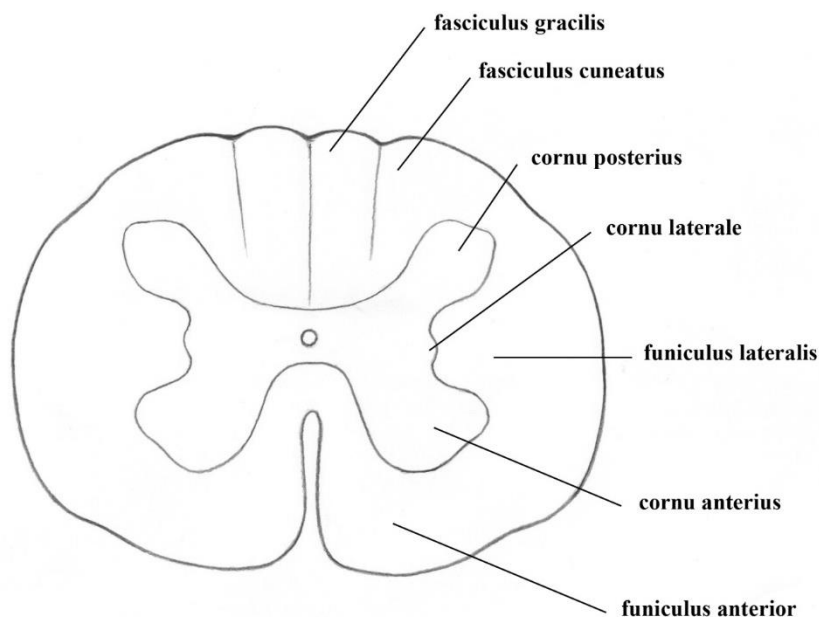
Šedá hmota: tvoří mohutné jádro prostupující celou míchou – na příčném řezu tvar „motýla“.

- Na příčném řezu rozlišujeme nepárovou **zona centralis** kolem centrálního kanálku a párovou **zona intermedia** (= substantia intermedia lat.), ze které vybíhají párové roh míšní: **cornu anterius, laterale, posterius**. Na zadním rohu se popisuje směrem od centra: basis, cervix, caput, apex.
- V celé délce míchy tvoří sloupce míšní = **columnae: columna intermedia, anterior, posterior**.

Bílá hmota míšní:

- Na příčném řezu se dělí na párové provazce - **funiculi: funiculus anterior, lateralis, posterior**.

Zadní provazec je dále rozdělen v mediální **fasciculus gracilis (Golli)** a laterální **fasciculus cuneatus (Burdachi)**.



Obr. 4: Medulla spinalis (příčný řez)

V jednotlivých úsecích se průřez míchy liší proporcemi šedé a bílé hmoty. V dolní krční a lumbální míše jsou nápadně velké přední a zadní rohy (souvisí s intumescencemi – viz výše.) Postranní roh je patrný jen v hrudní části míchy.

Pro horní krční míchu je také charakteristická přítomnost některých jader pokračujících z prodloužené míchy (nc. spinalis n. trigemini, nc. tractus solitarii, nc. nervi accessorii, míšní formatio reticularis).

STAVBA ŠEDÉ HMOTY MÍŠNÍ

Tvořena těly míšních neuronů

▪ Stavba předních rohů

➤ alfa-motoneurony

- Jsou seskupeny v jádra: nucleus posteromedialis, nucleus posterolateralis, nucleus anteromedialis, nucleus anterolateralis; uprostřed mezi nimi nc. centralis.
- Jsou to velké (60-100 μ) motorické multipolární neurony, jejichž dlouhé axony vystupují z míchy cestou předních kořenů míšních a inervují příčně pruhovaná extrafuzální vlákna svalová, zodpovědná za iniciaci a sílu svalového stahu. Zakončují se v jejich motorických ploténkách.

➤ gama-motoneurony

Menší multipolární neurony (30-40 μ), v předních rozích jsou rozloženy i mimo jádra. Jejich axony vystupují z míchy rovněž cestou předních kořenů míšních. Inervují intrafuzální vlákna svalového vřeténka a jsou tedy ve službách regulace svalového tonu.

Axony alfa a gama motoneuronů tvoří přední kořeny míšní.

▪ Stavba postranních rohů

- Nacházejí se v nich **vegetativní (viscerální) neurony**.
- Přímo v postranním rohu je **nucleus intermediolateralis**, které vysílá axony předními kořeny míšními a jeho impulzy se po přepojení ve vegetativních gangliích dostanou k hladké svalovině orgánů a cév nebo ke žlázám. Mediálně od něj v míšní zona intermedia je pak **nucleus intermediomedialis**, které přijímá informace z visceroreceptorů.

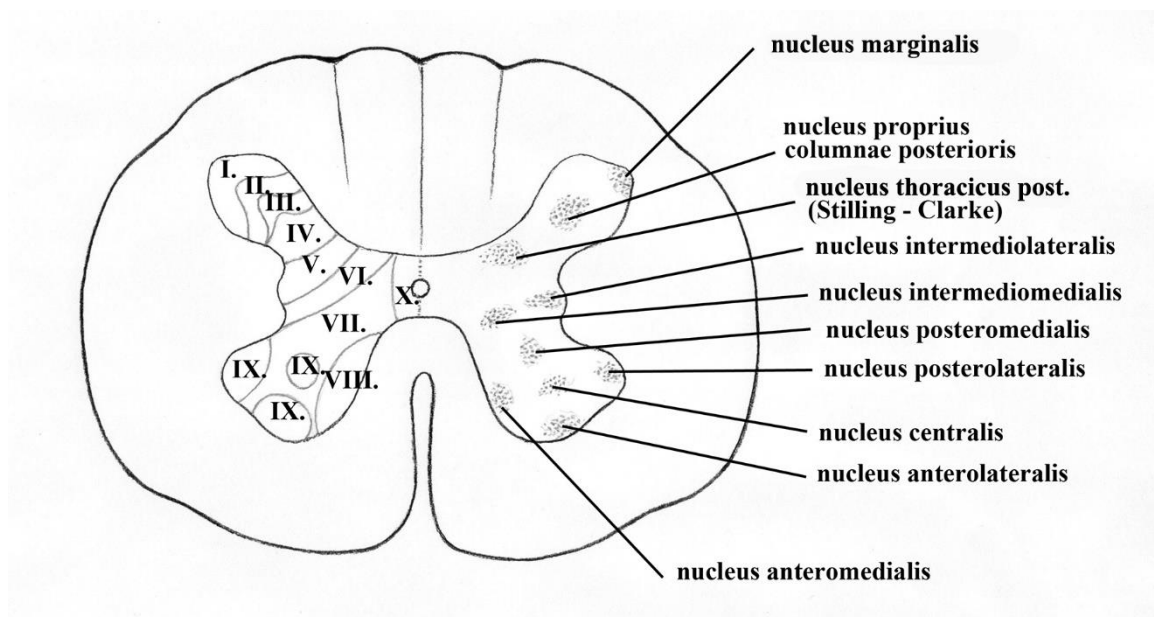
▪ Stavba zadních rohů

- Obsahují senzitivní neurony, na které se přepojuje část vláken zadních kořenů míšních (viz „osudy“ vláken zadních kořenů míchy)
- Jejich neurony jsou seskupeny do jader; srovnány od středu směrem k okraji:
 - **nucleus thoracicus posterior, ncl. Stilling-Clarke**
 - **nucleus proprius** (starším názvem ncl. proprius columnae posterioris)
 - **substantia gelatinosa Rolandi**
 - **ncl. marginalis** (starším názvem ncl. apicalis)
 - Lissauerova zóna

REXEDOVY ZÓNY

Vedle popsaného klasického členění šedé hmoty míšních rohů podle jejich buněčné stavby je šedá hmota míšní členěna nověji (od poloviny minulého století) podle svého zřetelného vrstvení do **Rexedových zón, laminae spinales I-X**: zóny jsou číslovány od zadních rohů směrem k rohům předním.

V dalším textu se však budeme držet klasického členění šedé hmoty míšní do jader.



Obr. 5: Šedá hmota míšní (příčný řez) – vlevo Rexedovy zóny, vpravo jádra

STAVBA BÍLÉ HMOTY MÍCHY, CHARAKTERISTIKA DRAH

Bílá hmota míšní je souborem **míšních nervových drah**.

Dělení nervových drah obecně:

- **Projekční dráhy** jsou dráhy, které mezi sebou propojují 2 etáže CNS: nižší etáž CNS s etáží vyšší (projekční dráhy senzitivní) nebo naopak vyšší etáž CNS s etáží nižší (projekční dráhy motorické).
- Krátké dráhy - nervové dráhy, které propojují 2 místa v téže etáži CNS – dělí se na:
 - **asociační dráhy** (propojují 2 místa ve stejné polovině téže etáže) a
 - **komisurální dráhy** (propojují 2 místa obou polovin téže etáže)

V míše popisujeme dlouhé dráhy ascendentní (senzitivní) a descendentní (motorické) a krátké dráhy propriospinální.

- **Ascendentní** (vzestupné, senzitivní) **projekční dráhy míšní** vedou přes míchu různé kvality cití z periferie těla do vyšších oddílů CNS. Procházejí předními, postranními i zadními míšními provazci. Dělí se na přímé a nepřímé:

➤ **Přímé senzitivní míšní dráhy**

- Projekční dráhy, které vedou „přímo do vědomí“ (většinou řetězcem 3 neuronů) = z periferie těla do míchy a z míchy do mozkové kůry s přepojením v thalamu.
- Vedou cití uvědomělé (vnímané na úrovni vědomí)
 - a) **protopatické** = hrubé cití – především bolesti a tepla,
 - b) **epikritické** = jemné cití – především dotekové cití, rozlišení více bodů atd..
 - c) **proprioceptivní** = svalové, šlachové a kloubní cití - polohocit a pohybovit
- K míšním dráhám protopatického cití patří především **tractus spino-thalamicus** a **tractus spino-reticularis**.
- K míšním dráhám epikritického cití patří tzv. **dráha zadních provazců** = **tr. spinobulbaris**

➤ **Nepřímé senzitivní míšní dráhy**

Jsou to dráhy, které vedou neuvědomělé proprioceptivní cití z periferie těla přes míchu do mozečku.

- Patří k nim **tractus spinocerebellaris anterior et posterior**, též tr.spinoolivaris. Neuvědomělá propriocepce ze svalových, šlachových a kloubních receptorů, vedená přes míchu do mozečku, slouží jako zpětná vazba motorickým funkcím mozečku.

- **Descendentní míšní dráhy** - sestupné, motorické

Dělí se na přímé a nepřímé. Procházejí pouze v předních a postranních míšních provazcích, žádná z nich neprochází zadními provazci.

- **Přímá dráha motorická = dráha pyramidová**

Projekční dráha, která spojuje motorickou kůru mozkové hemisféry s motoneurony předních rohů míšních nejkratší možnou cestou - prostřednictvím jediného neuronu (proto přímá).

- Prochází pyramidami prodloužené míchy - odtud název.
- Pod pyramidami se většina vláken kříží do protilehlých postranních provazců míchy jako **tr. corticospinalis lateralis**, méně početná nezkřížená vlákna probíhají v bílé hmotě předních míšních provazců jako **tractus corticospinalis anterior**.
- Dráha vede do míchy impulzy k volnímu (cílenému) pohybu končetin a trupu

- **Nepřímé dráhy motorické = dráhy extrapyramidové (mimopyramidové)**

Neprocházejí pyramidami prodloužené míchy (proto název mimopyramidové).

Jsou to projekční dráhy mimovolní hybnosti, které spojují motorickou kůru hemisféry s míšními motoneurony víceneuronovou cestou (tedy delší - nepřímou, proto název nepřímé). V některých případech se mozková kůra takto napojila na starší dráhy původně vycházející z kmene.

V bílé hmotě míšní procházejí v předních i postranních provazcích.

Patří k nim např. tr. reticulospinalis či tr. rubrospinalis.

- **Propriospinální dráhy** = fasciculi proprii

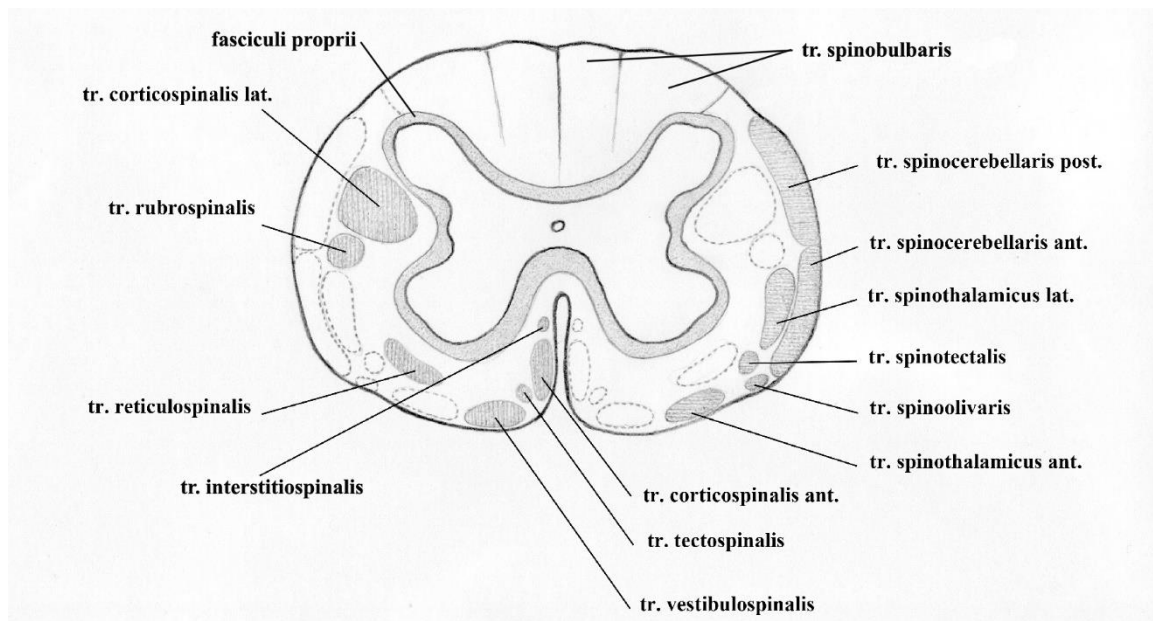
Krátké dráhy, obsahující vzestupné i sestupné axony, které však neopouštějí míchu.

Probíhají v bílé hmotě míšní v těsném sousedství šedé hmoty

Navzájem propojují různé segmenty míchy a koordinují činnost jednotlivých úseků míchy. Svým charakterem se proto řadí mezi tzv. asociační dráhy.

Pozor, pojem propriospinální znamená „míše vlastní“, nemá nic společného s propriocepí!

STRUČNÝ PŘEHLED MÍŠNÍCH DRAH



Obr. 6: Poloha míšních drah na příčném řezu míchou

▪ Ascendentní míšní dráhy - spojují míchu s vyššími oddíly CNS

➤ Tr. spinoreticularis

Vývojově stará přímá senzitivní dráha. Je to dráha „pomalé“ bolesti. Uskutečňuje propojení míchy s retikulární formací (RF) kmene, zde se napojuje na ARAS - ascendentní aktivační retikulární systém (viz lekce 3 Mozkový kmen).

Jednotlivé neurony: 1. neuron vstupuje do míchy cestou zadních kořenů míšních a končí v ncl. proprius stejnostranného zadního rohu míšního. 2. neuron přechází na druhou stranu míchy (kříží se) a probíhá zde v předním a postranním míšním provazci do RF kmene. 3. neuron jde z RF do thalamu, poslední neuron jde z thalamu do mozkové kůry, kde se dostane do vědomí.

➤ Tr. spinothalamicus, míšní dráha protopatického čítí

3-neuronová přímá senzitivní projekční dráha. Dráha protopatického čítí = dráha „rychlé“ bolesti a tepla. Vede též jednoduchý pocit doteku a tlaku.

Její 1. neuron vstupuje do míchy cestou zadních kořenů míšních nervů a končí se v ncl. proprius stejnostranného zadního rohu. 2. neuron se kříží - vystupuje z ncl. proprius zadního rohu do druhostranného předního a laterálního míšního provazce jako **tr. spinothalamicus anterior et lateralis**. 2. neuron vede z míchy do thalamu, 3. neuron z thalamu do mozkové kůry.

➤ **Tr. spinobulbaris, dráha zadních provazců, míšní dráha epikritického čítí**

3-neuronová dráha, která vede vývojově mladé epikritické čítí (dotek, rozlišení více bodů) + uvědomělou propiocepci z periferie těla přes míchu a thalamus do mozkové kůry. Plný název proto zní **tr. spino-bulbo-thalamo-corticalis**, na úrovni míchy lze použít zkrácený název **tr. spinobulbaris**.

Její 1. neuron vstupuje cestou zadních kořenů míšních nervů do bílé hmoty homolaterálních (stejnostranných) zadních míšních provazců.

Zadními míšními provazci vzestupuje 1. neuron do kmene mozkového, kde se v jádrech zadních provazců prodloužené míchy přepojuje na 2. neuron. 2. neuron se kříží v mozkovém kmeni a vede do thalamu. 3. neuron jde z thalamu do senzitivní kůry mozkové. K přepojení jejího 1. neuronu na 2. neuron tedy nedochází v míše, ale až v prodloužené míše (= v mozkovém kmeni).

➤ **Tr. spinocerebellaris anterior et posterior**

Jsou to nepřímé senzitivní dráhy. Vedou neuvědomělou propiocepci z periferie těla přes míchu do mozečku.

Jejich 1. neuron vstupuje do míchy cestou zadních kořenů míšních nervů a končí v ncl.

Stilling-Clarke zadních rohů míšních. 2. neuron jde ze zadních rohů do míšních provazců jako **tr. spinocerebellaris anterior et posterior**. Vzestupují v povrchové zóně postranních provazců, ventrální dráha obsahuje zkřížená vlákna. Obě dráhy vedou do mozečku neuvědomělou propiocepci, která slouží k uskutečnění motorických funkcí mozečku, ale nedosáhne úrovně vědomí.

▪ **Descendentní dráhy míšní** - spojují vyšší oddíly CNS s míchou

➤ **Tr. corticospinalis:**

Dráha pyramidová (prochází přes pyramidy prodloužené míchy), dráha volní hybnosti (vede impulzy pro vůlí ovládané pohyby).

Vývojově mladá, spojuje motorickou kůru jedné hemisféry s druhostrannými předními rohy míšním cestou jediného neuronu.

- Větší část neuronů pyramidové dráhy se na rozhraní hřbetní míchy a prodloužené míchy kříží - opticky patrné jako decussatio pyramidum (viz ↑ hranice míchy) - a sestupuje bílou hmotou postranního provazce míšního jako objemnější **tractus corticospinalis lateralis**. Typicky takto vedou vlákna pro inervaci končetin.

- Menší část neuronů pyramidové dráhy se na rozhraní prodloužené míchy a hřbetní míchy nekříží (kříží se až v míše na úrovni α motoneuronů) a sestupuje bílou hmotou předního míšního provazce jako méně objemný **tractus corticospinalis anterior**.

➤ **Dráhy extrapyramidové:**

Jsou to nepřímé projekční motorické dráhy mimovolní hybnosti, vývojově staré, které uskutečňují spojení motorické kůry mozkové přes kmenová centra s motoneurony předních míšních rohů cestou víc než 1 neuronu (proto nepřímé).

Patří k nim zejména:

- **tractus reticulo-spinalis**
- **tractus rubro-spinalis**
- **tractus vestibulo-spinalis**
- **tractus tecto-spinalis**
- **tractus interstitio-spinalis**

Zprostředkovávají některé kmenové reflexy, podílejí se na udržování tonu, rovnováhy, synchronizaci pohybů a dalších mimovolných složkách pohybových funkcí.

Řada míšních drah jeví **somatotopii** – tj. pravidelné uspořádání vláken podle odpovídajících inervačních oblastí. Příkladem může být dráha zadních provazců, kde se vlákna z kranálnějších částí těla příkládají ze strany k vláknům již zde probíhajícím. Proto vlákna obsažená mediálně v zadních provazcích inervují dolní končetiny, laterálněji je trup a zcela laterálně horní končetiny (Kahlerovo pravidlo).

Hemisféra mozku (nejvyšší etáž CNS) je prostřednictvím projekčních drah propojena vždy s opačnou polovinou těla. Proto se projekční dráhy motorické a přímé dráhy senzitivní za svého průběhu jedenkrát kříží. Hemisféra mozečku je naopak propojena se stejnostrannou polovinou těla.

MÍŠNÍ SEGMENT

= výškový úsek míchy, ze kterého odstupuje jeden pár míšních nervů. Mezi sousedními míšními segmenty nejsou zevně na míše patrné žádné hranice (např. v podobě zářezů).

Nervy nevystupují jako kompaktní svazky, ale sbíhají se v podobě vláken (fila radicularia) ze sulcus ventrolateralis a dorsolateralis. Vlákna se spojí nejprve v zadní a přední kořen a teprve ve for. intervertebrale vzniká kompletní míšní nerv. Viz téma 2, obr. č.10.

Celkový počet segmentů je 31 - tedy stejný jako je počet (a názvosloví) míšních nervů:

- 8 krčních (C) segmentů**
- 12 hrudních (Th) segmentů**
- 5 bederních (L) segmentů**
- 5 křížových (S) segmentů**
- 1 kostrční (Co) segment**

GANGLION SPINALE = míšní ganglion.

Jedná se o větvené ganglion (viditelné jako rozšíření zadních kořenů) uložené ve foramen intervertebrale, obsahuje typické pseudounipolární neurony. Jejich periferní výběžek (periferní část axonu) přichází od receptorů, zatímco centrální část axonu vstupuje zadními kořeny do míchy. Tyto neurony vedou informaci aferentně – dostředivě, proto ganglion patří mezi senzitivní ganglia. !! V senzitivním gangliu nedochází k přepojení jednoho neuronu na druhý. To je zásadní rozdíl proti gangliím vegetativním, v nichž dochází k přepojení pregangliového neuronu na neuron postgangliový. Stejně jako ostatní ganglia, ganglion spinale nepatří už do CNS, ale PNS!

VERTEBROMEDULÁRNÍ TOPOGRAFIE

Relativní vzestup míchy

- Při vývoji plodu je zpočátku mícha stejně dlouhá jako páteřní kanál. Od 3. fetálního měsíce roste páteřní kanál plodu rychleji než mícha - dochází k relativnímu zkracování míchy, která pak již nevyplňuje páteřní kanál v celé délce, ale jen asi horní 2/3 = **relativní vzestup (ascensus) míchy**
- Definitivní kaudální skeletotopická hranice míchy je L1/2 u muže, L2 u ženy; u novorozence L3.
- Následkem relativního vzestupu míchy se příslušné obratle a stejnojmenné segmenty míšní nekryjí.
- Protože je mícha v definitivní úpravě kratší než páteřní kanál, odstupují také míšní nervy (které musí opustit páteřní kanál skrz „své“ příslušné foramen intervertebrale) z míchy šikmo, a to tak, že směrem kranio-kaudálním se jejich průběh stále více sklání (zešikmuje). Poslední kořeny míšních nervů odstupují z míchy prakticky svisle jako tzv. **cauda equina** (koňský ohon).
- Cauda equina vyplňuje páteřní kanál od L2 po kaudální konec křížové kosti. Mezi kořeny míšních nervů sbíhá též gliový pozůstatek míchy – **filum terminale** (po S2).

Chipaultovo pravidlo

Klinicky významné pravidlo, sloužící k orientaci o tom, který míšní segment se nalézá v úrovni toho kterého hmatného trnového výběžku páteře. Jde pouze o hrubé orientační pravidlo, existují přesné přepočítávací tabulky!

K hmatným trnům se připočítává číslice 0, 1, 2, 3, abychom získali požadované číslo segmentu:

- 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 Th10 + 3 = segment L1

FUNKČNÍ POZNÁMKY

Funkce míchy:

1) Tvoří spojovací článek mezi periferií těla a vyššími etážemi CNS: míchou procházejí ascendentní (senzitivní) projekční dráhy do vyšších etáží CNS a naopak do míchy přicházejí z vyšších etáží CNS projekční descendentní (motorické) dráhy.

2) Mícha je centrem míšních reflexů exteroceptivních (např. bolestivý flekční), propioceptivních (českový reflex) i reflexů vegetativních (mikční reflex = močení). V této činnosti je nezávislá na mozku a na vědomí, mozek při tom pouze tlumí dráždivost míchy.

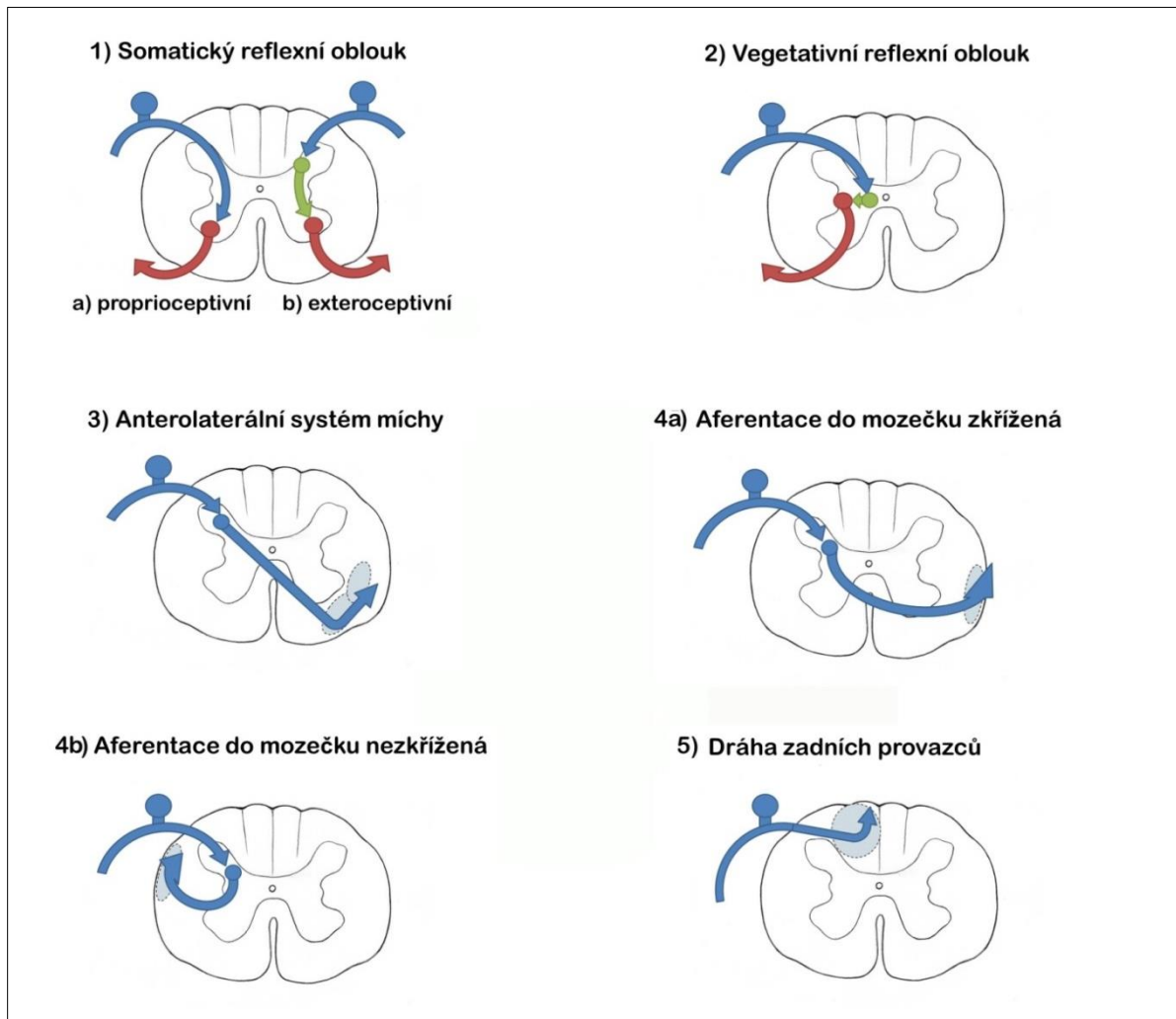
Gama klička – systém regulace svalového tonu. Název znamená, že centra, která ovlivňují svalový tonus (mozeček prostřednictvím retikulární formace, vestibulárních jader, ..) zajišťují stah svalu „oklikou“ přes γ motoneurony, nikoli přímo přes α motoneurony.

- Kosterní sval obsahuje extrafuzální vlákna (většina, silnější, zodpovídají za sílu stahu) a intrafuzální vlákna (malé množství slabých vláken spjatých s receptorem svalového napětí – svalovým vřetenkem). Pro extrafuzální vlákna jsou v předních rozích míšních α motoneurony, pro intrafuzální vlákna γ motoneurony v sousedství příslušných α motoneuronů.
- Volní pohyb: neuron z mozkové kůry předá impuls α motoneuronu → stah extrafuzálního vlákna svalu.
- Regulace svalového tonu: neuron z např. retikulární formace předá impuls γ motoneuronu → stah intrafuzálních vláken → podráždění svalového vřetenka → dostředivá informace do míchy, která končí na α motoneuronech → stah extrafuzálního vlákna svalu.

„Osudy vláken zadních kořenů míšních“ = všechny možnosti dalšího průběhu, které připadají v úvahu pro nervové vlákno vstupující zadními kořeny do míchy.

Vždy ale platí, že všechna tato vlákna mají perikaryon v ggl. spinale!

1) Vlákno pokračuje do předních rohů a je zakončeno synapsí na α motoneuronu. Odpovídá míšnímu reflexu. Toto zapojení přesněji řečeno připadá v úvahu pro reflex propioceptivní, který je monosynaptický (má jen jednu synapsi v průběhu reflexního oblouku). Exteroceptivní míšní reflex bývá polysynaptický, neboť má v zadních rožích vložen interneuron, např. z důvodu rozvedení signálu do dalších segmentů míchy, utlumení antagonistických svalových skupin, apod.



Obr. 7: Osudy vláken zadních kořenů míšních. Schéma.

2) Vlákno pokračuje do viscerosenzitivního ncl. intermediomedialis. Navazující krátký neuron jde do ncl. intermediolateralis, odkud odchází další neuron předními kořeny ven z míchy. Odpovídá vegetativnímu míšnímu reflexu (např. mikční reflex – močení).

Vegetativní impulz může být v určitých situacích přepojen i na α motoneuron, tím vzniká viscerosomatický reflex (dráždění pobřišnice → stah břišních svalů).

- 3) Vláknó vstupuje do zadních rohů a končí na ncl. proprius. Navazující neuron kříží míchu před centrálním kanálkem a vzestupuje v protilehlých postranních či předních provazcích. Zapojení typické pro tzv. anterolaterální systém (např. tr. spinothalamicus).
- 4) Vláknó vstupuje do zadních rohů a končí na ncl. Stilling-Clarke. Navazující neuron kříží míchu před centrálním kanálkem a vzestupuje v protilehlých postranních provazcích. Zapojení typické pro aferentaci do mozečku v podobě tr. spinocerebellaris anterior. V případě tr. spinocerebellaris post. se vlákna nekříží.
- 5) Po vstupu do míchy vláknó nepokračuje do zadních rohů, ale vzestupuje ve stejnostranných zadních provazcích. K synapsi dochází až v tzv. jádrech zadních provazců v prodloužené míše. Typické zapojení systému epikritického cití – tr. spinobulbaris. Většina vláken končí v ncl. gracilis a ncl. cuneatus medialis, část vláken obsahující propriocepci z horní končetiny končí v ncl. cuneatus lateralis.

POŠKOZENÍ MÍCHY – anatomický podklad neurologických syndromů

1) Přerušení míchy – má za následek přerušení sestupných i vzestupných vláken → ztrátu vedení impulzů.

- Ztráta volní hybnosti (obrna, plegie) pod místem postižení z důvodu poškození tractus corticospinalis lat.
 - Paraplegie – ztráta hybnosti dolních končetin při poškození míchy nad lumbální intumescencí.
 - Kvadruplegie - ztráta hybnosti všech čtyřech končetin při poškození míchy nad krční intumescencí.
 - V obou těchto případech je poškozeno vláknó (tzv. centrální motoneuron) vycházející z mozkové kůry a končící na α motoneuronu míchy. Vzájemný vztah α motoneuronu a svalových vláken i svalového vřetenka je zachován. Sval má zvýšený tonus, někdy až křečovitý stah (spasmus), při vyšetření reflexů reaguje nepřiměřeně. Tento typ obrny nazýváme centrální (nebo též spastickou) obrnou.
 - x Při poškození vláken α motoneuronu míchy (poškození periferního nervu) dojde ke ztrátě spojení svalu a CNS. Míšní reflexy nejsou výbavné, svaly je ochablý = tzv. periferní (chabá) obrna.
 - Pokud ke ztrátě spojení mozku a míchy dojde náhle (úrazem), dostaví se zpočátku úplně vyhasnutí reflexů, typické projevy spastické obrny se dostaví až po 1-3 týdnech. Toto první období se nazývá míšní šok.
 - Paréza je výraz pro částečnou (neúplnou) obrnu, která může mít podobu od svalové slabosti po velmi výraznou ztrátu hybnosti.
 - Kompletní přetětí horní krční míchy vede ke ztrátě inervace dýchacích svalů a ke smrti.

- Ztráta citlivosti (anestezie) pod místem postižení.
- Ztráta volní inervace svěračů močové a trávicí trubice. Rektum i močových měchýř se vyprazdňují automaticky po dosažení náplně, bez ovlivnění vůlí. To neplatí pro období míšního šoku, kdy se močový měchýř ani rektum spontánně nevyprazdňují.

2) Brown–Séquardův syndrom (syndrom hemisekce míšní) – soubor příznaků při lokálním poranění míchy, postihující její jednu (levou nebo pravou) polovinu. Příznaky vyplývají z polohy nervových drah v míše a z toho, zda jsou jejich vlákna zkřížena. Vůdčími příznaky jsou:

- ztráta hybnosti na stejné polovině těla (homolaterálně, ipsilaterálně) pod místem postižení. Např. při poranění pravé poloviny míchy v Th oblasti dojde k ztrátě hybnosti pravé dolní končetiny. Hlavní složka dráhy hybnosti (tractus corticospinalis lat.) obsahuje vlákna z opačné poloviny mozku, která se však již v míše křížít nebudou a zakončí se synapsí na stejnostranných motoneuronech.
- ztráta vnímání bolesti na opačné polovině těla (kontralaterálně) pod místem postižení. Např. při poranění pravé poloviny míchy v Th oblasti dojde k ztrátě citlivosti levé dolní končetiny a podbřišku. Dráha bolesti (protopatického cití) obsahuje za průběhu míchou informace z opačné poloviny těla, neboť 2. neuron této dráhy se kříží v míše na stejné úrovni, jako vstupuje 1. neuron do zadních rohů.

Případná ztráta epikritického cití (část dotykového cití, hmat, polohocit) se projeví stejnostranně, neboť dráha zadních provazců obsahuje v míše nezkřížený 1. neuron.

TÉMA 2

MÍCHA – 2. část

OBALY MÍŠNÍ

Meninges - mozkomíšní pleny, tvoří tři vrstvy (jmenovány z povrchu do hloubky):

- **dura mater** - tvrdá plena
- **arachnoidea (mater)** - pavučnice
- **pia mater** - omozečnice: na rozdíl od tvrdé pleny a pavučnice kopíruje povrch míchy

Arachnoidea + pia mater tvoří měkké pleny = **leptomeninges**.

Pro obaly míchy se používá adjektivum spinalis, pro obaly mozku cranialis.

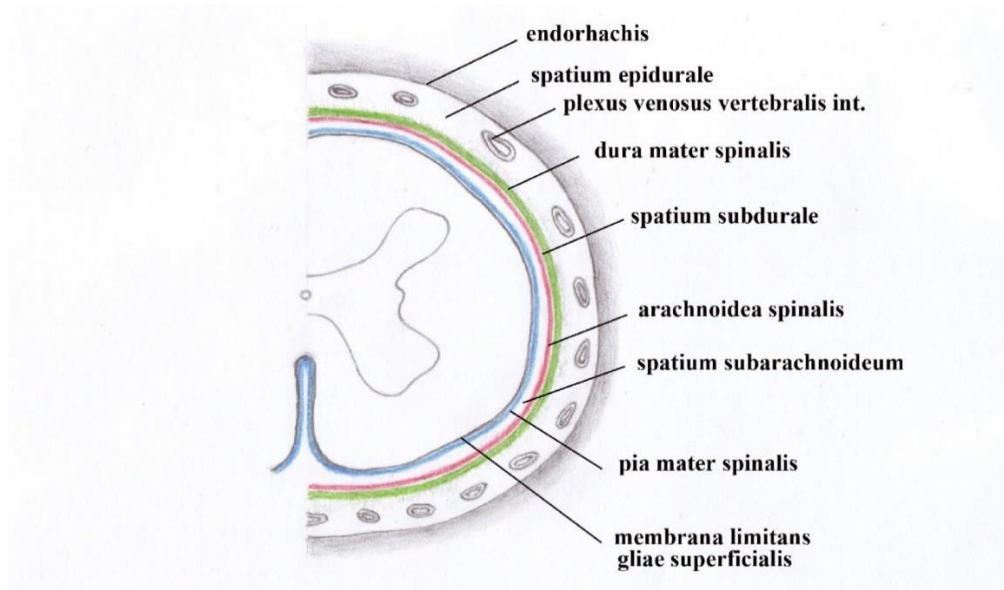
Páteční kanál zevně od dura mater vystýlá tzv. **endorhachis** - periost páteřního kanálu + vývojově splynutý zevní list dura mater.

Dura mater spinalis tvoří v páteřním kanálu vak tvrdé pleny - **saccus durae matris** (kaudálně ukončen v úrovni S2). Z něho kaudálně ještě pokračuje filum terminale externum k obratli Co1.

Dura mater vyprovází kořeny míšních nervů do forr. intervertebralia jako tzv. durální rukávce míšních nervů nebo též kořenové pochvy. Uvnitř rukávců je přítomna i arachnoidea a mozkomíšní mok. Ve for. intervertebrale obě zmíněné pleny přecházejí v obaly nervů (epineurium a perineurium).

Dura mater je v páteřním kanále fixována: srůstem s periostem v oblasti foramen magnum, srůstem s periostem forr. intervertebralia (viz výše), filum terminale externum (viz výše).

Mícha je k durálnímu vaku fixována systémem ligamentum denticulatum. Jde o plochý, frontálně postavený vazivový útvar po obou bocích míchy, z pia mater vysílá asi 23 párů cípů, vždy mezi výstupy jednotlivých míšních nervů. Funguje jako tzv. závěsný aparát míchy, udržuje její polohu vůči durálnímu vaku.



Obr. 8: Obaly míšní, prostory v kanálu páteřním

Prostory mezi obaly v páteřním kanálu:

- **Prostor epidurální:** mezi endorhachis a dura mater, obsahuje žilní pleteně páteřní - plexus venosi vertebrales interni. (Pozor! v dutině lebeční tento prostor chybí.)
- **Prostor subdurální:** mezi tvrdou plenou a arachnoideou. Oba obaly jsou k sobě přiloženy a prostor neobsahuje nic významného.
- **Prostor subarachnoidální:** nejprostornější - nachází se mezi arachnoideou a pia mater, obsahuje mozkomíšní mok (liquor cerebrospinalis).

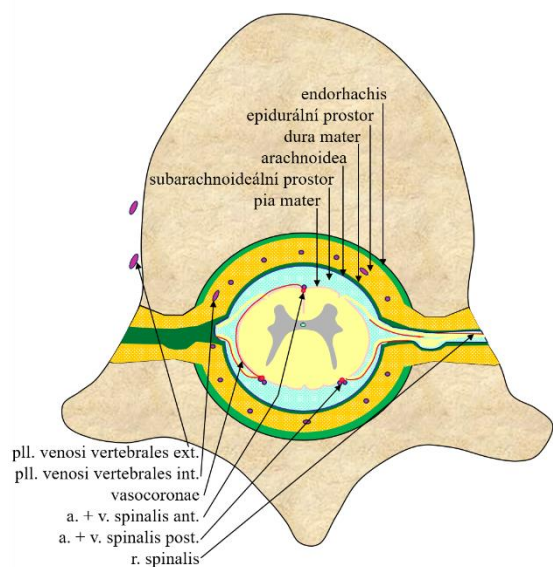
CÉVY HRBETNÍ MÍCHY

Tepny míchy

- Po celé délce míchy jsou vytvořeny 3 podélné tepenné kmeny: vepředu ve středové rovině, při povrchu fissura mediana anterior probíhá nepárová **a. spinalis anterior** (do hloubky fissura mediana anterior opakovaně vysílá větev = **a. sulcocomissuralis**), vzadu při vstupu zadních kořenů míšních (sulcus posterolateralis) probíhá na obou stranách párová **a. spinalis posterior** (často ještě zdvojená).
- Podélné arteriální kmeny jsou po obvodu míchy navzájem propojeny spojkami – **vasocoroneae** - ze kterých je vyživována obvodová zóna míchy.
- Aa. spinales jsou v horní krční oblasti sestupnými větvemi **a. vertebralis**. Tento zdroj se ale vyčerpá již v krčním úseku a je po délce míchy doplněn anastomózami z rami spinales dalších tepen: **a. vertebralis, a. cervicalis ascendens, a. cervicalis prof., a. intercostalis suprema, aa. intercostales post., a. subcostalis, aa. lumbales, a. iliolumbalis, a. sacralis mediana a aa. sacrales laterales**. Tyto rami spinales vstupují do páteřního kanálu skrze forr. intervertebralia (a forr. sacralia) podél míšních nervů. Mluvíme-li o samotné míše, je ze sakrálních tepen zásoben nanejvýš míšní konus, vzhledem k jejich značné vzdálenosti.
- Zásadní význam pro zásobení dolní části míchy má **a. radicularis magna (Adamkiewicz)** – jednostranná asi 1 mm silná tepna, většinou odstupuje z levostranné a. intercostalis post. Th9 nebo některé sousední. Doprovází přední kořen míšního nervu a anastomozuje s a. spinalis ant.
- Nejméně zásobené segmenty míchy jsou ty, které leží na rozhraní výše zmíněných anastomozujících zdrojů - (C1-2, Th3-4 a L1-2). Tyto segmenty jsou nejčastěji postiženy při poruchách tepenného zásobení míchy.

Žilní systém míchy: krev z míchy odtéká žilami míšními (mají stejnou nomenklaturu jako tepny) do **plexus venosi vertebrales interni** (v epidurálním prostoru), z nich pak do **plexus venosi vertebrales externi** (vně páteřního kanálu, tj. kolem obratlových těl).

Obojí páteřní pleteně jsou vytvořeny v celé délce míchy a představují mimo jiné kavo-kavální anastomózy.



Obr. 9: Schéma prostorů v páteřním kanálu a cév míchy.

Přístupy do páteřního kanálu:

- Lumbální punkce – přístup do subarachnoideálního prostoru v lumbální oblasti, odebrání likvoru za účelem diagnózy, případně terapeutické podání léků. Vzhledem k vertebromedulární topografii se provádí mezi obratlovými trny L3-L4, případně o obratel výš nebo níž. V této oblasti již není mícha, pouze cauda equina tvořená kořeny míšních nervů, které se punkční jehlou neporaní.
- Suboccipitální punkce – přístup do subarachnoideálního prostoru v oblasti cisterna magna (cisterna cerebellomedullaris) na hranici míchy a mozku za stejným účelem jako lumbální punkce. Provádí se mezi atlasem a os occipitale.
- Přístupy do epidurálního prostoru – lze využít přístup podobný jako při lumbální punkci, ale také např. cestou hiatus sacralis. Užívá se jak k podání anestetik, tak jiných léků, např. kortikoidů.

MOŽNOSTI ZOBRAZENÍ CNS

- **Pneumoencefalografie (PEG)**: Zobrazení dutin CNS pomocí negativního kontrastu (vzduchu) vpraveného do subarachnoideálního prostoru kanálu páteřního. Historická metoda.
- Moderní zobrazovací neinvazivní metody: **MRI, CT**

- **Karotická a vertebrální angiografie:** Zobrazení karotického a vertebrálního řečiště mozku pomocí kontrastní látky vpravené do a. carotis interna nebo a. vertebralis. Podání kontrastní látky lze využít i při CT vyšetření.
- **Traktografie (DTI)** – zobrazení nervových drah na základě převládajícího podélného pohybu molekul vody uvnitř axonů. Výsledné zobrazení využívá MRI.

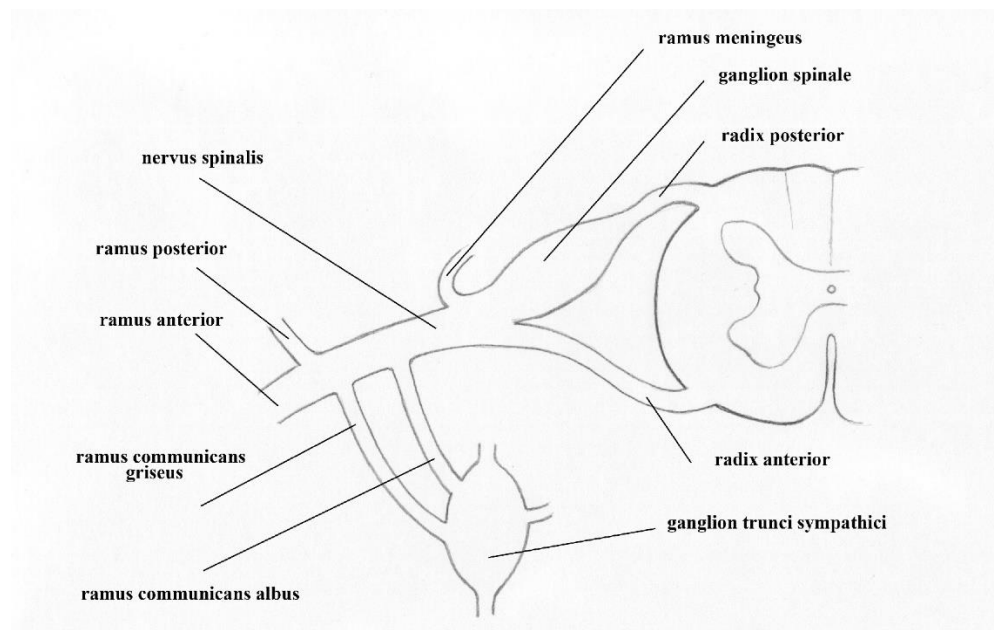
MÍŠNÍ NERVY A PLETENĚ

NERVI SPINALES

Vznik:

- Míšňní nerv vzniká ve foramen intervertebrale spojením předního a zadního kořene míšňního nervu. Z křížové kosti vystupují nervy ve foramina sacralia, poslední dva nervy vycházejí z hiatus sacralis.
- Přední a zadní kořeny míšňního nervu vznikají spojením kořenových vláken – **fila radicularia**, která vystupují z míchy.
- Přední kořen - radix anterior (ventralis) obsahuje eferentní (odstředivá) nervová vlákna somatomotorická a visceromotorická (vegetativní).
- Zadní kořen - radix posterior (dorsalis) obsahuje aférentní (dostředivá) nervová vlákna senzitivní (somatosenzitivní a viscerosenzitivní), což jsou axony pseudounipolárních buněk spinálních ganglií.

Spinální ganglia - ganglia spinalia zadních kořenů míšňních nervů se vyvíjejí z gangliové lišty neurální trubice. Jsou to senzitivní ganglia, která obsahují pseudounipolární neurony. Více viz ↑



Obr. 10: Schéma vzniku míšňního nervu.

Spektrum vláken míšních nervů:

Jsou to smíšené nervy - obsahují všechny typy nervových vláken:

- 1) Vlákna somatomotorická (motorická v užším slova smyslu) jsou axony alfa a gama motoneuronů předních rohů míšních. Inervují příčně pruhované svaly.
- 2) Vlákna somatosenzitivní (senzitivní v užším slova smyslu) jsou periferní části axonů pseudounipolárních buněk spinálních ganglií. Přivádějí senzitivní informace z receptorů kůže a pohybového systému.
- 3) Vlákna vegetativní: Visceromotorická vlákna inervují cévy, hladkou svalovinu a žlázy (např. cévy kůže, hladké svaly chlupů, žlázy potní a mazové). Viscerosenzitivní vlákna zprostředkovávají pocit bolesti z orgánů, jsou též aferentní drahou pro viscerální reflexy, (např. vasomotorické apod.).

Přehled míšních nervů:

31 párů – stejný počet jako segmentů míšních:

- **Nervi cervicales:** C1-C8
- **Nervi thoracici:** Th1-Th12
- **Nervi lumbales:** L1-L5
- **Nervi sacrales:** S1-S5
- **Nervus coccygeus:** Co

Větvě míšních nervů: Typický míšní nerv se po svém výstupu z páteřního kanálu dělí na 5 větví.

1) **Ramus posterior** (dorsalis)

Smíšená větev - obsahuje všechny typy vláken (motorická, senzitivní i vegetativní).

Rr. posteriores odstupují na zadní stranu trupu (odtud název). Zachovávají původní segmentaci (členění) - tvoří pleteně.

Inervují:

- motoricky epaxiální svaly trupu (autochtonní svaly zádové = m. erector trunci, mm. suboccipitales)
- senzitivně kůži na zadní straně trupu povrchově od epaxiálních svalů, kůži týlní krajiny a horní část hýžd'ové krajiny

Významné rr. posteriores míšních nervů:

- **N. suboccipitalis:** r. posterior C1, pouze motorický, inervuje subokcipitální svaly.
- **N. occipitalis major:** senzitivní větev z r. posterior C2, inervuje regio occipitalis a parietalis až po tzv. interaurikulární čáru.
Regio occipitalis inervuje také **n. occipitalis minor** z plexus cervicalis.
- **Nn. clunium superiores et medii:** senzitivní větve z rr. posteriores L1-3 a S1-3, inervují horní část regio glutea (lat. clunes - hýždě).
Dolní část regio glutea inervují nn. clunium inferiores z n. cutaneus femoris posterior (větev plexus sacralis).

2) **Ramus anterior** (ventralis)

Smíšená větev – stejně jako r. posterior obsahuje vlákna motorická, senzitivní i vegetativní (visceromotorická). Je nejsilnější větví míšního nervu.

Většina rr. anteriores nezachovává svoji původní segmentaci - sousední větve se spojují a vytvářejí nervové pleteně – **plexus nervosi** (plexus cervicalis, brachialis et lumbosacralis). Výjimkou jsou rr. anteriores míšních nervů hrudních, které segmentaci zachovávají, pleteně netvoří a nazývají se **nn. intercostales**.

Rr. anteriores odstupují z míšního nervu směrem dopředu (odtud název).

Inervují motoricky svaly hypaxiální (svaly končetin, svaly hrudní, břišní a hrázové, povrchové svaly zad, některé svaly krku), senzitivně kůži s výjimkou oblastí inervovaných z rr. posteriores a z hlavových nervů (což je obličejová část hlavy), ve stejném rozsahu periost a kloubní pouzdra, též parietální peritoneum, pleuru a perikard a dále proprioceptory pohybového systému (svalová, šlachová a kloubní vřeténka).

V literatuře není jednoznačně zodpovězeno, zda viscerosenzitivita z cév vede v ramus dorsalis et ventralis. Přikláníme se tedy k verzi, že VS vlákna z cév se dostávají do míšního nervu cestou perivaskulárních vegetativních pletení → ganglion trunci symp. → ramus communicans albus (stejně jako ostatní VS vlákna). Ramus dorsalis a ramus ventralis míšního nervu tedy obsahují pouze vlákna SM, VM, SS.

3) **Ramus meningeus**

Tenká senzitivní větev. Z míšního nervu se vrací zpět do páteřního kanálu. Senzitivně inervuje tvrdou plenu míšni (dura mater), obsahuje též visceromotorická vlákna pro cévy plen.

4) **Ramus communicans albus**

Jedna z dvou vegetativních větví míšního nervu. Po odstupu z míšního nervu vede do některého ze sympatických ganglií, jejichž soubor tvoří po stranách páteře (paravertebrálně) párový truncus sympathicus.

Obsahuje pregangliové myelinizované axony neuronů míšního ncl. intermediolateralis. Většina těchto pregangliových sympatických vláken končí synapsí na neuronech sympatického ganglia.

Ramus communicans albus též obsahuje viscerosenzitivní vlákna, která se touto cestou dostávají do ggl. spinale a dále zadními kořeny do míchy.

Vyskytuje se u míšních nervů C8 - L3.

5) **Ramus communicans griseus**

Druhá z vegetativních větví míšního nervu. Jediná větev, která vlastně z míšního nervu neodstupuje, ale naopak do něj vstupuje – vrací se do něj ze sympatického ganglia. Je tvořena nemyelinizovanými axony (proto šedá větev) postgangliových neuronů sympatických ganglií. Po vstupu do míšního nervu pokračují postgangliová vlákna do periferie cestou rr. anteriores et posteriores míšních nervů.

AREAE RADICULARES et AREAE NERVINAE

- **Areae radicales** = okrsky těla inervované jednotlivými kořeny míšních nervů.
Synonymem jsou areae segmentales, protože míšní segment odpovídá míšnímu nervu.

- **myotomy**: skupiny svalů inervované jednotlivými předními kořeny
- **dermatomy**: okrsky kůže, inervované jednotlivými zadními kořeny

Pro klinické účely je důležitá především znalost dermatomů dolních končetin, z důvodu častých výhřezů bederních páteřních plotének.

Např. ploténka L3/L4 při výhřezu utlačuje míšní nerv L4 → bolesti nebo výpadek cití se projevuje v příslušném dermatomu (přední strana stehna, vnitřní strana bérce).

Ploténka L4/L5 → bolesti v dermatomu L5 (zevní strana stehna, přední strana bérce)

Ploténka L5/S1 → bolesti v dermatomu S1 (zadní strana stehna a bérce).

Další orientační dermatomy: palec ruky C6, malíček C8, prsní bradavky Th5, pupek Th10, třísla L1.

- **Headovy zóny**

Oblasti vnitřních orgánů, z nichž je senzitivita vedena jedním míšním nervem, se nazývají areae radicales viscerales. Aferentace z těchto orgánů se může při silných podnětech rozšířit na i míšní neurony, které ve stejném míšním segmentu přijímají aferentaci z dermatomů. Tento fakt může být v interní medicíně významným diagnostickým prvkem, protože falešné bolesti v příslušném dermatomu (tzv.

Headově zóně) mohou doprovázet (nebo i překrývat) bolest z postiženého orgánu.

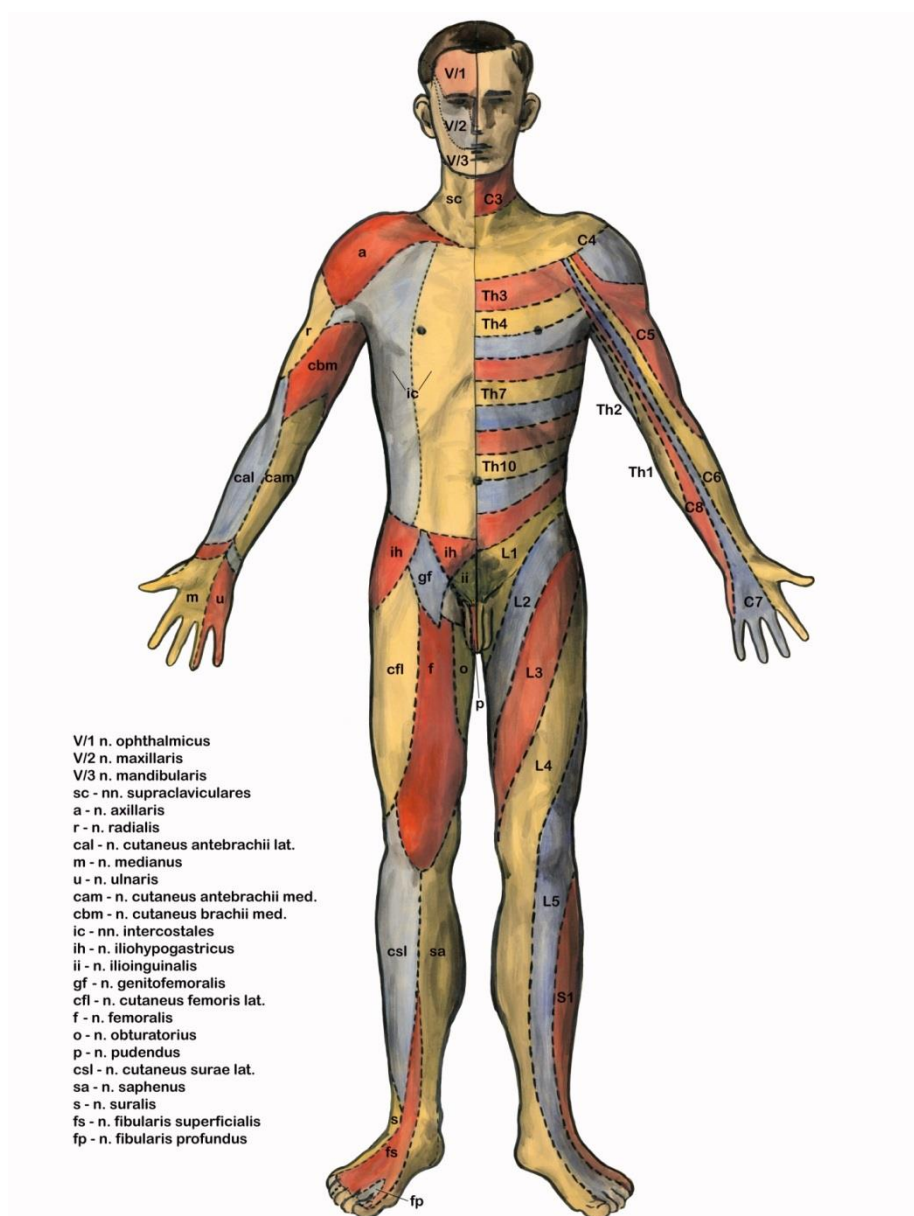
Př: infarkt myokardu → bolest v dermatomu Th1 – Th5 (ulnární strana LHK, horní polovina hrudníku).

- **Areae nervinae** = okrsky periferie těla, inervované periferními nervy, které odstupují z nervových plexů či rr. anteriores hrudních míšních nervů.

Dělí se na:

- senzitivní areae nervinae = okrsky kůže, inervované jednotlivými periferními nervy
- motorické = skupiny svalů inervované jednotlivými periferními nervy.

Jsou probírány u jednotlivých periferních nervů.



Obr. 11: Areae radicales et areae nervinae, přední strana těla. Digitalizace anatomického obrazu z depositáře.

NERVI INTERCOSTALES

Označují se tak rr. anteriores míšních nervů hrudních (Th1- Th12), které nevytvářejí nervovou pleteň. Přesněji jsou pojmenovány jako **n. intercostalis I-XI**, poslední z nich (tj. 12.) se nazývá **n. subcostalis**. Zachovávají si původní segmentaci a probíhají v jednotlivých mezižebřích a ve stěně břišní.

Jednotlivé interkostální nervy v mezižebří vždy doprovázejí interkostální tepnu a žílu a jsou součástí nervově-cévního interkostálního svazku, který probíhá v sulcus costae v horní části každého mezižeberního prostoru. Kraniokaudální pořadí útvarů v mezižeberním prostoru:

„VAN“ – véna, arterie, nerv.

Klinická poznámka: Průběh n-c mezižeberního svazku je nutné respektovat při punkcích prováděných přes hrudní stěnu (punkce pleurální, punkce perikardu).

Nervi intercostales inervují:

- motoricky - prostřednictvím **rr. musculares**
 - svaly hrudní (mm. intercostales, mm. subcostales a m. transversus thoracis. Ne tedy svaly thorakohumerální inervované z plexus brachialis ani bránici inervovanou z plexus cervicalis, viz dále)
 - postranní a přední skupinu svalů břišních (na inervaci břišních svalů v jejich dolní části se spolupodílí plexus lumbalis)
- senzitivně
 - pásovité po jednotlivých mezižebřích kůži hrudníku včetně prsu, kůži břicha a zad - prostřednictvím **rr. cutanei laterales et anteriores** (s výjimkou kůže hypogastria inervované z plexus lumbalis a kůže zad nad autochtonními svaly, inervované z rr. posteriores míšních nervů)
Větve Th2 a Th3 určené pro axilu a mediální stranu paže se nazývají nn. intercostobrachiales.
 - kostální pleuru a parietální peritoneum přední břišní stěny - prostřednictvím **rami pleurales et peritoneales**
Parietální pleura + peritoneum jsou inervovány větvemi míšních nervů, a proto citlivé: patologické procesy, které je postihují, vyvolávají ostrou bolest.
Viscerální pleura + peritoneum jsou inervovány vegetativními nervy a citlivé nejsou – patologické procesy, které je postihují, jsou nebolestivé.

N. coccygeus je poslední míšní nerv, vychází z hiatus sacralis, podílí se na vytvoření malého plexus coccygeus pro částečnou inervaci pánevního dna a kůže kolem řitního otvoru.

PŘEHLED NERVOVÝCH PLETENÍ

Rr. anteriores míšních nervů krčních, bederních, křížových a nervu kostrčního se vzájemně propojují a vytvářejí po stranách páteře 3 párové nervové pleteně - **plexus nervosi**: **plexus cervicalis** - pleteň krční, **plexus brachialis** - pleteň pažní, **plexus lumbosacralis** - pleteň bedrokřížovou. Z pletení odstupují tzv. periferní nervy = větve plexů.

Nervové pleteně jsou smíšené povahy a obsahují všechny typy nervových vláken: motorická, senzitivní, vegetativní. Na základě toho obvykle dělíme periferní nervy na smíšené (např. n. musculocutaneus), nebo motorické (např. ansa cervicalis), nebo pouze senzitivní (často pak nesou název **nn. cutanei**, např. n. cutaneus antebrachii medialis).

▪ **Plexus cervicalis**

Vzniká spojením rr. anteriores míšních nervů C1-C4. Nervy z něj vystupující inervují část kůže hlavy a krku, část svalů krčních a bránici.

▪ **Plexus brachialis**

Vzniká spojením rr. anteriores míšních nervů C5-Th1 (individuálně variabilně do něj přispívají také rr. anteriores C4 a Th2). Svými větvemi inervuje svaly, kůži a kloubní pouzdra horní končetiny, svaly thorakohumerální a část spinohumerálních (mají končetinový původ).

▪ **Plexus lumbosacralis**

Vzniká spojením rr. anteriores Th12-Co. Svými větvemi inervuje svaly, kůži a kloubní pouzdra dolní končetiny (s výjimkou horní části regio glutea – viz rr. posteriores míšních nervů), mm. perinei, kaudální část svalů břišních, m. cremaster, senzitivně kůži hypogastria, regio perinealis a zevní pohlavní orgány.

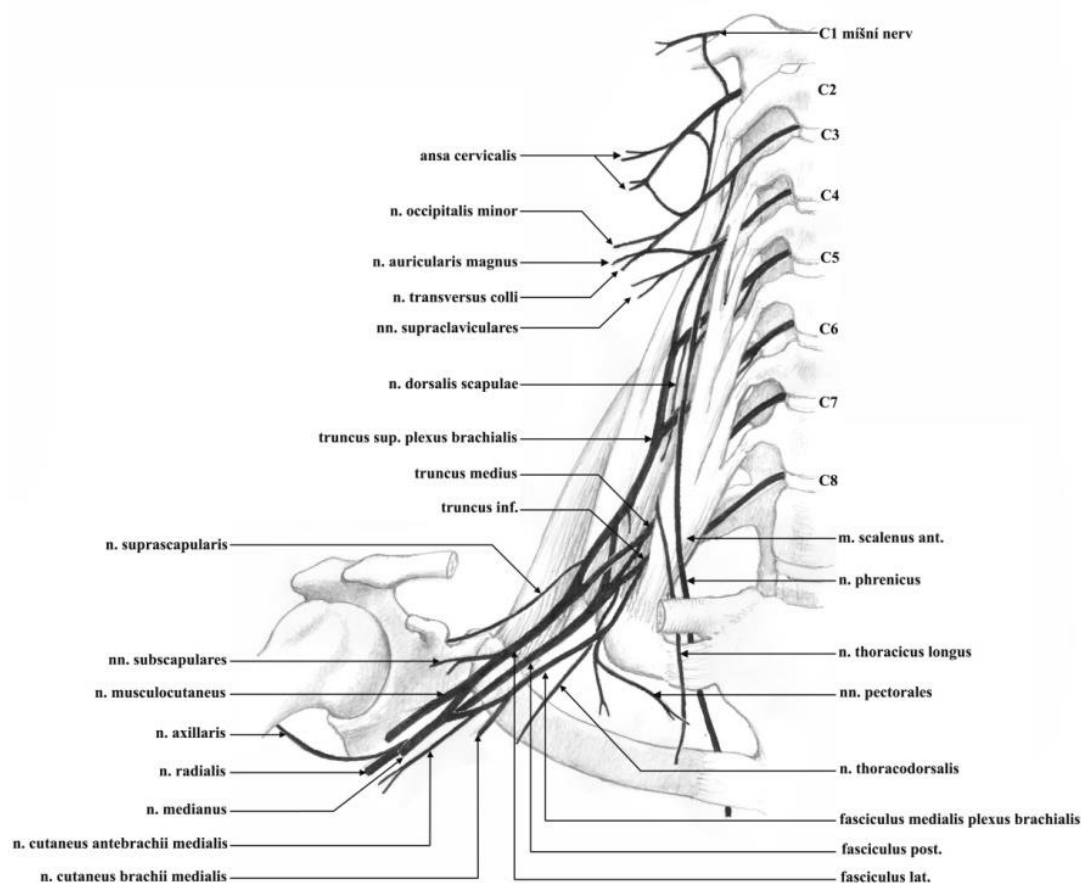
Druhotně se dělí na část horní - **plexus lumbalis** Th12-L4 a dolní - **plexus sacralis** L4-Co, což má význam mimo jiné z topografických důvodů, proto v naší výuce tohoto dělení standardně držíme.

PLEXUS CERVICALIS

Vzniká spojením rr. anteriores míšních nervů C1-C4.

Je uložen po stranách krční páteře, pod m. sternocleidomastoideus.

Jednotlivé části plexu jsou spojeny třemi obloukovitými spojkami, pleteň je též propojena s n. hypoglossus (XII. hlavovým nervem).



Obr. 12: Vznik plexus cervicalis et brachialis.

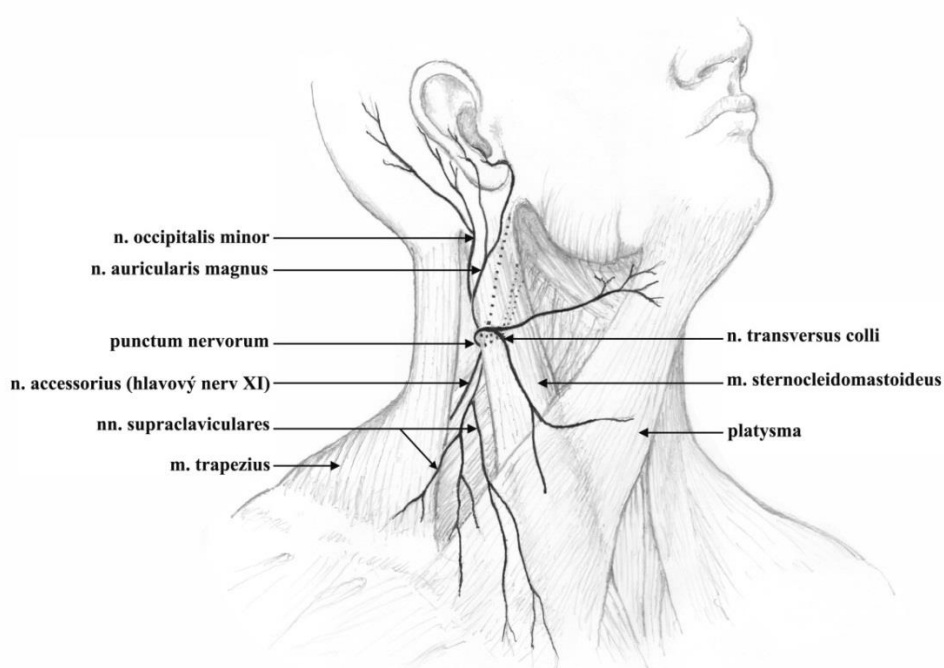
- Motorická větev pro infrahyoidní svaly – **ansa cervicalis**. Má tvar kličky, ve které se spojují 2 kořeny – radix inferior et radix superior (totožný s pojmem ramus descendens nervi hypoglossi, neboť v části svého průběhu je připojen k XII. hlavovému nervu). Ansa sestupuje po ventrální ploše a. carotis communis.
- Krátké motorické větve C1-C4 se (spolu s hlavovými nervy či větvemi plexus brachialis) podílejí na inervaci mm. prevertebrales, mm. scaleni, m. sternocleidomastoideus a m. trapezius.
- Senzitivní větve inervují kůži v části týlní krajiny, kůži krku a horní části hrudníku.
 - **N. occipitalis minor** - inervuje část regio occipitalis, na její inervaci se podílí i n. occipitalis major (r. posterior C2).
 - **N. auricularis magnus** - inervuje část přední plochy boltece a kůži nad processus mastoideus.
 - **N. transversus colli** - inervuje většinu kůže v trigonum colli anterius.
 - **Nn. supraclaviculares** - inervují kůži na dolní části krku a infraklavikulární oblasti hrudníku.

Všechny jmenované nervy vystupují do podkoží krku perforací povrchové fascie prakticky v jediném místě - při polovině zadního okraje m. sternocleidomastoideus – v tzv. **punctum nervorum** (též punctum nervosum).

- Smíšená větev **n. phrenicus** (C3-4 + spojka z C5) inervuje motoricky bránici + obsahuje menší množství senzitivních vláken pro inervaci parietálního listu perikardu, parietální (mediastinální a brániční) pleury a parietálního peritonea na bránici.

Průběh: sestupuje po m. scalenus ant., kříží vasa subclavia (mezi a. a v. subclavia), vstupuje do hrudníku skrze apertura thoracis superior, v hrudníku probíhá v předním mediastinu před plicní stopkou, sestupuje k bránici mezi perikardem a mediastinální pleurou.

Svalový základ bránice se v embryonálním období zakládá v oblasti krku a později sestupuje do výsledné polohy, proto s sebou „táhne“ nervové zásobení podobně jako varle.



Obr. 13: Senzitivní větve plexus cervicalis.

PLEXUS BRACHIALIS, PLEXUS LUMBALIS, PLEXUS SACRALIS – jsou tématem výuky v zimním semestru v rámci pohybového systému končetin.

TÉMA 3

MOZKOVÝ KMEN – TRUNCUS ENCEPHALI

Mozkový kmen = společný název pro **prodlouženou míchu, Varolův most a střední mozek**. Nesprávně je některými autory přiřazen i mezimozek - **diencephalon**.

Vyčlenění kmene mozkového jako samostatné jednotky je dáno jeho stavbou a funkcí, nikoli vývojem. Je uložen ve střední rovině, jeho části na sebe kaudo-rostrálně navazují a mají v základních rysech stejnou stavbu i funkci.

MAKROSKOPICKÝ POPIS

ZÁKLADNÍ POPIS

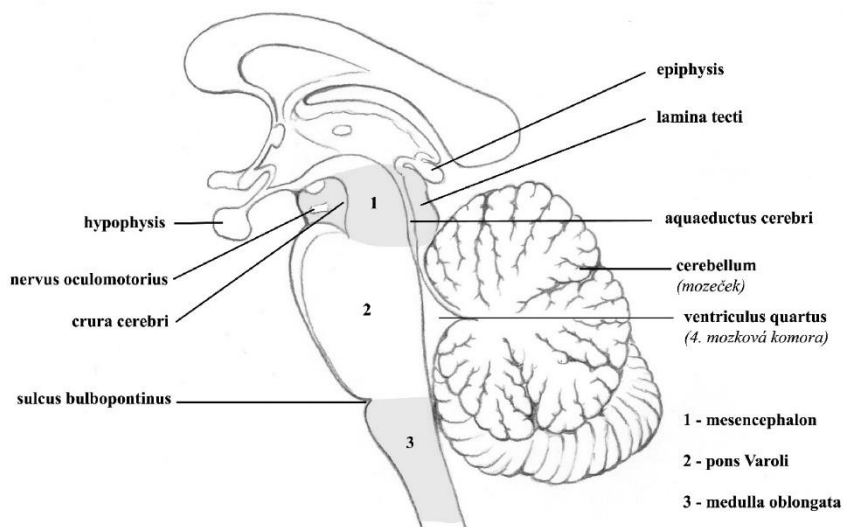
Hranice

- Kmen kaudálně navazuje na krční míchu, rostrálně na mezimozek (diencephalon).
- Viditelnou hranici mezi kmenem a hřbetní míchou představuje **decussatio pyramidum** a výstup 1. míšního nervu, skeletotopicky úroveň **arcus posterior atlantis**.

Dělení kmene mozkového

a) **rostro-kaudální členění** - 3 oddíly, z kaudálního konce směrem rostrálně:

- prodloužená mícha - **medulla oblongata**, v textu často zkracována na jednoslovné „oblongata“
- most Varolův - **pons Varoli**, v textu často zkracován na jednoslovné „pons“ (oba jmenované oddíly odpovídají vývojově rhombencefalu)
- střední mozek – **mesencephalon** – ze samostatného mozkového váčku.
(! Pozor – pojem mesencephalon svádí k překladu mezimozek, to je ale diencephalon!)
Hranice ve formě žlábků je patrna pouze mezi oblongatou a pontem z bazální strany.



Obr. 14: Sagitální řez mozkovým kmenem a přilehlými částmi mozku. Hemisféry nejsou zakresleny.

b) členění kmene na příčném řezu – 3 části:

- **Tectum** - vývojově stará část kmene, dorzálně
V pontu a rostrální oblongatě je ztenčeno na **velum medullare superius et inferius**, tvořené pouze glií. Tvoří tenký strop IV. komory.
V mezencefalu je vyvinuto dobře a proto se v konečném stadiu pojem tectum či **lamina tecti** používá prakticky jen pro střední mozek. Zde téměř celé tectum vytváří čtverohrbolí - **corpora quadrigemina**, složené z dvojice kraniálních a kaudálních hrbolků: **colliculi superiores et inferiores**.
V kaudální oblongatě odpovídá tectum **jádrům zadních provazců**.
- **Tegmentum** - další vývojově stará část kmene. Uloženo je bazálně od dutinového systému a tekta. Zaujímá největší objem kmene a je dobře vyvinuto ve všech jeho částech. (! Pozor na možnou záměnu se slovem *tegmen* (= strop: tegmen tympani, tegmen ventriculi IV.)

Šedou hmotu tegmenta tvoří:

- **Jádra hlavových (mozkových) nervů**
- **Retikulární formace** (v textu dále zkracována na RF)
- Specifická kmenová jádra

Bílou hmotou tegmenta probíhají projekční dráhy:

- Senzitivní dráhy míšní a hlavových nervů
- Motorické extrapyramidové dráhy (vývojově staré)

Podrobný popis vnitřní struktury tegmenta je níže.

- **Bazální část** (pars ventralis, bazální nástavba) z kaudálního konce rostrálním směrem: **pyramidy** prodloužené míchy, **pars basalis pontu** a **crura cerebri** středního mozku. Uložena je bazálně od tegmenta, naléhá na clivus kosti týlní. Je tvořena hlavně bílou hmotou, v níž probíhají vývojově mladé motorické dráhy:
 - dráhy pyramidové (tr. corticospinalis a corticonuclearis), které provádějí uvědomělé pohyby
 - dráhy kortiko-ponto-cerebelární z kůry do mozečku.
 Šedá hmota se nachází pouze v pontinní bazální části, v podobě **nuclei pontis**.

Makroskopické propojení kmene s dalšími oddíly CNS

- Kmen propojuje morfologicky (i funkčně) míchu s diencefalem. Směrem k diencefalu se kmen na bazální straně nápadně rozšiřuje – toto rozšíření se nazývá **pedunculi cerebrales** (!! pozor, ne cerebellares)
- S mozečkem je kmen propojen dorzálně 3 páry mozečkových stonků - **pedunculi cerebellares**. Jsou to útvary bílé hmoty, kterými procházejí z kmene do mozečku dostředivé mozečkové dráhy a naopak z mozečku do kmene odstředivé mozečkové dráhy.
 - Horní mozečkové stonky - **pedunculi cerebellares superiores** (starším názvem **brachia conjunctiva**) propojují mozeček se středním mozkem
 - Střední mozečkové stonky - **pedunculi cerebellares medii** (brachia pontis): propojují mozeček s Varolovým mostem
 - Dolní mozečkové stonky - **pedunculi cerebellares inferiores** (corpora **restiformia**) propojují mozeček s prodlouženou míchou

Uložení

Medulla oblongata vstupuje do dutiny lební přes **foramen magnum** a naléhá na clivus.

Kmen je uložen v zadní jámě lební, která je shora ohraničena řasou z tvrdé pleny - **tentorium cerebelli**, kmen se tedy (společně s mozečkem) nachází infratentoriálně. Otvorem v tentoriu zvaným **incisura tentorii** přechází truncus cerebri v diencephalon.

Klinická poznámka: Foramen magnum + incisura tentorii představují pro kmen_úžínová místa, přes která mohou za patologických stavů (např. při zvětšení objemu mozku hematomem) vyhrěznout podél kmene jiné části mozku a způsobit útlak kmene. Útlak kmene ohrožuje pacienta na životě z poškození životně důležitých vegetativních kmenových center (viz dále - retikulární formace).

KOMOROVÝ SYSTÉM

Dutiny ve kmeni

- Do kaudální části oblongaty zasahuje **centrální kanálek míšní**
- V rostrální části oblongaty a v celém pontu je dutinový systém rozšířen ve **IV. komoru mozkovou - ventriculus quartus**. IV. komora má tvar širokého čtyřbokého jehlanu (jako stan):
 - strop IV. komory tvoří redukované tectum pontu a rostrální oblongaty (= velum medullare superius et inferius) + mozeček.
Komora vybíhá proti mozečku v úzké **fastigium** (lat. fastigium – vrchol). V dolní části stropu jsou otvory = **apertura mediana ventriculi quarti** + **aperturales laterales ventriculi quarti**, kterými dutinový systém CNS komunikuje s prostorem subarachnoidálním a jimiž mok mozkomíšní opouští dutinový systém a odtéká do subarachnoidálního prostoru.
 - spodina IV. komory má tvar kosočtverce a nazývá se **fossa rhomboidea**. Tvoří ji dorzální plocha tegmenta rostrální oblongaty a celého pontu. Pod spodinou IV. komory v hloubce tegmenta leží retikulární formace a jádra hlavových nervů.
- V mezencefalu je dutinový systém opět zúžen v kanálek - **aqueductus mesencephali (Sylvii)**. Kaudálně navazuje na IV. komoru, rostrálně ústí do III. komory.

Plexus choroideus

Součástí velum medullare je **tela choroidea**, ploténka nervové tkáně redukovaná na dvě vrstvy ependymu (z vnitřku nervové trubice) a pia mater (zevní vrstva). Linie, kde se tela upíná, se nazývá **taenia**. V některých místech se mezi vrstvami tely vytvoří **plexus choroideus** – speciální cévní pleteň, produkující mozkomíšní mok. Ve 4. komoře má plexus choroideus při pohledu shora tvar písmene M.

POPIS JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ KMENE ZE STRANY BAZÁLNÍ A DORZÁLNÍ

Hranice mezi oblongatou a pontem je dobře patrná pouze při bazálním pohledu jako příčný žlábek - **sulcus bulbopontinus**. Dorzálně je hranice mezi oblongatou a pontem málo zřetelná, uvádějí se viditelné striae medullares na spodině IV. komory.

Stručný souhrn:

- Při pohledu na bazální stranu kmene je vidět povrch všech bazálních kmenových částí (viz výše).
- Pro pohled na dorzální stranu kmene je třeba odstranit mozeček, poté lze vidět:

- tectum středního mozku = **corpora quadrigemina**
- gliový strop IV. komory - **velum medullare superius et inferius**
- Po odstranění velum medullare se odkryje pohled na dorzální povrch tegmenta pontu a rostrální oblongaty, tj. spodinu IV. komory (fossa rhomboidea).
- V kaudální oblongatě tvoří dorzální plochu pokračování zadních provazců míšních a jádra zadních provazců
- Z kmene vystupují hlavové nervy III - XII: všechny z bazální strany kmene, kromě N. IV .

Výstupy mozkových nervů vč. latinských názvů nervů:

Mozkové nervy III - XII vystupují z báze kmene, pouze n. IV vystupuje dorzálně.		
N. III	n. oculomotorius	ve fossa interpeduncularis středního mozku
N. IV	n. trochlearis	jediný dorzálně z kmene, kaudálně od čtverohrbolí
N. V	n. trigeminus	uprostřed výše pontu, na jeho rozhraní s pedunculus cerebellaris medius
N. VI	n. abducens	na hranici pons/oblongata v sulcus bulbopontinus
N. VII	n. facialis	v mostomozečkovém úhlu
N. VIII	n. vestibulocochlearis	
N. IX	n. glossopharyngeus	z baze prodloužené míchy po stranách olivy (v sulcus dorsolateralis) → tzv. "nervy postranního smíšeného systému"
N. X	n. vagus	
N. XI	n. accessorius *	
N. XII	n. hypoglossus	z oblongaty zevně od pyramidy v sulcus ventrolateralis

* kromě výstupu z oblongaty (tzv. radix cranialis n. accessorii) vystupuje část N. XI také z míchy svým radix spinalis. Radix spinalis n. XI po výstupu z míchy prochází přes foramen magnum do lebky a přidává se k radix cranialis n. XI. Původ těchto vláken není v ncl. ambiguus, ale ve spinálním motorickém jádru n. XI.

Mozkové nervy I a II se odlišují od ostatních. Nemají ve kmeni jádra, ani z něj nevystupují.		
N. I	n. olfactorius	je tvořen axony čichových buněk nosní sliznice. Svazky axonů procházejí do přední jámy lebeční a zanořují se do tzv. čichového mozku.
N. II	n. opticus	není ve skutečnosti periferním nervem, nýbrž protaženou částí CNS. Vychází bazálně z diencefala.

Popis povrchových struktur kmene při pohledu ze strany bazální a dorzální:

Medulla oblongata

Bazálně:

Rýhy:

- **Fissura mediana anterior:** Nepárová - ve středové rovině, podélná, pokračování stejnomenné rýhy míšní. Na rozhraní míchy a prodloužené míchy je přerušena viditelnou **decussatio pyramidum** (tvořenou křížením většiny axonů 1. neuronu tr. corticospinalis).
- **Sulcus anterolateralis:** Párový, podélný, pokračování stejnojmenného žlábků míchy, na oblongatě v něm vystupují fila radicularia **n. XII** (pro srovnání: v míše v něm vystupují fila radicularia předních kořenů míšních).
- **Sulcus retroolivaris:** Párový, podélný, zevně od předchozího, kraniálně splývá se sulcus posterolateralis.
- **Sulcus posterolateralis (dorsolateralis):** Párový, podélný, zevně od předchozího, pokračování stejnojmenného žlábků míchy. V míše je uložen na dorzálním povrchu a vystupují v něm fila radicularia zadních kořenů míšních, ale v oblongatě jej přetlačují jádra zadních provazců na bok až na bazální stranu. Dorzálně od olivy se sbíhá s předchozím, v tomto místě vystupují fila radicularia **nn. IX, X, XI** = nervů **postranního smíšeného systému**.
- **Sulcus bulbopontinus:** napříč probíhající. Tvoří dobře patrnou hranici mezi oblongatou a pontem na bazální straně. Několik mm od střední roviny v něm vystupuje **n. VI**, laterálně - v tzv. mostomozečkovém úhlu (trigonum pontocerebellare) - **nn. VII, VIII**.

Vyvýšeniny:

- **Pyramis medullae oblongatae, zkráceně pyramida:** Párová, mezi fissura mediana anterior a sulcus anterolateralis obou stran. Bazální část oblongaty, podmíněná průběhem pyramidových drah (které od ní získaly svůj název).
- **Oliva:** Párová, laterálně od sulcus anterolateralis, tvarem připomíná plod olivovníku. Je tvořena v hloubi uloženým komplexem **olivárních jader**.
- Oblast laterálně a kaudálně od olivy, oddělená od ní sulcus retroolivaris, obsahuje nepatrné vyklenutí podmíněné spinálním jádrem V. nervu, proto se v literatuře označuje jako tuberculum trigeminale (= též tuberculum cinereum).

Dorzálně:

Rýhy:

- **Sulcus medianus posterior:** Nepárový, podélný, ve středové rovině dolní oblongaty - pokračování stejnojmenného žlábků míchy

Vyvýšeniny v kaudo-rostrálním směru:

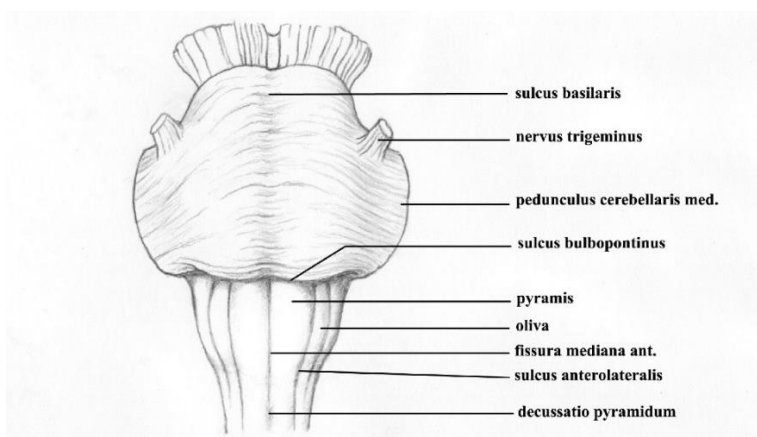
- Párový **funiculus posterior:** pokračování zadních provazců míšních v kaudální části oblongaty - laterálně od sulcus medianus posterior. Mělkým žlábkem je - stejně jako v míše - rozdělen v laterální **fasciculus cuneatus (Burdachi)** a mediální **fasciculus gracilis (Gollí)**.
- Párové **tuberculum gracile (= clava)** a **tuberculum cuneatum:** hrbolky ukončující fasciculus gracilis et cuneatus asi uprostřed oblongaty. Jejich podkladem jsou v hloubi uložená **jádra zadních provazců**. V jádrech se zakončují axony 1. neuronu míšních dráh zadních provazců - tr. spinobulbaris.
- V rostrální oblongatě je na dorzální straně gliová ploténka **velum medullare inf.** tvořící kaudální část stropu IV. komory. Překrývá spodinu IV. komory (fossa rhomboidea).

Výstupy hlavových nervů:

- **nn. IX, X, XI** vystupují v **sulcus dorsolateralis** (viditelný z bazálního pohledu), podle některé literatury v sulcus retroolivaris. Podle laterálního výstupu a smíšeného obsahu vláken se označují jako nervy **postranního smíšeného systému**.
- **n. XII** vystupuje v **sulcus anterolateralis**

Spojení s mozečkem:

Směrem latero-dorzálním odstupuje z oblongaty k mozečku párový **pedunculus cerebellaris inferior**.



Obr. 15: Oblongata a pons Varoli - bazální pohled.

Pons Varoli

Bazálně:

Má vzhled širokého valu s podélným mělkým středovým žlábkem **sulcus basilaris** – otisk stejnojmenné tepny.

S mozečkem je spojen párovým **pedunculus cerebellaris medius**, běžícím z bazální části pontu směrem latero-dorzálním.

Výstupy hlavových nervů z bazální strany pontu:

- **n. V** vystupuje na rozhraní vlastního pontu a pedunculus cerebellaris medius (tzv. **trigemino-faciální Henleova čára**)
- **n. VI** vystupuje **mediálně** v sulcus bulbopontinus.
- **n. VII + VIII** vystupují společně **laterálně** v sulcus bulbopontinus, na styku pontu, oblongaty a mozečku - v tzv. **mostomozečkovém úhlu** (angulus pontocerebellaris, též **trigonum pontocerebellare**)

Spojení s mozečkem:

Hranice mezi vlastním pontem a pedunculus cerebellaris medius není makroskopicky zřetelná. Představuje ji myšlená spojnice mezi výstupy n. V a n. VII = **trigemino-faciální Henleova čára** (uznává se pravopis Henleova i Henleyova).

Dorzálně:

Samotný povrch pontu, podobně jako u rostrální oblongaty, je tvořen gliovou ploténkou (s příměsí nervových vláken), zvanou zde **velum medullare superius** a překrývající spodinu IV. komory.

Mesencephalon

Bazálně:

- **Crura cerebri**: párová kmenová nástavba středního mozku
- Podobný význam má pojem **pedunculi cerebri**, používaný pro crura + tegmentum mezencefala. Proto crura cerebri = též „basis pedunculi“.
- Uprostřed mezi crura je nepárová vkleslina - **fossa intercruralis (fossa interpeduncularis)**: v ní vystupuje **n. III**. Na dně této jámy je povrch mozku proděravěný prostupujícími cévami, proto se též používá termín substantia perforata posterior.

Dorzálně:

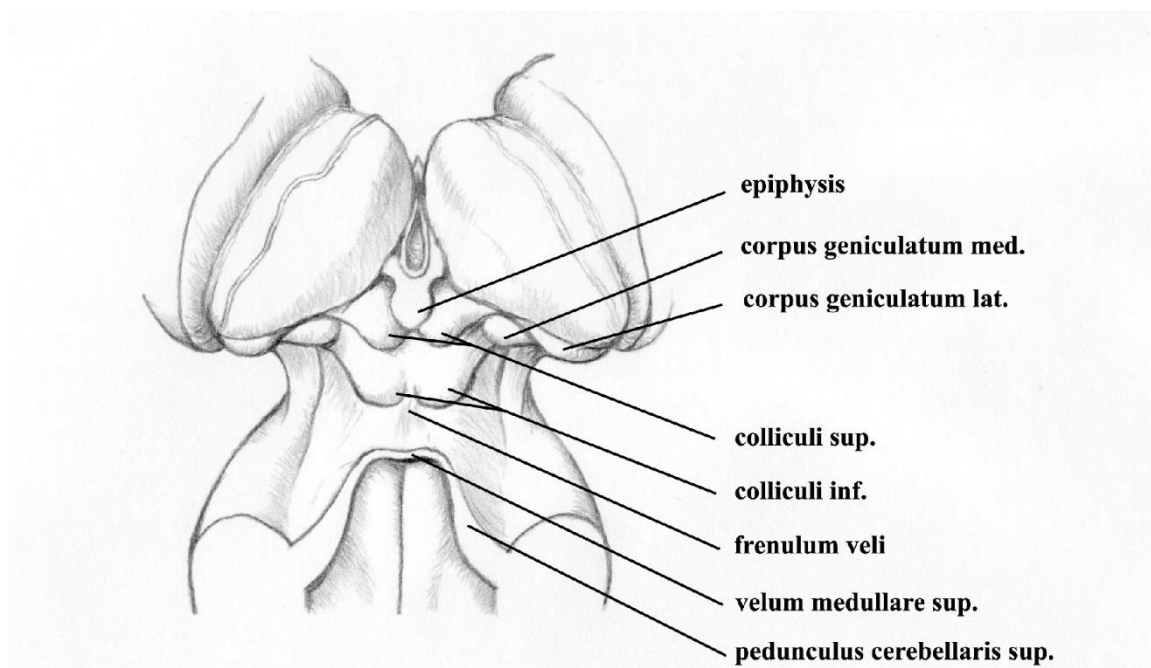
- **Corpora quadrigemina** (čtvero-hrbolí) = tectum středního mozku. Tvořeno je párovým **colliculus superior** a **colliculus inferior**. Hrbolky jsou podmíněny tectálními jádry čtvero-hrbolí.

Výstupy hlavových nervů:

- **N. III** vystupuje bazálně ve fossa interpeduncularis.
- **N. IV** vystupuje kaudálně od čtverohrbolí - jako jediný z hlavových nervů dorzálně!

Spojení mezencefala s mozečkem

vytváří dorzolaterálně párový **pedunculus cerebellaris superior** – nejtenčí ze všech tří mozečkových stonků.



Obr. 16: Dorzální pohled na diencephalon a přilehlé části mozku.

FOSSA RHOMBOIDEA - spodina IV. komory

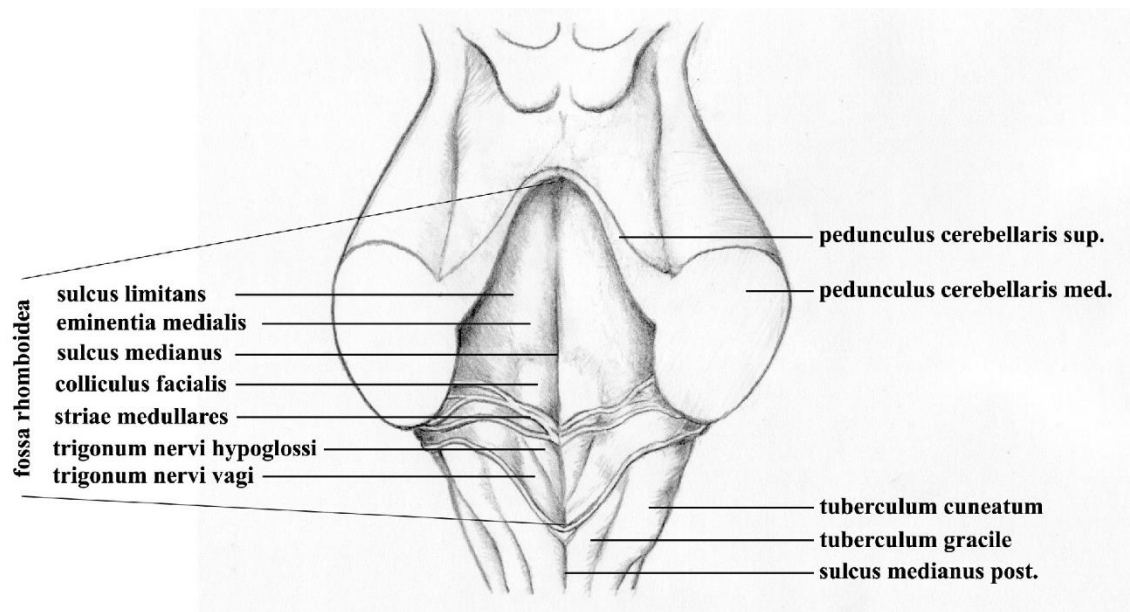
Jedná se o dorzální plochu tegmenta rostrální oblongaty a celého pontu, jejíž název je odvozen od romboického tvaru (kosočtverec). Lze ji spatřit až po odstranění stropu IV. komory. Pod povrchem fossa rhomboidea (tj. v tegmentu) leží jádra hlavových nervů, retikulární formace a některá specifická kmenová jádra.

Vývoj fossa rhomboidea

Nad základem kmene se z mohutně rostoucí stropové ploténky vyvíjí mozeček. Při svém expanzivním růstu rozevívá dorzálně nervovou trubici a roztlačuje tak alární ploténky i sulci limitantes do stran. Tím se mění výchozí postavení alárních a bazálních plotének i sulcus limitans. Roztlačené alární ploténky - původně uložené nad ploténkami bazálními - se ocitají laterálně od nich, a společně tvoří spodinu IV. komory. To vysvětluje polohu motorických a senzitivních jader ve kmeni.

Povrch fossa rhomboidea

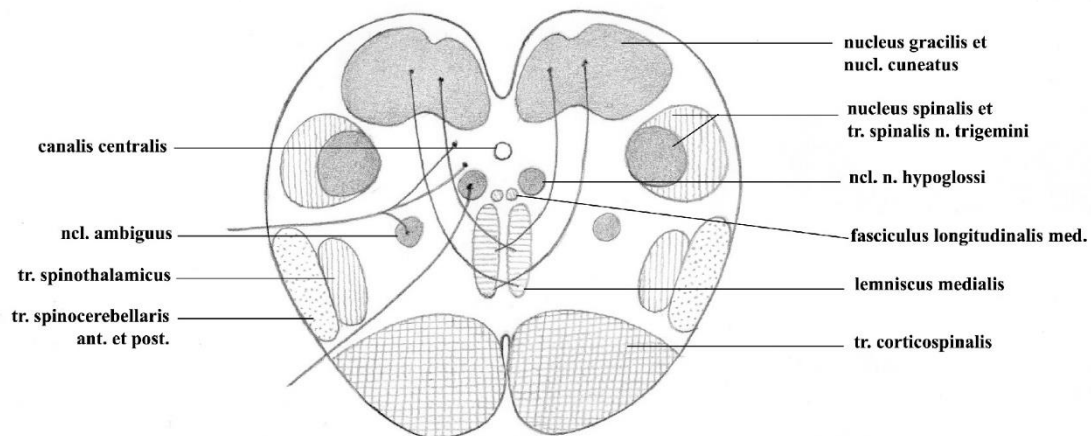
- **Sulcus medianus, sulcus limitans, eminentia medialis:**
Uprostřed spodiny probíhá podélně orientovaný středový žlábek - **sulcus medianus**, laterálně od něj a rovnoběžně s ním párový **sulcus limitans**, mezi sulcus medianus a sulcus limitans je protáhlá vyvýšenina - **eminentia medialis**. Jsou vidět pouhýma očima.
- Další útvary, těžko rozeznatelné bez lupového zvětšení, ve směru kaudo-rostrálním:
- **Area postrema:** Párová malá oblast, kaudálně od trigonum n. vagi. Obsahuje jeden z cirkumventrikulárních orgánů, což jsou speciální oblasti mozku ovlivňované mozkomíšním mokem (zbývající cirkumventrikulární orgány jsou nepárové a nacházejí se ve stěně III. komory, viz kapitola Diencephalon)
- **Trigonum n. vagi:** Párové trojúhelníkovité místo v kaudálním cípu fossy, laterálně od sulcus limitans. V jeho hloubi leží jádro n. X.
- **Trigonum n. hypoglossi:** Další párové trojúhelníkovité místo v kaudálním cípu spodiny - mezi sulcus medianus a limitans, pod ním leží jádro n. XII.
- **Striae medullares:** Bílé proužky, běžící napříč spodinou IV. komory od sulcus medianus ke středním mozečkovým pedunkulům. Probíhají jimi dráhy ponto-cerebelární. Některými autory jsou považovány za dorzální hranici pontu a oblongaty.
- **Area vestibularis:** párová, relativně široká, leží v laterálním cípu fossa rhomboidea. Pod ní jsou uložena 4 vestibulární jádra n. VIII.
- **Tuberculum acusticum:** Párové, zcela v laterálním cípu – zevně od area vestibularis. Pod ním jsou uložena 2 kochleární jádra n. VIII.
- **Colliculus facialis:** Párová vyvýšenina uprostřed eminentia medialis. Pod ním leží jádro n. VI (!), kolem něhož se kolínkovitě (tzv. genu internum) obtácejí vlákna hlouběji ležícího motorického jádra n. VII.
- **Locus coeruleus** (i caeruleus): Namodralé místo v horní části eminentia medialis (lat. coeruleus – namodralý). Barva je podmíněna tmavě pigmentovanými neurony, které zde pod spodinou leží. Patří do katecholaminergního systému RF (viz dále).
- Další méně důležité pojmy: fovea superior, fovea inferior, ala cinerea, obex,...



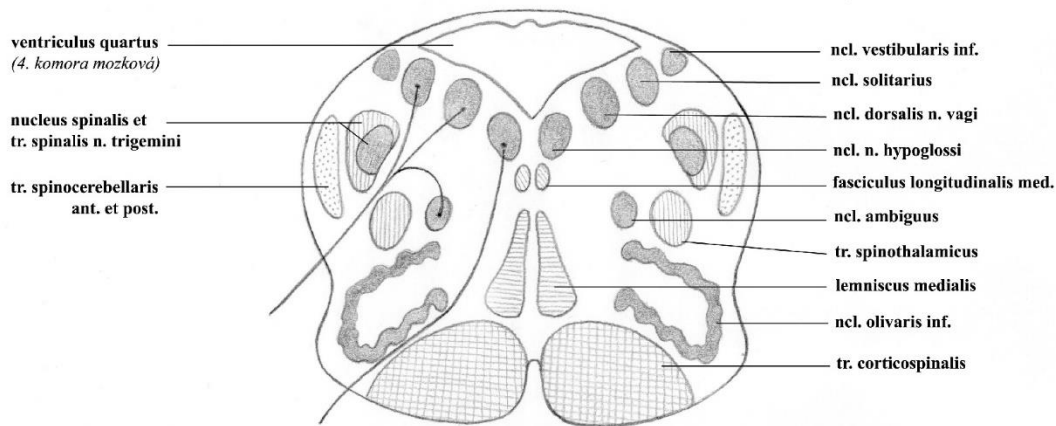
Obr. 17: Oblongata a pons Varoli - dorzální pohled.

VNITŘNÍ STRUKTURA KMENE

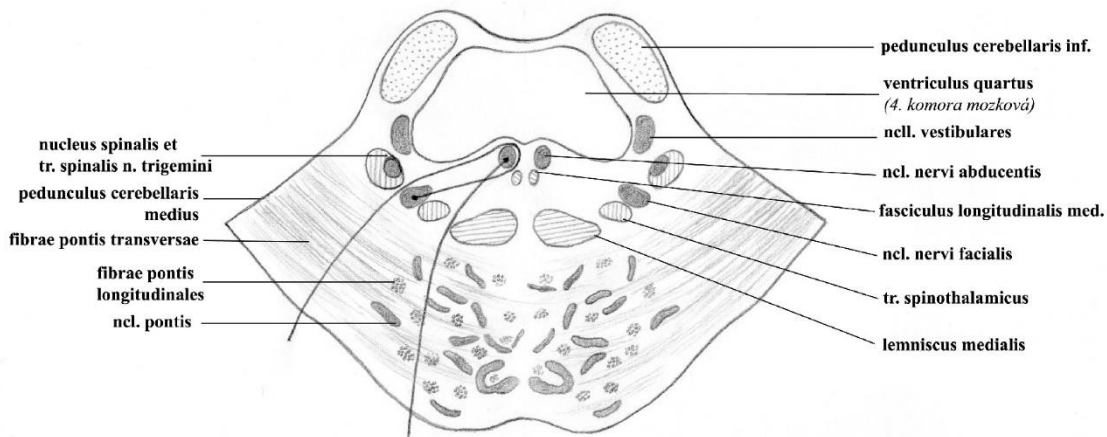
Důležité útvary šedé i bílé hmoty se obvykle znázorňují na schématech příčných řezů mozkového kmene v různých úrovních. Pro dobrou prostorovou orientaci ve strukturách kmene je nutná znalost příčných řezů v těchto úrovních: kaudální oblongata, rostrální oblongata, kaudální polovina pontu a rostrální polovina mezencefala. Tyto řezy jsou schématicky zobrazeny na následujících 4 obrázcích č. 18 - 21.



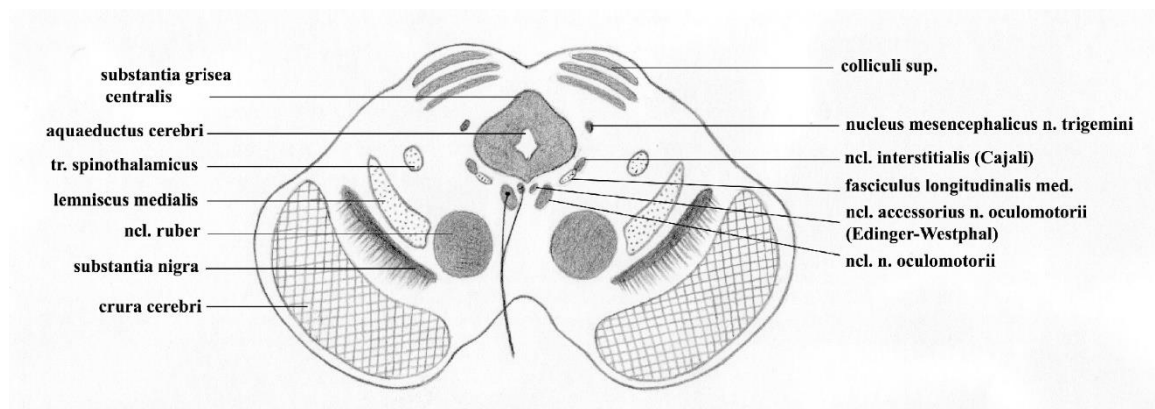
Obr. 18: Příčný řez kaudální oblongatou. Plně vyznačena šedá hmota, šrafovane bílá hmota.



Obr. 19: Příčný řez rostrální oblongatou. Plně vyznačena šedá hmota, šrafovaně bílá hmota.



Obr. 20: Příčný řez kaudální polovinou pontu.



Obr. 21: Příčný řez rostrální polovinou mesecephala. Plně vyznačena šedá hmota, šrafovaně bílá hmota.

ŠEDÁ A BÍLÁ HMOTA KMENE

▪ Šedá hmota - tvoří jádra kmene

➤ šedá hmota tektálních částí: (x v konečném stadiu se pojem tectum či lamina tecti používá prakticky jen pro střední mozek)

- V tektální části dolní oblongaty jsou **jádra zadních provazců**:

- **nucleus gracilis**
- **nucleus cuneatus medialis et lateralis** (dle T.A.: **ncl. cuneatus et ncl. cuneatus accessorius**)
- „Z“ **jádro** (dle T.A.: **subnucleus rostradorsalis**)

V ncl. gracilis a ncl. cuneatus med. se přepojuje 1. neuron dráhy epikritického čítí na 2. neuron.

Ncl. cuneatus lat. slouží k přepojení části propriocepce z horních končetin.

„Z“ jádro rovněž slouží k přepojení propriocepce, zde se podněty vedoucí z dolních končetin spinocerebelární dráhou mohou přepojit na odbočku do thalamu a dostat se do vědomí.

Jádra jsou podkladem tuberculum gracile et cuneatum.

- V tektu středního mozku jsou **jádra čtverohrbolí**, v nichž se přepojuje část vláken dráhy zrakové a sluchové.

- jádro podmiňující colliculus superior = zrakové centrum – zřetelně členěno do vrstev šedé a bílé hmoty (strata grisea et alba).
- jádro podmiňující colliculus inferior = sluchové centrum – je přímo vřazeno v hlavní dráze sluchové.

Obě jádra vyvolávají reflexivní pohybové reakce (optickomotorické a akustickomotorické) na podněty ze zrakového a sluchového ústrojí.

➤ šedá hmota tegmenta

- má v celém kmeni stejný stavební plán; tvoří ji:

- **jádra hlavových nervů**
- **retikulární formace (RF)**
- **speciální kmenová jádra**, specifická pro příslušnou část kmene (např. komplex olivárních jader pro oblongatu nebo ncl. ruber + substantia nigra ve středním mozku). V některých případech může jít o jádra retikulární formace, uměle vyčleněná pro svoje funkční zapojení.

V následujícím výčtu je oproti učebnicím záměrně zredukováno množství aferentních a

eferentních spojů. Nezbytné údaje se objeví se v kapitolách Senzitivní dráhy a Motorické dráhy.

- Ncl. olivaris superior – oblongata, odbočky ze sluchové dráhy.
- Ncl. olivaris medialis et posterior – podobná jako následující, ale vývojově starší.
- **Ncl. olivaris inferior** (principalis) – hlavní olivární jádro (dále již zjednodušeně „oliva“). Je ventrolaterálně v oblongatě, na řezu typický tvar „zmačkaného sáčku“ s dorzálně uloženým hilem. Oliva má výsadní postavení mezi aferenty pro mozeček. Axony olivy mají v mozečku i jedinečný způsob zapojení – tzv. šplhavá vlákna. Oliva dostává z periferie tytéž signály jako mozeček, a předkládá mu je integrované a v odlišném časovém plánu než původní aferenty (přicházející do mozečkové kůry tzv. mechovými vlákny). Spojení mozeček – ncl. ruber – oliva – mozeček = malý Papežův okruh, kontrolní okruh pro mozeček.
- **Ncl. ruber** – v tegmentu horního mezencefala, na příčném řezu má typický kruhovitý tvar, je vidět makroskopicky i na nebarveném řezu mozkem díky načervenalému zabarvení. Funkčně: motorické jádro, řadí se k extrapyramidovým strukturám. Toto staré centrum hybnosti bylo za vývoje ovládnuto mozkovou kůrou a slouží též jako prostředník mozečkového vlivu na pohyb. Vytváří tractus rubrospinalis.
Vzestupná vlákna přicházející k ncl. ruber z mozečku, vytvářejí výrazný svazek, který se na řezu mezencefalem v úrovni colliculi inf. jeví jako kulaté bílé políčko – tzv. „nucleus albus“.
- **Substantia nigra** – v mezencefalu, je vidět makroskopicky na nebarveném řezu mozkem díky tmavé pigmentaci. Na příčném řezu leží na hranici mezi tegmentem a crura cerebri. Popisuje se na ni tmavší a souvislejší pars compacta (dorzálně) a pars reticularis (bazálně). Substantia nigra má diencefalický původ (viz Diencephalon) a funkčně je součástí bazálních ganglií (viz Telencephalon). Její neurony produkují neurotransmitter dopamin, který je dopravován do bazálního ganglia, zvaného striatum, uloženého v hloubi mozkové hemisféry. Nedostatečná produkce dopaminu v substantia nigra je příčinou dysfunkce bazálních ganglií známé jako Parkinsonova choroba.
- **Substantia grisea centralis** (= „periaqueductální šed’“) – vyvinuta zejména v mezencefalu kolem aqueductus Sylvii, zřetelně šedší než přiléhající retikulární formace. Její funkcí je (spolu s hypothalamem a RF)

zprostředkovat vliv emocí na obranné reakce, na útlum vedení bolesti, na sexuální funkce apod. – pracuje jako „prodloužená ruka“ tzv. limbického systému, který na základě vědomých podnětů vyvolává emoce.

- Řada dalších jader bude zmíněna později u jednotlivých funkčních systémů (nuclei pretectales, ncl. Cajali et Darkševiči, ncl. Guddeni, ncl. interpeduncularis, ncl. Perlio, ncl. corporis trapezoidei a další)

➤ šedá hmota bazálních částí je přítomna pouze v pontu jako **nuclei pontis**. V ncll. pontis se přepojují dráhy kortiko-ponto-cerebelární.

▪ Bílá hmota

➤ V tegmentu probíhají

1) projekční senzitivní dráhy míšní a hlavových nervů + část senzorických drah:

- **lemniskární dráhy** míšní a hlavových nervů (dráhy epikritického čítí). **Fibrae arcuatae internae** et **decussatio lemniscorum** – makroskopicky viditelný průběh axonů ncl. gracilis et cuneatus, vlákna se mírným obloukem dostanou do střední roviny tegmenta a zkříží se. **Lemniscus medialis** a lemniscus trigeminalis jsou názvy pro svazky vláken 2. neuronů dráhy epikritického čítí z těla a končetin, resp. z hlavy po jejich zkřížení ve kmeni.
- **dráhy anterolaterálního systému** – dráhy protopatického čítí míšní i hlavových nervů
- **dráha sluchová** - pro zkřížené 2. neurony se používá termín lemniscus lateralis.
- **dráhy vestibulární**
- **dráha chuťová**

2) motorické dráhy **extrapyramidové**:

- **tr. rubrospinalis,**
- **tr. reticulospinalis,**
- **tr. vestibulospinalis**
- **tr. tectospinalis**

3) **fasciculus longitudinalis medialis (FLM)** též lze přiřadit k extrapyramidovým drahám. Jde o starý systém, zabezpečující reflexní souhru pohybů očí a hlavy jako odpověď na podněty z rovnovážného a zrakového ústrojí. Do krční míchy sestupuje jako tzv. tr. intersticiospinalis.

4) **fasciculus longitudinalis dorsalis (Schützi)** – tenký svazek, který přivádí z hypothalamu informace vegetativního (teplota těla, hlad) a emočního charakteru (smutek); prostřednictvím periakveduktální šedi a RF se tyto počítky dostanou do výkonných struktur vegetativního systému. Např. smutek → aktivace parasympatického ncl. n. facialis → slzení.

- **Bazální části kmene:** probíhají jimi motorické vývojově mladé dráhy
- **pyramidové dráhy.** Vedou z motorické kůry hemisféry pokyny k volnému pohybu a končí buď na motoneuronech předních míšních rohů (**tr. corticospinalis**) nebo na v motorických jádrech hlavových nervů ve kmeni - **tr. corticonuclearis**. V oblasti pontu je průběh pyramidových drah označován jako **roztržité svazky pyramid**, poněvadž jsou zde mezi probíhající vlákna pyramidových drah vloženy útvary šedé hmoty – nucleii pontis. Latinský ekvivalent **fibrae pontis longitudinales** vystihuje podélný směr těchto svazeků (na příčném řezu jsou kulaté).
 - **dráhy kortiko-ponto-cerebelární,** spojující kůru hemisféry s kůrou mozečku s přepojením v nucleii pontis. V oblasti pontu vytvářejí tzv. **fibrae pontis transversae**, které obsahují axony nc. pontis, kříží střední čáru a jsou na příčném řezu makroskopicky patrné jako příčné bílé čárky.

Uspořádání těchto drah v **crura cerebri** – z med. strany laterálně:

- tr. fronto-ponto-cerebellaris (dráha pro mozeček z frontálního laloku hemisféry)
- tr. corticonuclearis (dráha volního pohybu končící na motorických jádrech kmene)
- tr. corticospinalis (dráha volního pohybu zakončená na míšních motoneuronech)
- tr. corticonuclearis (zadní část kortikonukleární dráhy)
- tr. parieto/occipito/temporo-pontinus (zadní část dráhy určená pro mozeček)

JÁDRA HLAVOVÝCH (MOZKOVÝCH) NERVŮ

Uložení jader hlavových nervů ve kmeni

Ve kmeni jsou uložena jádra III.-XII. mozkového nervu. (N. XI má kromě kmenového motorického jádra ještě spinální motorické jádro, uložené v krčních segmentech hřbetní míchy.)

Všechna jádra mozkových nervů jsou uložena v **tegmentu** kmene a uspořádána do **podélných pruhů** (řad) odpovídajících příslušných **zónám alární a bazální ploténky:**

- ze zón ploténky alární se vyvinula jádra senzitivní
- ze zón ploténky bazální se vyvinula jádra motorická

Vzhledem k vývoji leží senzitivní jádra pod spodinou IV. komory **laterálně** od sulcus limitans, a také laterálně od jader motorických.

Funkční dělení jader

Jádra senzitivní se dělí na somatosenzitivní (kožní citlivost, sliznice dutin v oblasti hlavy, dura mater), viscerosenzitivní (sliznice vnitřních orgánů, cévní receptory) a speciální senzitivní (též senzorická - jádra přijímající podněty z orgánů zraku, sluchu, čichu, chuti a vestibulárního aparátu).

Jádra motorická se dělí na somatomotorická (inervují kosterní svaly vzniklé z mesenchymálních somitů), branchiomotorická jádra (původně visceromotorická, inervující kosterní svalovinu, která se vyvinula ze žaberních oblouků, v definitivním vývoji řazena do laterální řady somatomotorických jader) a visceromotorická (inervují hladkou svalovinu, myokard a žlázy)

Přehled jader hlavových nervů (v každé řadě směrem kaudo-rostrálním)

Motorická jádra - nucleii motorii, zvaná též **nuclei originis**:

Jsou tvořena motoneurony, jejichž axony inervují příčně pruhované svaly hlavy a část svalů krku. Jsou uspořádána do dvou řad: mediální a laterální:

- Mediální řada motorických jader = jádra somatomotorická:
 - **Ncl. (originis) n. hypoglossi (n. XII)**: uloženo v oblongatě - pod trigonum n. hypoglossi IV. komory; inervuje svaly jazyka.
 - **Ncl. (originis) n. abducentis (n. VI)**: uloženo pod colliculus facialis spodiny IV. komory; inervuje jediný z okoohybných svalů - m. rectus bulbi lateralis.
 - **Ncl. (originis) n. trochlearis (n. IV)**: uloženo v tegmentu středního mozku v úrovni colliculus inf.; inervuje další z okoohybných svalů - m. obliquus bulbi superior.
 - **Ncl. (originis) n. oculomotorii (n. III)**: uloženo je v tegmentu středního mozku v úrovni colliculus sup.; inervuje většinu okoohybných svalů.

- Laterální řada motorických jader = jádra „branchiomotorická“:

Jsou uložena hlouběji a laterálněji než předchozí; axony jejich neuronů se obtáčejí kolem povrchněji uložených somatomotorických jader

- **Ncl. n. accessorii (n. XI)**, dříve ncl. spinalis n. XI: uloženo nejkaudálněji - v úrovni krčních segmentů hřbetní míchy, tedy vlastně zcela mimo kmen. Axony jeho neuronů vystupují z krční míchy a vzestupují kranálně do foramen magnum do lebky, kde se přidávají k vláknům z ncl. ambiguus; inervují m. sternocleidomastoideus a m. trapezius společně s plexus cervicalis.

- **Ncl. ambiguus:** společné motorické jádro nn. IX, X, XI - je uloženo v oblongatě, laterálně od ncl. n. hypoglossi; inervuje příčně pruhovanou svalovinu začátku trávicí a dýchací trubice.
- **Ncl. n. facialis (n. VII):** axony jádra, uloženého pod spodinou IV. komory, se obtáčejí kolem povrchověji uloženého somatomotorického jádra n. VI; jádro inervuje mimické svaly (2. žaberní oblouk).

Ncl. motorius n. trigemini (n. V), starším názvem též ncl. masticatorius: jádro uloženo pod spodinou IV. komory v úrovni pontu; inervuje žvýkácké svaly (1. žaberní oblouk).

Podrobný výčet inervovaných svalů – viz kapitola Hlavové nervy.

▪ Visceromotorická jádra

Jsou celkem tři. Označována jsou jako jádra dorzální (**ncl. dorsales** – dle polohy) nebo jako jádra kraniálního parasymphatiku (**jádra parasymphatická** - jsou tvořena eferentními parasymphatickými pregangliovými neurony) . Kromě toho některá mají specifická jména (eponymium **Edinger-Westphal** nebo **ncl. salivatorius** podle lat. slova saliva = slina).

Všechna se vyvíjejí z visceromotorické zóny bazální ploténky.

Uložena jsou mezi mediální a laterální řadou motorických jader: původně ležela zevně od laterální řady motorických jader (tak, jak to odpovídá pozici visceromotorické zóny bazální ploténky), ale po sestupu branchiomotorických jader kaudo-laterálně se ocitla mezi oběma řadami motorických jader.

- **Ncl. dorsalis n. vagi** (ncl. parasymphaticus X) + **ncl. salivatorius inferior** (ncl. parasymphaticus IX): Společné souvislé parasymphatické jádro n. IX a X, uložené v oblongatě pod trigonum n. vagi spodiny IV. komory, mezi ncl. ambiguus a ncl. n. hypoglossi; vlákna horní části jádra, patřící n. IX, vedou k průšní slinné žláze; vlákna dolní části jádra, patřící n. X, pokračují k hrudním a břišním orgánům.
Ncl. salivatorius inf. může být v různých studijních materiálech zakresleno odděleně od jádra vagu nebo naopak souvisle s ncl. salivatorius sup.
- Ncl. dorsalis n. facialis - **ncl. salivatorius superior** – jádro uloženo v pontu mediálně od motorického jádra n. VII; vlákna vedou k slzní žláze, k podčelistní a podjazykové slinné žláze a drobným slinným žlázám. Existuje pojem nucleus lacrimalis pro část jádra inervující slznou žlázu; tuto znalost nevyžadujeme.
- Ncl. dorsalis n. oculomotorii (**ncl. accessorius n. oculomotorii**, ncl. parasymphaticus n. III, **ncl. Edinger-Westphali**) - uloženo v tegmentu mezencefala (výjimečně) mediálně od motorického jádra n. III. Inervuje dva

hladké svaly koule oční: m. sphincter pupillae (sval zužuje zornici) + m. ciliaris (sval „akomodace“ je uložen v řasnatém tělese a svým stahem mění optickou mohutnost čočky).

Senzitivní jádra – ve starší terminologii též ncl. terminations. Na jejich neuronech se zakončují axony pseudounipolárních (příp. bipolárních) neuronů **senzorických a senzitivních ganglií** (jde o obdobu spinálních ganglií míšních nervů), ležících mimo CNS

Senzitivní jádra se dělí na:

▪ Viscerosenzitivní jádra

Skupinu reprezentuje jediné jádro, původem z viscerosenzitivní zóny alární ploténky.

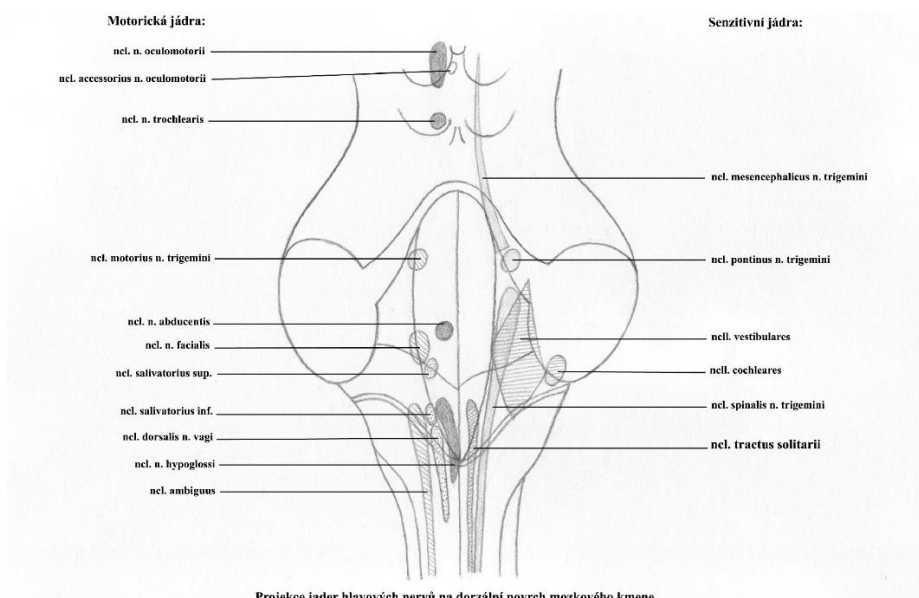
- **Ncl. solitarius (ncl. tractus solitarii)**: dlouhé jádro uložené v oblongatě, zasahující až do krční míchy. Má dvě funkčně odlišné části:
 - do jeho dolní části aferentuje viscerosenzitivita (orgánové cití) prostřednictvím n. IX a X.
 - horní část je nazývána **ncl. gustatorius** a aferentuje sem chuťové cití prostřednictvím nervů VII, IX, X
 - aferentní axony vytvářejí před vstupem do jádra kompaktní svazeček v mozkovém kmeni = **tractus solitarius**.

▪ Somatosenzitivní + speciální senzitivní jádra

Vyvíjejí se ze somatosenzitivní zóny alární ploténky. Ve kmeni jsou uložena laterálně od sulcus limitans (a také laterálně od ncl. tractus solitarii) ve dvou řadách:

- Somatosenzitivní jádra - uložena mediálněji: jsou tři, všechna patří jedinému hlavovému nervu – V. mozkovému nervu (n. trigeminus). Na senzitivních neuronech jádra končí kromě axonů pseudounipolárních buněk senzitivního ganglia trigeminu také menší část vláken VII, IX a X. hlavového nervu. Do jader aferentuje cití z obličejové části hlavy – nejen z kůže, ale i z rohovky a spojivky, zevního zvukovodu, též ze sliznice dutiny nosní a ústní vč. isthmus fascium, ze zubů, ze středoušní dutiny a Eustachovy trubice, z cellulae mastoideae a z dura mater. V kaudo-rostrálním pořadí:
 - **Ncl. spinalis n. trigemini (n. V)**: nejkaudálnější a „nejdelší“ z trigeminových senzitivních jader, uloženo v oblongatě, zasahuje až do krční míchy (odtud název). Do jádra aferentuje protopatické cití z obličejové části hlavy. Axony, které přicházejí k jádru ze senzitivního ganglia, tvoří ve kmeni kompaktní svazeček = **tractus spinalis n. trigemini**).

- **Ncl. principalis n. trigemini** (starším názvem též **ncl. pontinus n. V**): jádro uloženo pod spodinou IV. komory v úrovni pontu. Do jádra aferentuje epikritické čítí (jemné čítí dotekové + část propriocepce) z obličejové části hlavy.
 - **Ncl. mesencephalicus n. trigemini**: uloženo nejrostrálněji, v oblasti středního mozku. V tomto případě se však nejedná o jádro, ale o „mozkem pohlcené“ senzitivní ganglion, obsahující typické pseudounipolární buňky. Přijímá část propriocepce z oblasti hlavy (žvýkácí, okohybné svaly a čelistní kloub) a axony jeho pseudounipolárních neuronů odvádějí vzruchy do ncl. principalis n. V.
- Speciální senzitivní jádra - uložena laterálněji, pod spodinou laterálního cípu IV. komory (pod area vestibularis a tuberculum acusticum). Zahrnují senzitivní jádra, patřící n. VIII. (n. vestibulocochlearis), uložena laterálně od všech výše jmenovaných jader. K nim aferentují axony vláken bipolárních neuronů vestibulárního a sluchového ganglia n. VIII.
- **Ncl. vestibulares** (jádra vestibulární): jsou čtyři základní, všechna uložena pod area vestibularis spodiny IV. komory a zapojená do vestibulárních drah:
 - **ncl. vestibularis superior – Bechtěrevovo jádro**
 - **ncl. vestibularis medialis – Schwalbeho jádro**
 - **ncl. vestibularis lateralis – Deitersovo jádro** (hlavní zdroj vláken tr. vestibulospinalis)
 - **ncl. vestibularis inferior – Rollerovo jádro**
 - **Nuclei cochleares**: jsou dvě, leží pod **tuberculum acusticum** spodiny IV. komory, laterálně od jader předchozích. Jsou zapojená do sluchové dráhy:
 - **ncl. cochlearis anterior et posterior**



Obr. 22.

Projekce jader hlavových nervů na dorzální povrch mozkového kmene.

RETIKULÁRNÍ FORMACE (RF)

Vývojově starý kmenový systém, složený z početných, bohatě kolateralizovaných a navzájem propojených neuronů, které vytvářejí síť – **retikulum**, dobře pozorovatelnou již při malém mikroskopickém zvětšení. Nachází se v tegmentu, bazálně od jader hlavových nervů, v rozsahu celého kmene a zasahuje až do krční míchy.

Členění RF:

- Morfologicky je členěna v jádra (celkem se uvádí asi 50 jader), charakterizovaná typem neuronů i charakterem jejich spojů. Jádra jsou uspořádána do 3 podélných systémů (pruhů): nepárového středového **systému rafeálního** a párového **systému mediálního + laterálního**.
 - **Rafeální systém:** jeho neurony tvoří krátké spoje s mediálním systémem RF a jsou také zapojeny do **limbických okruhů** (viz Dráhy nervové – limbický systém).
 - **Mediální systém:** nejmohutněji vyvinutý, tvořený velkobuněčnými neurony, zapojenými do dlouhých spojů RF.
 - **Laterální systém:** zapojen je do krátkých spojů RF – především zprostředkovává aferenty mediálnímu systému RF.

- Chemické členění:

Na podkladě tvorby mediátorů skupinami neuronů RF. Speciální skupiny zde tvoří:

- **Systém monoaminergní** produkuje monoaminy – katecholaminy (noradrenalin, dopamin) a serotonin. Podrobnější klasifikace popisuje 10 jader katecholaminergních (označ. A₁₋₁₀) a 9 serotoninergních (B₁₋₉). Serotoninergní neurony RF jsou zapojeny do vedení bolesti, noradrenalinergní systém mimo jiné končí na stěnách cév mozku a ovlivňuje krevní oběh mozku.
- **Systém cholinergní** produkuje *acetylcholin*, který je dopravován do korových neuronů a nezbytný pro jejich správnou funkci. Nedostatek acetylcholinu v kůře je hlavní příčinou **Alzheimerovy choroby**.
- Členění podle spojů RF s určitými částmi CNS
 - Uvádí se zejména **cerebelární sy RF** - jeho jádra leží sice v různých úrovních RF kmene, všechna jsou charakterizována svou projekcí do mozečku.

Funkce RF

- Neurony RF fungují jako interneurony 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 prováděny životně důležité obživné a

obranné kmenové reflexy: např. reflex polykací, sací, kašlací, rohovkový (korneální, mrkací).

Příklad reflexu: rohovkový reflex, součást základního neurologického vyšetření. Po podráždění rohovky vatovým štětečkem následuje mrknutí.

Reflexní oblouk rohovkového reflexu: senzitivní receptory rohovky – afereční rameno reflexu: výběžky pseudounipolárních buněk senzitivního ganglia n. V. (dendrity tvoří větve n. V, axony tvoří kmen trigeminu) - centrum reflexu: senzitivní jádro n. V, interneurony RF, motorické jádro n. VII – efereční rameno reflexu: axony motorických neuronů jádra n. VII (probíhají v n. VII) – efektor: m. orbicularis oculi

- Během vývoje se v RF diferencovala vegetativní centra k řízení životně důležitých vegetativních funkcí: centra dýchací, centrum vasomotorické a centrum pro řízení akce srdeční.

Poškození těchto center je smrtelné. Může k němu dojít k němu přímým poraněním, ale častěji výhřezem koncového mozku pod tentorium (viz výše – uložení kmene) nebo otokem při poranění horní krční míchy (zlomenina dens axis).

- Ascendentní retikulární aktivační systém (ARAS):

Je tvořen dlouhými ascendentními spoji RF s **nespecifickými jádry thalamu** a jeho prostřednictvím s kůrou mozkovou. RF je zde součástí „řetězce“ receptory těla – RF – nespecifický thalamus – kůra mozková. Systém nerozlišuje kvalitu cití, ale kvantitu → ovlivňuje stav vědomí: fyziologicky bdělost a spánek.

Obecně: podněty (fyzikální, chemické...) působící na receptory jsou přeměněny v nervové vzruchy a vedeny dvojitou cestou:

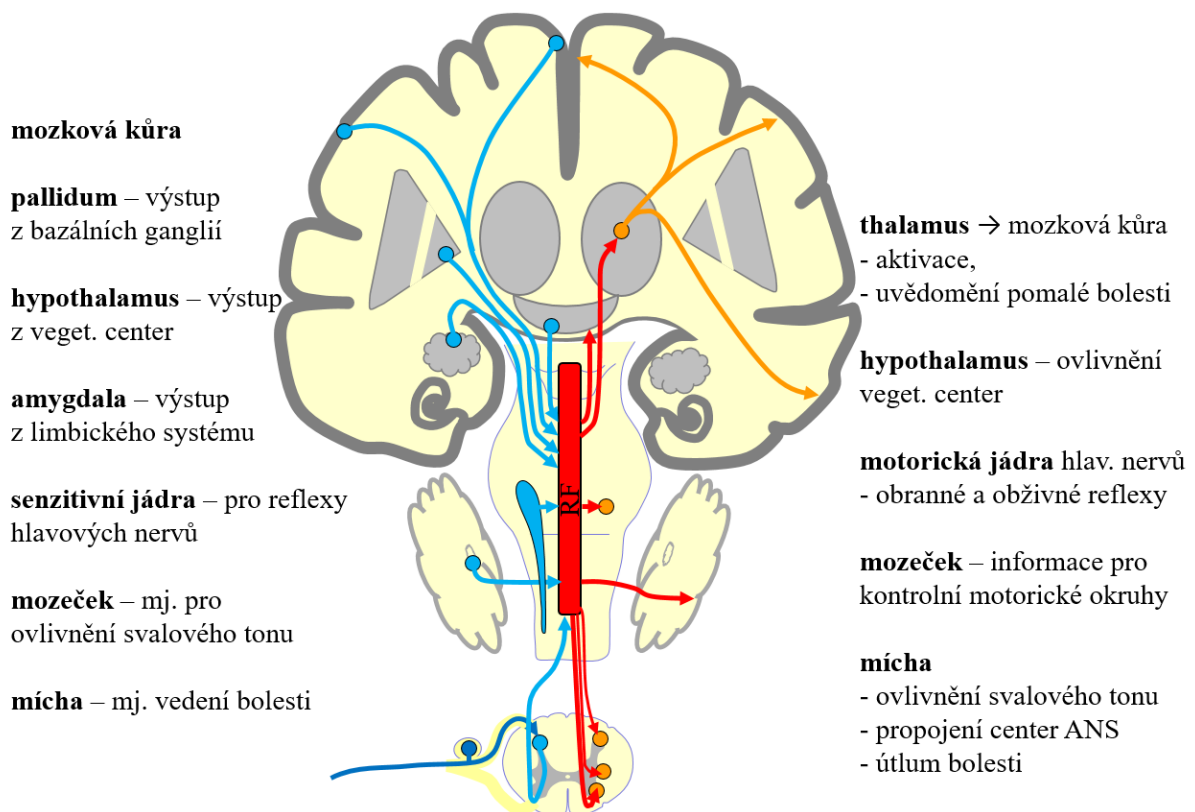
- ze specifických receptorů specifickými senzitivními a senzorickými drahami - bez účasti RF - přes specifická jádra thalamu do specifických ohraničených okrků kůry mozkové (tzv. primárních korových center), kde si uvědomujeme viděné, slyšené, cítěné....
- ze všech receptorů (bez rozlišení) nespecifickou mnohaneuronovou cestou přes RF do nespecifických jader thalamu a odtud difúzně do celé kůry mozkové. Čím větší „proud nervových vzruchů“ je veden přes RF a nespecifický thalamus do kůry mozkové, tím větší je aktivace neuronů kůry mozkové = stav bdělosti. Je-li touto nespecifickou cestou vedeno do kůry mozkové málo vzruchů, následuje inhibice (útlum) neuronů kůry mozkové a spánek.

Při poškození systému se objevují poruchy spánku či poruchy vědomí.

- Zapojení RF do vedení bolesti: přes ARAS je rovněž vedena - prostřednictvím **tractus spinoreticularis** - vývojově stará, „pomalá“, špatně lokalizovatelná bolest (bolest má pomalý nástup, zapříčiněný synaptickým zdržením při multisynaptickém přepojování na neuronech RF, a delší trvání). „Rychlá“ bolest je vedena mladší tříneuronovou **dráhou spino-thalamickou** bez účasti RF.)

- Descendentní systém RF: Motorický systém dlouhých descendentních spojů RF, zapojený do regulace svalového tonu (viz mícha – γ klíčka). Jde o zásadní spojovací článek mezi vyššími oddíly CNS ovlivňujícími tonus svalový (např. mozeček, bazální ganglia) a gama- a alfa motoneurony předních rohů míšních.
 - Za fyziologických stavů umožňuje vzpřímený stoj zvýšením tonu antigravitačních (posturálních) svalů při současném snížení tonu flexorů.
 - Zvyšuje dráždivost míšních neuronů alfa i gama, např. pod vlivem emocí (limbický systém).
 - Tlumí míšní reflexy.
 - Ovlivňuje i senzitivní oblasti míchy, např. vlivem pozitivních emocí rafeální systém RF inhibuje přenos bolesti v zadních rozích míchy.

Hlavní aferenty a eferenty RF



Obr. 23: Schéma zapojení retikulární formace.

TÉMA 4

MOZEČEK - CEREBELLUM

Mozeček je část mozku specifická svým tvarem, uložením, buněčnou strukturou i funkcí. Dříve se mu též říkalo „malý mozek“, protože jakoby napodobuje, karikuje tvar koncového mozku – je zvrásněn, má dvě hemisféry, má kůru, apod.

Vývoj

ze stropové ploténky a přilehlých částí alárních plotének neurální trubice. Ačkoliv je součástí zadního mozku, jeho stavba a funkce je od oblongaty a pontu zcela odlišná.

MAKROSKOPIE MOZEČKU

Části

- **Vermis** – červ = střední nepárová část, oddělená hlubokými vkleslinami od hemisfér.
Název je podle vzhledu – vypadá jako stočená ponrava.
- **Hemisféry mozečku** - polokoule mozečku = párové postranní části

Spojení s kmenem mozkovým

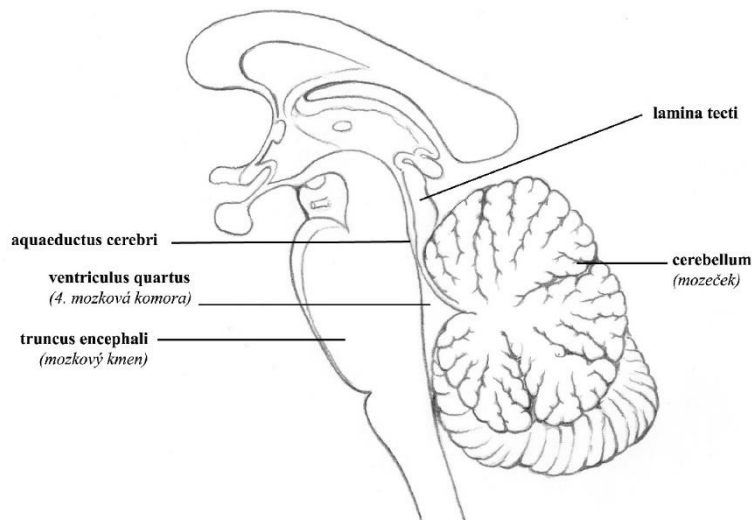
S kmenem mozkovým je spojen 3 páry stonků mozečkových - **pedunculi cerebellares** (viz také kmen):

- **pedunculus cerebellaris inferior (corpus restiforme)**: spojení s oblongatou
- **pedunculus cerebellaris medius (brachium pontis)**: spojení s pontem
- **pedunculus cerebellaris superior (brachium conjunctivum)**: spojení s mezencefalem

Stonky mozečkové jsou tvořeny výhradně bílou hmotou - do mozečku jimi vstupují a z mozečku vystupují mozečkové dráhy.

Uložení mozečku

V zadní jámě lební; společně s kmenem mozkovým je uložen pod duplikaturou dura mater, tentorium cerebelli (= leží subtentoriálně). Přes tentorium je ve styku s týlními laloky koncového mozku. Společně s velum medullare sup. et inf. tvoří strop IV. komory. Mezi hemisféry je zezadu vsunuta nízka sagitální řasa dura mater – falx cerebelli (! ne falx cerebri). Cévní zásobení: 3 páry aa.cerebellares z povodí aa.vertebrales respektive a. basilaris (více později).



Obr.24.

Schema vztahu mozečku a mozkového kmene na sagitálním řezu.

VNITŘNÍ STRUKTURA

Šedá hmota

- Kůra – cortex cerebelli - na povrchu mozečku
 - Je zvrásněna, příčně členěna mělkými žlábký - **sulci** a hlubšími rýhami – **fissurae**. Sulci vymezují tenké úseky zvané „lístky“ - **folia** (přirovnání k listům knihy). Fissury rozdělují mozeček na lalůčky - **lobuli**, hlubší fissury na 3 laloky - **lobi**. Pouze 15% kůry je viditelných na povrchu fólií, 85% kůry je skryto mezi nimi.
 - Buněčná stavba: 3 vrstvy buněk, z povrchu do hloubky:
 - **stratum moleculare** – obsahuje hvězdicovité a košíčkové interneurony, dále jsou zde ve styku axony granulárních bb. (paralelně s průběhem folia kůry) a dendrity Purkyňových bb. (kolmo na folia kůry).
 - **stratum gangliosum** – je tvořeno Purkyňovými buňkami typického tvaru, které jako jediné odvádějí vzruchy z mozečkové kůry
 - **stratum granulosum** – je tvořeno drobnými granulárními (zrnitými) buňkami a většími buňkami zvanými Golgiho bb. Axodendritické synapse mechových vláken + axonů Golgiho bb. na dendritech granulárních bb. tvoří útvary zvané **glomeruli cerebelli**.

Zapojení buněk mozečku – viz dále

- Jádra mozečku – nuclei cerebelli - v hloubce bílé hmoty mozečku
 - **ncl. dentatus**
 - **ncl. globosus**
 - **ncl. emboliformis**
 - **ncl. fastigii**

Jsou párová, pozorovatelná na příčném řezu mozečkem, zejména největší z nich – ncl. dentatus. Pozor na záměnu, stejně jako ncl. olivaris inf. má ncl. dentatus vzhled „zmačkaného sáčku“, ale je větší a je uložen v bílé hmotě mozečku, ne v kmeni.

Bílá hmota leží pod kůrou mozečku a představuje soubor mozečkových drah.

Na sagitálním řezu mozečkem vybíhá bílá hmota do fólií mozečkových pokrytých šedou kůrou, což připomíná větvení keříku - proto se obraz bílé hmoty mozečku na sagitálním řezu označuje (spíše poeticky než věcně) jako strom života - **arbor vitae**.

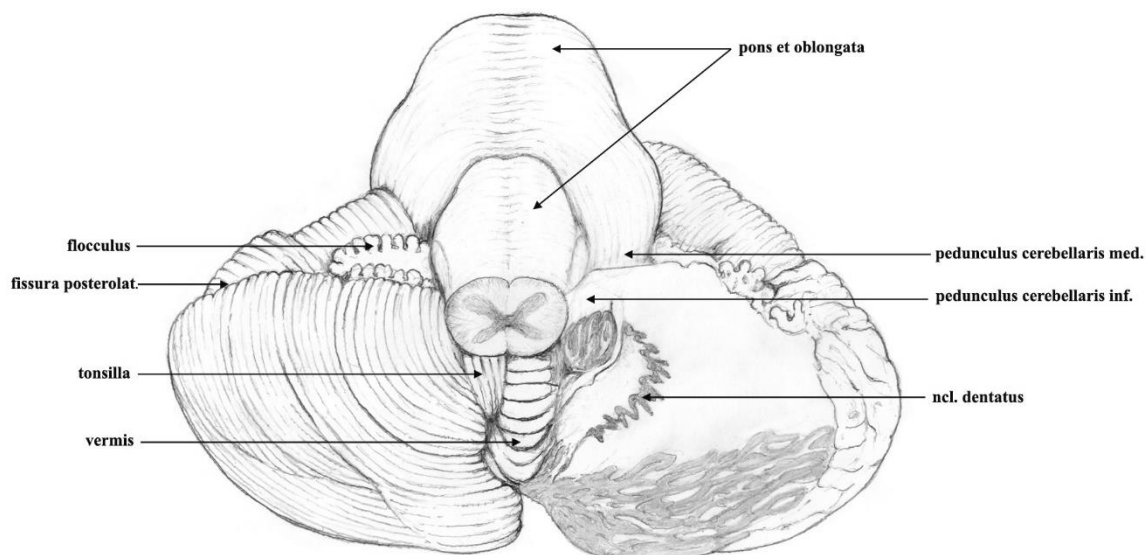
Dělení mozečku popisné, vývojové a funkční

➤ Popisné dělení

Terminologia anatomica obsahuje názvy pro jednotlivé sulky, rýhy, lalůčky a laloky mozečku. Každému fóliu na vermis je přiřazeno přiléhající fólium na hemisféře: fólia vermis jsou nepárová, fólia hemisfér jsou párová. Totéž platí pro lobuli. Názvy jednotlivých lobuli (culmen, lobulus semilunaris...) není třeba znát, až na několik doporučených termínů, které uvedeme v následujícím odstavci.

Stačí tedy znát pouze:

- 2 rýhy (párové): **fissura prima + fissura posterolateralis** (dorsolateralis)
- 3 laloky (párové): všechny zahrnují část vermis i přilehlou část hemisféry
 - **Pars (lobus) flocculo-nodularis**: část mozečku přilehlá k fissura posterolateralis, mezi ní a fastigiem, proti zbytku mozečku velmi malá. Zahrnuje kaudální konec vermis = nepárový **nodulus** a k němu malou přilehlou část obou hemisfér = párový **flocculus**.
 - **Lobus anterior** (též cranialis nebo superior): část mozečku rostrálně od fissura prima.
 - **Lobus posterior** (též inferior, caudalis, archaicky i medius): Největší lalok - část mozečku mezi fissura prima a fissura posterolateralis.
- Některé další lobuli:
 - **Lingula** je lobulus, rostrálně zakončující vermis cerebelli.
 - Dorzokaudální lobulus hemisféry, vyčnívající ze spodní plochy lobus posterior, se nazývá **tonsila** (název dle tvarové podoby s patrovými tonsilami). Při zvětšení objemu mozku může tonsila vyhrěznout skrz velký týlní otvor a vytvořit tzv. **okcipitální konus** a vyvolat útlak kmene mozkového s akutním rizikem smrti.



Obr.25: Mozeček - bazální pohled. Vlevo na obrázku intaktní povrch, vpravo horizontální řez.

➤ Dělení kůry dle zapojení s mozečkovými jádry:

- vermis – nucleus fastigii
- podélná část hemisféry přilehlá k vermis, tzv. paravermální zóna – ncl. emboliformis a globosi
- většina hemisféry – ncl. dentatus

➤ Vývojové dělení

Z hlediska fylogenetického stáří se mozeček dělí na archi-, paleo-, neocerebellum.

- **Archicerebellum:** vývojově nejstarší mozeček. Vyvinul se u primitivních obratlovců žijících pouze ve vodě.
- **Paleocerebellum:** rovněž vývojově starý mozeček, ale mladší než archicerebellum. Vyvinul se u živočichů, kteří vystoupili z vody na souš.
- **Neocerebellum:** vývojově mladý mozeček – vyvinul se na základě vývoje kůry hemisfér koncového mozku (kortikalizace funkcí u vyšších živočichů).

Vývojové členění kůry mozečku není shodné s předchozími dvěma děleními (tj. s popisným dělením mozečku na lobi, či s podélnými zónami), ale často se za ně pro zjednodušení zaměňuje. Neurologové dokonce popisují jen dva mozečkové syndromy – viz níže. Pro praktické účely tedy stačí k zapamatování jen následující přiřazení:

Vývojové stadium	Příslušná kůra (zjednodušeně)	Jádra (zjednodušeně)	Funkční dělení (viz ↓)
Archicerebellum	Pars flocculo-nodularis	Ncl. fastigii	Vestibulární mozeček
Paleocerebellum	Lobus anterior	Ncl. emboliformis + globosi	Spinální mozeček
Neocerebellum	Lobus posterior	Ncl. dentatus	Cerebrální mozeček

➤ Funkční dělení (v podstatě odpovídá vývojovým stadiím)

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

- **Vestibulární mozeček – vestibulocerebellum:** podílí se na udržování rovnováhy
 - má spoje s vestibulárním ústrojím vnitřního ucha a s vestibulárními kmenovými jádry n. VIII v mozkovém kmeni
- **Spinální mozeček – spinocerebellum:** slouží k regulaci svalového tonu
 - má spojení s míchou a prodlouženou míchou.
 - dostředivými mozečkovými drahami (tzv. nepřímé senzitivní dráhy) jsou do něj přiváděny informace z proprioreceptorů, které informují mozeček o momentálním stavu pohybového aparátu = neuvědomělá propriocepce. Ta je nezbytná k plnění motorických funkcí mozečku. (zatímco uvědomělá propriocepce je vedena přes thalamus do kůry mozkové, kde si polohu a pohyb těla a jeho částí uvědomujeme; podrobněji viz dráhy nervové)
- **Cerebrální mozeček – kortikocerebellum, též pontocerebellum:** slouží časoprostorové koordinaci a jemné synchronizaci pohybů.
 - má spojení s kůrou hemisféry (oběma směry) - proto „kortikocerebellum“.
Pojem cerebrální mozeček je odvozen od slova cerebrum, což je spíš historický a filosofický pojem pro mozek; anatomové používají termín cerebrum víceméně za synonymum pro telencephalon, koncový mozek.
 - název pontocerebellum proto, že dráhy, přicházející z kůry mozkové do kůry neocerebella (dráhy kortiko-ponto-cerebelární), se přepojují v nuclei pontis.

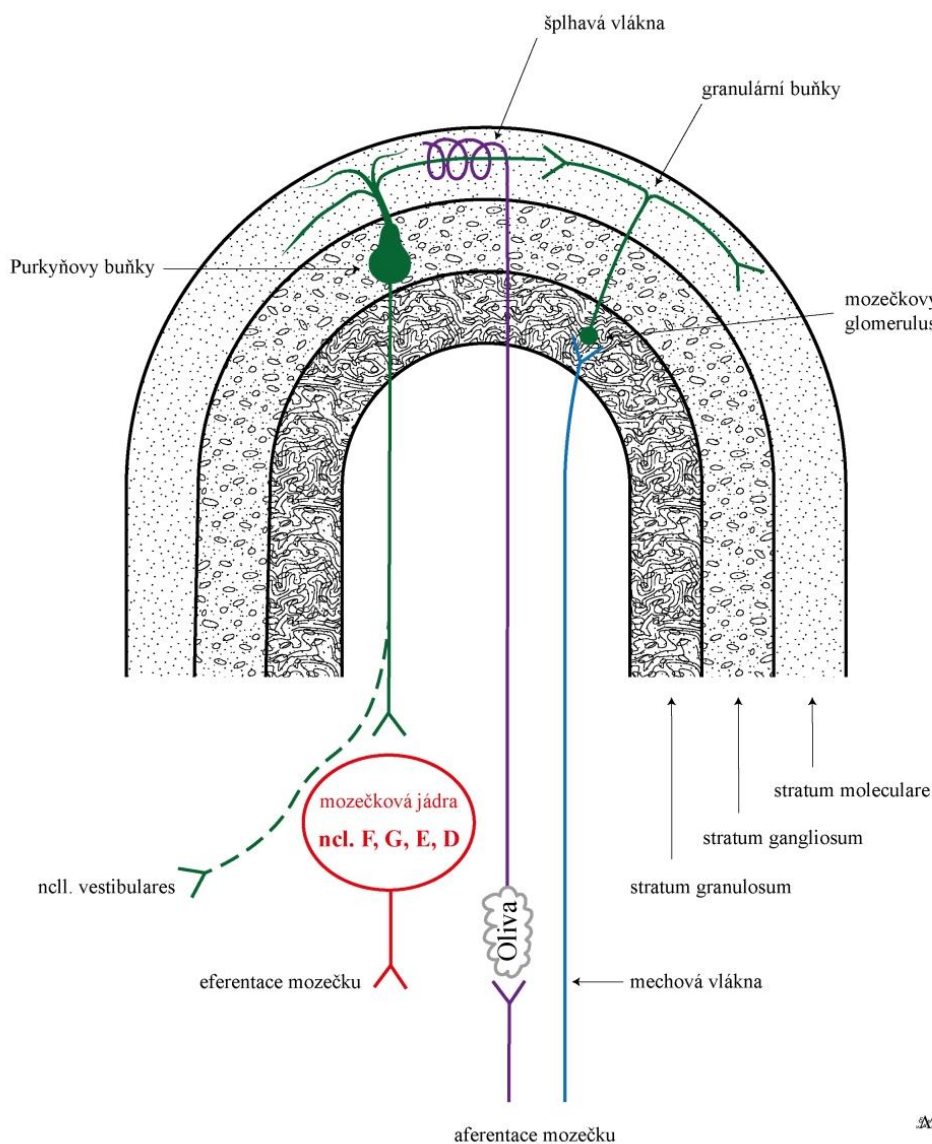
MOZEČKOVÉ DRÁHY

Mozečkové dráhy představují soubor

- **drah aferentních**, přicházejících do kůry mozečku cestou mozečkových pedunkulů z různých částí CNS,
- **drah eferentních**, vystupujících z jader mozečku a cestou mozečkových pedunkulů pokračujících do jiných částí CNS.

Někteří autoři chápou zapojení mozečku jako kruhovou dráhu, kde na sebe v celku navazuje aferent i eferent. Proto hovoří o tzv. mozečkových okruzích. Příkladem takového mozečkového okruhu je např. neocerebelární okruh – viz dále.

Základní zapojení buněk mozečku - platí pro všechna vývojová stadia mozečku.



Obr.25a: Schéma zapojení kůry mozečku.

- Aferentní signály přicházejí do kůry jako mechová nebo šplhavá vlákna.
- **Šplhavá vlákna** pocházejí výhradně z tr. olivocerebellaris, jsou to axony buněk ncl. olivaris inferior. Vstupují až do stratum moleculare, kam „šplhají“ po dendritech Purkyňových bb., na nich také mají synapse.
- **Mechová vlákna** jsou ostatní aferenty do kůry, společně s krátkými axony Golgiho bb. vstupují do kontaktu s dendrity granulárních bb. – tento složitý útvar axodendritických synapsí se označuje jako **mozečkový glomerulus**. Granulární bb. potom přepojují většinu aferentních signálů na Purkyňovy buňky a to tak, že axon každé granulární buňky vystoupí do povrchové (molekulární) vrstvy kůry, rozdělí se do tvaru písmene T a kříží se s dendrity mnoha Purkyňových bb. Lze shrnout, že mechová vlákna se napojují na Purkyňovy bb. prostřednictvím interneuronů – zrnitých buněk.
- Ostatní typy neuronů v kůře jsou inhibiční interneurony. Obecně lze říct, že většina synapsí v mozečku jsou synapse inhibiční. Excitační synapse mají pouze axony zrnitých bb. (a oba druhy aferentních vláken).
- **Purkyňovy bb.** jsou výhradním eferentem z kůry, jejich axony končí v mozečkových jádrech.
- Eferentace z mozečku jako celku vychází z cerebelárních jader. Soubor axonů těchto bb. spoluvytváří pedunculi cerebelli, tedy eferentní dráhy odcházejí do jiných částí CNS.
- Malá část kůry vysílá axony přímo (bez přepojení v jádrech) do kmene do ncl. vestibularis lateralis (ncl. Deitersi).
- Vývojově stará kůra archi- a paleocerebella je propojena se starými jádry archi- a paleocerebelárními a naopak kůra neocerebella je propojena s ncl. dentatus.

Stručný výčet drah mozečku

- **Aferentní dráhy**
 - Aferentní dráhy archicerebella – **tr. vestibulocerebellaris**: Přivádějí do kůry archicerebella informace o poloze hlavy z „rovnovážného“ ústrojí vnitřního ucha a z vestibulárních kmenových jader.
 - Aferentní dráhy paleocerebella - **dráhy spinocerebelární**: Přicházejí do kůry paleocerebella z míchy a prodloužené míchy jako **tractus spinocerebellaris anterior et posterior** a **tractus bulbocerebellaris** (podrobněji viz nervové dráhy). Přivádějí informace o momentálním stavu pohybového aparátu od proprioreceptorů („neuvědomělá“ propriocepce) a částečně z exteroceptorů. Tyto informace jsou samozřejmě využity i pro cerebrální mozeček a jeho funkci zpřesňování pohybů.

- Aferentní dráhy neocerebela: **tr. cortico-ponto-cerebellaris** (začíná v kůře hemisféry koncového mozku, přepojuje se v ncll. pontis). Přivádějí do kůry neocerebela informace z kůry mozkové o plánu pohybu, který kůra připravuje provést (viz dále – funkce mozečku).
- Olivocerebelární dráha – speciální dráha, které odděleně přivádí do mozečku informace z řady ústrojí a receptorů integrované v ncll. olivares (viz kmen - jádra kmene).
- **Eferentní dráhy**
 - Eferentní dráhy archicerebela: Spojují archicerebelární jádro mozečku s vestibulárními jádry kmene = **tractus cerebellovestibularis**. Z vestibulárních kmenových jader pokračuje navazující dráha do míchy jako **tr. vestibulospinalis** (viz extrapyramidové dráhy míšní). Končí jednak na motoneuronech pro šijové svalstvo, jednak na motoneuronech pro antigravitační svalstvo (m. erector trunci, extenzory DK).
 - Eferentní dráhy paleocerebela: Začínají v paleocerebelárních jádrech mozečku a vedou do kmenových jader - **ncl. ruber a RF**. Po přepojení v nich pokračují do míchy jako **tr. rubrospinalis** a **tr. reticulospinalis** (viz extrapyramidové dráhy míšní). Tr. rubrospinalis končí na míšních motoneuronech, ovlivňuje hlavně flexorové skupiny končetin. Tr. reticulospinalis má pestrou řadu funkcí, mozečkový vliv zprostředkovává hlavně na γ -motoneuronech, kde ovlivňuje γ -kličkou svalový tonus.
!! Mozeček nemá přímou eferentaci do míchy, svůj vliv uplatňuje přes kmenová jádra, neexistuje tr. cerebellospinalis!
 - Eferentní dráhy neocerebela – propojují neocerebelární jádro mozečku s kůrou hemisféry koncového mozku, s přepojením v thalamu: **tr. cerebello-thalamicus** + jeho pokračování **tr. thalamo-corticalis**.
- **Mozečkové okruhy**
 - Neocerebelární okruh: - kortex (kůra telencefala, Brodmanova area 4,6) → ncll. pontis → neocerebellum (kůra, jádra) → thalamus (ncl. ventrolateralis) → kortex (area 4,6)
 - Malý Papézův okruh (kontrolní mozečkový okruh, cerebello-rubro-olivární): cerebellum (neo a paleo) → ncl. ruber (tzv. malobuněčná = parvocelulární část) → ncl. olivaris inferior → cerebellum. Okruh slouží ke kontrole mozečkové činnosti.

Obsah drah v jednotlivých pedunkulech – stručně:

- Pedunculus cerebellaris sup: tr. cerebellorubralis, tr. cerebellothalamicus, tr. spinocerebellaris ant.
- Pedunculus cerebellaris med: tr. pontocerebellaris
- Pedunculus cerebellaris inf: prakticky všechny ostatní.

Křížení mozečkových drah:

- Aferentní: Před vstupem do pedunkulů se ve kmeni kříží tyto aferentní dráhy: pontocerebelární, olivocerebelární a tr. spinocerebellaris ant.
- Eferentní: Z eferentních drah se v tegmentu kříží všechny kromě cerebelovestibulární. Protože se ale pak kříží i neuron navazujících „kmeno-spinálních“ drah (kromě právě vestibulospinální), je hemisféra mozečku propojena se stejnostrannou (homolaterální) polovinou těla - na rozdíl od hemisféry mozku, která je propojena s druhostrannou polovinou těla.

FUNKCE MOZEČKU

Mozeček je strukturou, která slouží motorickým funkcím. Činnost mozečku je nepřetržitá a probíhá mimo naše vědomí.

3 základní funkce mozečku, které přísluší jednotlivým stádiím vývoje:

- **Udržování rovnováhy**: Jde o funkci archicerebella, propojeného aferentními drahami s vestibulárním ústrojím a eferentními drahami (přes vestibulární kmenová jádra) s míchou. Aktivizuje extenzory dolních končetin a další posturální svaly (přes α - i γ - motoneurony), které zvýšením tonu udržují rovnováhu.
- **Regulace svalového tonu**: Jde o funkci paleocerebella, které prostřednictvím dostředivých spojů s míchou a prodlouženou míchou sbírá signály z proprioreceptorů (i exteroceptorů) a po jejich zpracování ovlivňuje cestou eferentních spojů (**tr. cerebello-rubro-spinalis a tr. cerebello-reticulo-spinalis**) aktivitu γ - motoneuronů předních rohů míšních a jejich prostřednictvím reguluje svalový tonus.
- **Zpřesnění pohybů prováděných mozkovou kůrou** - zajištění časové koordinace pohybů, koordinace střídavých pohybů, jemná synchronizace pohybů - tj. určení směru, délky, trvání a intenzity pohybu... Jde o funkci neocerebella, které je oběma směry propojeno s kůrou koncového mozku.
 - Mozeček funguje jako komparátor (komparace = porovnání). „Nalézá rozdíl mezi tím, co je (přívody z míchy a vestibula), a tím, co má být (přívod z kůry přepojený v pontu), a vyhodnocený rozdíl odesílá přes thalamus do mozkové kůry.“

- „Mozeček funguje jako sochař, jenž tesá sochu z kamene ubíráním jeho hmoty. Hrubý pohyb prováděný mozkovou kůrou = kámen; zpřesněný pohyb daný cíleným inhibičním vlivem mozečku = výsledná socha).“
- Každému volnému (vůli ovládanému) pohybu, provedenému motorickou mozkovou kůrou přes pyramidové motorické dráhy, předchází tok nervových vzruchů z kůry mozku do mozečku a následně z mozečku do motorické kůry mozku, teprve potom je volní pohyb uskutečněn:
 - 1) Před vlastním provedením určitého pohybu vytvoří kůra mozková „návrh“ tohoto pohybu, který „zašle“ prostřednictvím kortiko-ponto-cerebelární dráhy do neocerebella.
 - 2) Neocerebellum porovná momentální stav pohybového aparátu s plánem kůry koncového mozku o zamýšleném pohybu a nalezne rozdíl mezi aktuálním stavem pohybového aparátu a stavem, do něhož chce mozková kůra pohybový aparát dostat. (Informace o momentálním stavu pohybového aparátu = informace z vestibulárního ústrojí, extero- a proprioreceptorů o momentální poloze a pohybu hlavy a těla a stavu svalového tonu přivedené prostřednictvím aferentních archi- a paleocerebelárních drah)
 - 3) O zjištěném rozdílu informuje mozkovou kůru cestou eferentních cerebello-thalamo-kortikálních drah.
 - 4) Nakonec primární motorická mozková kůra provede cílený (opravený) pohyb cestou motorických pyramidových a extrapyramidových drah.
 - 5) Prováděný pohyb je mozečkem průběžně korigován na základě informací z periferie vedených zejména spinocerebelární a olivocerebelární dráhou.

Projevy poškození mozečku

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

Výpadky funkce jednotlivých funkčních částí mozečku se ale kombinují, např. hypotonie se uvádí jako typický projev neocerebelárního syndromu.

Obecně se tedy porucha mozečku projevuje kombinací těchto příznaků:

- **Dysequilibrium:** poruchy stoje a chůze „opileckého“ charakteru (nejistý stoj a chůze s vrávoráním, bez pocitu závratí). Alkohol dočasně poškozuje vestibulární mozeček a i u zdravého člověka vyvolává přechodný paleocerebelární syndrom, odeznívající s vystřízlivěním.

- **Hypotonie:** patologické snížení svalového tonu. Při neurologickém vyšetření se projevuje kyvadlovým charakterem šlacho-svalových reflexů, např. patelárního reflexu (v normě po klepnutí na lig. patellae následuje jediná extenze bérce, při mozečkové hypotonii je výkyvů bérce několik).
- **Hypermetrie** = pacient netrefí cíl, před jeho dosažením pohyb nezpomalí a cíl „přestřelí“. Patří mezi poruchy jemných cílených pohybů, které se označují slovem **ataxie**. Ozřejmí se neurologickým vyšetřením, např. zkouška prst-nos bez kontroly zrakem.
- **Třes:** rozkmitání končetiny při snaze o dosažení cíle, tzv. intenční třes.
- **Adiadochokineza** = porucha provádění rychlých střídavých pohybů. Ozřejmuje se střídáním supinace x pronace prováděnými současně oběma HK. Na postižené straně jsou tyto střídavé pohyby prováděny nedokonale a opožďují se za zdravou stranou.
- **Asynergie** = porucha prostorové a časové součinnosti vzdálených svalových skupin. Zdravý člověk provede záklon trupu společně se záklonem šíje a pokrčením končetin v kolenou. Pacient s postiženou hemisférou mozečku neprovede záklon se souhrou svalů trupu a dolních končetin, nýbrž „padá dozadu jako prkno“. Asynergie je zřejmá také při zkoušce leh - sed, kdy nemocný při přechodu z lehu neudrží na postižené straně dolní končetinu na podložce, ale vymrští ji do vzduchu.
- Při poškození mozečku se nesouhra pohybů projeví i poruchou tak jemných pohybových celků jako je řeč (**dysartrie**) či psaní (**dysgrafie**).
- **Nystagmus** – cukavé pohyby očních bulbů, které můžou doplnit paleo- i neocerebelární syndrom; v tomto případě se uplatňuje dyskoordinace oko-hybných svalů i mozečkový vliv na vestibulární jádra a fasciculus longitudinalis med.

MEZIMOZEK - DIENCEPHALON

Je nepárovou součástí **prosencephalon** - předního mozku. Navazuje na rostrální část mozkového kmene.

Části

- **Thalamus** („thalamus dorsalis“ ve starší literatuře), **metathalamus**, **epithalamus**:
souborně jsou označovány jako **thalamencephalon**; převážně senzitivní struktury, dorzálně.
- **Hypothalamus** + **subthalamus** („ventrální thalamus“): bazálně, pod thalamelem.
- Vývojovou částí diencefala jsou také **ophthalmencephalon** a **neurohypofýza** – viz další odstavec Vývoj.

Vývoj

- Mezimozek se vyvíjí se z nepárové části předního mozkového váčku – prosencefala.
- Dutinový systém se v oblasti mezimozku rozšiřuje ve **III. komoru mozkovou**.
- V oblasti diencefala si neurální trubice ještě udržuje základní členění na alární a bazální ploténky:

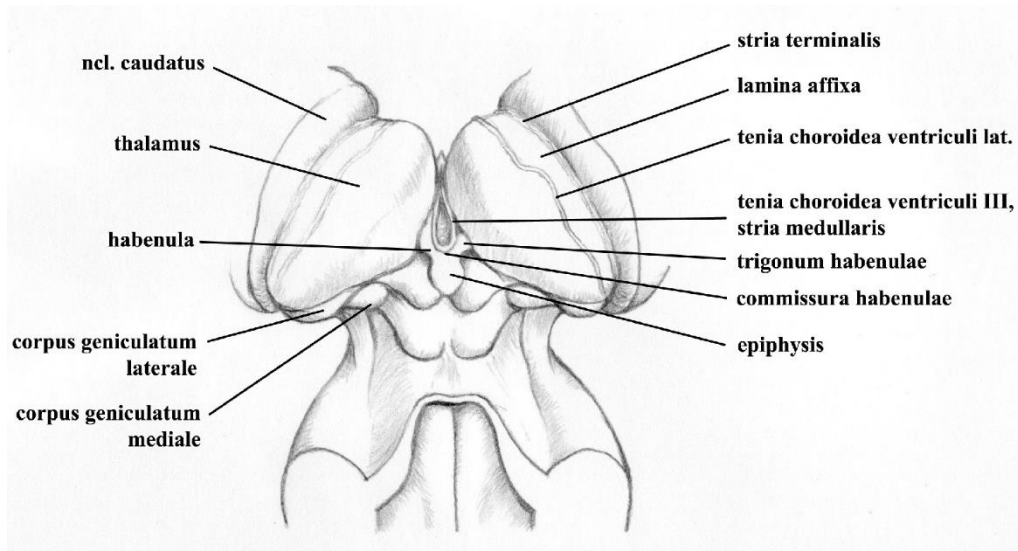
- z alárních plotének se vyvíjejí útvary thalamencefala
- z visceromotorické zóny bazální ploténky se vyvíjí **hypothalamus**
- ze somatomotorické zóny bazální ploténky se vyvíjí **subthalamus** + **pallidum** + **substantia nigra**.

Pouze subthalamus však v definitivní úpravě zůstává součástí diencefala. Větší část somatomotorické zóny je totiž vyvíjejícím se vnitřním pouzdrem (**capsula interna**) od diencefala odtržena a přesouvá se:

- k bazálním gangliím v hloubi hemisféry jako **pallidum**
 - do mezencefala jako **substantia nigra**
 - původní sulcus limitans zůstane zřetelný a nese název **sulcus hypothalamicus**.
Tvoří hranici mezi thalamelem a hypothalamem, patrnou ve stěně III. komory.
- Z neurální trubice mezimozku dále vzniká tzv. zrakový mozek = ophthalmencephalon a neurohypofýza. **Ophthalmencephalon** je původně část diencefala, která se protáhla ventrálním směrem pro recepci světla, zahrnuje první tři neurony zrakové dráhy. **Neurohypofýza** je zadní lalok hypofýzy, spojena s hypothalamem stopkou – infundibulem. Naproti tomu adenohypofýza se vyvíjí z Rathkeovy výchlípky nasofaryngu a skrz canalis craniopharyngeus v kosti klínové vcestuje do tureckého sedla, kde se přiloží k neurohypofýze.

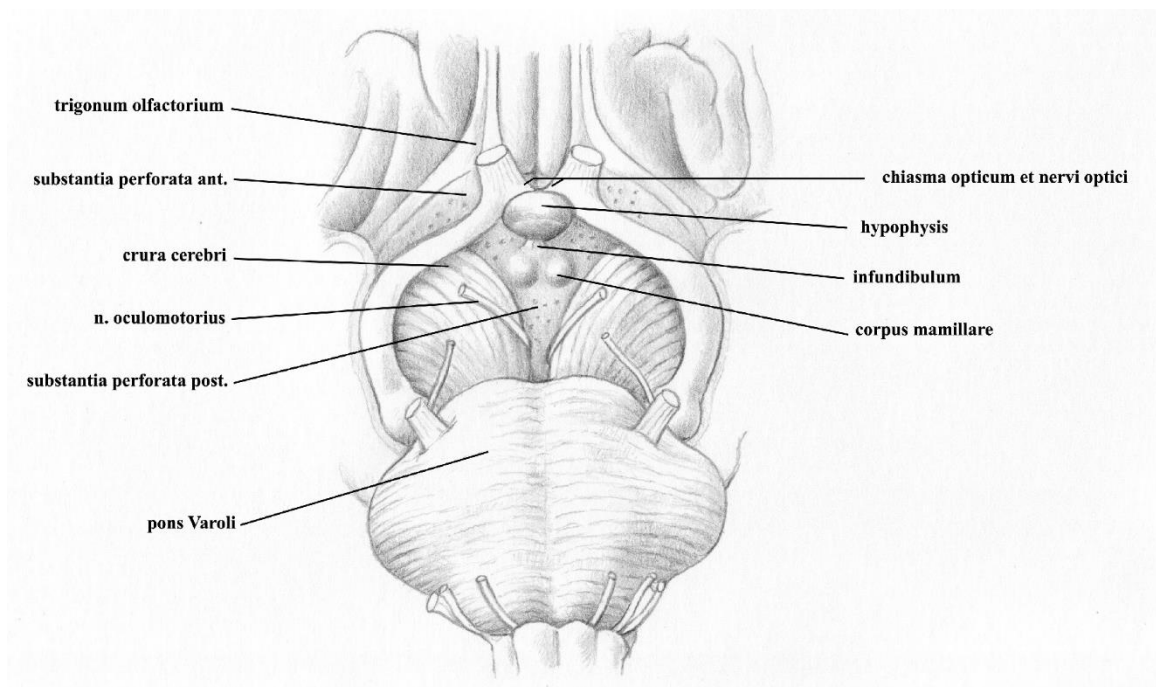
Zevní popis diencephalon

- Dorzální pohled: struktury diencefala (**epithalamus, thalamus, metathalamus**) jsou překryty hemisférami a kalózním tělesem a lze je proto spatřit až po odstranění hemisfér a corpus callosum.



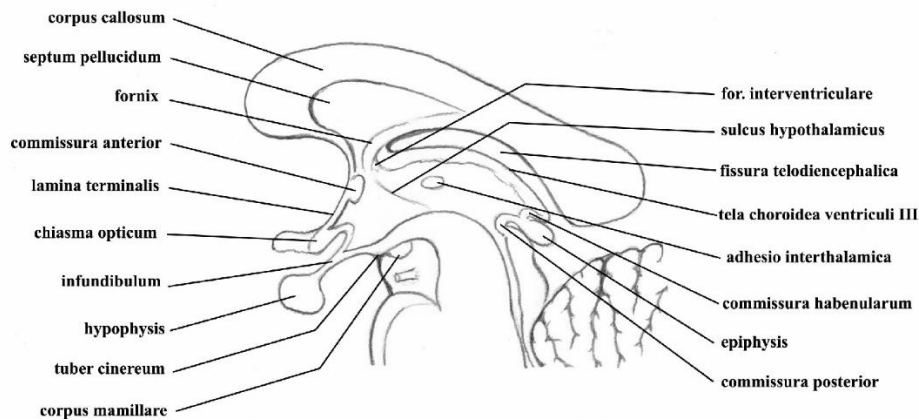
Obr.26 Diencephalon - dorzální pohled

- Bazální pohled: bazální plocha diencefala je tvořená hypothalamem (jsou vidět jeho **corpora mamillaria, tuber a infundibulum**), hypofýzou a oftalmencefalem. Bazální povrch diencefala je jediný, který lze vidět na intaktním (nepreparovaném) mozku.



Obr.27 Diencephalon - bazální pohled

- Mediální pohled: po protěti mezimozku a kalózního tělesa ve střední čáře lze vidět otevřenou třetí komoru, sulcus hypothalamicus a recesy III. komory, epifýzu, mediální plochu hypothalamu a thalamu s **adhesio interthalamica**.



Obr.28 Diencephalon na sagitálním řezu ve střední rovině

- Diencephalon lze dále studovat na mozkových řezech: horizontálních + frontálních (jejich popis je vyžadován u zkoušky) a sagitálních.

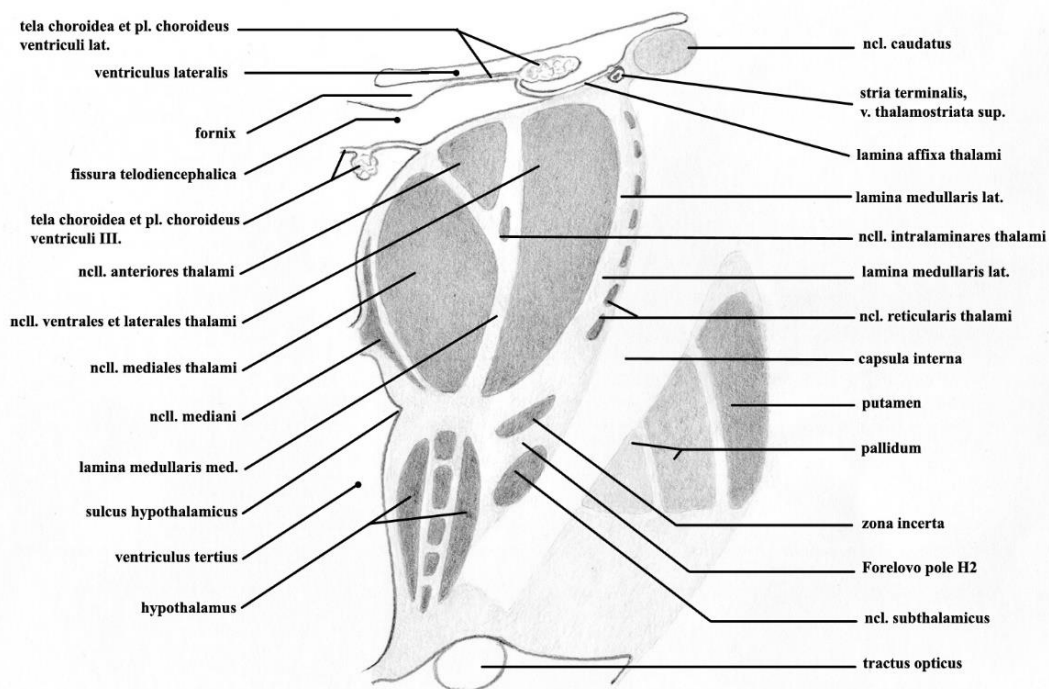


Schéma frontálního řezu mezimozkem

Obr. 29: Diencephalon na frontálním řezu

III. komora mozková

Nachází se v oblasti diencefala a představuje nepárovou rozšířenou část dutinového systému CNS. Je postavená sagitálně, úzká, na mediálním řezu je patrné, že vybíhá v několik recesů. (podrobněji viz dutiny CNS). Její boční stěny jsou tvořeny mediální plochou obou thalamů, spodinu tvoří hypothalamus. V boční stěně je patrný **sulcus hypothalamicus**, oddělující thalamus od hypothalamu. Strop III. komory tvoří tela choroidea, ve stropu se nachází **plexus choroideus** produkující mozkomíšní mok.

JEDNOTLIVÉ ČÁSTI DIENCEFALA

THALAMUS

Párová struktura ovoidního tvaru, délky asi 3 cm. Vpředu je užší (tuberculum anterius thalami), vzadu je rozšířen jako tzv. **pulvinar thalami**. Oba thalamy svým vyklenutím tvoří laterální stěny III. komory a jsou vzájemně propojeny úzkým **adhesio interthalamica** (obsahuje šedou i bílou hmotu).

Plochy thalamu:

plocha mediální: přivrácena do III. komory

plocha laterální: obrácena proti capsula interna (mohutný útvar bílé hmoty, kudy procházejí projekční dráhy mozkové kůry)

plocha dorzální (horní): kryta hemisférami – viditelná až po jejich odstranění

Na této ploše se upíná strop 3. komory (**tela choroidea ventriculi tertii**; její úpon = **taenia thalami**) a laterálněji též **tela choroidea ventriculi lateralis** (párové postranní komory), která částečně srůstá s povrchem thalamu jako tzv. **lamina affixa thalami**. Linie, kde se tela choroidea ventriculi lateralis odpoutává od thalamu, se nazývá **taenia choroidea**. Laterálně od lamina affixa pak navazuje nc. caudatus. Po povrchu thalamu zde také probíhají 2 tenké dráhy: **stria medullaris** (v místě taenia thalami) a **stria terminalis** (při ncl. caudatus). Podél stria terminalis běží ještě také v. thalamostriata sup. Prostor mezi tela choroidea III. komory a postranních komor se nazývá **fissura telodiencephalica**. Je to vlastně výběžek subarachnoideálního prostoru mezi diencephalon a hemisféry, vpředu slepě končí. Pro pochopení tohoto popisu je vhodný obrázek frontálního řezu.

plocha zadní (dorzokaudální): pulvinar thalami

plocha bazální: srůstá s hypothalamem a subthalamem

Šedá a bílá hmota thalamu

Thalamus je tvořen jádry (celkem asi 50 jader), která jsou klasifikována do morfologických a funkčních skupin, + dvěma lamelami bílé hmoty.

Bílá hmota

- **lamina medullaris lateralis** (též externa) - odděluje ncl. reticularis thalami, které se tak očitne laterálně, zcela oddělené od zbytku thalamu
- **lamina medullaris medialis** (též interna) - probíhá napříč thalamem; směrem dopředu a nahoru se rozštěpí, takže na řezech má tvar písmene Y
- **radiationes thalami** - vějířovité svazky vláken z thalamu do kůry, většina z nich perforuje ncl. reticularis thalami a stane se součástí capsula interna

Šedá hmota – jádra thalamu

▪ Morfologické dělení jader thalamu

Klasifikace thalamických jader je dosud nejednotná, nejjednodušeji lze jádra thalamu dělit následovně: (Z morfologického dělení je důležitější zapamatovat si tučně vyznačené názvy jader, než názvy skupin jader označené odrážkou. Navíc pozor, v tomto výjimečném případě je názvoslovný rozdíl mezi „anterior“ a „ventralis“!)

➤ jádra mediálního thalamu

- **Nuclei mediani** (jádra mediální linie): na mediálním povrchu thalamu, sousedí se III. komorou.
- **Nuclei mediales**: mezi ncll. mediani a lamina medullaris thalami.

➤ jádra laterálního thalamu

- **Nuclei ventrales**: na boku thalamu vpředu; objemná skupina specifických senzorických a motorických jader (např. VPL, VPM,.. viz dále)
- **Nuclei laterales** (nad ncll. ventrales) a **nuclei posteriores** (za ncll. ventrales; lokalizací odpovídají pulvinaru).

➤ jádra ventrálního thalamu (leží jednak uvnitř lamina medullaris medialis a jednak v jejím ventrálním rozštěpu)

- **Nuclei anteriores**: v předním rozštěpu lamina medullaris medialis (lokalizací odpovídají tuberculum anterius thalami), zapojení v limbickém systému
- **Nuclei intralaminaires**: uvnitř kaudální části lamina medullaris medialis.

➤ jádra dorzálního thalamu: patří vlastně k metathalamu. Tvoří vyklenutí **corpora geniculata medialis et lateralis**, jejichž podkladem je nucleus corporis geniculati medialis et lateralis = specifická senzorická jádra zapojená ve zrakové a sluchové dráze. Svazky jejich eferentních vláken se označují jako radiatio optica et acustica.

- Funkční dělení jader thalamu – 4 skupiny:
 - **Specifická projekční (senzorická) jádra:**

V těchto jádrech končí předposlední neurony projekčních drah senzitivních a senzorických (s výjimkou dráhy čichové) a začínají poslední thalamo-kortikální neurony, které vedou do příslušných primárních senzitivních a senzorických oblastí kůry mozkové. Tato jádra jsou somatotopicky uspořádána. Patří sem:

 - **Ncl. ventralis posteromedialis (VPM)** – senzitivita z obličeje a chuť
 - **Ncl. ventralis posterolateralis (VPL)** – senzitivita z trupu a končetin (společně pro **tr. spinothalamicus** i **tr. bulbothalamicus**, tj. protopatické i epikritické čítí)
 - **Corpus geniculatum mediale (CGM)** – sluch
 - **Corpus geniculatum laterale (CGL)** – zrak
 - **Nespecifická projekční (senzorická) jádra**

Přijímají aferenty z retikulární formace (systém ARAS) a přes interneurony aktivují difúzně celou kůru mozkovou. ARAS a nespecifický senzorický thalamus:

 - 1) regulují stav vědomí (fyziologicky bdělost / spánek) a
 - 2) jsou zapojena do vedení pomalé bolesti (viz RF kmene mozkového a tr. spinoreticularis). Patří sem:
 - **ncl. intralaminare, ncl. mediani**
 - **Motorická jádra**

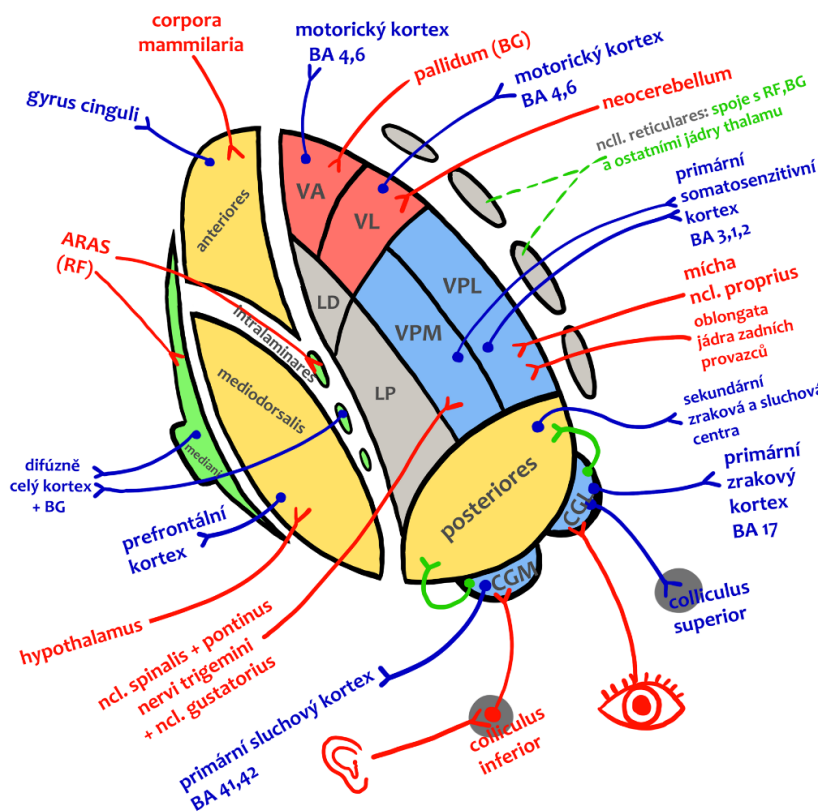
Zapojena jsou do regulace motoriky: mají spoje především s bazálními ganglii (viz hlavní okruh bazálních ganglií) a mozečkem. Patří sem:

 - **ncl. ventralis anterior** (informace z bazálních ganglií do tzv. premotorické kůry – hlavně Brodmanova area 6)
 - **ncl. ventralis lateralis** (informace z mozečku do tzv. motorické kůry – hlavně area 4)
 - **Asociační jádra**

V hierarchii funkčně nejvýše postavená jádra thalamu, „nadřazená“ specifickým jádrům senzorickým. Přijímají aferenty mimo jiné ze specifických senzorických jader thalamu a vysílají axony do asociačních oblastí kůry mozkové.

- **ncll. anteriores** – jsou součástí limbického systému, aferentace z corpora mamillaria hypothalamu
- **ncll. posteriores** – asociují zrakové a sluchové podněty, spoje s tzv. asociační sluchovou a zrakovou kůrou
- **ncl. mediodorsalis** – spoje s tzv. prefrontální kůrou (přední část čelního laloku), emoční chování

Schéma jader thalamu a jejich zapojení



Obr. 30: Schéma zapojení thalamických jader. Červeně jsou vyznačeny aferentní spoje, modře eferenty.

Univerzální pravidla:

- Jádra thalamu eferentují především do kůry mozkové.
- Část vláken mezi thalamem a kůrou vede ale i opačným směrem, z kůry do thalamu. Jedná se o zpětná, kontrolní vlákna. Některá jádra jsou typicky tímto způsobem recipročně (vzájemně) propojena s odpovídající oblastí kůry.
- Thalamus je nazýván „brána vědomí“, naprostá většina podnětů vstupujících do vědomí se v něm musí přepojit.
- Thalamus je propojen (stejně jako hemisféra koncového mozku) s druhostrannou polovinou těla.

Funkce thalamu

- U nižších obratlovců thalamus funguje jako nejvyšší senzitivní a sensorické centrum a spolu s bazálními ganglii tvoří nejvyšší integrační oblast CNS. Ve fylogenezi se s diferenciací kůry mozkové vedoucí úloha thalamu jako nejvyššího senzitivního centra ztrácí a thalamus se „podřizuje“ kůře mozkové.
- Ve specifických sensorických jádrech thalamu se senzitivní a sensorické dráhy přepojují na svůj poslední neuron, který vede do určitých ohraničených oblastí kůry mozkové (primárních korových center - viz telencephalon), kde dochází k uvědomění počitků.
- Ani u vyšších živočichů však thalamus neslouží jenom jako „přepojovací stanice“ senzitivních a sensorických drah do kůry. Na úrovni thalamu se i u člověka odehrávají složité reflexní reakce nepodmíněného charakteru a senzitivita tak „vstupuje do vědomí“ již na úrovni thalamické. V thalamu (bez účasti kůry mozkové) vznikají pocity libosti a nelibosti, například v důsledku zapojení některých jader thalamu do limbického systému (viz dráhy nervové – limbický systém).

METATHALAMUS

Tvořen párovým **corpus geniculatum mediale et laterale**, podkladem jsou stejnojmenná jádra; patří funkčně k **jádrům thalamu**, proto se obvykle probírají s ním (viz výše).

- **corpus geniculatum laterale**: je podkorovým centrem zrakovým: slouží k přepojení předposledního neuronu zrakové dráhy na její poslední neuron, směřující do primární zrakové kůry. Jádro i dráha mapují rozložení receptorů na retině (sítnici) – jsou „retinotopicky“ uspořádány.
- **corpus geniculatum mediale**: je podkorovým centrem sluchovým: slouží k přepojení předposledního neuronu sluchové dráhy na poslední neuron, pokračující do primární kůry sluchové. I zde hovoříme o přesném – „tonotopickém“ uspořádání dráhy.

Corpora geniculata se nacházejí bazálně pod pulvinar thalami, na obarveném mozkovém řezu lze makroskopicky rozeznat vrstvičky šedé a bílé hmoty v CGL.

EPITHALAMUS

Část diencefala uložená dorzokraniálně od thalamů (epi = nad). Spoluvytváří zadní stěnu III. komory. K epithalamu patří:

- **corpus pineale (epiphysis cerebri, šišinka mozková)**: vychlipuje se ze stropu III. komory.
 - Produkuje melatonin, který ovlivňuje cirkadiální rytmy (spánkový režim, puberta..).
 - Za účelem střídání denních rytmů má u nižších živočichů funkci fotoreceptoru, u člověka je příjem těchto signálů nahrazen odbočkami ze zrakové dráhy do hypothalamu.

- Tlumí funkci pohlavních žlaz v dětství (nádor epifýzy vyvolává předčasnou pubertu - pubertas praecox). Involuje v dětství.
 - V dospělosti kalcifikuje, u části populace se objevuje RTG kontrastní acervulus cerebri („písek mozkový“): proto může být na nativním RTG snímku epifýza patrná ve středové rovině při P-Z projekci (její posunutí ze středové roviny budí podezření na mozkový tumor).
- **habenula** – před epifýzou, samotná habenula je příčná spojka mezi políčky zvanými plným názvem **trigona habenulae**. Trigona obsahují párové jádro **ncl. habenularis** zapojené do čichové dráhy a limbického systému. Převádějí čichové stimuly k vegetativním centřům řídícím trávicí mechanismus: hlavní aferentací je stria medullaris ze septum verum a hypothalamu, hlavní eferentací tr. habenulo-interpeduncularis (fasciculus retroflexus Maynerti) do kmenového jádra nc. interpeduncularis.
- Vlastní habenula obsahuje jednu z pravo-levých spojek v CNS (komisur) - **comissura habenularum** (jde o vývojově starou čichovou komisuru. Viz komisurální dráhy nervové - kapitola „Nervové dráhy“).

SUBTHALAMUS

Uložen bazálně od thalamu a laterálně od hypothalamu. Pojmenovávají se zde jádra i bílá hmota:

- jádra:
 - **Ncl. subthalamicus** (eponymium Luysi): motorické jádro vzniklé ze somatomotorické zóny, funkčně je řazeno k **bazálním gangliím**. Poškození → mimovolní pohyby označované jako **hemibalismus**. Spoje: vzájemné spoje s pallidem.
 - **Zona incerta**: (lat. incerus = nejistý, její význam dlouho nebyl zcela jasný), některými autory je řazena k RF, je zapojena do vzestupných i sestupných motorických drah. **Nově vyčleněna do tzv. prethalamu spolu s Forelovými poli - zmiňujeme jen pro úplnost.**
- bílá hmota: probíhají v ní vlákna motorická, zapojená do spojů bazálních ganglií, i vlákna senzitivní, která přicházejí z nižších oddílů CNS a míří přes subthalamus do thalamu.
 - Bílá hmota subthalamu vytváří **Forelovo pole H1 a H2**, která jsou patrná na frontálních řezech mozku v úrovni subthalamu.
H1 je mezi thalamem a zona incerta, H2 mezi zona incerta a ncl. subthalamicus.
Tato políčka odpovídají v prostoru svazkům vláken propojujících pallidum a thalamus:
 - **Fasciculus thalamicus** (H1) přímou cestou, k němu se obloukem přidávají **fasciculus lenticularis** (H2) a **ansa lenticularis**.

Obrázek viz obr. 29 výše.

HYPOTHALAMUS

- pod thalamem, tvoří spodinu 3. komory
- množství jader s různými funkcemi
- nejvyšší regulační centrum **vegetativního nervového systému**
- spojen s hypofýzou – morfologicky i funkčně → reguluje funkci **endokrinního systému**

Povrch – odpovídá bazálnímu pohledu na diencephalon: chiasma opticum, infundibulum (= „hypofyzární stopka“), tuber cinereum, corpora mamillaria

Jádra

Podobně jako thalamus obsahuje i hypothalamus množství jader. Ta jsou uspořádána do dvou paralelních, ventro-dorzálně orientovaných pruhů, rozdělených průběhem **forixu** a označovaných jako **mediální a laterální hypothalamus** (area hypothalamica med. et lat.).

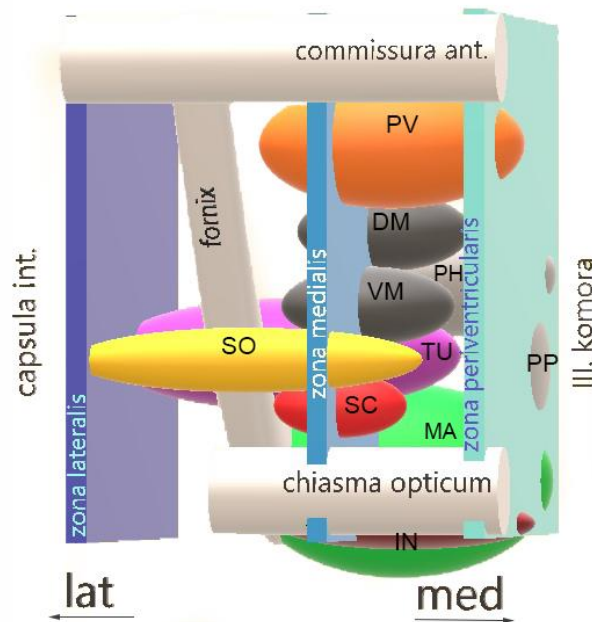
V učebnicích se používá i podrobnější dělení mediálního hypothalamu na mediální (periventrikulární) a mediální zónu. Zde jsou uvedena pouze funkčně důležitá jádra mediálního hypothalamu:

Jádra mediálního hypothalamu:

- **přední skupina** (v úrovni chiasma opticum):
 - **ncl. supraopticus** (produkce ADH)
 - **ncl. paraventricularis** (produkce oxytocinu)
 - **ncl. suprachiasmaticus** (biologické hodiny, odbočka ze zrakové dráhy)
- **střední skupina** (tuberální skupina v rozsahu tuber cinereum)
 - **ncl. tuberales** (liberiny a statiny)
 - **ncl. infundibularis** (liberiny a statiny)
- **zadní - „mamilární“ skupina** (podmiňují corpora mamillaria)
 - **ncl. mamillares** (spojena s limbickým systémem)

Schéma uspořádání vybraných jader hypothalamu

Přibližně zepředu dozadu:
 SO - ncl. supraopticus
 PV - ncl. paraventricularis
 SC - ncl. suprachiasmaticus
 IN - ncl. infundibularis
 TU - nucleus tuberales
 DM - ncl. dorsomedialis
 VM - ncl. ventromedialis
 PP - ncl. periventricularis post.
 PH - ncl. posterior hypothalami
 MA - nucleus mamillares



Obr. 31: Prostorové schéma uložení nejdůležitějších hypothalamických jader

Dráhy

Aferentní dráhy: cortex, hippocampus, amygdala, pallidum, RF, retina, senzoričké dráhy

Eferentní dráhy: cortex, thalamus, amygdala, RF, mícha

Některé dráhy hypothalamu vytvářejí makroskopicky patrné spoje, z nichž část patří ke spojům **limbického systému**. Část z nich také patří k **obloukovým strukturám** hemisféry. (Obloukové struktury jsou takové, které procházejí všemi laloky koncového mozku – frontálním, parietálním, okcipitálním a temporálním - mají tedy tvar oblouku)

- **Fornix:** oblouková struktura, která propojuje **hippocampus** (limbická kůra hemisféry) s hypothalamickými jádry v **corpora mamillaria**. Je součástí velkého **Papezova okruhu** limbického systému (viz kapitola Limbický systém).
- **Stria terminalis:** propojení amygdaly (jádro limbického systému, jedno z bazálních ganglií) a hypothalamu; oblouková struktura
- **Stria medullaris:** propojení hypothalamu s habenulou (epithalamus) též s naznačeným obloukovým průběhem. Obě striae běží po povrchu thalamu (viz výše)
- **Amygdalofugální ventrální dráha:** propojení amygdaly s hypothalamem krátkou „neobloukovou“ cestou
- **Fasciculus longitudinalis dorsalis** (Schützi) – vede sestupně vlákna určená pro RF a vegetativní centra
- **Fasciculus mamillaris princeps**, jehož součástí je **fasciculus mamillo-thalamicus** (hlavní eferentace z corpora mamillaria, součást velkého Papezova okruhu).

Funkce:

- Hypothalamus je řídícím centrem vegetativních funkcí. Řídící úloha hypothalamu je dána i tím, že kromě ostatních viscerosenzitivních informací má údaje i z vlastních specifických receptorů, jako jsou teplota krve, hustota plazmy, hladina cukrů v krvi apod. Vliv na autonomní systém je v souladu s vývojem z visceromotorické zóny bazální ploténky:

- Hypothalamus jako regulátor metabolických dějů: přední hypothalamus řídí anabolické procesy, střední hypothalamus katabolické procesy.
- Hypothalamická centra pro:
 - regulaci příjmu potravy a tekutin (recepce osmolality plazmy → ovlivňování činnosti ledvin; poruchy hypothalamu: bulimie = patologická „žravost“, anorexie),
 - vegetativní funkce (kardiovaskulární činnost, dýchání, činnost zažívací soustavy),
 - termoregulaci (nastavuje teplotu organismu).
- Hypothalamus jako koordinátor vegetativních + endokrinních + somatických + emočních funkcí při defenzivních (útěkových) reakcích.

Defenzivní reakce představují komplexní odpověď organismu na situace, ohrožující zdraví a život živočicha. Jsou při nich mimovědomě koordinovány funkce nutné pro efektivní opuštění místa nebezpečí: aktivace sympatiku (k vysokému výkonu: např. zrychlení akce srdeční, zvětšení systolického objemu a další), vyplavení stresových hormonů, motorických reakcí a emočního útlumu (zapojením hypothalamu do limbického systému – viz dále).

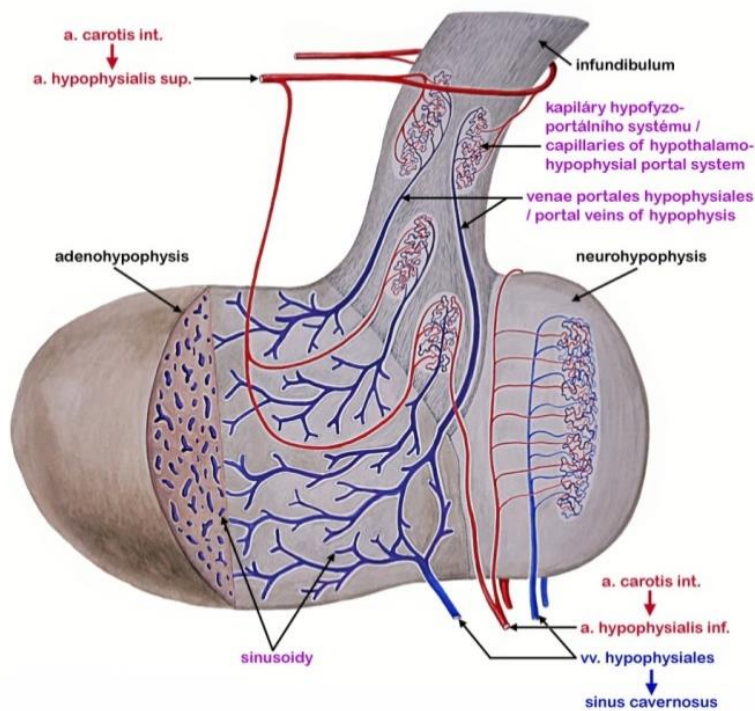
Je-li nebezpečí tak veliké, že útěk situaci nevyřeší, může se defenzivní reakce přesmyknout v útlum všech výše jmenovaných funkcí (somatických, vegetativních i emočních). Živočich znehybní, mimovolně se „staví mrtvým“ (na mrtvého živočicha se neútočí). Podobně se může zachovat člověk při mezních situacích – neschopen pohybu, pokálí se či omdlí z důvodu inhibice sympatiku a prudkého poklesu TK.

- Hypothalamus jako součást limbického systému (paměť, emoce, sexuální chování) – emoce se zde mohou přepojit na vegetativní systém; příklady: rozbušení srdce při vzrušení, slzení při smutku, rozšíření zornice při strachu, zčervenání při studu, pocení při nervozitě, apod.
- Neurosekrece (neurokrinie) hypothalamu:
Některá jádra hypothalamu mají schopnost **neurosekrece** = produkují **hormony** (ADH = vasopresin, oxytocin) nebo látky hormonální povahy (releasing factors = liberiny, inhibiting factors = statiny), které jsou dopravovány do neuro- nebo adenohypofýzy. Hypothalamo-hypofyzární systém lze přesněji rozdělit na:

➤ **Hypothalamo–infundibulární systém** = vztah hypothalamus - přední lalok

hypofýzy:

- Část jader středního hypothalamu (např. **ncl. infundibularis**) produkuje liberiny a statiny. Ty jsou axonálním transportem (cestou **tractus tuberoinfundibularis**) dopravovány do stopky hypofýzy, zde předávány do krevního oběhu a krví dopravovány do předního laloku hypofýzy, kde je druhá kapilární síť. V povodí aa. hypophysiales sup. et inf. jsou tedy zařazeny 2 kapilární sítě za sebou - podobně jako v portálním řečišti jater - proto se též mluví o hypofyzárním portálním (**hypofyzoportálním**) systému.
- Liberiny a statiny dopravené do předního laloku ovlivňují tvorbu hormonů předního laloku hypofýzy. Příkladem činnosti může být například řízení ovulačního cyklu.



Obr. 32: Krevní oběh v hypofýze

➤ **Hypothalamo-neurohypofyzární systém** = vztah hypothalamus - zadní lalok

hypofýzy:

Ncl. supraopticus a **ncl. paraventricularis** (z přední skupiny jader hypothalamu) produkuje hormony **adiuretin** (= **ADH, vazopresin**) a **oxytocin**, které jsou axonálním prouděním dopravovány do zadního laloku hypofýzy. Zde jsou „skladovány“, podle potřeby uvolňovány do krve a krví dopravovány k cílovým orgánům.

- **Adiuretin** ovlivňuje zpětné vstřebávání vody v ledvinných tubulech a tím snižuje množství moči vytvořené v ledvinách (uvolňuje se při zahuštění plazmy, které je registrováno osmoreceptory v hypothalamu, zároveň se zde vyvolá pocit žízně).
- **Oxytocin** vyvolává stahy hladké svaloviny děložní během porodu, též ejekci mléka v raném mateřství.

Mnemotechnická pomůcka: „SOVA“ (ncl. supraopticus - vazopresin)

OPHTHALMENCEPHALON = zrakový mozek

Vzniká při vývoji vychlípěním diencefala do ocnice. Výběžek je tak dlouhý, že byl historicky zařazen pod hlavové nervy s číslem II. Jde však o část CNS (důkazem je například durální obal).

Součástí oftalmencefala: **tractus opticus, chiasma opticum, nervus opticus, retina** (sítnice).

Ophthalmencephalon je součástí zrakové dráhy a zahrnuje její první 3 neurony (viz zraková dráha). A součástí zrakového mozku je **n. opticus = II. mozkový nerv**. Pojmy zraková dráha, n. II a ophthalmencephalon se tedy částečně překrývají, ale nejde o synonyma. Podrobněji viz dráha zraková, zrakové ústrojí a mozkové nervy.

SEKRETORICKÝ APARÁT DIENCEFALA

Pojem zahrnuje:

- **neurosekreční jádra hypothalamu** (viz hypothalamo-hypofyzární systém),
- **adenohypofýzu** (ačkoliv anatomicky hypofýza k mozku nenáleží),
- **corpus pineale** a
- **cirkumventrikulární orgány**.

Cirkumventrikulární orgány jsou specializovaná místa ve stěně III. komory (oblast diencefala) a IV. komory s předpokládanou sekreční funkcí.

Morfologicky se vyznačují ztluštěním endyemu a přítomností fenestrovaných kapilár. Zde je pozměněna funkce **hematolivorové bariéry**, protože tyto oblasti buď vstřebávají určité látky z likvoru nebo naopak do likvoru secernují. Ve stěně III. komory se nachází několik cirkumventrikulárních orgánů - **orgán paraventriculární, orgán subfornikální, orgán subkomisurální**, všechny jsou nepárové. Ve stěně IV. komory se nachází jediný z cirkumventrikulárních orgánů - **area postrema**.

TÉMA 5

KONCOVÝ MOZEK – TELENCEPHALON, HEMISFÉRY

Telencephalon je nejmohutnější částí lidského mozku a má zdaleka nejkomplikovanější funkci. Jako synonymum pro koncový mozek je možno akceptovat výraz „mozkové hemisféry“, nelze jej však plně ztotožnit s pojmem „mozková kůra“, protože kůra tvoří jen část telencefala.

VÝVOJ TELENCEFALA

- 1) Vyvíjí se z prosencefala jako párová postranní výchlípka - základy **hemisfér**, které rostou v podobě dvou váčků.
- 2) Mohutně rostoucími hemisférami jsou nižší oddíly mozku postupně překrývány (proto je nutné např. mezimozek studovat na řezech).
- 3) Nestejnoměrným růstem každé hemisféry (s maximem růstu frontálně, okcipitálně a temporálně) se hemisféra postupně tvaruje do podkovovitého tvaru. S ní nabývá podobného tvaru také řada struktur v jejím nitru, označovaných proto jako obloukovité struktury hemisféry – viz dále.
- 4) Hemisféra lidského mozku má v časném stadiu vývoje na svém povrchu šedou hmotu různého typu:
 - Bazálně uložený striatový hrbolek - šedá hmota nekorového typu. Striatový hrbolek je později v důsledku rychlého rozvoje kůry zatlačen z povrchu hemisféry dovnitř a vyvíjí se v **bazální ganglia**.
 - Mediálně septální oblast. Ta je v průběhu vývoje hemisféry redukována a v definitivní úpravě tvoří malou část povrchu mediální plochy hemisféry pod kalózním tělesem. Patří k ní **septum verum**, tvořené jádry, která se výjimečně nacházejí na povrchu hemisféry v oblasti gyrus paraterminalis frontálního laloku, a **septum pellucidum**, tvořené pouze glií.
 - Na dorzo-laterálním povrchu „plášť“ budoucí hemisféry: **pallium** (lat. plášť), vyvíjející se ve vrstevnatý **cortex** – kůru (oba pojmy významově splývají).
(! Pozor na záměnu pallium x pallidum)

V průběhu fylogeneze dochází u savců k rozvoji kortexu. Vývojově (fylogeneticky i ontogeneticky) stará kůra se označuje **allocortex**, vývojově mladá kůra **neocortex**. U člověka dochází během prenatalního vývoje mozku k velkému rozvoji neokortexu. Jeho expanzí jsou některé části staré kůry zatlačeny z místa své původní lokalizace na jiné místo povrchu

hemisféry (čichová kůra) nebo dokonce pod povrch hemisféry (většina limbické kůry). Rozdíl je i v mikroskopické stavbě: allocortex má 3 vrstvy, neocortex má složitější uspořádání a popisuje se v něm 6 vrstev – viz dále.

- 5) Část kůry uprostřed laterální plochy hemisféry zaostává v růstu oproti okolní kůře a od konce 3. fetálního měsíce vklesává pod úroveň okolní kůry a vyvíjí se v **insulu** (lat. insula - ostrůvek). Vkleslina je shora přerůstána okolním frontálním, parietálním a temporálním neokortexem v podobě 3 operkul (lat. operculum - víčko): **operculum frontale, parietale** (= frontoparietale), **temporale**. Operkula kůru inzuly zcela překryjí, mezi operkuly zůstane viditelná pouze rýha na laterální straně mozku - **sulcus lateralis**. Sulcus pokračuje do hloubky jako jáma - **fossa lateralis cerebri**, jejíž spodinu tvoří právě inzulární kůra.
- 6) Mozková kůra zvětšuje svoji plochu vrášeněním - na povrchu hemisféry tak vznikají **sulci** (brázdy) et **gyri** (závity; vyklenutá místa mezi brázdami).
 - Během ontogeneze lidského mozku je povrch hemisféry do konce 3. fetálního měsíce zcela hladký. Hemisféra s hladkým povrchem (bez gyrů a závitů) se označuje jako mozek lissencefalní.
 - Od konce 3. měsíce dochází k expanzi mozkové kůry a nastupuje tvorba gyrů a sulků - mozek lissencefalní se mění v mozek gyrencefalní.
 - První brázda se objevuje koncem 3. měsíce na laterální ploše hemisféry – **sulcus lateralis**, následována na mediální ploše **sulcus calcarinus a sulcus parietooccipitalis**. Laterálně v sulcus lateralis vklesá insula, která je v dalších měsících vývoje plodu přerůstána okolní kůrou (viz výše).
 - Na mozku novorozence jsou již všechny gyri a sulci vytvořeny.

POPIS HEMISFÉRY

Tvar hemisféry, plochy a póly hemisféry

- Hemisféra znamená polokoule, ve skutečnosti však má každá tvar 1/4 koule: její laterální plocha je konvexní, mediální + bazální plocha jsou téměř ploché.
- Mezi hemisférami je hluboká rýha **fissura longitudinalis cerebri** (starším názvem **fissura interhemispherica**). Do ní zasahuje duplikatura tvrdé pleny = **falx cerebri**. V hloubce pod ní jsou obě hemisféry spojeny **corpus callosum** (kalózním tělesem).
- Na každé z obou hemisfér se popisují:
 - 3 plochy: **laterální** (správně **facies superolateralis**), **mediální** a **bazální**
 - 3 póly: **frontální, okcipitální a temporální**.

- 4 laloky, jak je popisuje klasická anatomie: **frontální, parietální, okcipitální, temporální**. Jejich názvosloví odpovídá přilehlým kostem klenby lebeční. Jsou odděleny nejhlubšími brázdami.

Základní stavba hemisféry

- Šedá hmota:
 - **Cortex = pallium**: kůra na povrchu hemisféry – podrobný popis dále.
 - **Bazální ganglia**: mohutná jádra uvnitř hemisféry – podrobněji dále.
- Bílá hmota: soubor drah projekčních, komisurálních a asociačních
 - Bílá hmota pod kůrou hemisféry se dle tvaru nazývá **centrum semiovale** (= corpus medullare).
 - Na úrovni bazálních ganglií a thalamu tvoří bílá hmota uvnitř hemisféry „pouzdra“ bazálních ganglií a je jimi rozdělena ve 3 kapsuly: **capsula interna** (funkčně nejdůležitější), **capsula externa**, **capsula extrema**.

V capsula interna se popisují tyto části:

- **crus anterius** (obsahuje **tractus frontopontinus** = přední část kortikopontocerebelární dráhy a **radiationes thalamicae anteriores** = přední thalamokortikální vlákna),
- **genu** (obsahuje **tractus corticonuclearis**),
- **crus posterius** (**tractus corticospinalis**, **tr. parieto-occipito-temporopontinus** = zadní část kortikopontocerebelární dráhy, **tr. corticorubralis**, **tr. corticoreticularis**, **tr. corticotectalis**; z thalamokortikálních vláken **radiationes thalamicae centrales et post.**) a z toho se někdy ještě vyčleňují:
 - **pars retrolentiformis** a **sublentiformis** (obsahují **radiatio acustica et optica** = poslední neuron sluchové a zrakové dráhy).
- **Corpus callosum** (kalózní těleso, dále jenom CC) široce propojuje neokortex obou hemisfér a umožňuje jejich funkční koordinaci. CC je tvořeno ohromným počtem myelinizovaných nervových vláken, je nejsilnější mozkovou komisurou. Vývojovou anomálií je nedokonalý vývoj či úplná vývojová absence CC: hypogeneze a ageneze CC (viz preparáty v muzeu hradecké anatomie).
CC patří k obloukovým strukturám (viz výše). Na sagitálním řezu se popisují tyto části kalózního tělesa - zepředu dozadu: **rostrum, genu, truncus, splenium CC**.

Na horizontálním řezu vytváří CC vpředu tzv. forceps minor, vzadu forceps major.

- Další komisury telencefala:

Commissura anterior je silný svazek, naléhá na lamina terminalis 3. mozkové komory, spojuje čichové korové oblasti a kůru temporálních laloků kromě sluchové a hippokampální oblasti.

Commissura fornicis propojuje oboustranně gyrus parahippocampalis a hippokampální formaci.

- **Fornix** – obloukovitá dráha, propojující hippocampus a corpora mamillaria. Součást Papezova okruhu. Je makroskopicky patrná. Směrem zezadu na ni popisujeme tyto úseky: **crura, commissura, corpus, columnae fornicis**. Corpus fornicis je uložen pod truncus CC. Mezi columnae fornicis a genu CC je rozepjato **septum pellucidum** (viz dále). Columnae se nakonec stáčíjí dorzálně, probíhají předozadně hypothalamem a rozdělují jej na area lateralis a area medialis.

- Dutinový systém: v každé hemisféře se nachází postranní komora – **ventriculus lateralis**. Vyplněny jsou mozkomíšním mokem, který se tvoří v jejich plexus choroideus (cévnaté pleteni). Patří k obloukovitým strukturám hemisféry. Na stěně postranních komor se vyklenují některé korové struktury, zatlačené z povrchu hemisféry do hloubky: **hippocampus** a **calcar avis**. Více viz kapitola Dutiny CNS.

Mozkové laloky

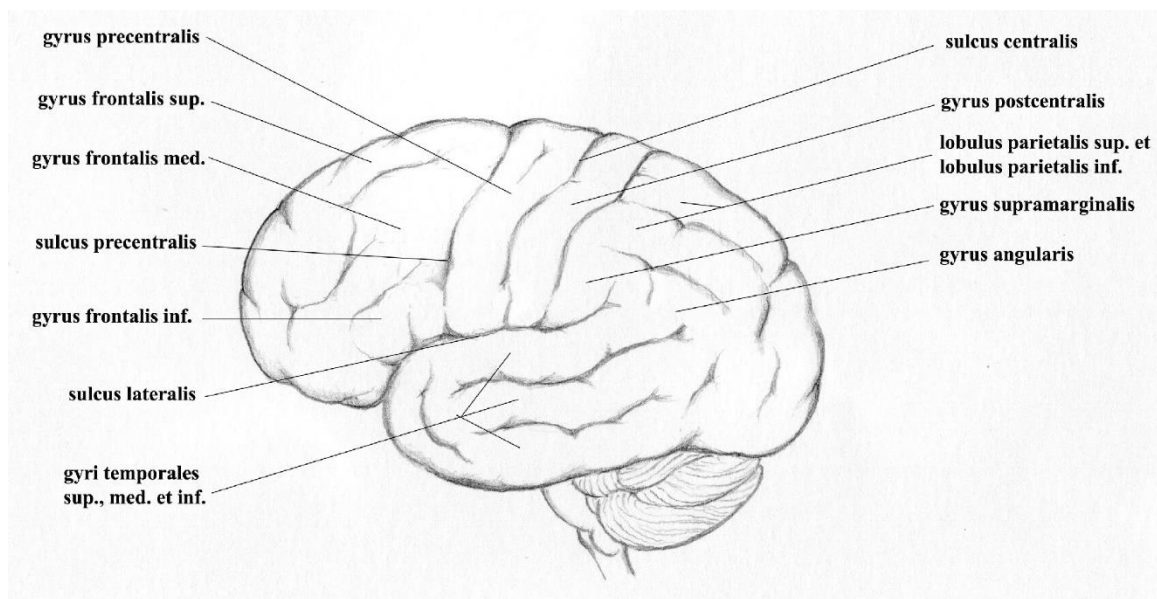
Na každé hemisféře rozeznáváme tyto **mozkové laloky**.

- **Lobus frontalis**: sahá od frontálního pólu hemisféry dozadu k sulcus centralis, kaudálně k přední části sulcus lateralis.
- **Lobus parietalis**: přední hranici tvoří sulcus centralis, zadní hranici sulcus parietooccipitalis, kaudální hranici tvoří zadní část sulcus lateralis.
- **Lobus occipitalis**: mezi sulcus parietooccipitalis a okcipitálním pólem hemisféry, ventrokaudálně sahá k incisura preoccipitalis.
- **Lobus temporalis**: kaudálně od sulcus lateralis. Od okcipitálního laloku jej odděluje incisura preoccipitalis, v dorzální části přechází směrem nahoru v lobus parietalis.

Všechny tyto laloky lze spatřit při laterálním pohledu na hemisféry i z mediálního pohledu na mediální řez mozkiem. Mimo tyto klasicky uváděné laloky hemisfér se v některé literatuře vyskytují další dva pojmy:

- **Lobus insularis:** považuje se za 5. mozkový lalok; jako jediný netvoří povrch hemisféry. Je ponořen pod povrchem laterální plochy hemisféry: shora ho překrývají operkula, s povrchem hemisféry komunikuje prostřednictvím sulcus lateralis.
- „**Lobus limbicus**“: spíše funkční pojem – jde o kůru funkčně zařazenou do limbického systému. Zaujímá část mediální plochy hemisféry. Má tvar „límce“ (lat. limbus = límec), obkružujícího corpus callosum. Zdola ho vymezuje sulcus corporis callosi, shora sulcus cinguli a sulcus collateralis. Limbická kůra je součástí ostatních laloků, nejde tedy o skutečný, šestý lalok.

Popis gyrifikace mozku



Obr. 33: Laterální plocha hemisféry - nejdůležitější sulci et gyri

Laterální plocha hemisféry - nejdůležitější sulci et gyri:

❖ Sulci:

- **Sulcus centralis** (= **sulcus Rolandi**): téměř svisle probíhající žlábek tvoří hranici mezi frontálním a parietálním lalokem. Před ním ve frontálním laloku je souběžný **sulcus precentralis**, za ním v parietálním laloku je souběžný **sulcus postcentralis**.

Všechny 3 brázdy zasahují částečně také na mediální plochu hemisféry.

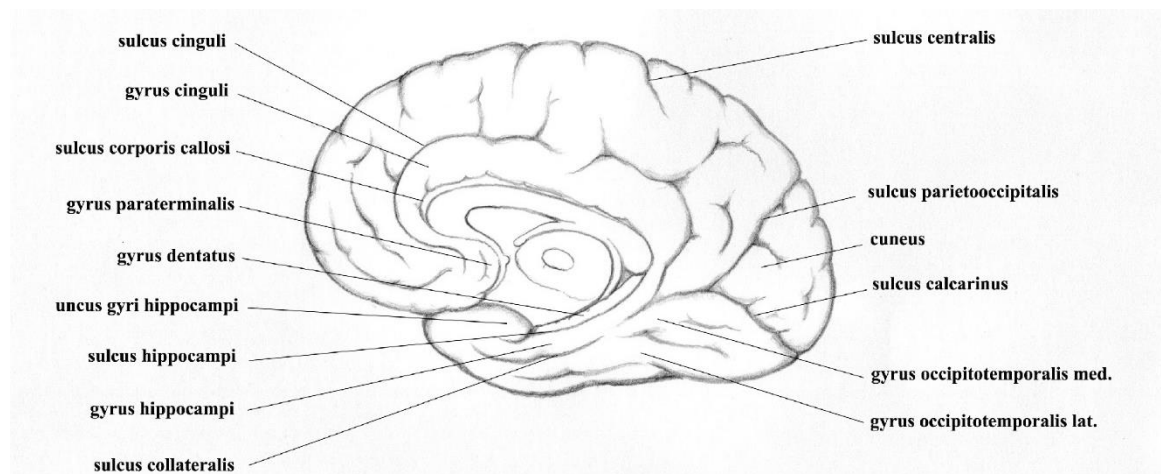
Oba přilehlé záhyby patří mezi funkčně nejdůležitější - viz primární korová centra.

- Brázdy frontálního laloku: **sulcus precentralis** (viz předchozí), **sulcus frontalis superior et inferior** rostrálně od předešlého - mají téměř horizontální průběh

- Brázdy parietálního laloku: kromě již jmenovaného **sulcus postcentralis**, **sulcus intraparietalis** - uložen za sulcus postcentralis, má téměř horizontální průběh
- Brázdy temporálního laloku: **sulcus temporalis superior et inferior**: kaudálně od sulcus lateralis, s ním souběžné, téměř horizontálně orientované
- **Sulcus lateralis** (starším názvem **fissura lateralis cerebri**, **fissura Sylvii**). Je vstupem do **fossa lateralis cerebri** a přístupovou cestou k inzule. Má téměř horizontální průběh. Jeho přední část tvoří hranici mezi frontálním / temporálním lalokem, jeho zadní část hranici mezi parietálním / temporálním lalokem.
- Insula je obkroužena **sulcus circularis insulae**

❖ Gyri:

- Závity frontálního laloku
 - **Gyrus precentralis**: závit mezi sulcus centralis a precentralis.
 - **Gyri frontales superior, medius, inferior**. Všechny tři leží rostrálně od sulcus precentralis, mezi sulci frontales. Jsou téměř horizontálně orientované a vzájemně rovnoběžné. Směřují od frontálního pólu hemisféry k sulcus precentralis.
- Závity parietálního laloku:
 - **Gyrus postcentralis**: závit parietálního laloku mezi sulcus centralis a postcentralis.
 - **Gyrus supramarginalis**: závit tvaru podkovy, který obkružuje zadní okraj sulcus lateralis. Patří k parietálnímu laloku.
 - **Gyrus angularis**: gyrus parietálního laloku dorzálně od předešlého, obkružuje zadní okraj sulcus temporalis superior. Má rovněž tvar podkovy.
 - **Lobulus parietalis superior et inferior** - nad a pod sulcus intraparietalis
- Závity temporálního laloku
 - **Gyri temporales - superior, medius, inferior**. Leží kaudálně od sulcus lateralis, mezi sulci temporales.
 - Na horní ploše gyrus temporalis superior (prakticky v operkulu) jsou **gyri temporales transversi** = skupinka drobných napříč orientovaných závitů, Přední z nich je funkčně důležitý **Heschlův závit**.
- Závity inzulární kůry - gyrus longus et gyri breves insulae. Tvoří spodinu fossa lateralis cerebri a při pitvě mozku je lze zpřístupnit rozevřením sulcus lateralis do stran nebo odříznutím operkul.



Obr. 34: Závity a brázdy mediální plochy pravé hemisféry.

Mediální plocha hemisféry - nejdůležitější sulci et gyri:

❖ Sulci:

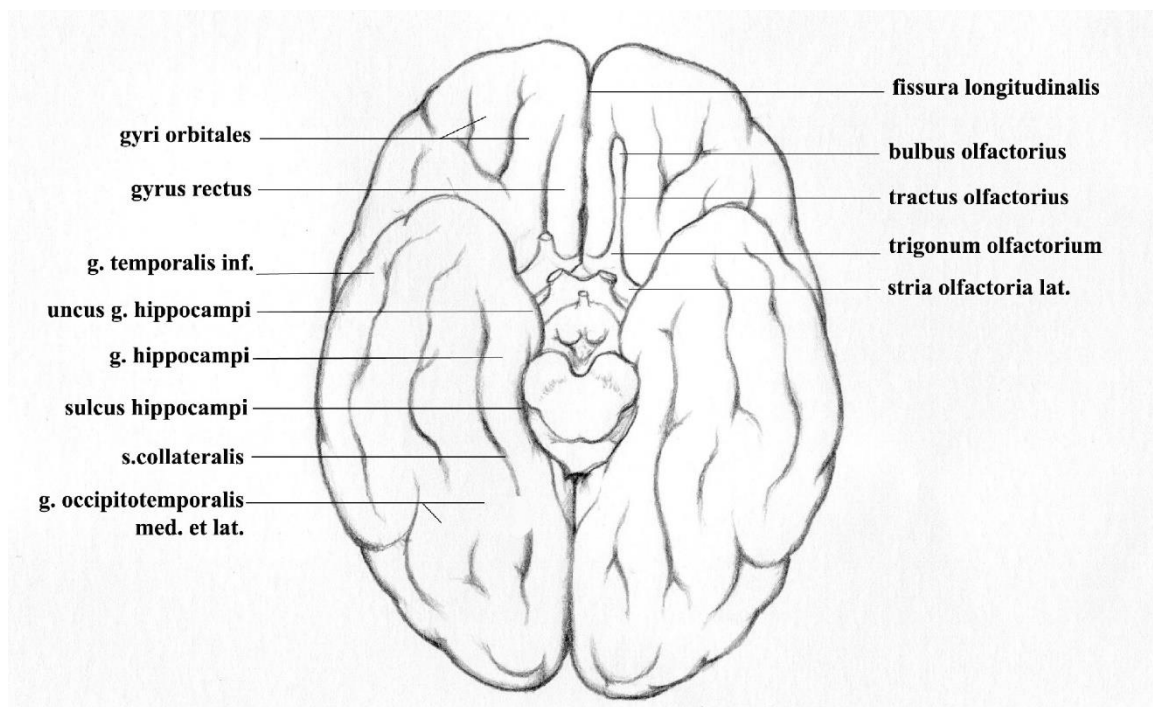
- **Sulcus corporis callosi:** obloukovitá brázda obkružující kalózní těleso.
- **Sulcus cinguli:** Nad sulcus corporis callosi, souběžný s ním.
- **Sulcus hippocampi:** V pokračování sulcus corporis callosi pod úrovní diencefala. Vtlačuje do hloubky mediální plochy hemisféry část archikortexu, která se pak vyklenuje proti temporálnímu rohu postranní komory jako **hippocampus**.
- **Sulcus collateralis:** kaudálně od sulcus hippocampi.
- **Sulcus rhinalis:** v rostrálním pokračování sulcus collateralis.
Výše jmenované brázdy vymezují podkovovitý „lobus limbicus“.
- **Sulcus calcarinus a sulcus parietooccipitalis:** oba při zadním pólu mediální plochy hemisféry. Vzájemně konvergují od zadního pólu a stýkají se na mediální ploše hemisféry, čímž vymezují okrsek okcipitální kůry tvaru „V“ zvaný **cuneus** (viz gyri). Kůra v hloubi sulcus calcarinus se vyklenuje proti stěně zadního rohu postranní komory jako **calcar avis** (doslovně „ptačí ostruha“).

❖ Gyri:

- **Gyrus cinguli:** přilehlý shora ke corpus callosum a paralelní s ním, mezi sulcus corporis callosi a s. cinguli, obloukovitý tvar.
- **Gyrus parahippocampalis:** v pokračování předešlého závitu, kaudálně od struktur diencefala viditelných na mediální ploše. Jeho přední část se nazývá **uncus**.

- **Gyrus dentatus:** tenký, příčně vroubkovaný gyrus (odtud název - lat. dentatus = zubatý) patrný nad sulcus hippocampi po jeho rozevření. Součást tzv. hipokampální formace.
- **Area subcallosa:** bazálně pod rostrum corporis callosi (dorzálně pokračuje v gyrus cinguli)
- **Cuneus:** trojúhelníkovitý okrsek okcipitální kůry ohraničený sulcus parietooccipitalis a sulcus calcarinus
- **Gyrus occipito-temporalis medialis et lateralis:** zevně od sulcus collateralis
- **Gyrus paraterminalis:** kaudálně od septum pellucidum. Není tvořen kůrou, ale septálními jádry a představuje povrch **septum verum** (viz vývoj ↑, také viz septální oblast hemisféry ↓).

Na mediální plochu hemisféry zasahují částečně z její zevní plochy: **sulcus centralis**, **gyrus pre- a postcentralis** (pro tuto oblast na mediální ploše se někdy používá pojem lobulus paracentralis) a **gyrus frontalis superior**.



Obr. 35: Pohled na bazální plochu mozku po odstranění kmene a mozečku.

Bazální plocha hemisféry - nejdůležitější gyri:

❖ Gyri

- **Gyri orbitales:** skupina gyrů na spodní ploše frontálního laloku podmiňujících impressiones gyrorum v přední jámě lební
- **Gyrus rectus:** delší gyrus mediálně od bulbus et tractus olfactorius, paralelní s nimi. Patří též k frontálnímu laloku.

- Struktury **rhinencefala** (čichového mozku): **bulbus et tractus olfactorius, striae olfactoriae, trigonum olfactorium** – viz dále čichová kůra.

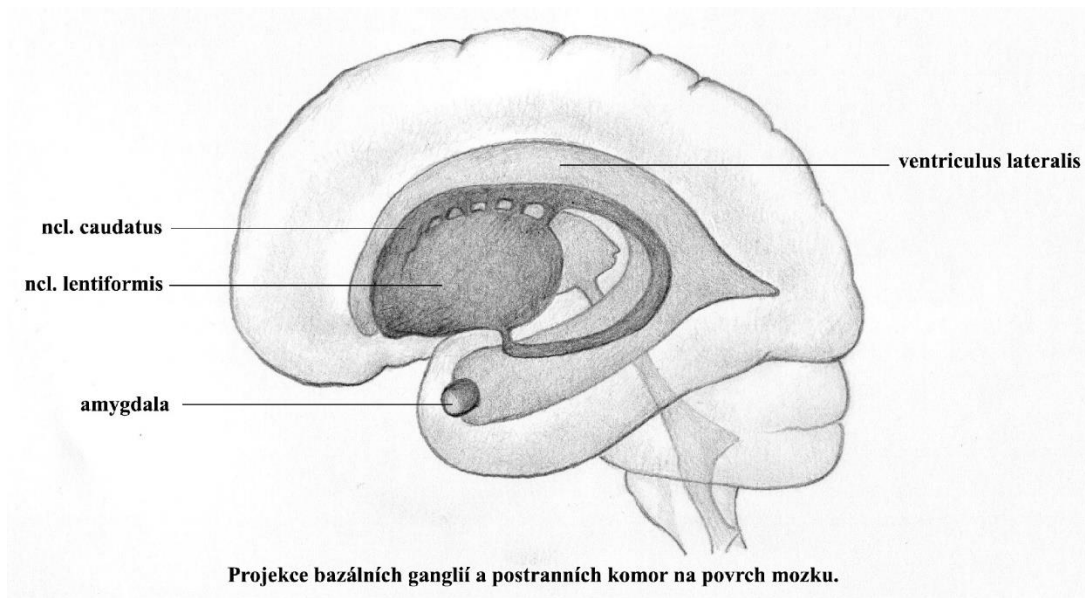
Při pohledu na bazální plochu hemisféry jsou vidět také gyri na spodní ploše temporálního laloku, obvykle popisované v rámci facies medialis (viz ↑): **gyrus temporalis inferior, gyrus occipito-temporalis medialis et lateralis, gyrus parahippocampalis**.

Topografické a klinické poznámky:

Spodní plocha temporálního laloku leží na os temporale, což umožňuje přestup infekce ze středního ucha do mozku a možnost vzniku temporálního abscesu.

Při edému mozku může uncus vyhrěznout přes incisura tentorii a být společně s kmenem mozkovým v incisura tentorii tuhým okrajem tentoria utlačen.

BAZÁLNÍ GANGLIA

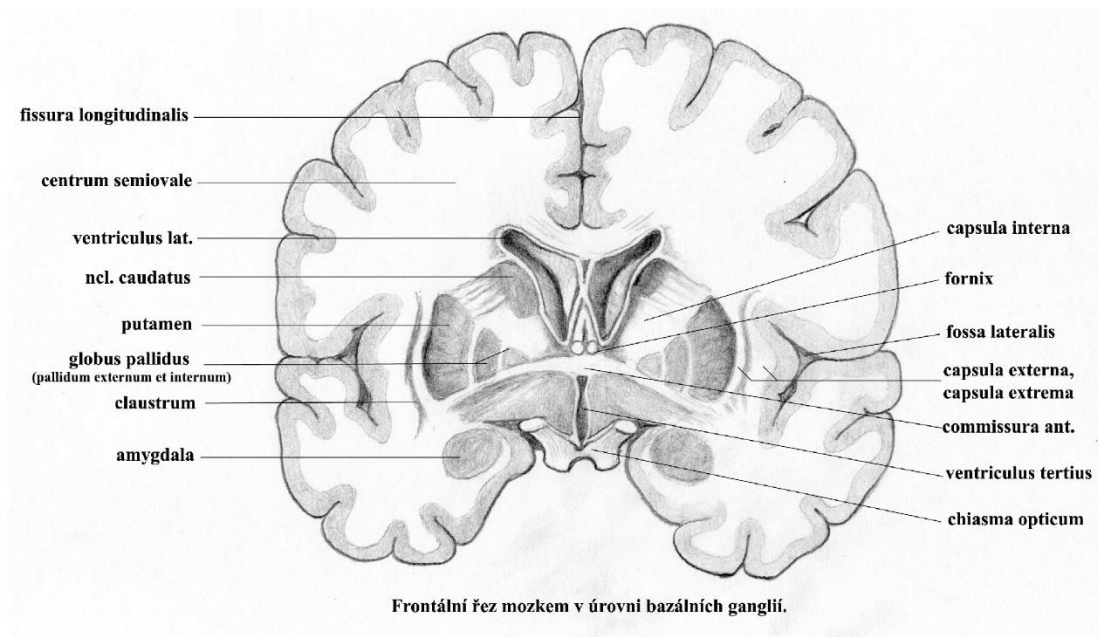


Obr. 36.

Definice

Nuclei basales (bazální ganglia, dále **BG**) jsou objemná párová jádra šedé hmoty v hloubi hemisféry. V českém jazyce jde o názvoslovnou výjimku, jinak je pojem nervová ganglia vyhrazen pro nakupeniny těl neuronů mimo CNS (senzitivní, senzoričká a vegetativní ganglia nervová).

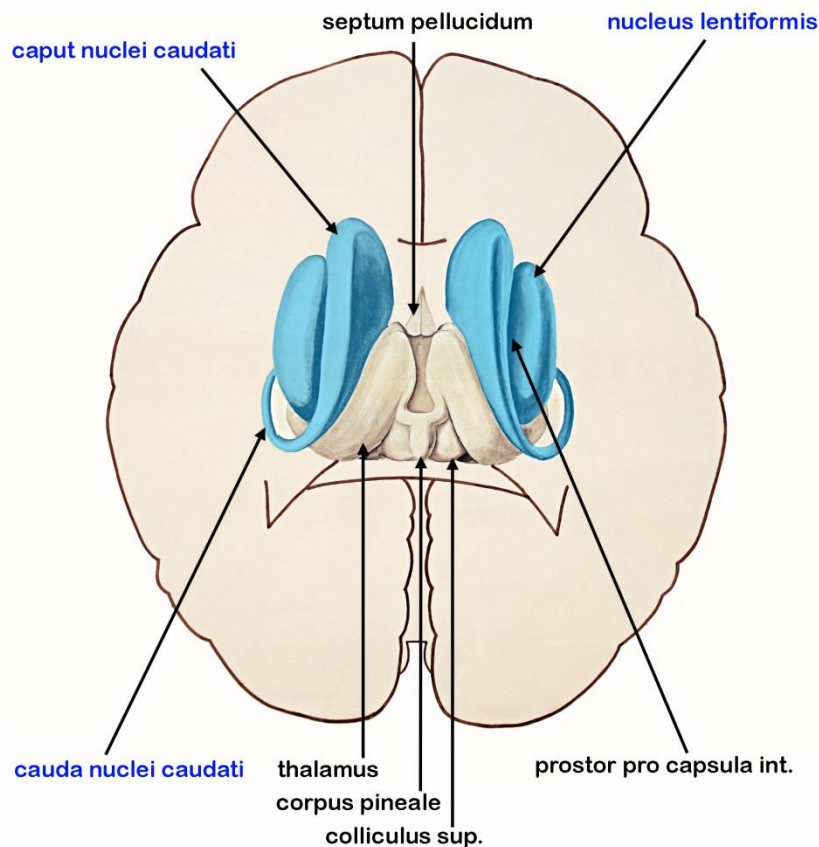
BG mají složitou morfologii a topografické vztahy vůči sobě navzájem i k okolním útvarům hemisféry: k dutinovému systému, kalóznímu tělesu, septum pellucidum, kapsulám bílé hmoty. Pochopení topografie BG vyžaduje dobrou prostorovou představivost, proto je třeba identifikovat je a studovat na mozkových řezech.



Obr. 37.

Vývoj BG

- Původ BG je dvojitý:
 - Větší část BG vzniká ze striatového hrbolku vyvíjejícího se **telencefala**.
 - Část BG se vyvíjí se ze somatomotorické zóny bazální ploténky **diencefala**.
- V průběhu rozvoje kůry mozkové prorůstaly projekční dráhy do kůry (a zpět) skrze **striatum** a vytvořily tak uvnitř hemisféry strukturu bílé hmoty zvanou **capsula interna** (vnitřní pouzdro, dále CI). CI rozdělila původně jednotné striatum na dvě části: **nucleus caudatus** (ležící mediálněji) a **putamen** (ležící laterálněji).
 Pozůstatky jednotného striata jsou u lidského mozku viditelné uvnitř bílé hmoty CI (především na frontálních řezech) jako šedé žíhání - striae šedé hmoty (lat. stria = proužek).
 Naproti tomu např. potkan (často používané laboratorní zvíře) nemá striatum rozděleno.
- Vznik **CI** vede dále k přemístění **globus pallidus** a **substantia nigra** z místa jejich původního uložení v diencefalu:
 - **Globus pallidus** se „odtrhne“ od diencefala, přesune dovnitř hemisféry a přiloží z mediální strany těsně k putamen.
 - **Putamen + globus pallidus** takto vytvoří společné jádro - **nucleus lentiformis**, jádro čočkovité (lat. lens = čočka).
 - **Substantia nigra** je odsunuta až do kmene mozkového a stává se jádrem středního mozku.



Obr. 38: Bazální ganglia – pohled shora

Výčet a dělení BG

Klasicky se k BG řadí:

- **Nucleus caudatus** (dále **NC**) – jádro ocasaté

Patří k obloukovitým strukturám hemisféry – viz dále. Má tyto části (jmenovány zepředu dozadu): **caput** (nejširší část), **corpus** (střední část v sousedství thalamu), **cauda** (nejužší část).

Jako všechny obloukové struktury je zachyceno v některých horizontálních a frontálních řezech mozkem 2x: v témže řezu současně průřez hlavou i ocasem NC.

- **Putamen** (lat. putamen - skořápka)

Původně tvořil jednotu s NC, ve funkční anatomii se obě označují souborně jako **striatum**.

- **Globus pallidus** (zkráceně **pallidum**) (lat. pallidus - bledý)

Je diencefalického původu, spolu s laterálně uloženým putamen vytváří **nucleus lentiformis**.

Na nativních i barvených mozkových řezech je světlejší než putamen. Od putamen je odděleno jen tenkou vrstvičkou bílé hmoty – lamina medullaris lateralis. Samotné pallidum je ještě rozděleno podobnou,

souběžnou vrstvičkou (lamina medullaris medialis) na pallidum externum a pallidum internum. !Pozor, bílá hmota v thalamu má stejné názvosloví, nejedná se ale o totožné útvary.

➤ **Clastrum** (lat. claustrum - závora, hranice)

Leží pod spodinou inzuly, od níž jej odděluje capsula extrema.

Funkce jádra není zcela objasněna, jeho spoje odpovídají částečně BG, částečně asociační kůře.

Na horizontálním řezu hemisférou v úrovni BG se jeví jako proužek šedé hmoty mezi **capsula externa a extrema**, souběžně s kůrou inzuly, navnitř od ní.

➤ **Corpus amygdaloideum** (zkráceně **amygdala**) – (řecky amygdalé = mandle).

Jedná se o skupinu jader. Dotýká se povrchu hemisféry na „špičce“ temporálního laloku, bazálně pod hlavou NC a rostrálně od hippokampu.

➤ **Nucleus basalis (Meynerti):**

Leží uvnitř hemisféry bazálně od pallida.

Ncl. basalis lokálně souvisí s oblastmi pojmenovanými: substantia innominata, amygdala extenta (extended amygdala), ncl. striae terminalis (bed nucleus of stria terminalis). Jedná se o ostrůvky buněk mezi striatem, amygdalou a paleokortexem, kterým se přisuzují funkce podobného druhu jako má amygdala a septum verum - motivace a odměna, strach a obrana, apod. Jejich přesná klasifikace a funkce je v současnosti předmětem intenzivního výzkumu.

➤ **Nucleus accumbens** („striatum ventrale“) – bazálně pod caput nc. caudati. Funkčně vázáno na limbický systém (např. smích).

Vývojově a funkčně lze k BG řadit také:

➤ **Nucleus subthalamicus (Luysi):** (viz subthalamus, spoje s pallidem) a

➤ **substantia nigra** (viz mesencephalon): její neurony produkují dopamin, který je axonálním transportem dopravován do striata

Pojmy archistriatum, paleostriatum, neostriatum

Pojmy respektují různé vývojové stáří různých BG: stejný princip jako při vývojovém dělení kůry mozkové na paleo-, archi-, neokortex nebo mozečku na archi-, paleo-, neocerebellum:

➤ k **neostriatu** náleží **NC + putamen**

➤ k **paleostriatu** náleží **pallidum**

➤ k **archistriatu** náleží **amygdala**

Funkční zařazení BG

Většina BG má funkci **motorickou** a řadí se k **extrapyramidovému systému**.

- K motorickým BG náleží: **striatum, pallidum**, s vývojovým a funkčním přiřazením **nucleus subthalamicus** a **substantia nigra**.

Funkce motorických BG:

- vybírají z asociační kůry uložené pohybové vzorce,
 - řídí motorické inhibiční a excitační děje při volních pohybech,
 - automatizují stereotypní pohybové úkony,
 - hrubě nastavují svalový tonus při pohybu
- **Corpus amygdaloideum** je podkorovou strukturou limbického systému.
Limbický systém - funkční systém složený z korových i nekorových šedých struktur, zabezpečující emoce, sexuální chování, paměť. Podrobněji později.
- **Nucleus basalis (Meynerti)** je cholinergním jádrem - stejně jako septum verum a některá jádra RF. Acetylcholin produkovaný jeho neurony je axoplazmatickým tokem dopravován do neuronů kůry mozkové a je nezbytný pro jejich funkci.

Spoje BG

- Klinicky důležité spoje BG jsou součástí buď extrapyramidového motorického systému, nebo limbického systému.
- V aferentních i eferentních spojích BG se pohybuje řada neurotransmiterů tlumivých (inhibičních) i budivých (excitačních): např. **GABA** (inhibiční), **dopamin** (inhibiční), **glutamát** (excitační), **aspartát** (excitační), **glycin** (inhibiční), **serotonin**, **acetylcholin**. Spoje BG jsou tedy chemicky specifikovány např. jako gabaergní, dopaminergní, či cholinergní.
- Mnoho spojů BG má charakter okruhů.
Nervový okruh je funkční řetězec drah, který začíná v určitém útvaru šedé hmoty a po přepojení v jiných strukturách se opět do výchozí struktury vrací. Nejjednodušší okruhy jsou 2-neuronové a oběma směry propojují 2 různé šedé struktury. Řada okruhů je víceneuronových.
- **Okruh kortiko-striato-pallido-thalamo-kortikální** - tzv. hlavní okruh BG.
Výchozí i cílovou strukturou okruhu je motorická kůra. Víceneuronový okruh propojuje motorickou kůru – putamen a ncl. caudatus – pallidum – nucleus ventralis anterior thalami – motorickou kůru.
V okruhu dochází k doladění plánu volního pohybu před jeho vlastním provedením. Plán pohybu vytváří sekundární motorická kůra a provádí jej primární motorická kůra. Naproti tomu v mozečkovém okruhu se plán volního pohybu, vytvářený motorickou kůrou, průběžně opravuje.
V okruhu se pohybuje několik neurotransmiterů: v části kortiko-striatální glutamát, v části striato-pallidové a pallido-thalamické GABA, v části thalamo-kortikální mediátory glutamát a aspartát.

- **Okruh nigro-striato-nigrální:**

Dvouneuronový okruh propojuje oběma směry substantia nigra a striatum. V nigro-striatální části okruhu se pohybuje neurotransmitter dopamin, ve striato-nigrální části okruhu GABA.

Degenerace substantia nigra s nedostatkem dopaminu má za následek Parkinsonovu chorobu – viz dále.

- **Spoje do RF** (z pallida přímo, ze striata přes sbst. nigra) + navazující retikulospinální dráha – k ovlivnění svalového tonu.
- **Oboustranné spoje pallidum – ncl. subthalamicus**
- **Spoje amygdaly**
 - nejdůležitější aferent: kůra mozková (frontální neokortex), tzv. čichový mozek (viz dále)
 - nejdůležitější eferent: hypothalamus jak cestou tzv. ventrálního svazku, tak obloukovitě cestou stria terminalis

Příznaky poškození BG

Poškození BG (a jejich spojů) a s ním sdružená snížená tvorba příslušných neurotransmitterů a jejich následný nedostatek v cílových strukturách vyvolává charakteristické příznaky:

- **Při poškození amygdaly**, která je strukturou limbického systému, vznikají poruchy emoční:
 - při dráždění amygdaly nastupují u člověka pocity strachu, deprese, až sebevražedné tendence,
 - při destrukci amygdaly ztráta pocitu strachu před hrozícím nebezpečím, u člověka nastupují též poruchy paměti.
- **Při poškození nucleus basalis** dochází k nedostatku acetylcholinu (ACh) v kůře, kam je ACh dopravován. Nedostatek ACh v kůře mozkové je hlavní příčinou Alzheimerovy choroby - rychle postupující presenilní demence (nastupuje v poměrně mladém věku, nikoli v pozdním stáří) s výrazným úbytkem intelektových schopností.
- **Při poškození motorických BG** vzniká extrapyramidová symptomatologie, která je charakterizována:
 - poruchami tonu svalového
 - poruchami mimovolní hybnosti, které narušují volní hybnost:
 - mimovolními pohyby - extrapyramidovými hyperkinézami
 - nebo naopak pohybovou chudostí

Příznaky se vyskytují v kombinaci **extrapyramidová hypertonie-hypokinézy** nebo naopak **extrapyramidová hypotonie-hyperkinézy**. Při poškození extrapyramidového systému však nejde o poruchy volní hybnosti jako u poškození pyramidového systému.

- Příklad hypertonicko-hypokinetického syndromu:
Parkinsonova choroba je název pro degeneraci substantia nigra. Chybí tlumivý vliv dopaminu na neurony striata. Vznikají typické příznaky: zvýšení tonu svalového, pohybová chudost (tvář bez mimiky, šouravá chůze o malých krůčcích), třes. Nemoc lze léčit podáváním prekurzorů dopaminu (dopamin podávat nelze, poněvadž neprochází hemato-encefalickou bariérou).
- Příklad hypotonicko-hyperkinetického syndromu:
Chorea (lat. chorea = tanec). Jedná se o mimovolní rychlé pohyby. Chorea se vyskytuje ve 2 formách: jako Huntingtonova chorea, což je dědičné onemocnění, spočívající v degeneraci neuronů striata, nebo jako tzv. tanec sv. Víta, kde k poškození striata docházelo u dětí po neléčených angínách.

SEPTÁLNÍ OBLAST HEMISFÉRY

Zahrnuje **septum pellucidum** a tzv. **septum verum**, což je starý souhrnný název pro oblast septálních jader (**nuclei septales**) na mediálním povrchu hemisféry. Obě části se stavebně i funkčně výrazně liší:

- **Septum pellucidum** je párová sagitálně postavená gliová lamela bez neuronů. Shora ji ohraničuje kalózní těleso, zdola fornix. Mezi gliovými ploténkami septa obou hemisfér je štěrbinovitá dutinka = **cavum septi pellucidi** – vzniká rozestupem, nejde o komoru a nenachází se zde likvor.
- **Septum verum**: Šedá hmota na povrchu mediální plochy obou hemisfér pod rostrum corporis callosi, kde vytváří tzv. **gyrus paraterminalis**. POZOR - šedá hmota tohoto gyru není tvořena kůrou (nemá vrstevnaté uspořádání), ale **septálními jádry**.

Funkční charakteristika:

- Septální jádra produkují neurotransmitter **acetylcholin**, podobně jako ncl. basalis (viz výše).
- V septum verum vznikají libé pocity spokojenosti a euforie, např. při „odměně“. V experimentu preferuje pokusné zvíře elektrické dráždění septa před příjmem potravy.
- Septum verum je úzce spojeno s čichovou drahou a limbickým systémem, tedy podobně jako amygdala.

CORTEX CEREBRI - KŮRA MOZKOVÁ (= pallium, plášť hemisféry)

Představuje nejvyšší etáž CNS – etáž korovou. U lidského druhu došlo během vývoje ke kortikalizaci funkcí. V hierarchii kůry lidského mozku stojí nejvýše mladá kůra hemisféry - **neokortex**, z něj přitom **asociační kůra**, která je nadřazena **kůře primární** (viz dále).

- tloušťka kůry činí 2-4 mm;
- kůra lidského mozku zaujímá plochu 2 500 cm², této plochy je dosaženo gyrifikací hemisféry. Volný povrch závitů mozkových tvoří pouze 1/3 plochy kůry, 2/3 jsou skryty mezi brázdami.
- hmotnost kůry činí 600 g: z toho 15 miliard korových neuronů má hmotnost 180 g, větší část - 420 g - připadá na glii + cévy.
- kůru lze znázornit na CT i MRI na řezech.

Vývojové dělení kůry mozkové

➤ **Allocortex:** tvoří 5% plochy kůry

Fylogeneticky stará kůra tvořená 3 vrstvami buněk. Prostřední vrstvu tvoří **pyramidové neurony**, které jsou hlavními eferenty paleokortexu. Zbývající 2 vrstvy jsou tvořeny interneurony. Allocortex se dle vývojového stáří dělí na:

- **Paleocortex** – paleopallium – čichová kůra (funkční pojem, velmi často používaný)

U člověka tvoří 1% kůry. Je v průběhu expanze neokortexu lidského mozku zatlačena z místa své původní lokalizace na laterální ploše hemisféry na její bázi a zmenšena svým rozsahem.

- **Archicortex** – archipallium - limbická kůra

U člověka 4% kůry. Původně uložená na dorzální ploše hemisféry, u lidského mozku je neokortexem zatlačena na mediální plochu hemisféry a její většina dokonce pod povrch mediální plochy hemisféry.

Na rozdíl od čichové kůry se archicortex za vývoje neredukuje, naopak se jeho plocha u lidského mozku zvětšuje, i když podstatně méně než plocha neokortexu.

➤ **Neocortex - neopallium (isocortex):** tvoří 90% plochy kůry lidského mozku.

Fylogeneticky mladá kůra: její vývoj začíná u plazů, většího rozvoje doznává teprve u savců, nejvyššího rozvoje u člověka.

Má **6 vrstev buněk**.

➤ **Mesocortex (5% kůry)**

Přechodná kůra v místech přechodu allocortexu v neokortex - nese některé znaky allocortexu, jiné neokortexu.

Patří k ní:

- **peripaleocortex: prepiriformní kůra** (název dle tzv. lobus piriformis některých savců), je v blízkosti spodiny inzuly, laterálně přiléhá k čichové kůře
- **periarchicortex: area subcallosa**, část **gyrus cinguli**, **entorhinální kůra** (na vnitřní ploše gyrus parahippocampalis), částečně přiléhá k limbické kůře

!! Vývojová řada paleo- → archi- → neokortex neodpovídá názvosloví vývoje mozečku (archi- → paleo- → neocerebellum)

Paleocortex - čichová kůra a rhinencephalon - čichový mozek

Oba uvedené názvy se překrývají a lze je zaměňovat. Pod pojmem paleokortex se uvádějí i útvary, které za vývoje změnilly nebo ztratily korový charakter. U člověka jako tvora se špatně vyvinutým čichem má čichová kůra nepatrný rozsah. Čichový orgán je u dvounožce člověka značně vzdálen od země a jejích pachů a během vývoje proto přestal být tak důležitým smyslem, jakým je u čtvernožců. Všechny morfologické útvary související s čichem - regio olfactoria sliznice nosní, struktury rhinencefala, čichové komisury - jsou u člověka oproti jiným savcům redukovány.

Části **čichového mozku** (vše párové):

- **bulbus olfactorius**: V něm uloženy **mitrální buňky**, s jejichž dendrity jsou v kontaktu **fila olfactoria** = svazky axonů primárních smyslových buněk čichové části nosní sliznice. Tyto axodendritické synapse = **glomeruli olfactorii**.
- **tractus olfactorius** je tvořen axony mitrálních buněk (jde tedy převážně o bílou hmotu).
- **striae olfactoriae** (med. et lat.). Tvoří pokračování tractus olfactorius a stejně jako on jsou tvořeny bílou hmotou.
- **trigonum olfactorium**: malý trojúhelníkový okrsek v místě rozdělení strií.
- **substantia perforata anterior**: okrsek kůry dorzálně od trigona, perforovaný průchodem krevních cév. Spolu s následujícím představuje primární čichovou korovou oblast.
- část **uncus**

Archicortex - limbická kůra

Během vývoje zatlačena z mediální plochy hemisféry do hloubky proti postranní komoře. Limbická kůra má 3 vrstvy. Jednou z vrstev jsou pyramidové neurony, které jsou neurony projekčními: jejich axony vystupují ven z kůry hipokampu cestou fornixu.

Části limbické kůry:

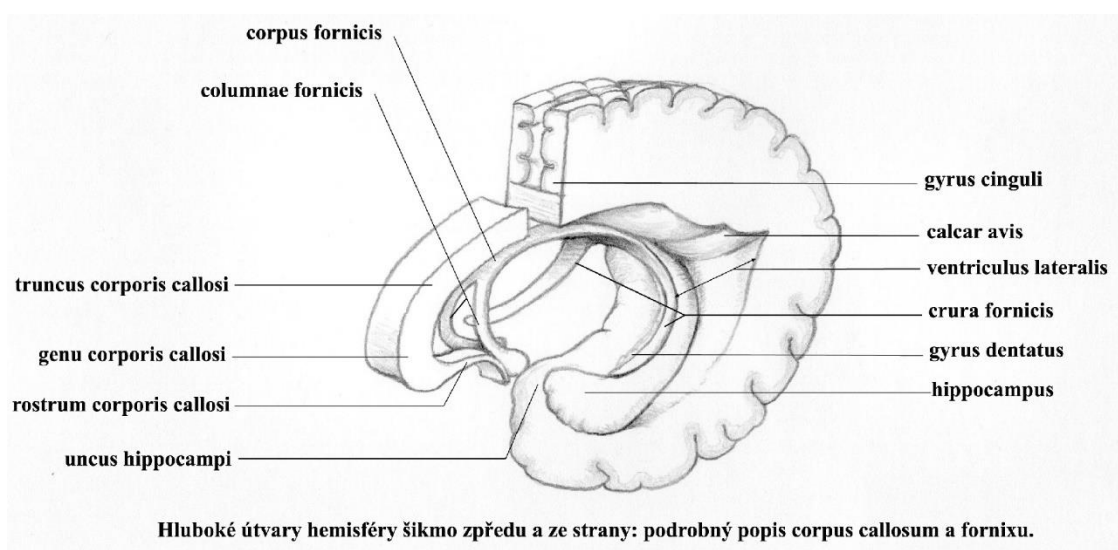
- Největší plochu zabírá **hipokampální formace** (hippocampus v širším smyslu), pod povrchem mediální plochy temporálního laloku. Má následující 3 součásti:

- **Hippocampus** („vlastní“ hippocampus): vyklenutí části gyrus parahippocampalis dovnitř postranní komory. Název odvozen z podoby s mořským koníkem v 3D prostoru (lat. hippocampus – mořský koník). Starším synonymem je **cornu Ammonis**: název vychází z podoby s beraním rohem (Ammon-Ra – staroegyptský bůh slunce s beraní hlavou). Při pohledu z nitra komory však připomíná tvarem spíš tlapu zvířete, a proto se při popisu jeho vnitřního povrchu používají pojmy **pes hippocampi** et **digitationes hippocampi** (lat. pes = noha).
 - **Gyrus dentatus** – jeho část je vidět na mediální ploše hemisféry nad sulcus hippocampi (viz popis mediální plochy hemisféry).
 - **Subiculum**: část gyrus parahippocampalis, která je ve styku s gyrus dentatus (lat. subiculum – podložka). Přechází na mediální ploše hemisféry do periarchicortexu.
- Rudimenty archikortexu uložené na povrchu mediální plochy hemisféry před a nad corpus callosum jako **taenia tecta**, **indusium griseum corporis callosi**, **striae longitudinales**

Soubor axonů pyramidových buněk hipokampu vytváří postupně tyto makroskopicky patrné útvary bílé hmoty:

- **alveus hippocampi** – „povlak“ na horní ploše hipokampu, zřetelný na řezech
- **fimbria hippocampi** – navazující útvar směrem dozadu, vytvoření řasy na hipokampu
- **fornix** – dorzálně od hipokampu, obloukem do corpora mamillaria. Dle průběhu se dělí na úseky, které byly zmíněny již výše: **crura**, **commisura**, **corpus**, **columnae fornicis**.

Funkčně je archicortex součástí limbického systému (viz Nervové dráhy, limbický systém).



Obr. 39.

Neocortex - morfologické charakteristiky

Neocortex je morfoloicky i funkčně nejsložitěji uspořádaná kůra.

Základní stavební plán: 6 vrstev buněk nad sebou: vrstvy se číslují s povrchu do hloubky římskými číslicemi **I–VI** (každá z vrstev má také název: např. vrstva III = zevní pyramidová vrstva, vrstva V = vnitřní pyramidová vrstva).

Základními buněčnými elementy jsou **buňky pyramidové** a **buňky zrnité (granulární)**.

Pyramidové neurony (jde o projekční korové neurony – axony opouštějí kůru) se nacházejí ve vrstvě III + V, zrnité neurony (interneurony) ve vrstvě II + IV.

Podle buněčného složení se neocortex obecně dělí na:

- **Homotypický neokortex** - oblasti neokortexu, kde je dobře vyvinuto všech 6 korových vrstev
- **Heterotypický neokortex** – oblasti neokortexu, kde jsou vrstvy kůry vyvinuty nerovnoměrně:
 - **Granulární neokortex**, který má dobře vytvořeny pouze vrstvy granulární (vrstva II, IV). Funkčně jsou to senzitivní a senzorigké korové oblasti.
 - **Agranulární neokortex**, který má dobře vyvinuty pouze vrstvy pyramidové (vrstva III, V). Zahrnuje motorické korové oblasti.

Další detailní odlišnosti spočívají v tloušťce neokortexu, buněčné stavbě, uspořádání a myelinizaci nervových vláken jeho neuronů, v produkovaných mediátorech a ve vaskularizaci. Z toho vyplývají různá kritéria dělení celého kortexu, z nichž nejužívanější je buněčná stavba – cytoarchitektonika – viz další odstavec.

Další dělení kůry:

- Cytoarchitektonika – pojem označuje buněčnou stavbu kůry. Dle tohoto kritéria byly sestaveny cytoarchitektonické mapy. Nejznámější, dodnes používaná je cytoarchitektonická mapa Brodmannova (z r. 1907): Dle buněčné stavby rozdělil Brodmann mozkovou kůru (neo- i alokortikální) na 11 oblastí – regií. Na základě jemnějších cytologických rozdílů jsou v každém regiu vyčleněny menší okrsky - **Brodmannovy areae**, dále jenom BA. Celkem jich je 52 (číslovány arabskými číslicemi), ale ne všechny jsou popsány na lidském mozku. Nejdůležitější BA je nutné znát (ty, které budou uvedeny v následujícím textu).
- Chemoarchitektonika – jde o chemickou charakteristiku korových neuronů na základě jimi produkovaných **neurotransmiterů**. Neurotransmitery jsou látky, vytvořené v určitých populacích neuronů a axonálním prouděním (**neurotransmisí**) dopravené do jiných populací neuronů. Je to trochu širší pojem než mediátory – patří tam např. i tzv.

neuromodulátory, které samy nezpůsobí vznik akčního potenciálu, ale mohou snížit či zvýšit práh pro jeho vyvolání. Některé neurotransmitery jsou specifické pro určité populace korových neuronů.

- Neurotransmitery produkované korovými neurony:

- excitační neurotransmitery:

- glutamát (GLU) a aspartát (ASP)**

- Produkovány jsou projekčními pyramidovými neurony a dopravovány do nižších oddílů CNS (spoje kortikospinální, kortikostriatové, kortikotalamické, kortikopontinní)

- inhibiční neurotransmitter:

- kyselina gama-aminomáselná (gama-aminobutyric acid, GABA)**

- Produkována nepyramidovými korovými interneurony a axonálním transportem dopravována do pyramidových neuronů kůry (GABA tlumí jejich aktivitu).

- Neurotransmitery dopravované do kůry z jiných oblastí CNS:

- Např. **acetylcholin (ACh)**, adrenalin, serotonin. Jsou nezbytné pro normální funkci korových neuronů. Nedostatek ACh v neuronech je hlavní příčinou Alzheimerovy demence.

- Funkční dělení – je tématem následující části kapitoly.

FUNKČNÍ KOROVÉ OBLASTI

Jako funkční oblasti jsou označovány okrsky kůry mozkové charakterizované určitou specifickou funkcí. Protože s funkcí koresponduje rozložení a typ buněk, většinu těchto oblastí se rovnou přiřazuje odpovídající cytoarchitektonické políčko s číslováním dle Brodmanna.

Rozdělení korových oblastí

Dělí se na: primární, sekundární a asociační

- ❖ **Primární korové oblasti:** Dělí se dále na senzitivní, senzoričné a motorické

- U člověka zaujímají poměrně malé oblasti neokortexu (většinu plochy kůry lidského mozku tvoří asociační kůra, zatímco u nižších savců je tomu opačně).
 - Reagují na jediný druh podnětu.

- **Senzitivní a senzoričné primární oblasti**

- Přijímají aferentaci z určitého specifického jádra thalamu, končí v nich poslední, tj. thalamokortikální neurony specifických senzitivních a senzoričných drah.
 - V nich si uvědomujeme, že něco cítíme, vidíme, slyšíme, chutnáme ...

- **Motorická primární oblast:** patří sem pouze BA 4 v gyrus precentralis. Z ní jsou prostřednictvím pyramidových drah ovládány volní pohyby.

❖ Sekundární korové oblasti:

Přiléhají lokalizací k příslušným primárním korovým oblastem a jsou jim nadřazeny.

Někdy jsou již řazeny ke **kůře asociační**.

▪ Sekundární korové senzitivní a sensorické oblasti

- Ke každé primární senzitivní a sensorické oblasti je přiřazena sekundární oblast: např. v těsném sousedství primární zrakové kůry (kterou je BA 17, sulcus calcarinus v týlním laloku) leží sekundární zraková oblast v přilehlých BA 18 + 19.
- V nich podnět identifikujeme.

▪ Sekundární motorické oblasti

- Leží ve frontálním laloku před primární motorickou kůrou.
- Aktivují se před provedením vlastního pohybu - tedy dříve, než primární motorická kůra.
- Vytvářejí časoprostorový plán (program) pohybů.

❖ Asociační (terciální) korové oblasti

- U člověka zabírají většinu plochy kortexu.
- Přijímají bohatou aferentaci z oblastí primární kůry i jiných asociačních oblastí a reagují proto na více modalit podnětů.
- Jsou nadřazeny kůře primární i sekundární, ve funkční hierarchii CNS jsou zařazeny nejvýše a představují nejsložitěji uspořádanou etáž.

Klinické poznámky:

- Funkční mapa kortexu není dosud uzavřena. Dotváří se na základě moderních neinvazivních vyšetřovacích metod, ztrátových poranění lidských pacientů, přenášením poznatků z experimentálních savců, zejm. primátů.
- Poškození primárních oblastí vyvolává charakteristickou neurologickou symptomatologii, kdežto poškození nadřazených korových oblastí asociačních má za následek složitější, méně jasné a v klinické praxi hůře diagnostikovatelné obrazy - proto se asociační oblasti dříve nesprávně označovaly jako klinicky němé.
- Hemisféra mozku je funkčně vázána s kontralaterální polovinou těla. Poškozením primární kůry hemisféry či projekčních drah, spojujících kůru odstředivě a dostředivě s periferií těla, vzniká chorobná symptomatologie na druhostranné polovině těla - jde o poruchy hemi- typu (např. hemiplegie).

Výčet motorických korových oblastí

➤ **Primární motorická kůra**

- Lokalizována v **gyrus precentralis** (zasahuje i na vnitřní plochu hemisféry) - **BA 4**
- Začínají v ní obě pyramidové dráhy (dráhy volní hybnosti) - **tractus corticospinalis** a **tractus corticonuclearis**.
- Primární motorická kůra provádí cestou pyramidových drah volní pohyb kontralaterální poloviny těla.
- Je somatotopicky uspořádána = tzv. **Penfieldův motorický homunkulus** (homunculus = Lat. „človíček“):
 - Toto uspořádání lze charakterizovat tak, že „motorický homunkulus v kůře stojí na hlavě, zavěšen ve fissura interhemispherica“.
 - Z primární motorické kůry jsou postupně - směrem kranio-kaudálním vůlí ovládány svaly nohy, bérce, stehna, pletence DK, trupu, pletence HK, paže, předloktí, ruky a nakonec příčně pruhované svaly hlavy.
 - Svaly ovládající jemné pohyby zabírají velké oblasti motorické kůry, zatímco svaly provádějící hrubé pohyby mají malé korové zastoupení. Tato disproportion má za následek, že homunkulus zakreslený do gyru precentralis je „karikaturou“ lidského těla – např. se zvětšenými prsty ruky.
- Poškození primární motorické kůry:
 - Při zániku neuronů primární kůry vzniká kontralaterální obrna typu hemi - **hemiparéza či hemiplegie** (plegie = úplná obrna, paréza = částečná obrna). Poněvadž motorická kůra má poměrně velký plošný rozsah, bývá často poškozena pouze její část. Obrna nemusí být tedy na celé 1/2 těla, ale pouze na její části - např. pouze na jedné končetině (kontralaterální **monoparéza**)
 - Při dráždění neuronů primární kůry patologickým procesem vzniká motorická Jacksonova epilepsie na druhostranné polovině těla = mimovolní záškuby příčně pruhovaných svalů.

Sekundární motorické oblasti kůry:

➤ **Premotorická oblast**

Zabírá **BA 6** na zevní ploše frontálního laloku před gyru precentralis. Vytváří časoprostorový plán nových pohybových sekvencí (např. při učení chůze, plavání, jízdy na kole). Aktivuje se před provedením dosud nenaučených pohybů.

Poškození se neprojevuje se obrnou, ale poškozením plánu pohybu, tzv. apraxií. Pacient nedokáže např. cíleně manipulovat s dvěma předměty najednou - škrtnout zápalkou, obléct se, apod.

➤ **Suplementární motorická oblast (SMA)**

Zabírá **BA 6** ve frontálním laloku před g. precentralis na vnitřní ploše hemisféry.

Aktivuje se před vlastním provedením pohybových sekvencí již naučených, rutinních pohybů, např. hra na hudební nástroj.

Poškození se projeví nehybností (akinezi) a zástavou řeči.

Obě jmenované oblasti jsou spojeny s okruhem bazálních ganglií a ncl. ventralis anterior, přispívají do pyramidového (BA 4, tr. corticospinalis) i extrapyramidového systému (ncl. ruber, RF).

➤ **Frontální okohybné pole - FEF (frontal eye field):**

Zabírá **BA 8** (na zevní ploše frontálního laloku pod BA 6).

Kontroluje volní sdružené pohyby očí tím, že se napojuje na **fasciculus longitudinalis medialis** (FLM).

Poškození frontálního okohybného pole: vzniká oboustranná deviace (stočení) bulbů na stranu poškození: pacient se "dívá na ložisko", volně nelze stočit oči na stranu opačnou ložisku, mimovolní pohyby očí jsou však možné.

➤ **Brocovo centrum mluvené řeči - BA 44 + 45** v gyrus frontalis inferior frontálního laloku, a to pouze v tzv. dominantní hemisféře. Funkce = řeč; viz dále.

Výčet senzitivních a sensorických korové oblasti

➤ **Primární somatosenzitivní oblast**

- Zde dochází k uvědomování si kožního čítí epikritického (dotek), protopatického (bolest, teplo) a „uvědomělé“ propriocepce.
- Zabírá **BA 3,1,2** v gyrus postcentralis parietálního laloku.
- Je somatotopicky uspořádaná = **senzitivní homunkulus**, který "stojí na hlavě" stejně jako motorický homunkulus. Částem těla s bohatými kožními receptory - jako jsou např. rty, dlaně - jsou věnovány velké oblasti primární senzitivní kůry.
- Poškození: kontralaterální hypestezie až anestezie.

➤ **Primární zraková oblast**

- Zde dochází k uvědomování si zrakových podnětů.
- Zaujímá Brodmannovu areu 17 kolem sulcus calcarinus, na vnitřní ploše okcipitálního laloku.
- Je retinotopicky uspořádaná: Každému bodu sítnice odpovídá příslušný bod primární zrakové kůry. Do kůry příslušné hemisféry se promítají stejnostranné poloviny sítnice (tj. do zrakové kůry pravé hemisféry pravé poloviny sítnice a opačně), které odpovídají druhostranným

polovinám zorných polí. Nad sulcus calcarinus se promítá horní polovina sítnice, která odpovídá dolní polovině zorného pole.

- Oboustranné poškození: korová slepota; jednostranná léze: kontralaterální homonymní hemianopsie (více viz zraková dráha).
- Při oboustranném poškození tohoto centra si pacient neuvědomuje zrakové podněty, ale reflexivně na ně může reagovat, neboť centra pro reflexy se nacházejí v podkorové oblasti.

➤ Primární sluchová oblast

- uvědomování si sluchových podnětů
- **BA 41, 42** v Heschlově závitě v gyrus temporalis superior
- Je tonotopicky uspořádaná (vyšší tóny jinde než hlubší tóny).
- Oboustranné poškození: korová hluchota; jednostranná léze: těžká kontralaterální porucha sluchu (ale ne úplná hluchota jedné strany, protože ve sluchové dráze existují bilaterální spoje).

➤ Chuťová korová oblast

- uvědomování si chuti
- **BA 43** na zevní ploše parietálního laloku (parietální operkulum)
- Jednostranné poškození: kontralaterální vyřazení chuti.

➤ Čichová korová oblast

- uvědomování si čichu
- paleokortex báze hemisféry
- Ztrátové poškození: hyp-, anosmie; iritace (dráždění): čichové halucinace.

Sekundární senzitivní a senzorické oblasti

- **Zraková sekundární oblast - BA 18, 19** – okcipitální lalok kolem oblasti 17, zasahuje ve velké míře i na laterální plochu hemisféry.
- **Sluchová sekundární oblast - zadní část BA 22 = Wernickeho řečové centrum**: uloženo na rozhraní temporálního a parietálního laloku, pouze v 1 hemisféře (u praváků v levé - viz dále).
- **Somato-senzitivní sekundární oblast - area 5, 7**. Interpretuje senzitivní aferenty – např. určení polohy těla v prostoru, určení tvaru hmataného předmětu,...

Shrnutí – přehled funkčních korových center:

BA	funkční zařazení	funkce	lokalizace
4	primární motorická kůra	volní pohyb	g. precentralis, front. lalok
6	premotorická kůra	tvorba nových pohybů	g. frontalis sup. et medius, front. lalok
6	suplementární motor. oblast	provádění naučených pohybů	g. frontalis sup., front. lalok
8	frontální okohybné pole	volní pohyby očí	g. frontalis sup. (rostrálně před 6), front. lalok
44 + 45	Brockovo (motorické) centrum řeči	řeč, artikulace	g. frontalis inf., front. lalok, pouze dominantní hemisféra
1 + 2 + 3	primární somatosenzitivní oblast	uvědomění kožního čítí a čítí z pohybového aparátu	g. postcentralis, pariet. lalok
17	primární zraková oblast	uvědomění zrakové informace	gyri přilehlé k s. calcarinus, occipitální lalok
41 + 42	primární sluchová oblast	uvědomění sluchové informace	Heschlův závit (gyri temporales transversari na g. temporalis sup.), temp. lalok
43	chuťové korové centrum	uvědomění chuti	operculum parietale
(51, 34, 28)	čichové korové centrum	uvědomění čichu	substantia perforata ant. (baze front. laloku), část uncus g. parahippocampalis (baze temp. laloku)
18 + 19	sekundární zraková oblast	sdužování zrakových podnětů	přilehlá část lobus occipitalis k area 17
22	Wernickeho (senzitivní) centrum řeči	rozumění mluvené řeči	g. temporalis sup., temp. lalok, pouze dominantní hemisféra
5 + 7	sekundární somatosenzitivní oblast	interpretace somatosenzitivních a proprioceptivních signálů	lobulus parietalis sup. et inf.
39 + 40	Wernickovo centrum řeči II	rozumění řeči - složitější analýza	g. supramarginalis + g. angularis, pariet. lalok, pouze dominantní hemisféra

Asociační korové oblasti

Rozsáhlé oblasti frontálního, parietálního a temporálního kortexu.

Jsou spojeny s primárními, sekundárními a ostatními asociačními oblastmi kůry. Dochází v nich k zpracování více signálů. Přijímané informace jsou v nich porovnávány s informacemi, uloženými v paměti. Takto jsou uskutečňovány vyšší mentální funkce.

➤ **Parietální asociační oblast**

- v zadní části parietálního laloku, BA 5,7, 39,40
- integruje senzitivní a zrakové informace, lokalizuje viděný předmět, apod.

➤ **Frontální asociační oblast**

- Rozsáhlá a funkčně důležitá oblast asociační kůry rostrálně od sekundární motorické kůry (zahrnuje asi osm Brodmanových areí).

- Její rozsah ve fylogenezi roste: u kočky tvoří 3%, u šimpanze 15%, u člověka 33% z celkové plochy kůry.
- Má nejrozsáhlejší spoje ze všech asociačních oblastí: spoje se všemi oblastmi kůry (s výjimkou primárních sensorických oblastí), spoje s thalamem, RF, limbickým systémem.
- Poškození oblasti vyvolává tzv. prefrontální syndrom s poruchou osobnosti.

DALŠÍ FUNKČNÍ POZNATKY O KŮŘE

Lateralita hemisfér

Hemisféry mozku nejsou morfologicky ani funkčně stranově souměrné. K morfologickým asymetriím patří např. nesouměrnost Sylviovy rýhy. Významné jsou však především funkční rozdíly.

Funkční nesouměrnost mozku se projevuje vazbou určitých funkcí pouze na 1 hemisféru.

Funkce vázané na 1 hemisféru se nazývají **funkce lateralizované** (funkce řečové, pravorukost); to je vrozené a částečně geneticky dané a detekovatelné na UZ i u lidského plodu (poměry L/P hemisfér i množství pohybů levé / pravé ruky). Jiné funkce lateralizované nejsou a jsou tak vázány na obě hemisféry.

Funkční nesouměrnost hemisfér vyjadřují pojmy **dominantní** a **recesivní hemisféra**. Nejde však o skutečnou dominanci (nadřazenost), spíše o „dělbou práce“, specializaci.

Normální (standardní) dominance (v populaci asi v 70%):

- Levá hemisféra (dominantní) je specializovaná pro vývojově mladé funkce:
 - **funkce řečové, verbální** - levá hemisféra je „mluvící hemisféra“ (viz dále)
 - **pravorukost (praváctví)** = vrozená větší obratnost pravé ruky; fixuje se až kolem 5. roku věku. Praváci tvoří asi 90 % populace.
 - **funkce logické, matematické, analytické**
- Pravá (tzv. recesivní) hemisféra je specializovaná pro vývojově staré funkce:
 - **funkce múzické** - pravá hemisféra je „umělecká hemisféra“, kreativní a intuitivní
 - **funkce časoprostorové** – orientace v prostoru apod.

Detailní popsání specializace hemisfér vychází z prací Rogera W. Sperryho, za které dostal v r. 1981 Nobelovu cenu. Již v roce 1865 však Paul Broca napsal „Nous parlons avec l'hémisphère gauche“ – „Mluvíme levou hemisférou“.

Odchytky laterality

Specializace hemisfér a upřednostňování jedné ruky jsou variabilní, nicméně částečně související: 95-99% praváků má řečová centra v levé polovině mozku. Zmíněná variabilita spočívá např. v přesném zrcadlovém uložení center, kompletním leváctvím, částečné preferenci levé ruky pro konkrétní aktivity, či **ambidextrii** (obourukostí – schopností používat obě ruce stejně), apod.

Spolupráce hemisfér a úloha corpus callosum

U dospělého člověka spolu obě hemisféry spolupracují a vyměňují si vzájemně informace, díky tomu vnímání našeho okolí není „rozděleno na dvě poloviny“. Rychlé předávání informací z jedné hemisféry do druhé zprostředkovává především **corpus callosum**. Hemisféry spojené corpus callosum fungují jako celek a tvoří funkční jednotku. CC je nejmohutnější komisurou neopalia (viz výše).

Poškození CC:

- Vrozené poškození (ageneze, hypogeneze CC) je obvykle klinicky němé, protože funkci CC převzaly do značné míry jiné komisury. Preparáty ageneze a hypogeneze CC máme v anatomickém muzeu.
- Získané poškození = „split brain“ (též dyskonekční syndrom) se projevuje poruchou spolupráce hemisfér, každá hemisféra funguje samostatně, jakoby „nevěděla o zkušenostech druhé hemisféry“. Např. při uchopení do pravé ruky pacient předmět správně pojmenuje, kdežto při jeho uchopení do levé („afatické“) ruky předmět pojmenovat nedovede.
- Myelinizace CC se dokončuje teprve postnatálně. Hemisféry novorozence proto nefungují jako celek, ale každá samostatně bez spolupráce s druhou – tedy jako „split brain“.

Řečová centra a řečové funkce

Jde o lateralizovaná centra a lateralizované mozkové funkce.

Řečová centra i řečové funkce jsou při „normální dominanci“ umístěna v levé hemisféře.

Existují 2 hlavní korová řečová centra: **Brocovo** a **Wernickeho**.

- **Brocovo centrum mluvené řeči** (přední, motorické řečové centrum) slouží programování vokalizace – ovládá svaly hrtanu, patra, jazyka, rtů, žvýkací a krční svaly, aby vytvářely smysluplné zvuky = řeč. Zahrnuje **BA 44 + 45** ve frontálním laloku (v gyrus frontalis inferior).
- **Wernickeho centrum** (zadní, senzitivní řečové centrum) představuje centrum rozumění mluvené řeči.
 - Wernickeho centrum v užším slova smyslu: sekundární sluchová kůra, zadní část **BA 22** v temporálním laloku (v gyrus temporalis sup.)

- Wernickeovo centrum v širším slova smyslu: kromě BA 22 zahrnuje také **BA 39, 40**, tj. parieto-okcipitální asociační kůru v gyrus angularis a supramarginalis

Spoje korových řečových center

Brocovo a Wernickeho centrum je vzájemně propojeno prostřednictvím asociačního spoje **fasciculus arcuatus** (dle jiných názorů fasciculus longitudinalis superior).

Řečová centra jsou spojena i s dalšími okrsky kůry, které hrají roli v lidské řeči:

Příklad postupné aktivace mozkových center, která proběhne při hlasitém pojmenování viděného (při normální dominanci):

- 1) **primární zraková kůra** obou hemisfér - BA 17 (projekce viděného obrazu do vědomí)
- 2) **sekundární (asociační) zraková kůra** levé hemisféry - BA 18,19
- 3) **Wernickeho centrum**: BA 39,40 v gyrus supramarginalis a angularis levé hemisféry - odtud do BA 22 levé hemisféry – nalezení výrazu pro sledovaný předmět
- 4) **fasciculus arcuatus** (propojení Wernickeho a Brocova centra)
- 5) **Brocovo centrum** - BA 44, 45, kde vytvořen pohybový vzorec vyslovení názvu
- 6) **primární motorická kůra** – BA 4 v dolní části motorického homunkula
- 7) prostřednictvím **pyramidové dráhy** (tr. corticonuclearis) předán impulz motoneuronům v kmenových jádrech, aktivovány příčně pruhované svaly mluvidel a hlasité **pojmenování viděného**

Obě řečová centra se aktivují i při čtení nebo i během myšlené tvorby slov, aniž by vyšetřovaní skutečně mluvili.

Poruchy řečových funkcí

- Poruchy mluvené řeči:
 - **Dysathrie** - porucha artikulace, smysl jazyka není postižen.
 - **Dysfonie** - porucha tvorby zvuku vznikajícího na hlasivkách prouděním vzduchu. Plná neschopnost tvořit zvuk je **afonie**.
- Poruchy řeči v užším slova smyslu = poruchy jazyka, poruchy lateralizovaných tzv. fatických funkcí:
 - dysfázie či **afázie**; klasická je afázie Brocova a Wernickeova:
 - **Brocova expresivní (motorická) afázie**
Vzniká při poškození Brocova centra. Vyznačuje se: pomalou řečí, obtížným hledáním slov, používáním neologizmů. Pacient si řečovou poruchu uvědomuje a "zlobí se sám na sebe".
 - **Wernickeova percepční (senzorická) afázie**
Vzniká při poškození Wernickeova centra. Je to porucha schopnosti rozumět řeči: pacient si připadá jako v prostředí cizí řeči, nerozumí ani vlastní řeči a proto komolí svoje slova. Pacient si poruchu neuvědomuje - "zlobí se na okolí", kterému nerozumí a které jeho zkomolené řeči ovšem také nerozumí.
- Poruchy dalších tzv. symbolických funkcí:
 - **Dyslexie, dysgrafie** – vrozené poruchy tvorby, resp. rozeznávání písma.

OBLOUKOVITÉ STRUKTURY HEMISFÉR

S růstem hemisféry získává řada útvarů v jejím nitru také podkovovitý tvar, ať jde o útvary bílé hmoty, šedé hmoty nebo dutinového systému. Jsou pak označovány jako **obloukovité struktury hemisféry**. Viz též obr. 38 výše. Díky svému zakřivenému průběhu mohou být na horizontálních či frontálních řezech protnuty dvakrát. Patří k nim:

- **corpus callosum**
- **ventriculus lateralis** - postranní komora
- **fornix** (součást Papezova okruhu, spojuje hipokampus s corpus mamillare)
+ další dráhy hypothalamu: **stria terminalis**, **stria medullaris** (viz limbický systém). Fornix probíhá mediálně od postranní komory.
- **nucleus caudatus** (bazální ganglion), tvoří laterální stěnu postranní komory

Tvar oblouku mají i útvary na povrchu hemisféry:

- **sulcus corporis callosi**, **sulcus cinguli**, **gyrus cinguli** - brázdy a závitky na mediální ploše hemisféry
- Tvar oblouku má mimo hemisféru i **falx cerebri** (duplikatura tvrdé pleny mezi oběma hemisférami).

TÉMA 6

DUTINY CNS

Dutina neurální trubice se během vývoje formuje v rozšířené části – **mozkové komory** a zúžené části - kanálky. Části dutinového systému vzájemně komunikují. Dutinový systém navíc komunikuje otvory ve stropu IV. komory se subarachnoidálním prostorem.

Dutiny jsou vystlány vrstvou buněk zvanou **ependym**. Na stropu komor ependym přiléhá na pia mater a spolu tvoří dvojrstvu označovanou jako **tela choroidea**. Pia přivádí cévy, které se na určitých místech vtláčují do stropu komor a vytvářejí klubíčka pleteně zvané **plexus choroideus**. Plexus choroideus je místem produkce mozkomíšního moku = **likvoru** (viz dále).

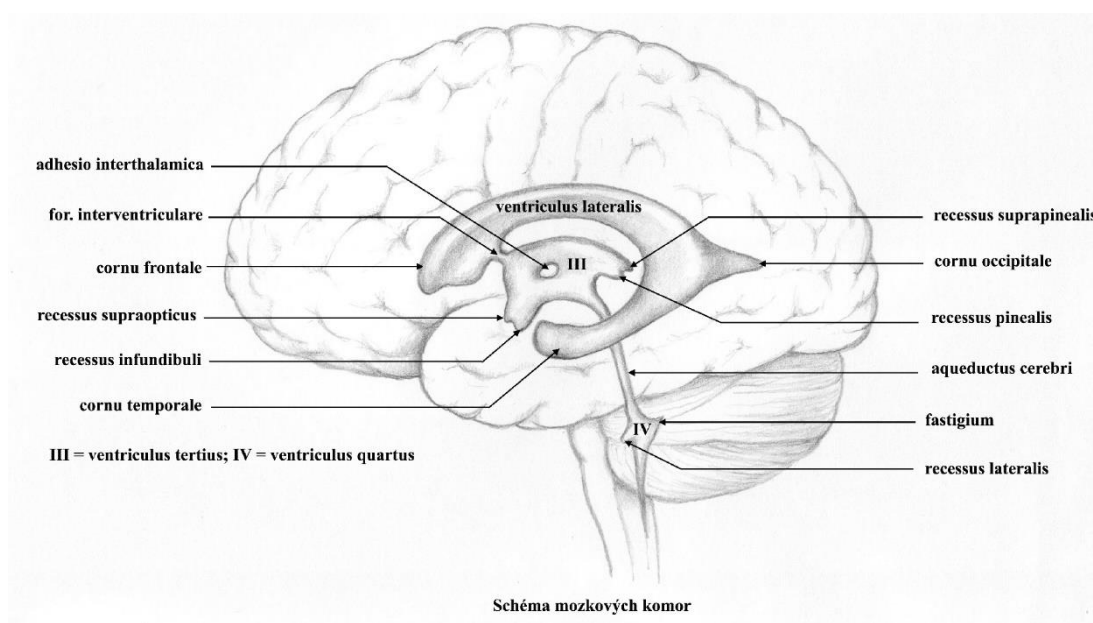
Části dutinového systému

- **Canalis centralis** - centrální kanálek míšní: prostupuje celou délkou míchy a zasahuje i do kaudální oblongaty. Je úzký, kruhového průřezu, na kaudálním konci slepý. Pro cirkulaci likvoru nemá zásadní význam.
- **Ventriculus quartus** - IV. komora mozková: rozšířená část dutinového systému v části zadního mozku - v rostrální oblongatě a celém pontu. Stěny a ohraničení:
 - Spodinu IV. komory tvoří **fossa rhomboidea** (popis viz téma 3: Kmen mozkový).
 - Ze stran ohraničují IV. komoru **pedunculi cerebellares**.
 - Strop IV. komory tvoří mozeček + velum medullare superius et inferius. Proti mozečku vybíhá strop jako **fastigium**. Ve velum medulare inf. jsou otvory, jimiž dutinový systém komunikuje se subarachnoidálním prostorem: párová **apertura lateralis ventriculi quarti (foramen Luschkae)** v blízkosti laterálního cípu komory (recessus lateralis) a nepárová **apertura mediana ventriculi quarti (foramen Magendi)** kaudálně, ve střední čáře. Otvory mají význam pro cirkulaci likvoru.
- **Aqueductus mesencephali (aqueductus cerebri, canalis Sylvii, mozkový mokovod)**: zúžená část dutinového systému v úrovni středního mozku.
- **Ventriculus tertius** - III. komora mozková: V úrovni diencefala. Má tvar sagitálně postavené štěrbině a dopředu a dozadu vybíhá v několik recesů:
 - **recessus infundibularis** - výchlípká do stopky hypofýzy

- **recessus supraopticus** - výchlipka proti chiasma opticum
- **recessus suprapinealis** - výchlipka nad corpus pineale
- **recessus pinealis** - výchlipka do corpus pineale

Stěny:

- strop III. komory tvoří **tela choroidea ventriculi tertii**,
- boční stěny tvoří **thalamy** (spojené nekonstantně prostřednictvím **adhesio interthalamica**),
- spodinu tvoří **hypothalamus**,
- přední stěnu **lamina terminalis**



Obr. 40.

- **Ventriculi laterales** - postranní komory v úrovni hemisféry mozkové. Jediná párová část dutinového systému. Neoznačují se číslem, ale jako pravá a levá postranní komora. Tvar: Jsou to obloukovité struktury, procházejí všemi čtyřmi hlavními laloky hemisfér. Ze střední části vybíhá postranní komora ve 3 rohy – **cornua**.

Popis částí:

- **pars centralis** - střední úsek postranní komory. Zde každá z postranních komor komunikuje s III. komorou v její horní přední části prostřednictvím **foramen interventriculare (Monroi)**. Součástí mediální stěny zde tvoří fornix, horní stěnu tvoří corpus callosum.

- **cornu frontale (anteriorius):** ohraničeno mediálně septum pellucidum, laterálně caput ncl. caudati
- **cornu occipitale (posteriorius):** slepý výběžek do týlního laloku. Na mediální stěně je patrné vyklenutí kůry sulcus calcarinus označované jako **calcar avis**.
- **cornu temporale (inferius):** na spodní stěně se vyklenuje **hippocampus** - kůra temporálního laloku v oblasti sulcus hippocampi. Vyklenutí připomíná zvířecí tlapu, a proto se popisuje též výrazy **pes hippocampi + digitationes hippocampi**.

Plexus choroideus je vyklenutí cévních klubíček z tela choroidea do každé z mozkových komor.

- **Plexus choroideus ventriculi tertii** a párový **plexus choroideus ventriculi lateralis** spolu souvisejí přes for. interventriculare. Plexus choroideus postranní komory má v prostoru tvar oblouku mezi for. interventriculare a temporálním rohem, nezasahuje tedy do frontálního a okcipitálního rohu.
Během vývoje se postranní komory se přetočily a tím došlo ke změně uložení plexus choroideus: původně strop, tela choroidea a plexus choroideus se v centrální části komor nacházejí na jejich dolní stěně.
- V Sylviově mokovodu je plexus přerušen a objevuje se znovu až ve čtvrté komoře jako **plexus choroideus ventriculi quarti**. Je uložen ve velum medulare inf., kde má při pohledu shora tvar písmene M a vybíhá i do forr. Luschkae.

Prívodné cévy se označují jako **aa. choroideae**, největší je a. choroidea ant., největší ze žil je v. choroidea sup. (viz níže).

MENINGES, MOZKOVÉ OBALY (PLENY)

Obalují míchu v kanálu páteřním a mozek v dutině lebeční. Jsou tři, z povrchu do hloubky: **dura mater** - tvrdá plena a 2 měkké pleny (leptomeningy): **arachnoidea** (pavučnice) a **pia mater**.

Vývoj plen

Vývoj je složitější a neodpovídá definitivnímu stavu, výše uvedenému. Původně mají meniny jednotný základ - meninx primitiva. Ten se později diferencuje v zevní **ectomeninx** a vnitřní **endomeninx**. Z nich postupně vydifferentují tři definitivní listy s malými odlišnostmi mezi částí spinální a kraniální.

- V dutině lebeční srůstá dura s periostem lebečních kostí (nejpevněji přirůstá v místě švů lebečních). Povrchové žíly tvrdé pleny jsou do tohoto srůstu zavzaty a vytvoří typické **sinus durae matris** s redukovanou cévní stěnou, tvořenou pouze endotelem. Epidurální prostor v dutině lebeční není za přirozených podmínek vytvořen.
- V kanálu páteřním sroste vnější vrstva tvrdé pleny s periostem kanálu páteřního v **endorhachis**, vnitřní list se v definitivní úpravě označuje jako tvrdá plena kanálu páteřního, nepřirůstá k páteřnímu kanálu a vyvíjí se v **saccus durae matris**: mezi endorhachis a tvrdou plenu je přirozeně vytvořen prostor epidurální, v němž zůstávají volně žilní pleteně - **plexus venosus vertebrales interni**.

Anatomický popis plen

- **Dura mater cranialis**

Nejsilnější a nejvíce tuhý ze tří obalů mozku, konzistence dury připomíná aponeurózu.

S kostmi baze srůstá velmi pevně, ale od kostí kalvy jej lze odloupnout při použití síly (a stejně i při krvácení pod tepenným tlakem).

Na určitých místech je dura vtažena směrem dovnitř cavitas cranii a vytváří v jejím prostoru dvojvrstevné řasy - **duplikatury tvrdé pleny**. Duplikatury částečně dělí lebeční dutinu na menší pododdíly a ve svých okrajích a úponech obsahují žilní splavy - sinus durae matris.

Duplikatury dura mater

- **Falx cerebri**

Srpkovitá řasa ve střední čáře (lat. falx = srp), sleduje celou konkavitu kalvy, zasahuje do fissura longitudinalis cerebri a odděluje od sebe levou a pravou hemisféru až po corpus callosum. Vpředu je falx připojen ke crista galli, dorzálně k protuberantia occipitalis int.

Do konvexity je zavzat sinus sagittalis superior, do konkavity sinus sagittalis inferior.

- **Falx cerebelli**

Obdoba výše zmíněné řasy, ale mnohem kratší, v mediální rovině v zadní jámě lební, částečně odděluje hemisféry mozečku. Probíhá v ní sinus occipitalis.

- **Tentorium cerebelli**

Řasa postavená ve zhruba vodorovné rovině, lokalizovaná v zadní jámě lební

mezi okcipitálními laloky hemisfér nahoře a mozečkem + kmenem mozkovým dole.

Fixace – k eminentia cruciformis a ke crista pyramidis.

V okrajích běží sinus transversus, vprostřed sagitálně sinus rectus.

Mozkové struktury zadní jámy lební uložené pod tentoriem se nazývají infratentoriální struktury: jsou to kmen mozkový a mozeček.

Řasa má vpředu výřez, **incisura tentorii**, pro mozkový kmen, prochází jím mesencephalon. Při patologicky zvýšeném nitrolebečním tlaku může část mozku (většinou uncus gyri hippocampi na spodní části temporálního laloku) vyhřeznout skrz incisuru do infratentoriálního prostoru a způsobit tak akutní útlak kmene s bezprostředním ohrožením života.

➤ **Diaphragma sellae**

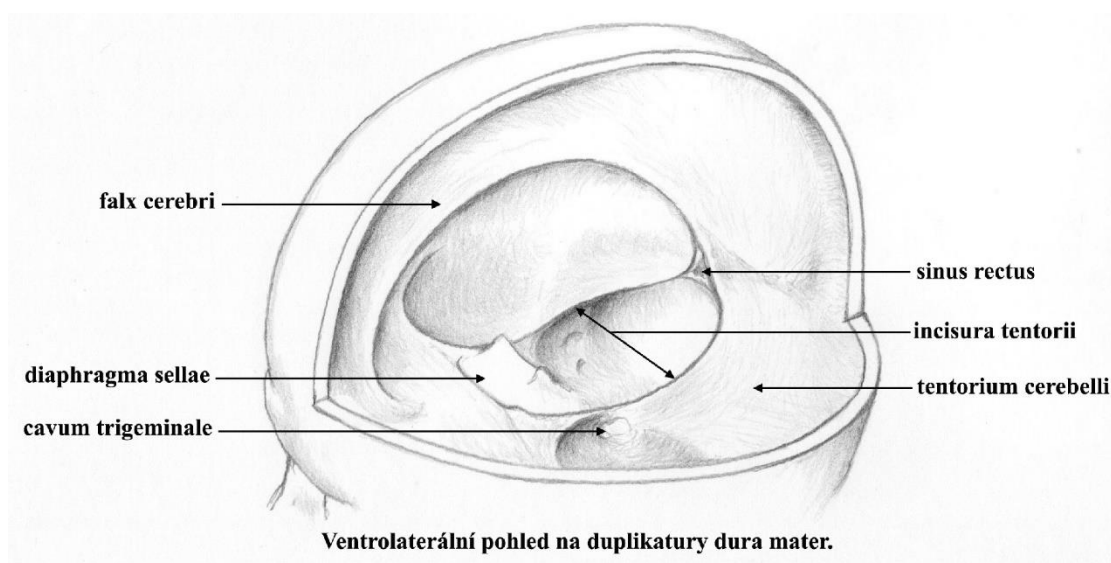
Vodorovná řasa, která překrývá prostor fossa hypophysialis, ponechává průchod pouze pro stopku hypofýzy.

➤ **Cavum trigeminale (Meckeli)**

Durální pouzdro pro ganglion trigeminale (Gasseri) na horní ploše hrotu pyramidy.

➤ **Vagina externa nervi optici**

Výběžek tvrdé pleny, pokračuje podél zrakového nervu skrz canalis opticus do orbity až k očnímu bulbu, s nímž splývá.



Obr. 41.

Tvrdou plenu mozkovou vyživují **aa. meningeae**, žilní krev z ní je odváděna stejnojmennými meningeálními žilami do sinus durae matris.

- **Ramus meningeus anterior:** Odstupuje z a. ethmoidalis anterior, je jediná z povodí a. carotis interna). Do lebky vstupuje přes lamina cribrosa kosti čichové pro duru v rozsahu přední jámy lební.
- **A. meningeae media:** Větev a. maxillaris, do střední jámy lební vstupuje přes foramen spinosum.
- **A. meningeae posterior:** Větev a. pharyngea ascendens, do zadní jámy lební vstupuje přes foramen jugulare.

Dura je senzitivně inervovaná – podílejí se všechny větve n.V, n. IX a X, plexus cervicalis, dostává i vegetativní vlákna pro inervaci cév.

Dura mater spinalis – viz téma č. 2

▪ **Arachnoidea cranialis**

Jedna z měkkých plen, tenká bezcévná blána bez senzitivní inervace. Podél sinus sagittalis superior vytváří výběžky = **granulationes arachnoidales (Pacchionské granulace)**, které se skrz tvrdou plenu vyklenují pod endotel sinus sagittalis superior. V nich se mozkomíšní mok vstřebává do žilní krve sinu.

▪ **Pia mater cranialis**

Další z měkkých plen – velmi jemný průsvitný obal, který kopíruje povrch mozku. Pia zasahuje do všech rýh a záhybů povrchu CNS a je s ním pevně spojená. Ve stropu komor mozkových je těsně přiložena k ependymu komor a srůstá s ním, čímž vytváří ploténku zvanou tela choroidea.

Po povrchu mozku v ní probíhají krevní cévy (korové tepny a povrchové žíly mozku).

Pia mater má senzitivní inervaci ze stejných zdrojů jako dura mater. Pia i dura mají též lymfatickou drenáž.

Prostory mezi obaly

V kanálu páteřním jsou tři: **prostor epidurální, subdurální (pouze štěrbinovitý) a subarachnoidální**. V dutině lebeční jsou pouze dva - **prostor subdurální (pouze štěrbinovitý) a subarachnoidální**.

- **Spatium epidurale** - prostor epidurální

V dutině lebeční není fyziologicky vůbec vytvořen. Lze jej vytvořit instrumentálně odloučením tvrdé pleny od vnitřního periostu lebečních kostí. Patologicky se vytváří v důsledku tepenného epidurálního krvácení z přetržené meningeální tepny, kdy tlakem tryskající tepenné krve dojde k odtržení tvrdé pleny od vnitřního povrchu lebečních kostí. Nejčastěji je krvácením postižena **a. meningeae media** vzhledem ke své tloušťce a k průběhu tepny po vnitřní straně squamae temporalis.

- **Spatium subdurale** - prostor subdurální

Vytvořen je pod tvrdou plenu, mezi ní a arachnoideou. Arachnoidea je však přiložena k duře, takže za normálních podmínek je prostor minimální. Existuje však subdurální krvácení, které může prostor rozšířit; je žilního původu. (Při prudkém nárazu do hlavy mozek vykoná pohyb uvnitř nitrolebeční dutiny, tím se napnou a přetrhnou vv. cerebri superiores, které přemostují subdurální prostor z povrchu mozku směrem do sinus durae matris).

Oba zmíněné hematomy zvyšují tlak v nitrolebním prostoru, čímž ohrožují život a jsou indikací k neurochirurgickému zákroku.

- **Spatium subarachnoidale** - prostor subarachnoidální

Vytvořen je pod arachnoideou - mezi ní a pia mater. Obsahuje mok mozkomíšní a je proto nejširším ze všech jmenovaných prostorů. Je potřeba si uvědomit, že zaživa je arachnoidea přiložena k dura mater, ale na pitevně po vytečení likvoru arachnoidea kolabuje a volně spočívá na pia mater. Prostor souvisí s dutinovým systémem CNS pomocí otvorů ve stropu IV. komory (viz cirkulace likvoru). Je protkán vazivovými trámečky.

V místech větších nerovností na povrchu mozku je rozšířen v **cisterny mozkové**. Zde se od sebe obě pleny vzdalují, protože hlouběji uložená pia mater zabíhá do všech zářezů.

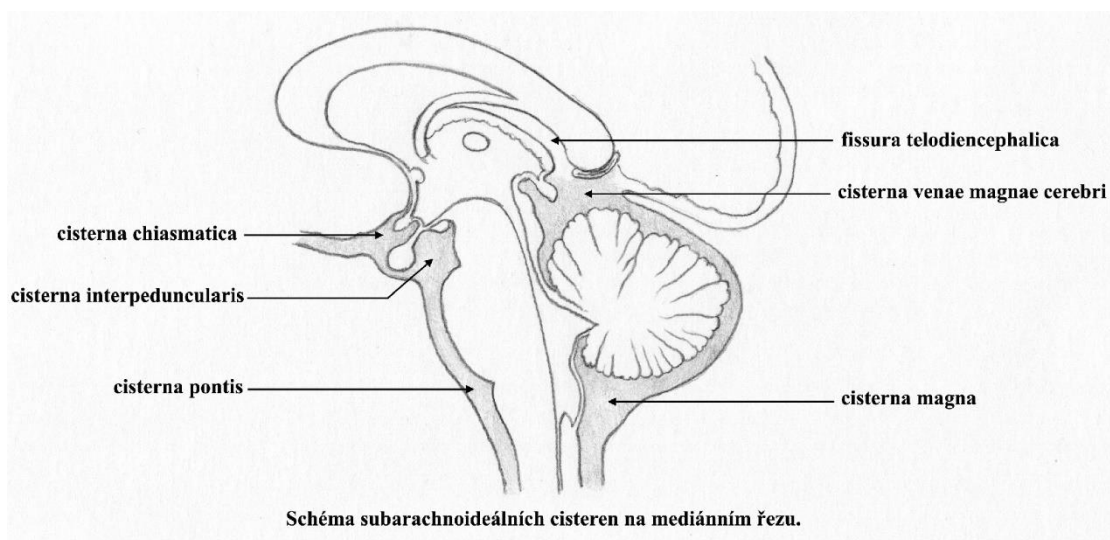
Nejdůležitější cisterny mozkové:

- **Cisterna cerebellomedullaris posterior (cisterna magna)** - je nejprostornější a klinicky důležitá: představuje alternativní místo odběru likvoru (subokcipitální punkce). Je vytvořena mezi dorzální plochou oblongaty a spodní plochou mozečku.
- **Cisterna chiasmatica** – vyplňuje nerovnosti kolem chiasma opticum
- **Cisterna interpeduncularis** – vyplňuje fossa interpeduncularis
- **Cisterna cerebellopontina** - v místě mostomozečkového koutu

- **Cisterna ambiens** – mezi crura cerebri a temporálním lalokem hemisféry
- **Cisterna fossae lateralis cerebri** – mezi inzulou a operkuly
- **Cisterna venae cerebri magnae (cisterna quadrigeminalis)** – mezi splenium corporis callosi, corpora quadrigemina a horní plochou mozečku. Obsahuje v. cerebri magna a **corpus pineale**. Rostrálně je vychlípena mezi diencephalon a corpus callosum jakožto **fissura transversa cerebri** (fissura telodiencephalica).

Na mikroskopické úrovni lze popsat i další typickou součást subarachnoideálního prostoru: Pia mater sleduje tepny, vstupující z povrchu mozku do mozkového parenchymu. Tím vznikají perivaskulární výchlípky subarachnoidálního prostoru, nazývané **Virchow – Robinovy prostory**.

Subarachnoidální krvácení vzniká z prasklé tepny mozkové, probíhající po povrchu mozku v pia mater - nejčastěji jako důsledek prasknutí patologické tepenné výdutě – aneurysmatu.



Obr. 42.

MOK MOZKOMÍŠNÍ - LIQUOR CEREBROSPINALIS

Složení, funkce, množství

Čirá tekutina charakteristického složení: obsahuje zejména bílkoviny, cukry, chloridy, malé množství buněk. Vzhled a složení likvoru se charakteristicky mění u řady chorob CNS.

Důležitým diagnostickým kritériem je i změna tlaku likvoru (měří se při lumbální punkci nasazením manometru na punkční jehlu).

V mozku zastává funkci lymfy (parenchym mozku nemá lymfatické cévy). Podílí se na udržení stálosti vnitřního prostředí CNS, má funkci nutriční a transportní. Vrstva tekutiny mezi mozkovými obaly nadnáší mozek a chrání CNS před nárazy.

Objem je cca 150 ml, z toho v mozkových komorách je jen asi 1/4 celkového množství likvoru, většina se nachází v subarachnoidálním prostoru.

Cirkulace likvoru

- Tvorba likvoru: V plexus choroideus postranních komor, III. a IV. komory. Rychlost tvorby: 0,35 ml/min., tj. asi 500 ml/den. Tvorba není pouhou filtrací plazmy, ale jedná se o regulovaný proces v souladu s principem hematolikvorové bariéry (HLB).
- Vlastní cirkulace likvoru: Průtok celým dutinovým systémem a odtok do subarachnoidálního prostoru otvory ve stropu IV. komory přes **apertura mediana et aperture laterales** ventriculi quarti.
- Resorpce likvoru: do sinus sagittalis superior prostřednictvím granulationes arachnoidales. Malé množství se též vstřebává do lymfatického systému při výstupu míšních nervů z durálního rukávce.

Odběr likvoru

Odběr likvoru se provádí při diagnostické či terapeutické lumbální nebo subokcipitální punkci. Oba přístupy byly popsány v tématu č.2. Přímo do likvoru mohou být podány léky (tzv. intrathekální podání) s výhodou obejití bariérových systémů, např. kortikoidy nebo kontrastní rtg látky.

Klinická poznámka: **hydrocefalus** je patologické rozšíření dutinového systému, které vzniká při zvětšení objemu likvoru v mozkových komorách. Obvykle bývá způsoben překážkami v jeho cirkulaci (např. nádorová obstrukce likvorových cest), ale může vzniknout i zvýšenou sekrecí likvoru nebo poruchou jeho vstřebávání.

CÉVNÍ ZÁSOBENÍ MOZKU

Mozkem je orgán nejcitlivější na nedostatek kyslíku. Z hlediska krevního oběhu je navíc hydrostaticky nevýhodně uložen, proto pokles krevního tlaku se může projevit ztrátou vědomí. Při srdeční zástavě dochází k bezvědomí během několika sekund. Cévní mozková příhoda („mrtvice“, iktus) je jednou z nejčastějších příčin úmrtí.

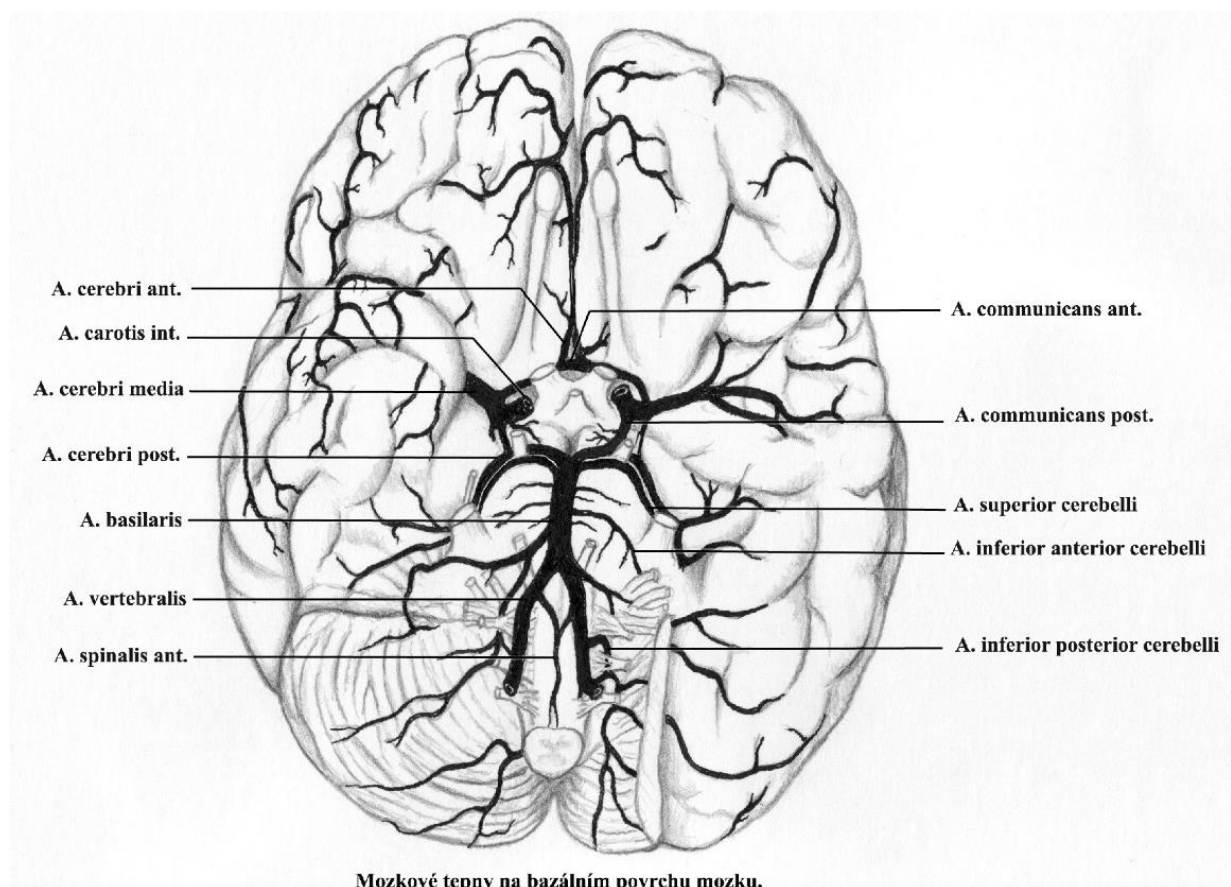
TEPNY MOZKU

Mozek je zásobován tepennou krví ze dvou zdrojů:

- z povodí **a. carotis interna** – větev a. carotis communis, vzestupuje na krku, prochází lebkou skrze canalis caroticus a vstupuje do sinus cavernosus. Její konečná část pod bází mozku se nazývá pars cerebralis (více viz oběhový systém). A. carotis interna se při sella turcica rozdělí na **a. cerebri anterior** (ACA) a **a. cerebri media** (ACM).
- z povodí **a. vertebralis** – větev a. subclavia, vzestupuje v páteři ve foramina transversaria, prochází lebkou skrze for. magnum (více viz oběhový systém). Po vstupu do lebky se obě aa. vertebrales spojí v **arteria basilaris**, která probíhá na klivu a podmiňuje na spodní straně Varolova mostu otisk **sulcus basilaris**. A. basilaris se za dorsum sellae rozdělí na dvě **aa. cerebri posteriores** (ACP).

Oba systémy jsou párové a anastomozují spolu. Anastomózy jsou vytvořeny:

- na bazi mozkové v podobě **circulus arteriosus Willisi**, kde spolu anastomozují počáteční úseky korových tepen
- mezi koncovými větvemi korových tepen na povrchu hemisfér.



Obr. 43.

Circulus arteriosus Willisii (CAW, circulus arteriosus cerebri)

Anastomotický tepenný okruh, který prostřednictvím aa. communicantes vzájemně propojuje počáteční úseky korových tepen a tím také karotické a vertebro-bazilární řečiště. CAW je zřídka vytvořen jako přesně symetrický. Časté jsou stranové asymetrie, např. rozdílná tloušťka aa. communicantes post. vlevo a vpravo.

Poloha:

- vztah k bazi lebeční: kolem sella turcica,
- vztah k mozku: na bázi mozkové kolem corpora mamillaria a hypofýzy.

K CAW má vztah 5 typů tepen:

1) Zdrojové tepny – viz výše

- **a. carotis interna**
- **a. basilaris**

2) **Aa. communicantes** – spojují oba zmíněné zdroje a uzavírají tak okruh.

- **a. communicans anterior** – velmi krátká nepárová tepna ve přední části CAW, propojuje levou a pravou ACA.
- **aa. communicans posterior** – párová tepna v zadní části CAW, odstupuje z počátečního úseku ACP a spojuje ji s ACM nebo a. carotis int.

3) **Aa. cerebri** - tepny korové:

Probíhají po povrchu mozku v pia mater a jsou určeny pro výživu kůry mozkové (odtud název) a bílé hmoty hemisféry do hloubky asi 3 cm. Jsou 3 páry: **a. cerebri anterior**, **a. cerebri media**, **a. cerebri posterior** (odstupy viz výše).

! Pozor na záměnu s aa. meningeae, které jsou též ve 3 párech a mají podobné názvosloví, jsou však určeny pro výživu dura mater!

V pregraduálním studiu není vyžadována podrobná znalost větví jednotlivých korových tepen, ale zásobovaná oblast a vztah k funkčním centřům (např. motorická kůra).

Aktualizace tohoto textu respektuje poslední úpravu číslování segmentů tepen z roku 2018.

➤ **A. cerebri anterior (ACA)**

Pro klinické účely (mimo jiné častý výskyt aneurysmat) se ještě dělí na pars precommunicalis (segment A1) a pars postcommunicalis s navazujícími dalšími částmi (segmenty A2-A5) – dělítkem je odstup a. communicans ant.

Průběh: z CAW pokračuje zprvu dopředu po vnitřní ploše hemisféry, pak se obtáčí dozadu kolem kalózního tělesa.

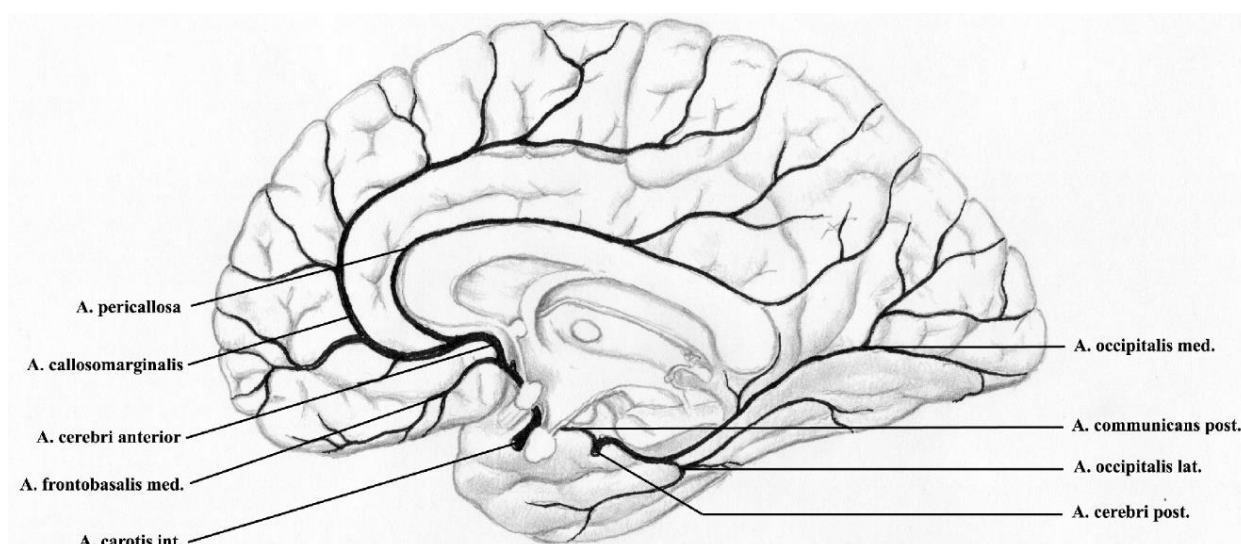
Zásobovací oblast:

- kůra a podkoří na většině vnitřní plochy hemisféry (frontální a parietální lalok),
- ve jmenovaných lalocích částečně přesahuje i na zevní plochu hemisféry,
- bazální plocha čelního laloku.

Větve: v pars precommunicalis vydává hlavně anteromediální centrální tepny (viz dále). V dalších částech vydá a. frontobasalis med. a pak se pod rostrum corporis callosi rozdělí na dvě další jmenované:

- **a. frontobasalis med.** – hlavní větev pro bazální plochu čelního laloku
- **a. pericallosa** - obkružuje corpus callosum,
- **a. callosomarginalis** – obkružuje gyrus cinguli.

Tyto dvě pak vysílají větve pro mediální plochu hemisféry



Obr. 44: Tepny na mediální ploše hemisféry.

➤ **A. cerebri media (ACM)**

Podobně jako ACA se i zde popisují úseky M1-M4, které odpovídají průběhu:

Průběh:

- Z CAW pokračuje horizontálně laterálním směrem (segmentum M1) na povrch inzuly,
- zde se stáčí šikmo vzhůru a vzestupuje ve fossa cerebri lat. (segmentum M2).
- Ze sulcus lateralis pak větve arterie vystupují mezi operkuly (tzv. segment M3)
- a pokračují na samotný zevní povrch mozku jak vzhůru k frontálnímu a parietálnímu laloku, tak kaudálně na zevní povrch temporálního laloku (tzv. segment M4).

Zásobovací oblast:

- převážná část kůry a podkorové bílé hmoty na zevní ploše hemisféry. Výjimkou je úzký pruh v horní části konvexity vyživovaný z ACA a dorzální část lobus occipitalis vyživovaný z ACP.
- Na spodní ploše hemisféry zásobuje část frontálního laloku.

➤ **A. cerebri posterior (ACP)**

Podobně jako u předchozích korových tepen se i zde popisují segmenty P1-P4.

Průběh:

- Po rozdělení a. basilaris vede ACP krátce laterálně k odstupu a. communicans post. (segmentum P1),
- poté obíhá kolem mezencefála (segmentum P2 et P3), dále již sleduje bazální plochu hemisféry (segmentum P4).
- Zde se dělí na **a. occipitalis lateralis** a **a. occipitalis medialis**, která přechází i na mediální plochu hemisféry.

Zásobovací oblast: kůra a podkorová bílá hmota:

- vnitřní plocha hemisféry v rozsahu okcipitálního a temporálního laloku
- zevní plocha hemisféry – oblast polus occipitalis

Klinická poznámka:

Při obstrukci korové tepny se postižení mozku projeví výpadkem funkce zásobených korových center. Nejzápadnější bývá postižení hybnosti:

- Při poruše zásobení kůry v povodí ACM vzniká kontralaterální paréza horní končetiny. To vyplývá z rozložení Penfieldova motorického homunkula, kde „centrální motoneurony“ jsou pro horní končetinu uloženy na laterální ploše hemisféry. Jde-li o poškození v dominantní hemisféře, objevují se navíc poruchy z poškození řečových center.
- Při poruše průtoku krve v povodí ACA vznikne kontralaterální obrna dolní končetiny vzhledem k hypoxii motorické kůry na vrcholu konvexity a vnitřní ploše hemisféry, postižení opět vychází z tzv. Penfieldova homunkula.
- Při poruše v povodí ACP vzniká příslušný výpadek zorného pole (druhostranné poloviny zorných polí – více viz Smyslové ústrojí).

4) **Aa. centrales** (basales):

Odstupují z CAW kolmo do parenchymu mozku ve 4 skupinách, v podobě mnohočetných cév, které zanechávají povrch mozku perforovaný (odtud názvy substantia perforata ant. et post.). Vyživují hluboké struktury hemisféry: bílou hmotu v hloubi hemisféry (capsula interna), bazální ganglia, též diencefalické útvary (thalamus) a většinu mezencefala. Názvosloví skupin:

- **aa. centrales anteromediales** (odstup z počátku ACA)
- **aa. centrales anterolaterales** (odstup z počátku ACM)
- **aa. centrales posteromediales** (odstup z počátku ACP)
- **aa. centrales posterolaterales** (odstup z pokračování ACP (odstup z pokračování ACP laterálněji)

Klinicky významné větve:

- **Charcotovy hemorrhagické arterie**: jedna nebo více z tepének anterolaterální skupiny, které vyživují zevní část putamen, jsou charakteristické ostrým ohnutím, ve kterém tepna snadno praská u hypertoniků. Následkem je krvácení do bazálních ganglií a capsula interna.

- **a. recurrens Heubneri** - řazená k anteromediální skupině, má nápadný zpětný průběh, zanořuje se v substantia perforata anterior do hloubky hemisféry. Zásobuje přední část capsula interna (crus anterior) a bazálních ganglií (přední část nucleus caudatus a putamen).

Klinická poznámka: Pyramidové dráhy (dráhy volní hybnosti: tractus cortico-nuclearis i tractus cortico-spinalis) za svého průběhu v capsula interna patří do povodí ACM. Při nedokrvení nebo otoku capsula interna v místě průběhu pyramidových drah vznikne kontralaterální obrna se stejným postižením volní hybnosti horní i dolní končetiny (hemiparéza), ale bez specifických poruch řeči.

5) **Aa. choroideae** – dodávají krev do plexus choroideus

- **a. choroidea anterior** – párová, větev ACM z jejího samého odstupu. Vstupuje zepředu do temporálního laloku, zásobuje plexus choroideus postranní komory, sleduje obloukem průběh plexu od cornu temporale až k foramen interventriculare
- **a. choroidea posterior** – párová, někdy vícečetná větev ACP, vstupuje zezadu do stropu III. komory
- **a. choroidea ventriculi quarti** - nepatří k větvím CAW, viz dále

Arterie infratentoriálních struktur

Výživa infratentoriálních struktur patří do vertebro-bazilárního řečiště, tepny tedy neodstupují z CAW. Pouze mesencephalon má výživu z a. cerebri posterior (viz výše).

- Mozeček - tepny mozečku jsou 3 párové, makroskopicky dobře patrné při pohledu zdola:
 - **a. cerebelli inferior posterior** – odstupuje ještě z párových aa. vertebrales pro spodní plochu mozečku
 - **a. cerebelli inferior anterior** – odstupuje zhruba uprostřed délky a. basilaris, zásobuje střední úsek mozečku
 - **a. cerebelli superior** - odstupuje z a. basilaris těsně před jejím rozdělením, zásobuje zejména horní plochu mozečku
- Oblongata a pons Varoli – několik zdrojů:
 - **aa. pontis** z a. basilaris
 - částečně z aa. spinales (z aa. vertebrales)

- větvičky z aa. cerebellares (viz výše)
- Plexus choroideus ventriculi quarti
 - **a. choroidea ventriculi quarti** - párová větev z povodí a. vertebralis do IV. komory pro plexus choroideus

Tepny míchy – viz lekce č 2

ŽÍLY MOZKU

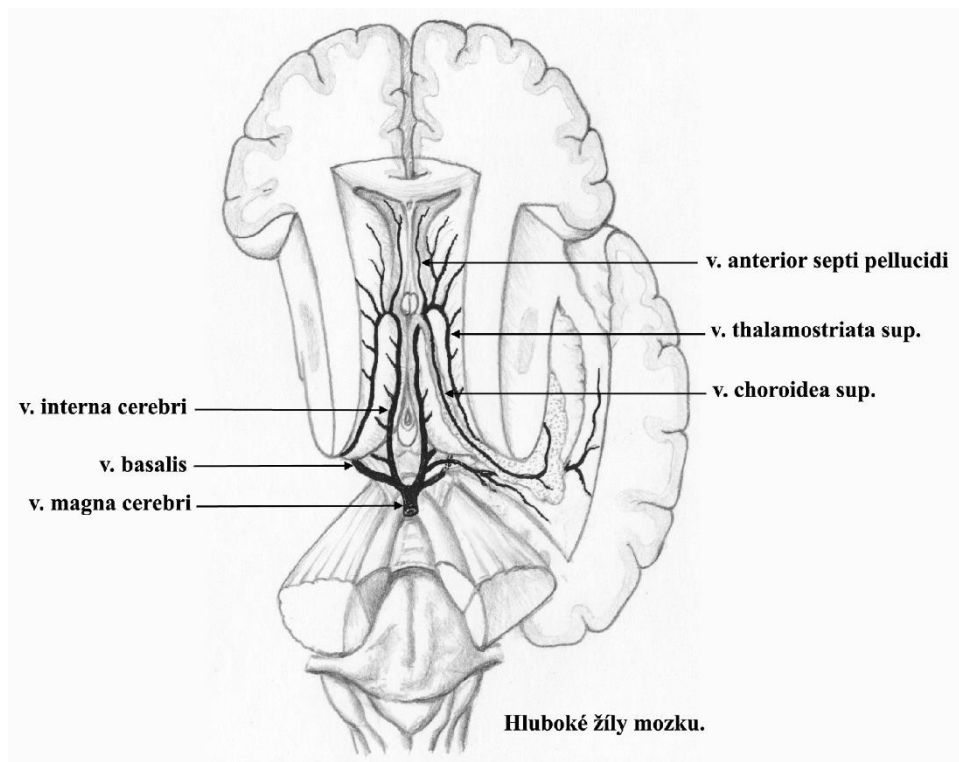
Žilní drenáž mozku je anatomicky složitější než tepenná. Jako mezistupeň se zde uplatňují splavy tvrdé pleny, které nemají typickou stavbu žil. Odtok je tedy uskutečněn postupně v tomto sledu:

- 1) Mozkové žíly – dělí se do dvou skupin:
 - Povrchové žíly - probíhají na povrchu koncového mozku v pia mater. Odvádějí krev převážně z kůry.
 - Hluboké žíly – jsou patrné až po preparaci mozku, drénují hlubší útvary hemisfér
- 2) Sinus durae matris – žilní splavy tvrdé pleny - jsou zavzaty do dura mater, mají stěnu redukovanou na endotel, většina z nich probíhá po vnitřním povrchu lebečních kostí. Vedou žilní krev směrem k for. jugulare.
- 3) V. jugularis interna – žíla, která vzniká ve foramen jugulare pod soutokem sinus petrosus inf. a sinus sigmoideus, odvádí krev z mozkových splavů.

Anatomický popis žil a žilních splavů:

- **Povrchové žíly mozku**
 - **vv. superiores cerebri**: společný název pro žíly, které probíhají na konvexitě mozku, jsou drénovány do sinus sagittalis superior. Pro úseky, které opouštějí povrch mozku a skrze arachnoideu vstupují do sinu, se používá výraz **přemost'ující žíly** (viz též výše – subdurální hematóm)
 - **v. media superficialis cerebri**: probíhá na povrchu fissura lateralis cerebri, ústí do sinus cavernosus. Vytváří 2 dlouhé šikmé spojky s žilními splavy v zadní polovině dutiny lební:

- **v. anastomotica superior (Trolardova žíla):** spojka mezi v. cerebri media superficialis a sinus sagittalis superior
 - **v. anastomotica inferior (Labbéova žíla):** spojka mezi v. cerebri media superficialis a sinus transversus
- **v. media profunda cerebri:** probíhá ve fossa lateralis cerebri (doprovází a. cerebri media), ústí do v. basalis (viz dále)
 - **vv. inferiores cerebri:** probíhají na spodní ploše mozku, jsou drénovány do splavů probíhajících na bázi lebni, zejména do sinus transversus
- **Hluboké žíly mozku**
 - Odvádějí žilní krev z hlubších oblastí hemisfér, bazálních ganglií, plexus choroideus a částečně mozečku.
 - **v. anterior septi pellucidi** – párová, zpředu ze septální oblasti k for. interventriculare
 - **v. thalamostriata sup.** – párová, obloukovitě sleduje průběh ncl. caudatus a sbírá přítoky z jeho povrchu. Běží podél stria terminalis zezadu k for. interventriculare.
 - **v. choroidea sup.** - párová, z plexus choroideus ventriculi lat.
 - **v. interna cerebri** – párová, vzniká soutokem tří výše jmenovaných v oblasti for. interventriculare a probíhá dorzálním směrem ve stropu III. komory.
 - **v. cerebri magna (v. Galeni)** – nepárová, vzniká soutokem obou vv. internae cerebri v oblasti cisterna venae cerebri magnae pod splenium corporis callosi. Je dlouhá pouze 1-2 cm, přibírá povrchovou **v. basalis** (viz výše) a ústí do sinus rectus.
 - **v. basalis (v. Rosenthali):** párová, probíhá ze spodní strany mozku obloukovitě kolem mesencephala (podobně jako ACP) a vlévá se do **v. cerebri magna**. Kromě hlubokých struktur (BG a diencephalon) drénuje bazi hemisfér, horní polovinu hmene a kůru inzuly (prostřednictvím v. media profunda cerebri – viz výše), proto její klasifikace stojí na pomezí hlubokých a povrchových žil.
 - **Žíly mozečku** - vv. cerebelli se samostatnou drenáží
 - **vv. sup. cerebelli** – z horní plochy mozečku do v. cerebri magna a s. transversus
 - **vv. inf. cerebelli** – z dolní plochy mozečku do s. transversus a s. sigmoideus



Obr. 45: Hluboké žíly mozku, schéma pohledu shora.

▪ **Sinus durae matris**

Žilní splavy vytvořené v dura mater, vystlané endotelem, vedou žilní krev z mozku směrem k for. jugulare. Kromě mozku drenují též jeho obaly, kosti lebky, obsah očnice, paranasální dutiny a mimoto slouží ke vstřebávání většiny mozkomíšního moku.

Vyskytují se nejvíce v místech úponů řas tvrdé pleny, v tom případě mají na průřezu typický trojúhelníkový tvar, který zůstává po proříznutí. Většina z nich se též mělce otiskuje do kostí lebky. Lze je rozdělit na dva systémy:

➤ Zadní skupina:

- **sinus sagittalis sup.** – nepárový, v horním okraji falx cerebri, vede krev ke confluens sinuum
- **sinus sagittalis inf.** – nepárový, v dolním okraji falx cerebri, vede krev do sinus rectus
- **s. rectus** – nepárový, nachází se na styku falx cerebri a tentoria – běží napříč lebeční dutinou (nezanechává proto otisk) dozadu do confluens sinuum, vzniká soutokem s. sagittalis inf. a v. cerebri magna, drénuje tedy hluboké žíly mozku

- **s. occipitalis** – nepárový, spodní přítok do confluens sinuum, vede z okraje for. magnum ve falx cerebelli
- **s. transversus** – párový, rozbíhá se z confluens sinuum, vede krev ventrolaterálním směrem v úponu tentorium cerebelli
- **s. sigmoideus** – párový, esovitě pokračování předchozího splavu směrem k for. jugulare

➤ Přední skupina:

- **sinus sphenoparietalis** – párový, při okrajích malých křídel kosti klínové, vede krev do s. cavernosus.
- **sinus cavernosus** – párový žilní splav na bocích corpus ossis sphenoidalis. V jeho laterální stěně běží hlavové nervy III, IV, V/1, V/2, přímo v jeho prostoru pak a. carotis interna s vegetativním pl. caroticus a n. abducens. Kromě s. sphenoparietalis a v. media superficialis cerebri přijímá také v. ophthalmica sup. (krev z očnice a paranasálních dutin).
- **ss. intercavernosi** – příčné spojky mezi oběma kavernózními splavy.
- **s. petrosus sup.** - při horní hraně os petrosum, v úponu tentorium cerebelli, vede krev ze s. cavernosus do s. sigmoideus
- **s. petrosus inf.** – při dolní hraně os petrosum, vede též krev ze s. cavernosus do s. sigmoideus, do jeho závěrečného úseku

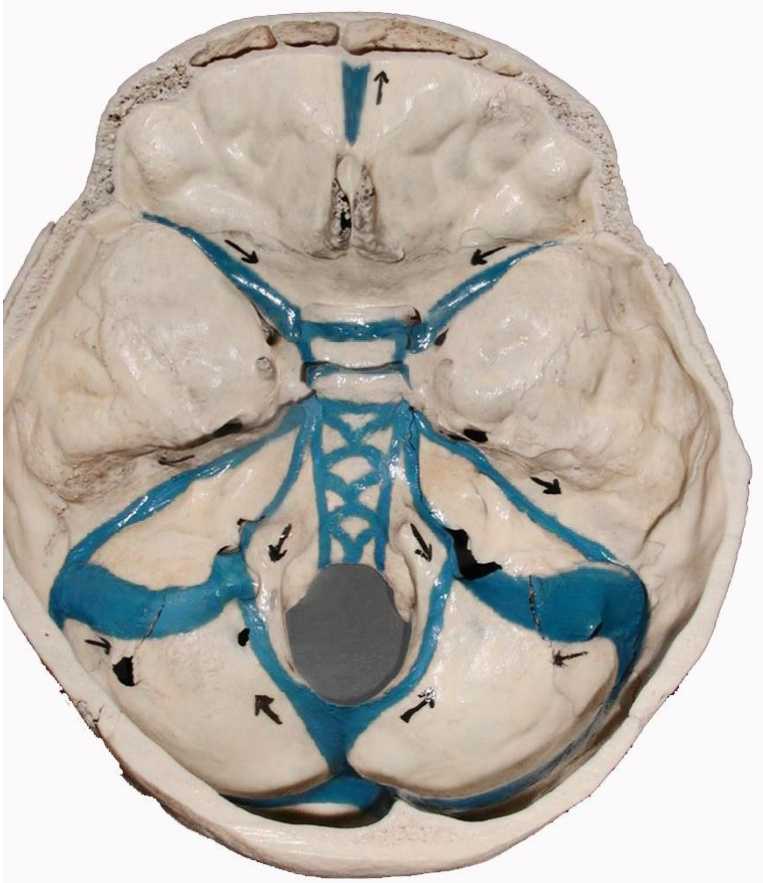
▪ **Komunikace žilních splavů s extrakraniálními žilami**

Kromě hlavního odtoku žilní krve ze sinů do v. jugularis interna existují další spojky.

Více viz oběhový systém, zde pouze stručný přehled:

- **v. ophthalmica sup.** – propojuje sinus cavernosus se žilami obličeje (v. angularis).
- **vv. emisariae** – spojky na typických místech kalvy a baze, procházejí lebkou v samostatných otvorech (emisariích) nebo doprovázejí jiné útvary. Většina jich vychází ze zadního systému splavů. Vpředu je sinus cavernosus spojen přes bazi lební s plexus pterygoideus prostřednictvím **plexus foraminis ovalis** a plexus caroticus int.

- **vv. diploicae** – žilní drenáž diploe kostí lebečních, která se vlévá jak do sinusů, tak do extrakraniálních žil
- plexus basilaris – drobná žilní pletěň na klivu napojená jak na sinusy, tak na plexus venosi vertebrales interni



Obr. 46: Sinus durae matris, průběh vyznačen na kostěné bazi lebeční. Fotografie.

TRACTUS NERVOSI - DRÁHY NERVOVÉ

ÚVOD

Tractus nervosus - nervová dráha

Nervová dráha - **tractus nervosus** (lat. tractus – pásmo; zkratka tr.) je homogenní skupina neuronů, která propojuje 2 struktury šedé hmoty CNS a vede nervové vzruchy stejné povahy. Mezi drahami se lze setkat i s pojmem **fasciculus** – svazek, kterým se označuje kompaktní svazek nervových vláken, který mezi sebou propojuje více jader, ležících ve stejné etáži CNS (např. **fasciculus longitudinalis medialis**).

V čistě anatomickém pojetí jsou všechny nervové dráhy drahami jednoneuronovými. Za účelem zprostředkování určité biologické funkce se neurony spojují do řetězců nebo do okruhů (viz dále), proto ve funkčním pojetí existují dráhy jednoneuronové i dráhy víceneuronové.

Př.: tractus corticospinalis dle anatomie obsahuje vlákna neuronů z g. precentralis sestupující do míchy. Vedou informaci o volním pohybu. Aby se však tato informace dostala ke kosternímu svalstvu, napojují se tato vlákna synapticky na další neuron – motoneuron předních rohů míšních. Při porušení kteréhokoliv z obou neuronů není možné volní pohyb uskutečnit. Funkčně (jakožto „dráha volní hybnosti“) je tedy tr. corticospinalis 2-neuronový. Při výkladu senzitivních drah budeme preferovat funkční pojetí drah, běžně používané v klinice.

Řazení neuronů víceneuronových drah

- Neurony některých drah jsou řazeny podélně (vzestupně nebo sestupně) za sebou a propojují mezi sebou různé etáže CNS; potom je nazýváme **projekční dráhy**.
- Neurony jiných víceneuronových drah mohou být uspořádány do **dráhových okruhů**. 1. neuron dráhového okruhu začíná v určité šedé struktuře CNS a jeho poslední neuron se do výchozí struktury znovu vrací. Výchozí a cílová struktura dráhového okruhu je tedy totožná.
Nejjednodušší dráhové okruhy jsou dvouneuronové (např. **okruh nigro-striato-nigrální**), v jiných je seřazeno více neuronů (např. ve 4-neuronovém **okruhu kortiko-striato-palido-thalamo-kortikálním**).

Název dráhy

- Anatomický název každé dráhy vychází z latinského názvu struktur, které dráha propojuje: např. **tr. cortico-spinalis**. Pomlčky v názvu se můžou a nemusí psát.
U víceneuronových projekčních drah je taková dráha obvykle pojmenována podle všech

anatomických struktur, v nichž se neurony dráhy přepojují, případně i podle toho, kudy procházejí: např. 3-neuronová míšní dráha vedoucí epikritické čítí se nazývá **tr. spino-bulbo-thalamo-corticalis** (dráha prochází míchou - zadními provazci a přepojuje se v prodloužené míše, v thalamu a končí v kůře mozkové napojením na korové neurony).

Dráhové okruhy se mohou nazývat podle výchozí struktury, míst přepojení a podle cílové struktury, která je totožná s výchozí: např. **okruh kortiko-striato-palido-thalamo-kortikální**.

- Označení některých drah vychází z makroskopického názvu části CNS, kudy dráha probíhá: např. míšní **dráha zadních provazců**
- Funkční název vychází z funkce dráhy: např. **dráha chuťová**, míšní **dráha protopatického čítí**
- Pro tutéž dráhu lze často použít několik názvů: např. pro **tractus spino-bulbo-thalamo-corticalis** se používá také označení **dráha zadních provazců** nebo **míšní dráha epikritického čítí**.

Základní terminologie používaná v klasifikaci drah

- **Dráhy asociační:** propojují 2 struktury uložené ve stejné polovině téže etáže CNS (např. **fasciculus longitudinalis sup.** propojující řečová centra kůry hemisféry).
- **Dráhy komisurální:** propojují 2 struktury, uložené v odlišných polovinách téže etáže CNS. Vytvářejí makroskopicky patrné svazky = **komisury** (např. **corpus callosum**, **commissura habenulorum**, **commissura fornicis**):
 - **komisury homotopní**, homotopické: propojují identické šedé struktury obou 1/2 téže etáže
 - **komisury heterotopní**, heterotopické: propojují odlišné šedé struktury obou 1/2 téže etáže

- **Dráhy projekční**

Propojují mezi sebou šedé struktury (jádra, kůru) uložené v odlišných etážích CNS – projikují tedy z jedné etáže do jiné.

Některé jsou jednoneuronové, většina z nich je však víceneuronových.

Mohou se dále dělit na:

- **Dráhy ascendentní a descendentní**
 - **Dráhy ascendentní**, vzestupné: projekční dráhy, které směřují z nižší etáže CNS do vyšších etází. Zprostředkují počitky z receptorů v podobě vzruchů z periferního NS, popisují se tedy většinou slovem senzitivní.

- **Dráhy senzitivní** v užším slova smyslu vedou do CNS čítí od exteroceptorů, proprioreceptorů a interoceptorů (např. tr. spino-thalamo-corticalis).

- **Dráhy senzoričné** vedou do CNS čítí od specializovaných smyslových receptorů (patří sem dráha zraková, sluchová, vestibulární, čichová a chuťová), tj. mimo kožní, svalovou a orgánovou citlivost.

- **Dráhy descendentní**, sestupné: projekční dráhy, které směřují z vyšších etáž CNS s etáží nižší. Odpovídají na reflexy tím, že zapojují svaly (např. tr. vestibulo-spinalis), popisují se tedy většinou slovem **motorické**.

Další možné synonymum je „eferentní“ (centrifugální, odstředivé), ačkoliv stejný výraz může být zároveň chápán jako jakýkoliv výstup z nějakého popisovaného jádra, ať už vzestupuje k vyšším centřům, nebo sestupuje ke svalům. Doporučujeme tedy výraz eferentní používat raději při popisu zapojení určitého centra (jádra nebo okrsku kůry). Analogicky výraz „aférentní“ použijeme pro přívodné dráhy k nějakému jádru, ať už sestupují či vzestupují.

➤ **Dráhy přímé a nepřímé**

- **dráhy přímé**: u sestupných drah tak označujeme ty, které propojují výchozí a cílovou strukturu krátkou (málonuronovou) cestou. Jsou vývojově mladé (např. **dráhy pyramidové**). U vzestupných drah ty, které vedou k uvědomění počítka (vedou přes thalamus).
- **dráhy nepřímé**: sestupné dráhy, které propojují výchozí a cílovou strukturu delší (víceuronovou) cestou (zejména **dráhy extrapyramidové**), jsou vývojově starší. U vzestupných drah ty, které vedou přes mozeček (např. **tr. spinocerebellaris ventralis et dorsalis**).

Osnova popisu projekčních drah

- Latinský název dráhy
- Charakteristika dráhy: počet neuronů, zařazení do systému, vývojové stáří dráhy, funkce
- Detailní popis jednotlivých neuronů dráhy: uložení perikarya, průběh (u projekčních drah popis průběhu v jednotlivých etážích), křížení (příp. názvy neuronů před křížením, v místě křížení, po zkřížení), somatotopické uspořádání.
- Klinické projevy poškození – u klinicky důležitých systémů

V souladu se sylaby praktik jsou následující kapitoly řazeny takto:

Nejprve jsou popsány asociační a komisurální dráhy. Následují dráhy projekční, jimž je

věnována větší pozornost vzhledem ke klinické důležitosti. Z nich jsou popsány nejprve dráhy senzitivní bez sensorických, potom motorické. Za motorické dráhy je vložena část věnovaná limbickému systému. Jako poslední (u hlavových nervů a smyslových orgánů) se probírají sensorické projekční dráhy.

Dráhy míšního reflexu byly stručně zmíněny v kapitole 1: Mícha, odstavce „Funkce míchy“ a „Osudy vláken zadních kořenů míšních“.

ASOCIAČNÍ DRÁHY

Propojují 2 různá místa téže poloviny jedné etáže CNS

- Krátké asociační dráhy hemisféry - fibrae arcuate, tzv. „U“ **vlákna**: spojují sousední gyri téže hemisféry – např. vlákna z BA 17 (primární zrakové centrum) do BA 18 (sekundární zrakové centrum).
- Dlouhé asociační dráhy hemisféry spojují vzdálenější korové oblasti téže hemisféry:
 - **fasciculus arcuatus** propojující řečová korová centra
 - **cingulum** (součást **Papezova okruhu**, viz limbický systém)
 - další typické svazky v hemisférách – **fasciculus longitudinalis superior, fasc. longitudinalis inferior**, atd.

KOMISURÁLNÍ DRÁHY

Jednoneuronové dráhy, které mezi sebou propojují obě poloviny téže etáže. Mohou tvořit makroskopicky patrné **komisury**.

- **komisury homotopické** propojují identické struktury obou polovin etáže,
- **komisury heterotopické** propojují odlišné struktury obou polovin téže etáže.
- **Corpus callosum** (podrobněji viz telencephalon: popis, části, forceps minor et major, význam CC). Neokortikální komisura telencefala, nejmohutnější komisura mozku.
- **Commissura anterior**; vývojově starší paleokortikální komisura, propojující primární čichovou kůru. Zadní část propojuje také nekortikální oblasti temporálních laloků obou hemisfér. Makroskopicky patrná, nachází se na předním okraji III. komory.
- **Commissura fornicis** (viz **fornix** a **limbický systém**); archikortikální komisura. Spojuje oba fornixy, a jejich prostřednictvím starou limbickou - archikortikální kůru (hipokampální formaci) obou hemisfér.

- **Commissura habenularum:** komisura diencefala, spojuje trigona habenularum epithalamu.
- **Commissura posterior;** komisura diencefala a kmene, je využívána např. pro fasciculus longitudinalis medialis (viz dále). Obě poslední zmíněné komisury se nacházejí na zadním okraji III. komory.
- **Commissura supraoptica;** komisura diencefala a kmene.
- Pro kompletní přehled zmiňujeme též míšní **commissura alba anterior** (commissura ventralis alba); je to název pro bílou hmotu ventrálně od centrální zóny šedé hmoty míšní. Tato oblast je využívána jednak jako typická komisura, kudy probíhají vlákna mezi levou a pravou polovinou míchy, jednak se zde kříží řada projekčních drah (např. tr. spinothalamicus).

Avšak do komisur se běžně nepočítá adhesio interthalamica (jde spíš o srůst obou thalamů) ani místa křížení projekčních drah jako decussatio pyramidum, decussatio lemniscorum (viz dále) nebo chiasma opticum. Commissura ant. a post. jsou základní orientační body na MRI zobrazení při stereotaktických výkonech na mozku.

SENZITIVNÍ DRÁHY

Vedou čítí z extero-, propio- a interoreceptorů do CNS.

V receptorech dochází k transformaci fyzikálních nebo chemických podnětů v nervové vzruchy. Receptory jsou specifické - jsou drážděny pouze určitým typem podnětů. Druhy receptorů – viz histologie.

Dělení senzitivních drah

- **Přímé senzitivní dráhy** vedou uvědomělé čítí do specifických jader thalamu a odtud do primární senzitivní kůry (gyrus postcentralis, Brodmannova area 3,1,2).

Uvědomujeme si pouze čítí, které je vedeno přímými senzitivními drahami nebo drahami senzorickými přes thalamus do primárních korových oblastí neokortexu. Čítí tedy vstupuje do vědomí na úrovni thalamické, kde se odehrává jakási „primitivní“ forma uvědomování si (viz thalamus). K plnému „uvědomění si“ dochází až na úrovni korové v primárních senzitivních a senzorických oblastech kůry.

Výjimkou je vývojově stará čichová dráha, která přes thalamus neprochází a je vedena do primární čichové kůry paleokortikální.

Další dělení přímých senzitivních drah:

- Podle toho, kudy jejich 1. neuron probíhá v periférii nebo po vstupu do CNS:
 - Přímé senzitivní dráhy míšní: Jejich 1. neuron vstupuje do míchy. Vedou uvědomělé čítí z dorzální části hlavy, z trupu a končetin.

- Přímé senzitivní **dráhy hlavových nervů**: Jejich 1. neuron je veden cestou hlavových nervů V, VII, IX, X do mozkového kmene. Vedou uvědomělé čítí z obličejové části hlavy.
- Podle kvality vedeného čítí:
 - dráhy **protopatického čítí** – „hrubé čítí“, vývojově staré druhy čítí, které informují živočicha o noxách, které ohrožují jeho zdraví či život: je to **čítí tepla** (a chladu) a **bolesti**, tzv. „**hrubého**“ **tlaku a dotyku** (např. různé pocity svědění či šimrání, které jsou subjektivně vnímány nepříjemně, byť nejde o bolest, a vyžadují okamžité řešení poškrábáním se).
 - dráhy **epikritického čítí** - „jemné čítí“, vývojově mladé druhy čítí: **čítí dotykové, vibrace**, rozlišování 2 bodů = **diskriminační čítí, hmat** (→identifikace tvaru předmětu)
- Podle svého průběhu v bílé hmotě míchy a ve kmeni mozkovém:
 - **dráhy antero-laterálního systému**: jsou nazvané podle předních a postranních provazců, kudy probíhá 2. neuron v případě, že prochází míchou. Označení lze použít i pro obdobné dráhy, které míchou neprocházejí, ale též vedou protopatické čítí.
 - **dráhy lemniskální**: Axony jejich 2. neuronu po zkřížení ve kmeni mozkovém mají na řezu vzhled bílé stužky a nesou název **lemniscus** (lat. lemniscus - pásek, stužka). Vedou epikritické čítí a uvědomělou propiocepci.
- **Nepřímé senzitivní dráhy vedou neuvědomělé čítí do mozečku**. Poněvadž toto čítí slouží motorickým funkcím mozečku, jsou tyto aferentní mozečkové dráhy někdy řazeny také k dráhám motorickým (viz dráhy mozečku, motorické dráhy extrapyramidové).
- Viscerosenzitivita = vedení vzruchů z vnitřních orgánů (tím nejsou myšleny orgány pohybového aparátu, jehož senzitivní složku vyčleňujeme jako **propriocepci** – viz dále). Axony viscerosenzitivních neuronů přivádějí do CNS impulzy se dvěma základními možnostmi:
 - a) přepojí se v míše nebo kmeni mozkovém na visceromotorické neurony (**ncl. intermediolateralis, parasympatická jádra** hlavových nervů) = uskutečnění **vegetativních reflexů**.
Reflexy mohou zůstat obsahem vegetativního NS – např. reflexní močení, nebo se na úrovni míchy / mozkového kmene přepnout na somatický NS (kosterní svalovinu) – např. stažení volních svěračů, stažení svalů při dráždění pobřišnice, kašláni při dráždění dýchacích cest.

b) orgánové čítí je z míchy a kmene vedeno do vyšších oddílů CNS **projekčními senzitivními dráhami** za účelem informovat ústředí vegetativního nervstva – hypothalamus (tr. reticulo-hypothalamicus), nebo dokonce dopravit informaci do vědomí – senzitivní kůry (bolest a teplota ano; z chemické informace jen chuť jako „vědomá chemorecepce“).

Vedení uvědomělé viscerální bolesti je podobné vedení bolesti kožní, stává se součástí tzv. anterolaterálního systému. S tím souvisí existence tzv. Headových zón – viz mícha.

Informace z orgánů může vést buď cestou sympatických nervů přes míchu, nebo cestou parasymptatické inervace n. vagus přes mozkový kmen – více viz kapitola č.9 Autonomní systém.

- **Propriocepce** – tvoří zvláštní kapitolu. Zahrnuje čítí svalové, šlachové a kloubní. I to se dělí se na **uvědomělé** a **neuvědomělé**.
 - Uvědomělá propriocepce je vedena přes thalamus do kůry, neuvědomělá do mozečku.
 - Uvědomělá i neuvědomělá propriocepce má 2 složky:
 - **složku statickou**, která registruje polohu těla a jeho částí, gravitaci = váhu a hluboký tlak (např.došlap).
 - **složku kinetickou**, která registruje pohyb těla a jeho částí.
 - Vedení se může lišit pro informace z dolní a z horní končetiny (viz dále)

Poruchy čítí:

- Subjektivní poruchy čítí: **bolest**.
Parestézie = nepříjemné pocity brnění, svědění, mravenčení bez objektivního podnětu.
- Objektivní poruchy čítí, potvrzené vyšetřením: **hypestézie** = snížené vnímání čítí, **anestézie** = úplné vymizení čítí.
- Tzv. disociované poruchy čítí: poškozeny pouze určité kvality čítí při zachování jiných kvalit čítí, patologie postihuje pouze některé ze senzitivních drah – dáno jejich rozdílným průběhem v míše. Příkladem např. postižení zadních provazců při tabes dorsalis v pozdním stadiu syfilis.

PŘÍMÉ SENZITIVNÍ DRÁHY

Vedou uvědomělé čítí přes thalamus do kůry. Většina z nich je 3-neuronová.

- 1. neuron spojuje receptory na periférii těla s CNS. Jeho perikarya sídlí mimo CNS - v senzitivních gangliích míšních a v senzitivních gangliích hlavových nervů (obojí pocházejí z **gangliové lišty** souběžné s neurální trubicí). Pseudounipolární buňky senzitivních ganglií přijímají informace vedené od receptorů cestou svých dlouhých periferních vláken. Axony gangliových buněk poté vstupují cestou zadních kořenů míšních a cestou hlavových nervů do CNS.

- 2. neuron spojuje míchu nebo kmen mozkový s thalamem. Druhé neurony všech přímých senzitivních drah se kříží a končí ve **specifických senzitivních jádrech kontralaterálního** (druhostranného) thalamu.
- 3. neuron = neuron thalamo-kortikální spojuje příslušná specifická jádra thalamu s primární senzitivní kůrou v **gyrus postcentralis (BA 3,1,2)**. Primární senzitivní kůra je somatotopicky uspořádána, viz senzitivní Penfieldův homunkulus.

Míšní dráhy antero-laterálního systému

2. neuron probíhá ve funiculus anterior nebo lateralis a vede protopatické čítí.

- ❖ **Tractus spino-thalamicus** (tractus spino-thalamo-corticalis) - míšní dráha protopatického čítí

Tříneuronová dráha vedoucí rychlou, přesně lokalizovanou bolest a teplo (chlad), hrubý dotyk a tlak. Dráha je v celém svém průběhu somatotopicky uspořádána.

- 1. neuron: tvoří pseudounipolární bb. spinálních ganglií - jejich axony vstupují cestou zadních kořenů do míchy, končí v homolaterálním ncl. proprius zadních rohů
- 2. neuron: začíná v ncl. proprius, kříží se - přechází na druhou stranu míchy přes commissura alba anterior a pokračuje v kontralaterálním postranním a předním provazci míšním jako **tr. spino-thalamicus lateralis** (vede čítí bolesti a tepla) a **tr. spino-thalamicus anterior** (vede hrubý dotyk a tlak). Končí ve specifických senzitivních jádrech kontralaterálního thalamu (VPL).
- 3. neuron - neuron **thalamo-kortikální** spojuje thalamus s primární senzitivní kůrou: prochází přes capsula interna a centrum semiovale hemisféry a končí v kůře horních 2/3 gyrus postcentralis (viz Penfieldův senzitivní homunkulus), BA 3,1,2.

- ❖ **Tractus spino-reticularis** (tr. spino-reticulo-thalamo-corticalis) - míšní dráha pomalé bolesti

Víceneuronová dráha s multisynaptickým přepojením v RF kmene

mozkového. Je vývojově starší než dráha předchozí. Vede mimo jiné pomalou, difuzní, špatně lokalizovatelnou bolest. Pomalé vedení je způsobeno nižší myelinizací a synaptickým zdržením při multisynaptickém přepojení v RF.

- 1. neuron je stejný jako u tr. spino-thalamicus

- 2. neuron se kříží: Vychází ze stejnostranného ncl. proprius a cestou commissura alba anterior přechází do druhostranných provazců míšních, a dále pokračuje do RF kmene mozkového
- Následuje multisynaptické přepojení v RF, které je součástí ascendentního systému RF. Výstupní neuron vede z RF do nespecifických jader thalamu (např. ncll. intralaminares thalami).
- Poslední neuron **thalamo-kortikální** spojuje thalamus s řadou korových oblastí, zejména s asociační kůrou.

❖ **Tractus spino-tectalis**

Z míšních drah antero-laterálního systému je vývojově nejstarší. Většina autorů udává, že jde o 2-neuronovou dráhu bez funkčního spojení s thalamem a kůrou mozkovou.

- 1. neuron spojuje buňky spinálního ganglia s ncl. proprius,
- 2. neuron spojuje ncl. proprius s tektem - čtverohrbolím středního mozku.

U člověka je zachována jako pozůstatek vývoje a její význam pro lidskou CNS je redukován. U nižších živočichů slouží (ve spolupráci s extrapyramidovou dráhou tekto-spinální) k provedení opticko-motorických reflexů.

Míšní dráhy lemniskální

Vývojově mladé přímé senzitivní dráhy, které vedou epikritické cití a uvědomělou propriocepci přes thalamus do kůry.

❖ **Tractus spino-bulbo-thalamo-corticalis (tr. spino-bulbaris) - dráha zadních provazců - míšní dráha epikritického cití**

- 1. neuron (spino-bulbární) je uložen ve spinálních gangliích. Axony pseudounipolárních buněk ganglií vstupují cestou zadních kořenů do bílé hmoty homolaterálních zadních provazců míšních a pokračují tudy bez přepojení do jader zadních provazců oblongaty, epikritické cití je vedeno do **nucleus gracilis a ncl. cuneatus med.**

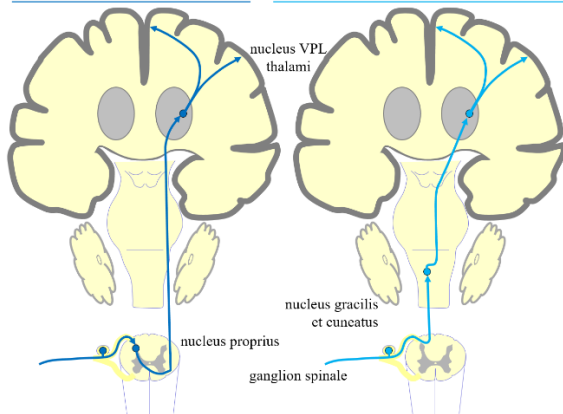
V zadních provazcích je dráha somatotopicky uspořádána - viz **Kahlerovo pravidlo**.

- 2. neuron (bulbo-thalamický) se v rostrální oblongatě kříží:
 - před zkřížením tvoří **fibrae arcuatae internae**
 - místo křížení = **decussatio lemniscorum**
 - po zkřížení se nazývá **lemniscus medialis** - odtud název celého systému těchto drah. Lemniscus medialis je na řezech mozkovým kmenem patrný pouhým okem. Spojuje jadra zadních provazců s kontralaterálním specifickým senzitivním thalamem.

- 3. neuron (thalamo-kortikální) spojuje thalamus s primární senzitivní kůrou v horních 2/3 gyrus postcentralis, BA 3,1,2, dle principu senzitivního homunkula.

Oba systémy (anterolaterální i lemniskální) tedy nakonec konvergují do stejné korové oblasti.

[Tr. spino-thalamo-corticalis](#) [Tr. spino-bulbo-thalamo-corticalis](#)



Obr. 47: Srovnání průběhu hlavních senzitivních drah.

❖ **Míšní dráhy uvědomělé propriocepce**

Po přepojení v jádrech zadních provazců všechny tyto dráhy vedou do thalamu a zakončují se v primární senzitivní kůře. Uvědomělá propriocepce je tedy vedena v lemnisku společně s výše popsaným **tr. spino-bulbo-thalamo-corticalis**, avšak může být přepojena v jiných jádrech zadních provazců než dráha epikritického cití.

V míše je vedeno odděleně:

- **uvědomělé cití statické** = polohocit - uvědomování si polohy těla; z obou končetin vede dráhou zadních provazců s přepojením v **ncl. gracilis a ncl. cuneatus medialis** stejně jako epikritické cití,
- **uvědomělé cití kinetické** = pohybovit - uvědomování si pohybu těla a končetin. Vedení uvědomělého kinetického cití je odlišné pro horní končetinu (a horní polovinu těla) a dolní končetinu (a dolní polovinu těla):
 - Z horní končetiny je vedeno opět prostřednictvím **tr. spino-bulbo-thalamo-corticalis** - s přepojením v **nucleus cuneatus lateralis** (**ncl. cuneatus accessorius**).
 - Z dolní končetiny je vedeno v **tr. spinocerebellaris anterior a posterior**. Odbočkou v tzv. „**Z**“ **jádro** zadních provazců (subnucleus rostradorsalis) se dráha odkloní od spinocerebellární dráhy, přidá se k lemniskovému systému a pokračuje do thalamu.

Vedení neuvědomělé propriocepce je odlišné a je popsáno v dalším textu, v části Nepřímé senzitivní dráhy.

Klinická poznámka:

- Při poškození míchy je z poruch čítí nejnápadnější porucha vedení bolesti.
- Při poškození poloviny míchy - **syndrom hemisekce míšní = syndrom Brown-Séquardův** se kontralaterální porucha čítí kombinuje se stejnostrannou poruchou hybnosti (viz kapitola Mícha).

Trigeminové systémy obecně

Jsou to přímé senzitivní dráhy hlavových nervů. Vedou uvědomělé čítí z obličejové části hlavy.

Dělí se (obdobně jako přímé senzitivní dráhy míšní) na:

- dráhy vedoucí protopatické čítí (jsou obdobou antero-laterálních drah míšních)
 - dráhy vedoucí epikritické čítí = lemniskální systém hlavových nervů. Jejich 2. neuron po zkrížení se nazývá **lemniscus trigeminalis**. Jsou obdobou lemniskárních drah míšních.
- 1. neuron obou systémů probíhá na periferii v hlavových nervech V, VII, IX, X a jimi je také přiváděn do trigeminových senzitivních jader v mozkovém kmeni. Perikarya 1. neuronu jsou reprezentována pseudounipolárními bb. senzitivních ganglií hlavových nervů.
- Receptory. Senzitivní struktury hlavy, inervované hlavovými nervy: kůže v obličejové části hlavy, rohovka a spojivka, sliznice dutiny nosní a ústní, isthmus faucium a nosohltan, zuby, zevní zvukovod, bubínek, sliznice středního ucha a Eustachova trubice, dura mater. Dále sem patří propriocepce z čelistního kloubu, z příčně pruhovaných svalů a šlach hlavy - tedy ze svalů mimických, žvýkacích, okohybných svalů a svalů jazyka.
Inervace kožních a slizničních oblastí jednotlivými hlavovými nervy – viz Hlavové nervy.
 - Periferní úsek axonu gangliových buněk probíhá v hlavových nervech **V/1,2,3, VII, IX a X** a vede do ganglií epikritické, protopatické a proprioceptivní čítí od příslušných receptorů hlavy.
 - Příslušná senzitivní ganglia hlavových nervů:
 - senzitivní ganglion n. V - **ganglion trigeminale Gasseri** (na hrotu pyramidy)
 - senzitivní ganglion n. VII - **ganglion geniculi** (je uloženo v canalis n. facialis ve skalní kosti)
 - senzitivní ganglion n. IX a X – každý z obou nervů má své **ganglion superius et inferius** (jsou uložena při foramen jugulare)

- Centrální úsek axonu pseudounipolárních bb. všech senzitivních ganglií hlavových nervů (tj. V, VII, IX a X) se zakončuje ve dvou **senzitivních trigeminových jádrech** – v **ncl. spinalis a ncl. principalis (pontinus) n. V**, a to i z nervů VII, IX, X, které nemají vlastní jádra pro zpracování somatosenzitivní (!). Do **nucleus spinalis** je vedeno protopatické čítí a do **nucleus principalis** je vedeno epikritické čítí a uvědomělá propriocepce. Třetí jádro trigeminu zapojené do senzitivní - ncl. mesencephalicus - není jádrem, ale obdobou ganglia („ganglion pohlcené v CNS“). Obsahuje pseudounipolární buňky a převádí do dalších jader část propriocepce.
- 2. neuron obou systémů má odlišný začátek a průběh, v obou případech se však kříží a konverguje do druhostranného ncl. ventralis posteromedialis (VPM) thalamu.
- 3. neuron – thalamo-kortikální neuron z **ncl. VPM**. Průběh pro oba systémy je opět společný, neuron končí v primární senzitivní kůře v dolní 1/3 g. postcentralis dle senzitivního homunkula.

Antero-laterální systémy (dráhy) hlavových nervů

Vedou protopatické čítí. Jsou obdobou příslušných míšních drah antero-laterálního systému.

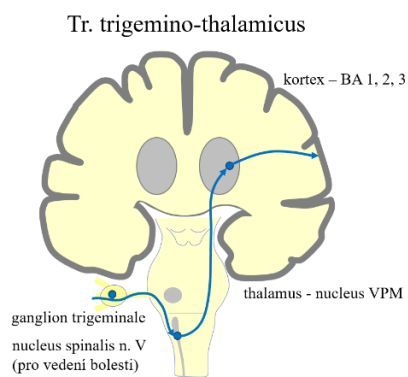
❖ **Tractus trigemino-thalamicus** (obdoba tr. spino-thalamicus)

3-neuronová dráha „rychlé“ bolesti, tepla a hrubého dotyku z obličejové části hlavy.

- 1. neuron: pseudounipolární bb. ganglií **n. V, VII, IX, X** – jejich axony končí v homolaterálním **ncl. spinalis n. V**. Jádro funkčně odpovídá ncl. proprius zadních rohů míchy a je somatotopicky uspořádáno.

Do dolní části jádra podněty z horního a dolního okraje obličeje, do horní části jádra ze středu obličeje, z dutiny ústní a zubů.

- 2. neuron se kříží do kontralaterálního thalamu.
- 3. neuron **ncl. VPM** thalamu → dolní část g. postcentralis, BA 3,1,2.



Obr. 48.

❖ **Tractus trigemino-reticularis** (obdoba tr. spino-reticularis)

Dráha „pomalé“ bolesti z obličejové části hlavy.

- 1. neuron je stejný jako u dráhy trigemino-thalamické.
- 2. neuron axony **ncl. spinalis n.V** se kříží a propojují jádro s RF kmene.
- Následuje víceneuronové propojení v RF = součást ARASu. „Výstupní“ neuron z RF pokračuje do kontralaterálního thalamu.
- Poslední neuron spojuje thalamus s BA 3,1,2.

❖ **Tractus trigemino-tectalis** (obdoba tr. spino-tectalis – význam nejasný)

Lemniskální systém hlavových nervů

Vede epikritické čítí + uvědomělou propriocepci z obličejové části hlavy.

❖ **Lemniscus trigeminalis** (v širším významu pojmu; původně lemniscus = název 2. neuronu po zkřížení.) Dráha je obdobou míšního tr. spino-bulbo-thalamo-corticalis.

- 1. neuron představují pseudounipolární bb. senzitivních ganglií n. V, VII, IX, X. Axony bb. ganglií se zakončují v homolaterálním ncl. principalis n.V, které odpovídá jádrům zadních provazců lemniskálních drah míšních.
- 2. neuron – axony ncl. principalis se kříží a tvoří vlastní **lemniscus trigeminalis**, který vzestupuje kmenem do kontralaterálního thalamu.
Jen pro doplnění: Pouze axony nesoucí epikritické čítí z ústní dutiny se kříží i nekříží a vedou do tedy i stejnostranného thalamu jako samostatný tractus trigeminothalamicus posterior.
- 3. neuron **ncl. VPM** – stejně jako předchozí dráhy trigeminálního systému přivádí informace do dolní 1/3 g. postcentralis.

NEPŘÍMÉ SENZITIVNÍ DRÁHY

Neprocházejí thalamem - vedou proprioceptivní čítí do kůry spinálního mozečku. Poněvadž čítí vstupuje do vědomí až na úrovni thalamické, jde o neuvědomělou propriocepci.

Do mozečku vedou i exterocepční podněty důležité pro koordinaci pohybu – např. z plosky nohy.

Neuvědomělá propriocepce slouží motorickým funkcím mozečku - proto se nepřímé senzitivní dráhy řadí také k drahám motorickým.

Vedení neuvědomělé propriocepce je složité podobně jako vedení uvědomělé propriocepce.

Neuvědomělé statické čítí (polohocit) a kinetické čítí (pohybocit) je do mozečku vedeno

odlišnými drahami. Navíc je odlišnými dráhami vedeno neuvědomělé kinetické čítí z horní a dolní končetiny.

▪ Vedení neuvědomělého statického čítí:

Z dráhy spino-bulbo-thalamo-kortikální přepojené v ncl. gracilis a ncl. cuneatus medialis odbočuje **tractus bulbo-cerebellaris** a vede do kůry spinálního mozečku.

▪ Vedení neuvědomělého kinetického čítí:

➤ z horní končetiny (a horní poloviny těla):

Z dráhy zadních provazců přepojené v ncl. cuneatus lateralis rovněž odbočuje **tr. cuneocerebellaris** do kůry spinálního mozečku.

➤ z dolní končetiny (a dolní poloviny těla):

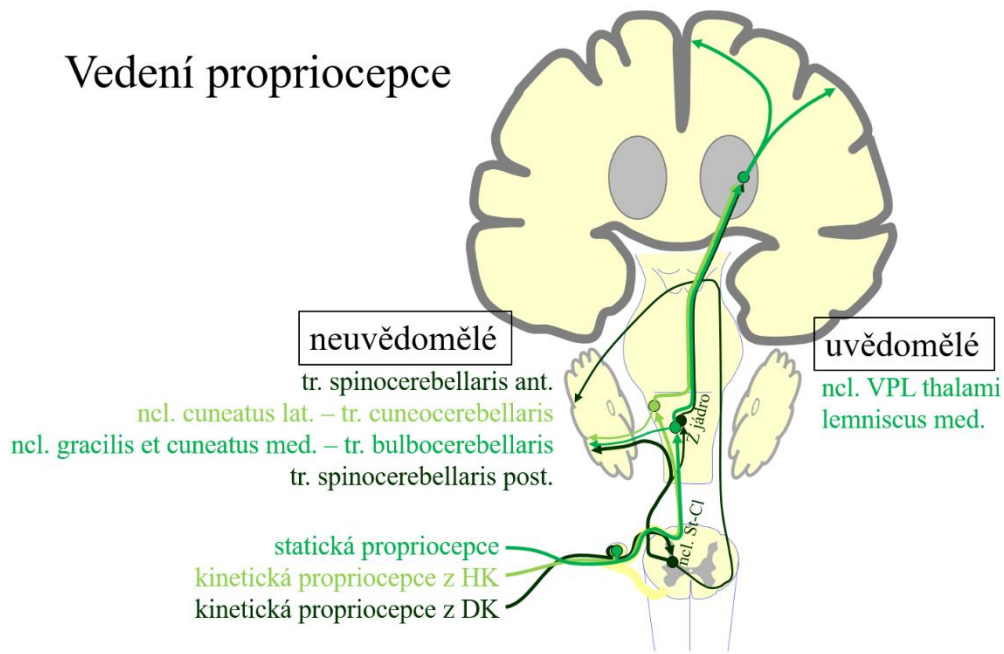
Tr. spinocerebellaris anterior a posterior:

- 1. neurony obou drah mají shodný průběh - těla v ggl. spinale v úrovni bederních a sakrálních segmentů míchy, axony končí v **ncl. Stilling-Clark (ncl. thoracicus)** zadních rohů, tedy dle schématu probíraného již v 1. kapitole;
- 2. neurony probíhají skrze bílou hmotu míchy, vstupují do kmene a do kůry spinálního mozečku na stejné polovině těla, přičemž:
 - tr. spinocerebellaris post. se nekříží vůbec a vstupuje do mozečku dolními pedunkuly;
 - tr. spinocerebellaris ant. se kříží 2x: poprvé v míše v commissura alba anterior po výstupu z ncl. Stilling-Clark, takže vzestupuje v protilehlých postranních provazcích míchy, a po druhé ve kmeni před vstupem do horních pedunkulů.

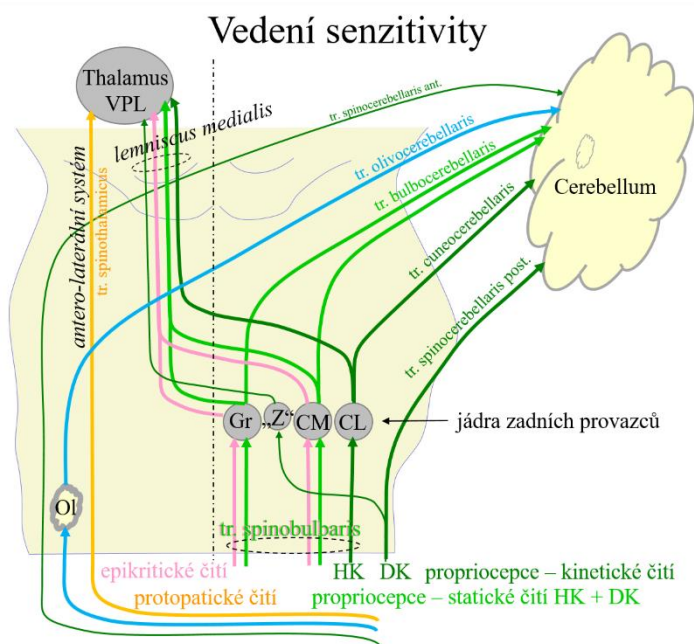
▪ **Tr. spinoolivaris** – informace z periferie pro kmenové jádro, které upravuje činnost mozečku.

▪ **Tr. trigeminocerebellaris** (podobný, trochu širší pojem: tr. nucleocerebellaris) – převážně propriocepce z inervační oblasti hlavových nervů, mimo jiné ze žvýkacích a oko-hybných svalů. Perikaryon 1. neuronu je v ncl. mesencephalicus n. trigemini (vlákna tedy jen procházejí ggl. Gasseri), jeho axony končí v ncl. principalis n. trigemini. 2. neuron dráhy se zakončuje jako mechová vlákna v kůře mozečku.

Vedení propriocepce



Obr. 49: Souhrnné schéma vedení uvědomělé a neuvědomělé propriocepce z končetin.



Obr. 50: Souhrnné schéma vedení senzitivity ve kmeni.

SENZORICKÉ DRÁHY

Dráhy smyslové jsou dostředivé dráhy, které vedou vzruchy od smyslových receptorů. Patří k nim dráha čichová, chuťová, sluchová, vestibulární, zraková a její odbočky (dráhy pupilárních reflexů, akomodace a konvergence). Jsou popsány v rámci lekcí Hlavové nervy a Smyslová ústrojí.

UŽITEČNÉ DODATKY K NERVOVÝM DRAHÁM (mimo definované okruhy otázek)

Míšní reflexy

- Vřeténkový reflex (napínací, fázický; patří mezi proprioceptivní) – podrážděním svalového vřeténka pasivním protažením svalu. Odpovědí je kontrakce svalu. Probíhá jako monosynaptický, tzn. axony buněk spinálního ganglia mají zakončení přímo na α -motoneuronech pro sval.
Příklady: patelární (L₂₋₄), bicipitový, reflex Achillovy šlachy, v oblasti hlavových nervů masseterový
- Šlachový reflex – podrážděním šlachového vřeténka při přepětí šlachy. Do reflexního oblouku je vřazen inhibiční interneuron zadních rohů, který tlumí aktivitu α -motoneuronu, takže výsledkem je utlumení svalové kontrakce.
- Reflex s utlumením antagonistů – reflexní oblouk je obvykle vystaven tak, že současně s kontrakcí svalu se tlumí kontrakce antagonistické skupiny. Útlum antagonisty provádí opět inhibiční interneuron, aktivovaný buď axonem buňky spinálního ganglia, nebo zpětnou odbočkou α -motoneuronu (tento zvláště zapojený interneuron se nazývá **Renshawova buňka**).
- Tonický reflex – využívá polysynaptického zapojení, zdrží reakci na různém počtu synapsí a protáhne ji do plynulejšího a delšího svalového stahu (naproti tomu u monosynaptického reflexu jde jen o záškrub).
- Visceroceptivní reflex – probíhá přes vegetativní jádra v míše, což jsou **ncl.** **intermediomedialis**, které přijímá podněty, a **ncl. intermediolateralis** (či analogická ncll. parasympatici sacrales), vydávající eferentní vlákna ven z míchy. Podnětem je cití z orgánů (bolest, tlak apod.), odpovědí stah hladkého svalstva. Příklad: reflex močení – náplň měchýře podráždí mechanoreceptory – centrum reflexu v segmentu S₂₋₄, odpovědí je stah m. detrussor.
- Viscerosomatický reflex – vzniká v míše převedením viscerálních podnětů na motoneurony pro kosterní svalstvo. Příklad: dráždění pobřišnice → stah břišních svalů.
- Flexorový reflex (nociceptní, protože je vyvolán bolestivým podnětem; patří mezi exteroceptivní) – podnět podráždí kožní receptor → míšní motoneuron způsobí flexi končetiny (obranný význam). Mimo končetiny je na trupu analogický např. cremasterový reflex – stah m. cremaster při podráždění kůže v tříselné krajině. Reflex je bisynaptický (vložen interneuron).
- Extenzorový reflex – tlak na chodidlo vyvolává tonickou extenzi DK, význam pro automatické udržování postoje. Při flexorovém reflexu na jedné DK proběhne na

druhostranné DK extenzorový reflex, tomu se říká zkřížený reflex, význam je tentýž: udržování postoje.

Kontrolní systémy vzestupných drah

Senzitivní informace dovedená do center po splnění své funkce může být potlačena několika mechanismy. Jedním z nich je například tzv. adaptace receptoru: při delším působení podnětu o stejné intenzitě přestává receptor signál vnímat. Dalším je útlum přenosu z vyšších center, která může vést k odstranění informace z vědomí (např. dotek oděvu). Podkladem pro tento útlum signálu je přítomnost sestupných inhibičních drah – tzv. kontrolních systémů. Kontrolní systémy jsou v ascendentních drahách přítomny, aniž by to ve výukových textech bylo zdůrazňováno. Protisměrná vlákna vedou buď přímo ve svazku dané ascendentní dráhy, nebo se připojí k svazku jiné descendentní dráhy – tak je tomu například u korového kontrolního systému obsahujícího axony buněk senzitivních oblastí BA 1, 2, 3, 5, 7 a probíhajícího v tractus corticospinalis.

Uvádí se, že kontrolní systém funguje jen málo pro přenos bolesti. Existuje však obdobný systém cílený na útlum bolesti např. vlivem emocí – je to tzv. vrátkový systém.

Vrátkový systém

V zadních rožích míšních v Rexedově zóně II a III jsou interneurony inhibující nervový přenos z 1. neuronu dráhy bolesti na 2. neuron. Mohou „zavřít vrátka bolesti“, odtud název vrátkový systém. Tyto interneurony mohou být stimulovány přímo z periférie dalšími podněty vedenými nervovými vlákny typu A (svírání pěstí v zubařském křesle) anebo z vyšších etáží descendentním systémem, zejména z rafeálního systému RF. Rafeální oblast RF je mimo jiné pod vlivem substantia grisea centralis a limbického systému. To je klíč k vysvětlení, proč pozitivní emoce potlačí pocit bolesti. Vrátkový systém používá jako mediátory endogenní opioidy (enkefalin, endorfin), proto morfium a další opiáty mají analgetický účinek.

Bolest

Bolest je v lékařství výrazný fenomén. Mezi všemi jinými příznaky nemoci právě bolest nejvíce motivuje pacienty k návštěvě lékaře. Jako biologický význam bolesti se tradičně uvádí ochrana organismu před větším poškozením, přesto medicína řeší situace, kdy bolest pozbývá tuto ochrannou funkci a pouze ztrpčuje život (neuralgie, malignity, tzv. „fantomová bolest“ po amputacích, apod.).

Receptory bolesti jsou volná nervová zakončení. Bolest je vedena dvěma typy vláken: A delta (rychlá a ostrá bolest) a C (pomalá a tupá). Podle cesty vedení spadá bolest pod somatosenzitivitu nebo viscerosenzitivitu: SS vede míšními nervy a n. trigeminus a přepojuje se v příslušných jádrech, zatímco VS vede cestou autonomních nervů přes VS jádra.

Somatosenzitivní systém zprostředkovává bolest nejenom z kůže, ale také ze sliznice ústní a nosní dutiny, dura a pia mater, zubů, dásně a periodontu, z periostu, kloubních pouzder a svalů (zde jsou nervová zakončení, která nejsou totožná se specializovanými proprioceptory v endomysiu), dále z parietálního peritonea, pleury a perikardu.

Viscerosenzitivita zprostředkovává bolest z receptorů sliznice i svalové stěny trubicovitých orgánů, srdce a pouzder některých orgánů (např. játra, ledvina).

TÉMA 7

MOTORICKÉ DRÁHY

Patří do skupiny projekčních drah, jsou zapojeny do regulace hybnosti. Základní dělení je na dráhy přímé (pyramidové) a nepřímé (extrapyramidové).

PYRAMIDOVÉ DRÁHY

- = přímé motorické dráhy - **dráhy volní hybnosti**
- Jsou fylogeneticky i ontogeneticky mladé: U člověka se jejich myelinizace dokončuje v průběhu několika let po narození. Novorozenec je proto „extrapyramidovým tvorem“.
- Anatomicky spojují motorickou kůru hemisféry s motoneurony motorických jader hlavových nervů a s motoneurony předních rohů míšních jednoneuronovou cestou.
- Začínají v primární motorické kůře – BA 4 (část jejich vláken začíná v jiných korových oblastech, zejm. BA 6).
- Jejich název je odvozen od průběhu tr. corticospinalis přes pyramidy prodloužené míchy.
- Jejich funkcí je volní, záměrný pohyb.
Fyziologicky je většina našich pohybů extrapyramidálních – reflexy míšní, kmenové a z limbického systému, balanční pohyby. Skutečně cílených pohybů je menšina a i ty jsou doprovázeny extrapyramidální podporou (nastavení tonu z BG, zpřesnění pohybu z mozečku, stereotypní a rutinní pohyby opět ve spolupráci s BG). Důležitost pyramidové dráhy je pro kliniku dvojitá:
 - dráha je díky vysoké myelinizaci velmi objemná a při zranění je proto její poškození časté
 - její poškození je na pacientovi nápadné a dobře vyšetřitelné.
- K pyramidovým drahám patří **tractus corticospinalis** a **tractus corticonuclearis**.

❖ **Tractus cortico-spinalis**

Dráha volní hybnosti trupu a končetin.

Anatomicky jednoneuronová dráha, která spojuje primární motorickou kůru s motoneurony (alfa i gama) předních rohů míšních.

Funkčně dvouneuronová dráha, kde 1. neuron (centrální, „horní motoneuron“) spojuje motorickou kůru s motoneurony předních rohů míšních, 2. neuron (periferní, „dolní motoneuron“) spojuje přední rohy míšní s příčně pruhovanými svaly, končí v jejich motorických ploténkách. Mezi část vláken 1. a 2. neuronů je navíc vsazen **interneuron**.

Průběh neuronu:

- Začíná v primární motorické kůře - Brodmannova area 4, v rozsahu horních 2/3 gyrus precentralis (viz Penfieldův motorický homunkulus). Perikarya 1. neuronů jsou především velké **Betzovy pyramidové motoneurony** obsažené v V. korové vrstvě.
- Další průběh: Z kůry pokračuje axon do bílé hmoty hemisféry, odtud do kmene mozkového a nakonec do bílé hmoty míchy. Postupně tedy probíhá přes:
 - **centrum semiovale**: zde je dráha širěji rozložena, je součástí „vějíře“ projekčních drah zvaného **corona radiata**;
 - **capsula interna**: probíhá v přední části crus posterius. Je zde směštnána do malého prostoru;
 - **kmen mozkový**: prochází v jeho bazálních částech, postupně přes: crura mesencephali (uprostřed), bazální část Varolova mostu jako „roztržité svazky pyramid“, pyramidy prodloužené míchy;
 - **míchu**, kde probíhá v postranních a předních provazcích míšních jako **tr. cortico-spinalis lateralis** a **tr. cortico-spinalis anterior**.
- Křížení:
 - Většina vláken se kříží a spojuje tak motorickou kůru jedné hemisféry s kontralaterálními rohy míšními a jejich prostřednictvím se svaly opačné poloviny těla.
 - Největší počet vláken (asi 80% vláken) se kříží na rozhraní prodloužené a hřbetní míchy v **decussatio pyramidum** (makroskopicky patrná hranice mezi oblongatou a míchou hřbetní). Po zkřížení probíhají tato vlákna v míše jako **tractus cortico-spinalis lateralis**.
 - Část v dekuzaci nezkřížených vláken probíhá v míše jako **tractus cortico-spinalis anterior**. Tato vlákna se kříží teprve na úrovni míšního segmentu, v jehož předních míšních rozích končí.
 - Velmi malá část vláken (asi 2% všech vláken) se nikdy nezkříží. Tato vlákna končí u motoneuronů, které inervují svaly trupu, včetně bránice. Nezkřížená vlákna probíhají v **tr. cortico-spinalis lateralis** společně s vlákny zkříženými v dekuzaci. Na rozdíl od nich však končí v homolaterálních předních rozích míšních.
 - K motoneuronům inervujícím svaly trupu přicházejí tedy jak vlákna zkřížená, tak vlákna nezkřížená, kdežto k motoneuronům inervujícím svaly končetin pouze vlákna zkřížená. Při jednostranném postižení „horního motoneuronu“ dráhy volní hybnosti jsou proto ochrnuty kontralaterální končetiny (inervované pouze zkříženými vlákny), nikoli však svaly trupu - včetně bránice (inervované zkříženými i nezkříženými vlákny).

- Zakončení:
 - Mezi část axonů tr. corticospinalis a motoneurony předních míšních rohů je vložen interneuron. Toto zakončení představuje „primitivnější“ typ zakončení neuronu tr. corticospinalis. Takto končí axony přepojené na motoneurony pro svaly, které vykonávají „hrubší“ pohyby (např. svaly vykonávající chůzi).
 - Část axonů tr. corticospinalis končí na motoneuronech předních rohů přímo. Jde o vývojově mladší typ zakončení. Takto končí axony, přepojené na motoneurony určené pro inervaci svalů provádějících jemné pohyby (např. svalů ruky).

Motoneuron předních rohů míšních – navazuje na neuron kortikospinální dráhy.

- Spojuje přední rohy míšní s homolaterálními příčně pruhovanými svaly trupu a končetin. Jedná se především o α - motoneurony. Jak již bylo zmíněno, na α - i γ - motoneuronech se sbíhají i extrapyramidové dráhy, propiocepční vlákna vřeténekových reflexů a různé interneurony.
- Průběh: axony motoneuronů předních rohů vystupují z míchy cestou předních kořenů míšních, dále předních a zadních větví míšních nervů, (viz téma2 - Míšní nerv).
- Zakončení představují **motorické (nervosvalové) ploténky** příčně pruhovaných svalů trupu a končetin.

❖ **Tractus cortico-nuclearis**

Dráha volní hybnosti svalů hlavy (a části svalů krku).

Anatomicky jednoneuronová dráha, která spojuje primární motorickou kůru s motoneurony v jádrech hlavových nervů (tzv. supranukleární inervace).

Funkčně dvouneuronová dráha - analogicky k tr. cortico-spinalis, 2. neuron začíná v motorických jádrech hlavových nervů a končí v motorických ploténkách kosterních svalů.

Průběh neuronu:

- Začíná v dolní třetině primární motorické kůry v **gyrus precentralis**, BA 4
- Probíhá v celém svém průběhu v těsném sousedství tr. corticospinalis. Z primární motorické kůry pokračuje do: **centrum semiovale**, **genu capsulae internae** a

bazálních částí kmene. Ve kmeni se postupně zakončuje na motorických jádrech mozkových nervů **V, VII, IX, X, XI, XII**, uložených v různých výškových úrovních kmen - proto se počet vláken postupně redukuje.

V našem pojetí k tr. corticonuclearis řadíme i volní inervaci jader okohybných nervů, tj. n. **III, IV, VI**, ačkoliv korový neuron nekončí přímo na motoneuronech, nýbrž se nejdříve přepojuje v subkortikálních centrech (area pretektalis a colliculi sup.). Druhá odlišnost je, že nevychází z BA 4, ale frontálněji z BA 8. Tento systém se proto někdy v literatuře vyčleňuje zvláště jako tzv. supranukleární inervace pohledu.

- Křížení: situace je jiná než u axonů tr. corticospinalis.
 - Pro některá motorická jádra hlavových nervů jsou totiž určena pouze vlákna zkřížená (např. pro jádro n. VI, n. XII), pro jiná jádra pouze vlákna nezkřížená (např. pro jádro n. IV), pro většinu jader (např. i pro jádro n. V) jsou vlákna zkřížená i nezkřížená.
 - Komplikovanější a přitom klinicky významnou je supranukleární inervace motorického jádra **n. VII**:
 - do té části jádra, jejíž motoneurony inervují horní část obličeje (m. epicranius, svaly štěrbiny oční), přicházejí z kůry cestou tr. corticonuclearis vlákna zkřížená i nezkřížená
 - do části jádra, jejíž motoneurony inervují dolní část obličeje (svaly ústní štěrbiny), přicházejí pouze vlákna zkřížená. Z toho vyplývá symptomatologie obrn. n. facialis (viz dále).
- Zakončení na motoneuronech motorických jader hlavových nervů.

Motoneuron motorických jader hlavových nervů – navazuje na tr. cortico-nuclearis.

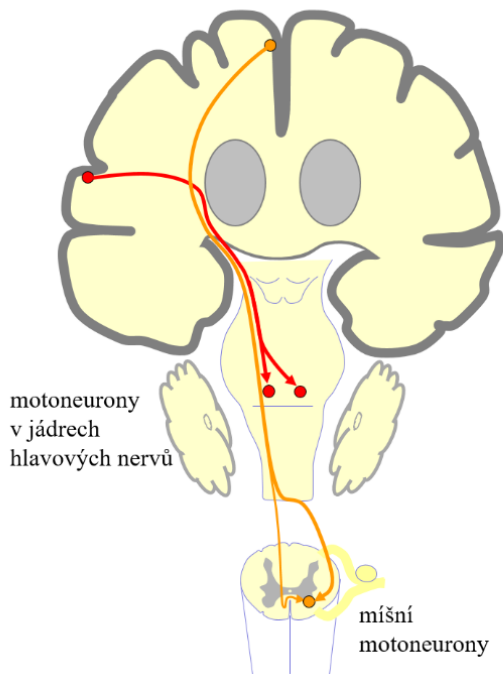
Jedná se hlavové nervy **III - VII, IX - XII**. Axony motoneuronů probíhají v hlavových nervech a zakončují se v motorických ploténkách kosterních svalů hlavy a krku (podrobněji viz následující kapitola - Mozkové nervy).

Somatotopické uspořádání pyramidových drah

Neuron obou pyramidových drah je v celém svém průběhu somatotopicky uspořádán:

- V primární motorické kůře - Penfieldův motorický homunkulus: tr. cortico-spinalis začíná v horních 2/3 primární motorické kůry, tr. cortico-nuclearis v její dolní 1/3.
- V capsula interna se „člověk postavil na nohy“: „hlava je vpředu, noha vzadu“ - tr. cortico-nuclearis probíhá v genu, tr. cortico-spinalis v navazující části crus posterius přičemž dorzálně zde probíhají právě vlákna pro inervaci svalů DK, nejdorzálněji vlákna pro inervaci svalů nohy.
- V crura mesencephali je „hlava mediálně, noha laterálně“: tr. cortico-nuclearis probíhá mediálněji, tr. cortico-spinalis laterálněji, nejlaterálněji vlákna pro dolní končetiny.
- V pyramidě prodloužené míchy: tractus cortico-spinalis probíhá ventrálně (nejventrálněji v něm vlákna pro dolní končetinu), tractus cortico-nuclearis se neřeší, protože je již téměř vyčerpán (zbylá vlákna jsou dorzálně).
- V postranním provazci míšním probíhá **tractus cortico-spinalis lateralis**, v němž je „noha laterálně, ruka mediálně“. „Homunkulus“ je bez hlavy proto, že všechna vlákna tractus cortico-nuclearis se již zakončila ve kmenových motorických jádrech hlavových nervů.

Tr. cortico-nuclearis Tr. cortico-spinalis



Obr. 51.

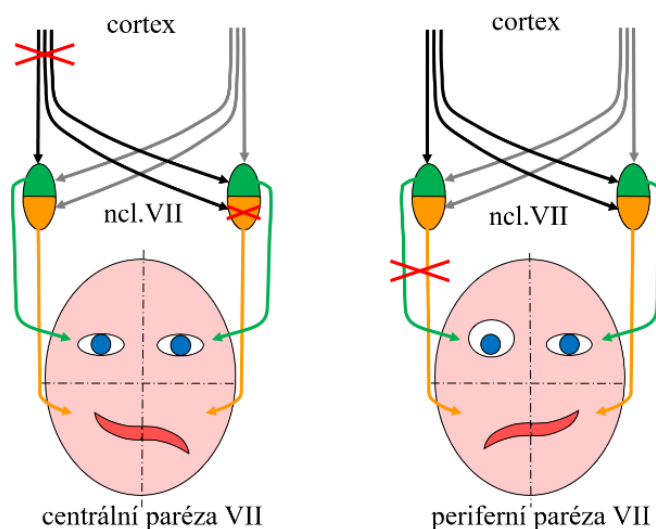
Poruchy pyramidových drah:

- Při poškození tr. cortico-spinalis následuje porucha volní hybnosti = obrna (**paréza** = částečná obrna, **plegie** = úplná obrna) hemi- typu (tj. pouze na jedné 1/2 těla) - tedy **hemiparéza, hemiplegie**.
- Při poškození „horního motoneuronu“ před jeho zkřížením dochází k poškození volní hybnosti na druhostranné 1/2 těla, čili ke kontralaterální centrální hemiparéze či hemiplegii.

Detailní symptomatologie závisí na místě poškození:

- Při poškození primární motorické kůry, která zaujímá poměrně velkou plochu, bývá obvykle poškozena pouze její část a vznikají pak kontralaterální **monoparézy** (ochrnutí jedné kontralaterální končetiny).
- Při postižení tr. cortico-spinalis za průběhu v capsula interna je současně postižen také 1. neuron traktu kortiko-nukleárního, poněvadž v malém prostoru kapsuly probíhají obě dráhy v těsném sousedství. Vzniká tak obraz kapsulární hemiplegie = kontralaterální hemiplegie, jejímiž znaky jsou zejména:
 - tzv. Wernicke-Mannovo držení končetin, kdy je horní končetina pokrčená a dolní natažená.
 - kontralaterální centrální obrna n. VII z postižení supranukleární inervace motorického jádra n. VII
- Poškození „dolního motoneuronu“ pyramidových drah má za následek homolaterální periferní obrnu svalů
- Obrna n. facialis
 - Centrální obrna n. VII vzniká při poškození tr. cortico-nuclearis pro motorické jádro n. VII (poškození „horního motoneuronu“).
Do části jádra pro horní část obličeje přicházejí vlákna zkřížená i nezkřížená, zatímco do druhé části jádra (pro svaly ústní štěrbiny) pouze vlákna zkřížená, proto jsou při centrální obrně n. VII postiženy pouze kontralaterální svaly dolní části obličeje → pokleslý ústní koutek. Mimika horní části obličeje není postižena.
 - Periferní obrna n. VII vzniká při poškození „dolního motoneuronu“ - tj. při poškození motorického jádra n. VII nebo vlastního n. facialis po výstupu z CNS - nejčastěji buď při výstupu v mosto-mozečkovém úhlu nebo za průběhu v canalis n. facialis. Výsledkem je obrna všech mimických svalů na stejné 1/2 obličeje: pacient neudělá vrásky na čele, nezavře oko, nenafoukne tvář, neroztáhne ústní koutek při pokusu o úsměv, nezapíská.

Obrna nervus facialis



Obr. 52.

- Kmenové alternující hemiplegie (alternující = střídající strany)
Vznikají při poškozeních kmene mozkového, při nichž je současně postižen axon tr. cortico-spinalis při svém průběhu ve kmeni ještě před křížením + některé z motorických jader mozkových nervů. Výsledkem je druhostranná centrální obrna svalů končetin + stejnostranná periferní obrna příslušného hlavového nervu. Nejčastější:
 - Hemiplegia alternans superior (Weber): vzniká při poškození kmene v úrovni středního mozku: jde o současné postižení neuronu kortikospinální dráhy + motorického jádra n. III.
 - Hemiplegia alternans media (Millard – Gubler): vzniká při poškození kmene v úrovni Varolova mostu: Současně je postižen tr. cortico-spinalis + motorické jádro n. VII, případně i VI.
 - Hemiplegia alternans inferior (Jackson): při poškození kmene v úrovni prodloužené míchy. Současně je postižen axon kortikospinální dráhy + motorické jádro n. XII.

EXTRAPYRAMIDOVÉ (MIMOPYRAMIDOVÉ, „expy“) DRÁHY

Jejich klasifikace není jednotná a v různých pramenech se lze setkat s různými koncepcemi. V předkládaném textu jsou do systému extrapyramidových drah řazeny všechny motorické dráhy, které nepatří do pyramidových, tedy neprocházejí pyramidami. V tomto pojetí lze expy dráhy dělit na:

- Projekční extrapyramidové dráhy = projekční nepřímé motorické dráhy = extrapyramidové dráhy v užším slova smyslu
- Spoje bazálních ganglií (těch BG, která mají motorickou funkci)
- Dráhy mozečku
- Fasciculus longitudinalis medialis

Projekční extrapyramidové dráhy - projekční nepřímé motorické dráhy

- Vývojově staré projekční dráhy mimovolní hybnosti, které neprocházejí pyramidami. Spojují motorickou kůru hemisféry s motoneurony předních rohů míchy víceneuronovou cestou, s přepojením v kmenových motorických jádrech (RF, ncl. ruber, jádrech čtverohrbolí, vestibulárních jádrech).
- V čistě anatomickém pojetí se dělí na a) projekční expy dráhy korové = spojují motorickou kůru s kmenovými strukturami: **tr. cortico-reticularis**, **tr. cortico-rubralis**, **tr. cortico-tectalis**, **cortico-interstitio-vestibularis**.

Na ně navazují b) expy projekční dráhy kmenové = spojující kmenové struktury s předními rohy míšními. Sestupují bílou hmotou míšni a byly již zmiňovány při studiu míchy. Jsou to:

- **Tr. reticulo-spinalis**

Perykarya se nacházejí v motorických jádrech retikulární formace. Zkřížené i nezkřížené axony končí na γ - a též na α - motoneuronech míšních.

Slouží k více účelům, zejména k regulaci svalového tonu, mj. ve spolupráci s bazálními ganglii a mozečkem, např. současné zvyšování tonu extenzorů a snižování tonu flexorů při stoji. Do širšího spektra funkcí patří dále ovlivňování (převážně tlumení) míšních reflexů, či modulační vliv rafeální RF na míchu (např. tlumení přenosu bolesti v zadních rozích). Cestou tr. reticulo-spinalis se též dostávají impulzy dýchacího reflexu k motoneuronům pro n. phrenicus nebo impulzy pro vegetativní centra urychlující srdeční činnost, atd.

Analogická vlákna pro motorická jádra hlavových nn. lze shrnout pojmem **tr. reticulo-nuclearis**.

- **Tr. rubro-spinalis**

Perikarya se nacházejí v pars magnocellularis ncl. ruber. Zkřížené axony končí na interneuronech v bazi zadních rohů míšních.

Dráha zvyšuje tonus flexorů a snižuje tonus extenzorů, zejména ve spolupráci s mozečkem.

- **Tr. vestibulo-spinalis**

Perikarya se nacházejí především v ncl. vestibularis lat. (Deitersi). Nezkřížené axony končí na míšních motoneuronech.

Dráha zvyšuje tonus extenzorů a posturálních svalů a svalů šíje na základě informací z vestibulárního smyslového ústrojí, ve spolupráci s mozečkem.

- **Tr. interstitio-spinalis**

Perikarya se nacházejí především v ncl. interstitialis (Cajali). Převážně nezkřížené axony končí na motoneuronech v krční míše.

Jde o pokračování fasciculus longitudinalis medialis, ovlivňuje motoriku šíjového svalstva v koordinaci s okoohybnými svaly.

- **Tr. tecto-spinalis**

Perikarya se nacházejí v colliculi sup. et inf.

Dráha zprostředkovává opticko-motorické a akusticko-motorické reflexy. Provádí zrakovou kontrolu pohybů.

- Ve funkčním pojetí popisujeme celé funkční řetězce projekčních expy drah, začínající v kůře, procházející kmenem (s přepojením ve kmenových jádrech) a končící u motoneuronů předních rohů míšních. V uvedených drahách se převádí vliv mozkové kůry na nižší kmenová centra, která jinak pracují „samostatně“ na základě jiných aferentů:
 - **Tr. cortico-reticulo-spinalis** s přepojením v RF
 - **Tr. cortico-rubro-spinalis** s přepojením v nucleus ruber
 - **Tr. cortico-interstitio-vestibulo-spinalis** s využitím průběhu fasciculus longitudinalis medialis a ncl. vestibulares
 - **Tr. cortico-tecto-spinalis** s přepojením ve **čtverohrbolí středního mozku**. Význam korového vlivu (tr. cortico-tectalis) u člověka není jasný.

Spoje bazálních ganglií

- Patří sem spoje motorických BG (striatum, pallidum, substantia nigra, ncl. subthalamicus). Podrobněji viz BG.
- BG jsou propojena jak mezi sebou, tak s dalšími motorickými strukturami mozku - např. s motorickou kůrou či motorickým thalamem.
- Většina spojů BG má ráz **okruhů**. V okruzích BG se pohybuje množství inhibičních i excitačních neurotransmiterů.
- Hlavním okruhem BG je okruh **kortiko-striato-palido-thalamo-kortikální**, v němž se upřesňuje plán pohybu vytvořený sekundární motorickou kůrou mozkovou.
- Obdobné okruhy vycházejí i z jiných oblastí kůry než BA 6, např. tzv. okulomotorický okruh, který vychází ze zrakové oblasti kůry a končí v prefrontálním okoohybném poli.
- Důležitým okruhem je **okruh nigro-striato-nigrální**, v jehož nigro-striatální části se pohybuje dopamin - produkovaný neurony SN, axonálním transportem dopravovaný do striata. Jeho nedostatek ve striatu je hlavní příčinou Parkinsonovy choroby.

- Tr. pallido-subthalamicus a subthalamo-pallidus jsou vzájemné spoje mezi palidem a subthalamem.
- Přímé spojení BG s míchou (např. „tr. pallido-spinalis“) neexistuje. BG uplatňují svůj vliv na svalový tonus prostřednictvím pars reticularis substantia nigra a navazující retikulospinální dráhy. Stejný význam má palidoretikulární dráha.

Dráhy mozečku

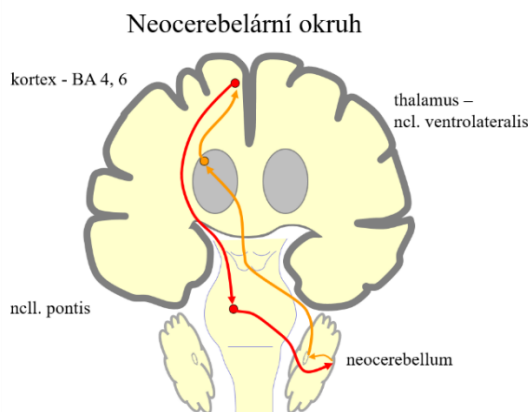
Základní dráhy byly uvedeny v kapitole mozeček. Mohou být popsány jako:

- Aferentní a eferentní **dráhy archi-, paleo- a neocerebella**.

Aferentní dráhy spinálního mozečku **tr. spinocerebellaris ventralis et dorsalis**, **tr. bulbocerebellaris** jsou uváděny obvykle jako dráhy senzitivní nepřímé, protože ale přivádějí neuvědomělou propriocepci, nezbytnou pro uskutečnění motorických fci mozečku, mohou být zařazeny i v kapitole dráhy motorické. Podobně jako BG (viz výše), mozeček nemá přímé spojení do míchy. Svůj vliv na cílený pohyb uplatňuje prostřednictvím cerebello-thalamo-kortikální dráhy. Vliv na svalový tonus uskutečňuje mozeček napojením na tr. rubrospinalis, reticulospinalis a vestibulospinalis.

- Okruhy mozečkové: z nich byl v předchozích tématech popsán okruh kortiko-ponto-cerebello-thalamo-kortikální, v němž se upravuje plán pohybu vytvořený motorickou kůrou při provádění volního pohybu, či malý Papezův okruh (cerebello-rubro-olivární).
- ❖ **Tr. cortico-ponto-cerebellaris** – aferentní větev prvního zmíněného okruhu.

Topografická poznámka: dráha obsahuje vlákna nejen z centra hybnosti, ale ze všech laloků koncového mozku. Proto je dráha široce rozprostřena a lze odlišit vlákna z frontálního laloku (**tr. fronto-pontinus**, F-P) a z ostatních laloků (**parieto-occipito-temporo-pontinus**, POT-P). F-P sestupuje v crus anterior capsulae internae a v crura cerebri je zcela mediálně. POT-P probíhá v crus posterior capsulae internae a v crura cerebri je uložena laterálně od pyramidové dráhy.



Obr. 53.

Řízení očních pohybů

❖ **Fasciculus longitudinalis medialis (FLM) - dráha konjugovaných pohybů očí a hlavy**

Konjugované pohyby očí a hlavy = sdružené pohyby očí a hlavy jedním směrem

FLM je vývojově starý svazek, který samostatně (i bez účasti kůry mozkové) zprostředkovává mimovolní konjugované pohyby očí v závislosti na poloze hlavy - jako odpověď na vestibulární stimuly. Tento systém zajišťuje např. automatický pohyb očních koulí při úklonu hlavy, koordinaci šíjových a okohybných svalů při sledování předmětu, apod. K tomu využívá i informace ze zrakových receptorů a druhotně se do něj napojila též kůra. Systém umožňuje jedinou přirozenou výjimku ze souhlasných pohybů očních koulí: konvergenci při pohledu do blízka (viz později – odbočky zrakové dráhy).

- Rozsah a poloha svazku: Prochází celým kmenem - rostrálně končí v horním mezencefalu - **ncl. Darkševiči** a **ncl. Cajali** a commissura posterior, kaudálně zasahuje až do krční míchy (proto „longitudinalis“). Ve kmeni je uložen podél středové roviny (proto „medialis“).
- Stavba fascikulu: Obsahuje vlákna vzestupná i sestupná, nezkřížená i zkřížená, která propojují homo- i kontralaterálně řadu kmenových jader (proto fasciculus, nikoli tractus). Ve fascikulu jsou zapojena zejména následující jádra:
 - **ncl. Darkševiči** a **ncl. Cajali** - jádra rostrálního mesencefala, blízko motorického jádra n.III, někdy se počítají do periaqueductální šedi. Funkčně ústředí FLM, zprostředkovávají vyšší vlivy. Pro reflexní horizontální pohyby očí se uvádí ještě **nucleus prepositus** při ncl. originis n. VI.
 - **ncll. vestibulares**: hlavní vstup, neboť pohyby očí se dějí především v závislosti na poloze hlavy.
 - **motorická jádra okohybných nervů** - tj. **n. III, IV, VI**: hlavní výstup. Inervují příčně pruhované okohybné svaly provádějící pohyby bulbů + zdvihač horního víčka.
 - **colliculi superiores et inferiores** tekta (+ ncl. opticus basalis – není třeba znát) – dodávají zrakové a sluchové informace, mají-li sloužit k souhře očí a krčních svalů (ohlédnutí za zvukem či zábleskem).
K podobné reflexní reakci slouží i tectospinální a tecto-reticulo-spinální dráha.

- **motorické spinální jádro n. XI:** inervace m. sternocleidomastoideus a m. trapezius - otočení hlavy ve směru konjugovaného pohybu bulbů.

❖ **Volní konjugované pohyby bulbů = supranukleární kontrola pohledu**

U vyšších živočichů došlo ke kortikalizaci funkcí a konjugované pohyby očí jsou proto také pod volní, tj. korovou kontrolou – mluvíme o supranukleární kontrole volního pohledu. Volní kontrola konjugovaných pohybů očí (bulbů) je provedena tak, že vlákna z **frontálního okohybného pole (BA 8)** přicházejí nejprve do subkortikálních center (interneurony v area preectalis a colliculi sup) a poté k jádrům n. III, IV, VI. Vzhledem k tomu, že neurony po přepojení pokračují cestou FLM, je supranukleární inervace očních pohybů někdy vyčleňována z tractus cortico-nuclearis a uváděna v kontextu s FLM.

- ❖ Vyhledávací pohyby očí – automatické pohyby, které nastupují, pokud člověk není soustředěn na sledování jednoho předmětu. Vycházejí rovněž z area 8, vedou přes colliculus superior.
- ❖ Opticko-motorické reflexy. Vycházejí z tekta jako odbočka zrakové dráhy. Slouží ke sledování pohybujících se předmětů, k obranným reakcím. Propojení se systémem FLM zajišťuje souhru pohybů očí a hlavy.
- ❖ Mikrosakadické pohyby očí – automatické mikropohyby bulbů, kterými se stírá rastr sledovaného obrazu. Vycházejí z tekta.
Pojem sakáda se obecně používá pro více druhů „skokových“ pohledů oka, kterým se opticky fixuje objekt – jak vědomých, tak reflexních.

Řízení hybnosti – souhrn funkcí a poškození

Složitá lidská motorika je řízena celou řadou systémů. Předpokladem bezchybné motoriky je neporušenost a vzájemná souhra všech hybných systémů.

- Limbický systém + asociační kůra (zadní parietální kůra a rostrální část frontálního laloku- tzv. prefrontální kůra) - motivace k volnímu pohybu, impulzy do BA 6
- Sekundární motorické oblasti – SMA a premotorická oblast (viz koncový mozek - korové funkční oblasti) - naplánování a rozvržení pohybu. Poruchy: akineze, apraxie
- **Pyramidový systém** – provádí volní (uvědomělou) motoriku

Poškození: Omezení až ztráta volní hybnosti = **obrnny (parézy, plegie)**.

Při poškození kortikálního neuronu vznikají tzv. **centrální obrnny**. V ochrnutých svalech je zvýšen svalový tonus typu spazmu, šlacho-svalové reflexy jsou zvýrazněny a mohou mít zvláštní průběhy (tzv. iritační a zánikové pyramidové jevy).

- **Bazální ganglia a jejich spoje** – řídí mimovolní motoriku, regulují svalový tonus

Poškození: ne obrnny. Buď a) pohybová chudost + zvýšený tonus typu rigidity (syndrom hypertonicko-hypokinetický, např. Parkinsonismus); nebo b) naopak mimovolní pohyby narušující

volní hybnost + snížený svalový tonus (= syndromy hyperkineticko-hypotonické, např. chorea, atetóza, balismus)

- **Mozeček** – reguluje svalový tonus, rovnováhu a jemnou koordinaci pohybů

Poškození: viz mozeček – paleo- a neocerebelární syndrom: v rámci paleocerebelárního syndromu se objevuje oboustranně mozečková hypotonie a ataxie, v rámci syndromu neocerebelárního se objevuje jednostranně homolaterálně hypermetrie, synergie a adiachokinesa.

- **Mícha**. Bílou hmotou míšni probíhá „1. neuron dráhy volní hybnosti“ jako **tr. cortico-spinalis anterior et lateralis**, motoneurony předních míšních rohů představují funkčně 2. neuron této dráhy. Mícha tedy uskutečňuje spojení kůry a končetin či trupu. Zároveň mícha má určitou autonomii, neboť provádí jednoduché míšni reflexy (extero- a proprioceptivní).

Poškození:

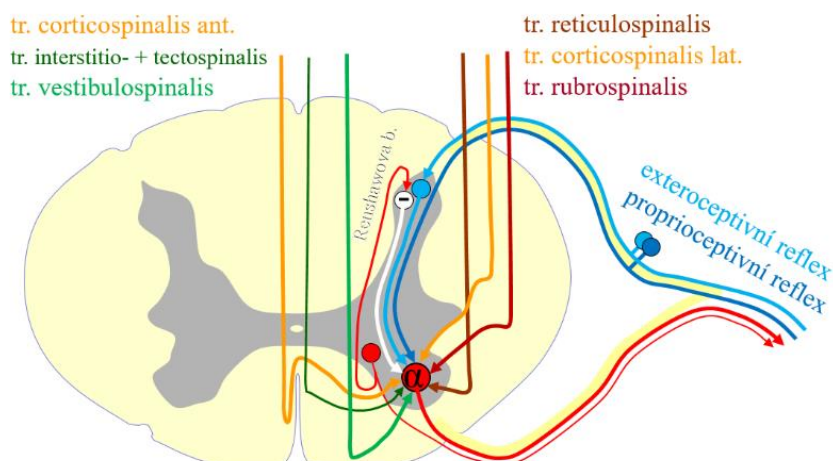
- Při přerušení 1/2 míchy = **syndrom hemisekce míšni - Brown-Séquardův syndrom**: Pod úrovní poškození jsou homo- i kontralaterálně poruchy citlivosti a porucha volní hybnosti typu homolaterální **hemiplegie** (z postižení již zkřížených vláken tr. cortico-spinalis). Dle výše poškození to je buď obrna stejnostranné horní i dolní končetiny (při lézi nad intumescencí cervikální) nebo obrna dolní končetiny (při lézi nad intumescencí lumbální).
 - Při přerušení celého příčného průřezu míchy = **transverzální lézi míšni** vzniká pod úrovní léze ztráta volní hybnosti na obou vedle sebe ležících končetinách - tj. obrna typu **paraplegie** (lat. para = ležící vedle sebe). Dle výše poškození je to buď **kvadruplegie** (obrna volní hybnosti všech 4 končetin při poškození míchy nad intumescencí cervikální) nebo **paraplegie dolních končetin** (při poškození míchy v dolní části - nad intumescencí lumbální).
 - Po transverzální lézi míšni (hemisekce nebo kompletní přerušení) jsou míšni reflexy uchovány i pod úrovní míšni léze a mícha je tak schopna i později po svém přerušení uskutečnit jednoduché reflexní mimovolní motorické odpovědi.
- α -motoneuron – uskutečňuje spojení CNS a svalu

Na α -motoneuronu se současně sbíhají impulzy z pyramidové dráhy (korový neuron buď přímo nebo prostřednictvím interneuronu), extrapyramidových systémů (incl. ruber, RF, vestibulární jádra, jádra tekta), z excitačních interneuronů zadních rohů míchy (uskutečňujících exteroceptivní reflexy), inhibičních interneuronů (např. Renshawova buňka), z výběžků buněk spinálního ganglia (uskutečňujících proprioceptivní reflexy).

Při poškození periferního neuronu vznikají stejnostranné **periferní obrny**. Na rozdíl od centrální obrny jsou svalový tonus a reflexy sníženy, iritační jevy nejsou přítomny.

Místo poškození periferního neuronu lze dle klinické symptomatologie přesně lokalizovat. Při poškození míšních nervů (smíšených) → k hybným poruchám se přidávají také poruchy citlivosti z poškození senzitivních vláken, obsažených v míšních nervech.

Zapojení α -motoneuronu



Obr. 54.

▪ Senzitivní a senzoričné systémy

Pro správnou činnost motorických systémů jsou nezbytné informace z proprio- a exteroceptorů (viz také mozeček), přiváděné do CNS senzitivními drahami.

Proto se poruchy hybnosti objevují i při poškození části senzitivních systémů: např. při poškození senzitivní dráhy zadních provazců vzniká vedle poruchy epikritického čítí také ataxie s nejistou chůzí.

Funkční systémy motoriky

Na našem ústavu preferujeme anatomické dělení na pyramidové a extrapyramidové dráhy, ale některé učebnice zmiňují i jiné funkční dělení, které zde pouze pro úplnost zmíníme:

- Mediální systém motoriky – odpovídá kmenovým expy drahám kromě tr. rubrospinalis. Je oboustranný, zkřížený i nezkřížený, sestupuje ve funiculi anteriores a končí v mediální části předních rohů, kde jsou motoneurony pro axiální svalstvo a svaly pletence. Ovládá tedy hrubší motoriku, vzpřimovací reflexy apod. Je vývojově starší.
- Laterální systém motoriky – odpovídá tr. corticospinalis a tr. rubrospinalis. Je zkřížený, sestupuje ve funiculi laterales a končí preferenčně v laterální části předních rohů, kde jsou motoneurony pro distální svalstvo končetin. Ovládá jemnou motoriku, je více spojen přímo s korovou BA4, vývojově novější.
- Emoční (třetí) systém motoriky – spoje např. s rapheálním systémem RF oblongaty. Končí nejen v předních, ale i zadních rozích míchy. Je pod vlivem limbického systému a zprostředkovává mimovolní emoční motoriku.

LIMBICKÝ SYSTÉM

Limbický systém (dále LS) je funkční systém, který zahrnuje řadu fylogeneticky starých, vývojově nesourodých struktur CNS, propojených prostřednictvím spojů ve funkční celek.

Mnohé ze struktur LS jsou současně součástí jiných systémů CNS.

Termín „limbický“ použil poprvé Broca 1878 pro vývojově staré struktury mediální plochy hemisféry, které formují „límeč“ (lat. limbus = límeč) kolem kalózního tělesa a diencefala. Funkce LS byla prvně přiřazena až 60 let později Papezem.

Struktury limbického systému

Šedou hmotu LS lze rozdělit např. na hlavní struktury LS (hipokampální formace a amygdala) a vedlejší struktury LS. V dalším textu bude upřednostněno dělení na korové a podkorové oblasti.

- Korové struktury limbického systému - archikortex a periarchikortex:
 - **Archikortex**: většina limbické kůry je vývojovou expanzí neokortexu zatlačena ve formě **hipokampální formace** pod povrch mediální plochy hemisféry, proti temporálnímu rohu postranní komory. Na povrchu mediální plochy hemisféry kolem kalózního tělesa zůstávají pouze rudimenty.
 - **Hipokampální formace** (hippocampus v širším slova smyslu) zahrnuje **hippocampus** (v užším slova smyslu; cornu Ammonis), **gyrus dentatus** a **subiculum**. Podrobněji viz téma 5: Koncový mozek.
 - Rudimenty archikortexu na povrchu mediální plochy hemisféry: **indusium griseum, striae longitudinales corporis callosi**
 - **Periarchikortex** = přechodná kůra hemisféry, přilehlá k archikortexu:
 - **entorhinální kůra** na gyrus parahippocampalis
 - **kůra gyrus cinguli** (část g. cinguli patří také neokortexu)
- K podkorovým limbickým strukturám patří další útvary hemisféry, které nemají charakter kůry, dále některá jádra diencefala a některá jádra kmene
 - z hemisferálních struktur je to
 - **Corpus amygdaloideum (amygdala)** = soubor jader v temporálním laloku hemisféry, jedno z bazálních ganglií. Vzhledem k svému vývojovému stáří a zapojení do LS je označováno jako archistriatum.
 - **Septum verum** – odpovídá gyrus paraterminalis povrchu hemisféry, nejde však o kůru, nýbrž soubor jader (nuclei septales).
 - z diencefalických struktur jsou to: **nuclei anteriores thalami, ncll. habenulares**, jádra **corpora mamillaria** + další jádra hypothalamu

- z kmenových jader jsou to některá jádra **RF** (např. ncl. interpeduncularis) a některá jádra v tegmentu středního mozku (např. **Guddenovo jádro**)

Spoje limbického systému

Lze je rozdělit na:

- Spoje limbických struktur s mozkovou kůrou
 - Spoje s čichovou kůrou, jsou pouze jednostranné a vedou z čichové kůry do LS. Dokumentují vývojově úzký vztah obou součástí allokortexu. Lze jimi vysvětlit funkční vazbu čich - sex (parfémy proto fungují jako feromony).
 - Spoje s asociačním neokortexem, jsou oboustranné.
- Sestupné spoje limbických struktur s kmenovými jádry
 - propojení septum verum – **stria medullaris** – ncll. habenulares – **fasc. retroflexus Meynerti** (= **tr. habenulo-interpeduncularis**) - ncl. interpeduncularis
 - **fasciculus prosencephali medialis** – svazek podélně procházející hypothalamem a propojující limbickou kůru – hypothalamus – kmenová limbická jádra (ncl. Guddeni)
 - **fasciculus longitudinalis dorsalis** (Schützi) – tenčí svazek propojující periventrikulární zónu hypothalamu - RF – visceromotorická jádra hlavových nervů a míchy. Je výkonným aparátem hypothalamu jako nadřazeného centra vegetativního systému, umožňuje řízení vegetativních center v závislosti na podnětech z receptorů hypothalamu a na emočních vlivech.
- Spoje „hlavních“ limbických struktur s „vedlejšími“ limbickými strukturami: mají charakter funkčních okruhů.
 - **Okruhy hipokampu**
Nejdůležitějším spojením hipokampu je (velký) **Papezův okruh**, který vychází z hipokampu a po přepojení v několika strukturách šedé hmoty se opět do hipokampu vrací. Popisuje se v několika verzích, nejčastěji jako 5-neuronový:
 - 1. neuron = **fornix**: spojuje kůru hipocampu s corpora mamillaria
 - Makroskopicky viditelná oblouková struktura mozku.
 - Je tvořen souborem axonů pyramidových buněk kůry hipokampu.
 - Axony vystupující z hipokampu nejprve tvoří na povrchu cornu Ammonis povlak bílé hmoty – **alveus hippocampi**.
 - Útvar se postupně zvedá a na mediální ploše hipokampu vytváří řasu zvanou **fimbria hippocampi**.

- Když tyto axony dorzálně opustí hipokampus, je jejich soubor označován jako **fornix**.
- Části fornixu (jmenovány zezadu dopředu, po směru vedení vzruchu): **crus fornicis** (okolo pulvinaru), **corpus fornicis** (společná část pravého a levého fornixu nad III. komorou), **columna fornicis** (obloukovitý průběh před III. komorou a napříč hypothalamem).
 - V anatomickém muzeu hned za vstupními dveřmi zpodobňuje prostorový tvar fornixů sádrová socha „atlet“ – jde ovšem o umělecké zpodobnění, nikoliv o přesný tvar.
 - V oblasti crura fornicis jsou levý a pravý fornix propojeny komisurální drahou, která vytváří **commissura fornicis**.
- 2. neuron = **fasciculus mamilothalamicus**: spojuje corpora mamillaria s nuclei anteriores thalami
- 3. neuron v rámci **tr. thalamocorticalis**: spojuje nuclei anteriores thalami s kůrou g. cinguli
- 4. neuron = **cingulum**: spojuje kůru gyrus cinguli s kůrou g. parahippocampalis (entorhinální kůra)
- 5. neuron = **Cajalův svazek**: spojuje kůru g. parahippocampalis s hipokampem.

➤ Okruhy amygdaly:

Amygdala je podobně jako hippocampus propojena s diencefalem a do některých jejích spojů je zapojen (stejně jako u hipokampu) asociační neokortex.

▪ Okruh stria terminalis

1. neuron okruhu = **stria terminalis**, propojuje amygdalu s diencefalem a je stejně jako fornix obloukovitou strukturou.

Postupně zapojené do okruhu jsou: **amygdala – diencefalon** (thalamus, hypothalamus) – **asociační prefrontální neokortex – amygdala**.

▪ Okruh ventrální amygdalofugální dráhy

1. neuron okruhu = **ventrální amygdalofugální dráha**, propojuje amygdalu s hypothalamem, nikoliv obloukem, ale přímo ventromediálně. 2. neuron vede opačným směrem.

Funkce limbického systému

LS má funkce sloužící k „zachování jedince“ a „zachování živočišného druhu“.

- Emoce: V LS vzniká emoční podbarvení chování: city, pocity, motivace, afekty. Emoce se projevují třemi cestami:
 - vegetativní systém (amygdala → hypothalamus → visceromotorická jádra; příklad: zrudnutí v obličeji při studu),
 - endokrinní systém (amygdala → hypothalamus → hypofýza; příklad: uvolnění stresových hormonů)
 - somatomotorický systém (zapojením bazálních ganglií; příklad: neuvědomělé motorické projevy v přítomnosti atraktivního protějšku)

- Sexuální chování: LS je zapojen do mechanismů sexuálního chování (ve strukturách LS vysoká koncentrace receptorů pro pohlavní hormony), včetně doprovodných vegetativních aktivit.
- Paměť: LS má paměťové funkce, tj. schopnost mozku zapsat, uchovávat a vybavovat vlivy na něj působící. Při vzniku záznamu, jeho uchování i evokování hraje základní roli temporální lalok, zejména hipokampus. Amygdala je zodpovědná za emoční podbarvení záznamu (lépe si zapamatujeme citově podbarvené informace). Dále spolupracují frontální asociační kůra, ncl. basalis Meynerti, některé skupiny jader thalamu a další oblasti.
- Další – příjem potravy, sebezáchovné reakce...

Klinické poznámky:

- Poruchy paměti – **amnezie**, objevují se např. při poškození hipokampu, amygdaly, temporální kůry, mamilárních těles, předních jader thalamu, frontální asociační kůry, cholinergních struktur mozku.
- Psychochirurgie: léčení nežádoucích psychických stavů operačním výkonem, např. stereotaktický zákrok na amygdale tlumí agresivitu a patologické sexuální chování u nebezpečných sadistů a pedofilů. V současnosti se prakticky neprovádí pro nedostatečné vědecké prozkoumání složitosti problému i z etických důvodů.

TÉMA 8

HLAVOVÉ NERVY - NERVI CRANIALES

ÚVOD

Hlavové (mozkové) nervy jsou svazky axonů, které vystupují z mozku. Jsou tradičně zařazené mezi periferní nervy, ačkoliv některé z nich definici nervu nevyhovují. Jejich tloušťka se pohybuje přibližně mezi 0,5 mm - 4 mm. Jsou číslovány dle výstupu odpředu dozadu.

Oproti míšním nervům, které všechny mají víceméně shodné uspořádání, mozkové nervy jsou velmi individuální, co se týče spektra vláken a dalších charakteristik.

Charakteristika a individuální odlišnosti:

- Všechny jsou párové.
- Popisují se v rámci PNS, ale n. II je vývojem i stavbou součástí CNS.
- Většina z nich odstupuje z mozkového kmene, výjimkou jsou n. I a n. II. K n. XI. se navíc intrakraniálně připojují vlákna z krční míchy (radix spinalis).
- Většina z nich odstupuje z bazální strany mozku, výjimkou je n. IV.
- Většina nervů opouští mozek jako kompaktní svazky vláken. Výjimkou jsou nn. I, IX – XII, které jsou rozděleny na více svazků, a nervy V. a VII., které odstupují každý rozdělen do dvou svazků. Žádný hlavový nerv se ale nespojuje z radix anterior et posterior, které jsou typické pro míšní nervy.
- Zjednodušeně se dá říci, že nervy vycházející z mozkového kmene mají přiřazena svoje jádra ve kmeni. Motorické axony v nervech mají perikarya uložena v příslušných kmenových jádrech, senzitivní axony se zakončují synapsí v příslušných kmenových jádrech. Příslušnost jádra je většinou řečena v názvu jádra (např. ncl. dorsalis n. vagi). Skutečný vztah je ale značně komplikovaný a je potřeba znát obecně, že:
 - uvnitř CNS se může vlákno přivedené nějakým nervem zakončit u jádra pojmenované po jiném nervu;
 - spojky mezi nervy na periferii jsou běžné a mají za následek, že vlákno, které s jedním hlavovým nervem opustí mozek, je dovedeno k cílové struktuře jiným nervem. Dvě skupiny takových spojek hodné zapamatování:
 - 1) propriocepce ze svalů v oblasti hlavy přebíhá od různých nervů k větvím a ke kmeni n. V., aby se přepojila v jeho jádrech.
 - 2) parasympatická vlákna po výstupu z mozku v nn. III, VII a IX (buď před přepojením v parasympatickém gangliu, nebo po přepojení) se dostávají k větvím n. V a

využívají bohatého větvení tohoto hlavového nervu k dosažení cílových struktur (žláz a hladkých svalů).

- Spektrum vláken hlavových nervů je různorodé, nervy mohou být čistě senzitivní, motorické i smíšené. Spektrum vláken se popisuje při výstupu nervu z CNS, protože na periférii se mění díky výše zmíněným spojkám.

➤ **Vlákná eferentní**

- **Vlákná (somato)motorická (SM)**

- inervují příčně pruhované svaly;
- jsou to axony motoneuronů motorických jader (mediální a laterální řady) hlavových nervů;
- vedou bez přepojení k cílovým orgánům - kosterním svalům hlavy a krku, kde končí v motorických ploténkách.

- **Vlákná parasymptická (psymp) = visceromotorická (VM)**

- Cílovými orgány jsou hladké svaly, žlázy, cévy v oblasti hlavy a krku (n. III, VII, IX). Psymp vlákna probíhající v n. X opouštějí oblast hlavy a krku a inervují žlázy a hladkou svalovinu cév a orgánů hrudních a části orgánů břišních + srdeční svalovinu.
- Vlákná jsou na své cestě k efektorům přepojena v parasymptických gangliích, vložených do jejich průběhu.
- Zapojení visceromotorických vláken v hlavových nervech lze tedy schematizovat: visceromotorické jádro ve kmeni → tzv. pregangliový axon končící synapsí v gangliu → parasymptické ganglion hlavových nervů → tzv. postgangliový axon (typicky kratší než pregl.) → cílový orgán.

➤ **Vlákná aferentní = senzitivní – somatosenzitivní (SS), viscerosenzitivní (VS) a senzorká (= smyslová, speciálně senzitivní, SpS)**

- Perikarya senzitivních a senzorkých neuronů (mimo n. I a n. II) se nacházejí v senzitivních a senzorkých gangliích hlavových nervů v oblasti hlavy. Ganglia n. V, VII, IX a X obsahují pseudounipolární nervové buňky, ganglia n. VIII obsahují vývojově starší buněčný typ - bipolární neurony.
- Periferní výběžky buněk těchto ganglií přicházejí větvemi odpovídajících hlavových nervů, tato vlákna přivádějí do ganglií senzitivitu (protopatické, epikritické, proprioceptivní cití), viscerosenzitivitu a senzorku od receptorů.

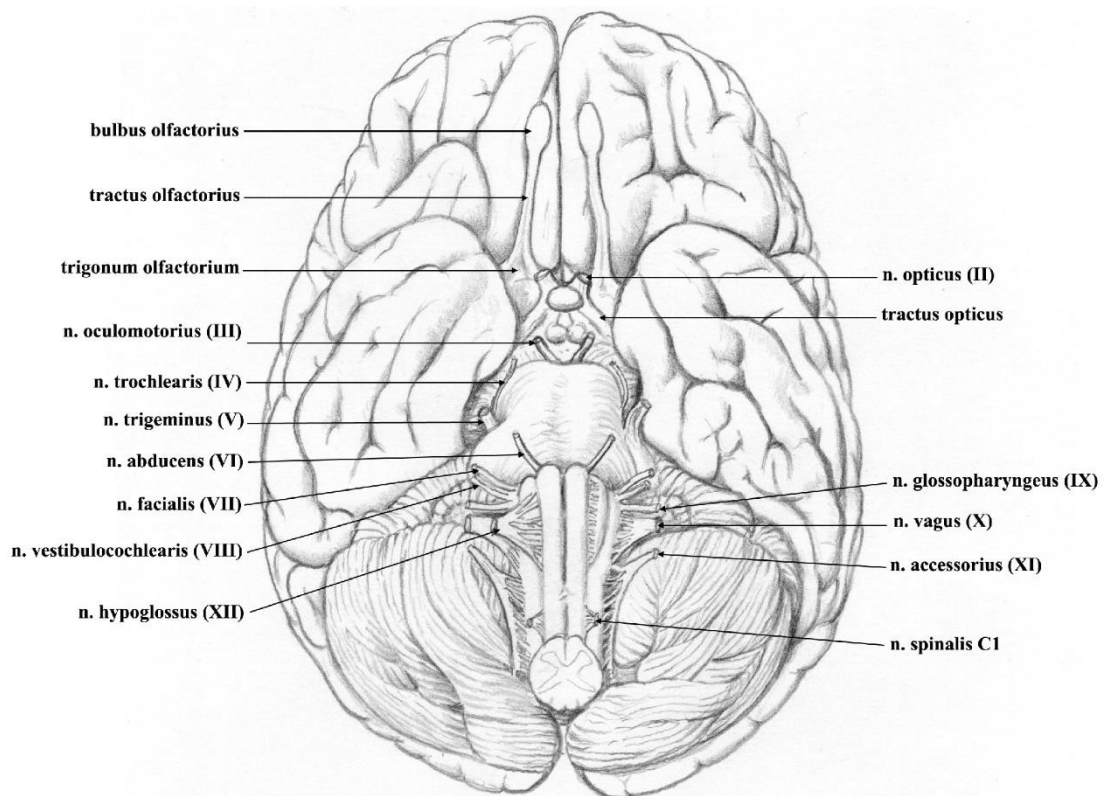
- Axony buněk senzitivních a senzoričkových ganglií vstupují v hlavových nervech do CNS a končí zde synapsí na buňkách somatosenzitivních jader (ncl. spinalis et principalis n. V), viscerosenzitivního jádra (ncl. solitarius), a speciálních senzitivních jader (kochleární a vestibulární jádra n. VIII).

Přehled hlavových nervů, jejich spektra vláken, odpovídajících jader a ganglií

číslování, latinský název	typ vláken	kmenové jádro	ganglion
N.I - n. olfactorius	SpS	-	-
N.II - n. opticus	SpS	-	„ggl. retinae“ – bipolární bb. „ggl. n. optici“ – multipolární bb.
N.III - n. oculomotorius	SM VM	ncl. n.oculomotorii ncl. accessorius n. III	ggl. ciliare
N. IV - n. trochlearis	SM	ncl. n. trochlearis	
N. V - n. trigeminus	SS SM	ncl. principalis n. trigemini ncl. spinalis n. trigemini (ncl. mesencephalicus n.V) ncl. motorius n. trigemini	ggl. trigeminale
N. VI - n. abducens	SM	ncl. n. abducentis	
N. VII - n. facialis	SM VM SpS SS	ncl. n. facialis ncl. salivatorius sup. ncl. solitarius - trigeminální jádra	ggl. pterygopalatinum ggl. submandibulare ggl. geniculi - -
N. VIII - n. vestibulocochlearis	SpS	ncll. cochleares ncll. vestibulares	ggl. cochleare ggl. vestibulare
N. IX - n. glossopharyngeus	SM VM SpS a VS SS	ncl. ambiguus ncl. salivatorius inf. ncl. solitarius - trigeminální jádra	ggl. oticum ggl. sup. et inf. n. IX - -
N. X - n. vagus	SM VM SpS a VS SS	ncl. ambiguus ncl. dorsalis n. vagi. ncl. solitarius - trigeminální jádra	intramurální ggl. ggl. sup. et inf. n. X - -
N. XI - n. accessorius	SM	ncl. ambiguus ncl. spinalis n. accessorii	
N. XII - n. hypoglossus	SM	ncl. n. hypoglossi	

Nn. III, IV, VI se označují společným názvem **okohybné nervy**, protože inervují příčně pruhované svaly pohybující kouli oční.

Nn. IX, X, XI se souborně nazývají **nervy postranního smíšeného systému**, protože všechny vystupují z boční strany prodloužené míchy a mají (kromě n. XI) plné spektrum vláken.



Obr. 55.

Výstupy hlavových nervů z mozku.

POPIS HLAVOVÝCH NERVŮ

Osnova popisu hlavových nervů

- Latinský název
- Jádra: název a typ jader, uložení v mozkovém kmeni
- Spektrum vláken
- Ganglia (senzitivní, parasympatická).
- Výstup z mozku

Nerv se obvykle popisuje směrem od CNS do periferie, tak, jak se postupně větví, nezávisle na tom, zda je senzitivní (přivádí vzruchy) nebo motorický (odvádí vzruchy z CNS).

- Průchod skrze dura mater, průchod skrz basis cranii
- Větve, jejich průběh + inervované struktury.
- Porucha funkce nervu, klinické poznámky

N. I

- **N. olfactorius** je souborem axonů primárních čichových buněk regio olfactoria sliznice dutiny nosní. Výše uvedená osnova se pro popis n. I nehodí, nerv nemá jádro, není ani v části svého průběhu spojen v kompaktní celek. Vlákná probíhají v jednotlivých svazcích (fila olfactoria) skrze lamina cribrosa ossis ethmoidalis. Fila vstupují do bulbus olfactorius

na bazální straně mozku. Zde končí popis n. olfactorius a začíná rhinencephalon = čichový mozek. Nerv je součástí čichové dráhy (viz závěr této lekce), přináší do mozku čichovou informaci.

N. II

- **N. opticus** je součást zrakového mozku (**ophthalmoencephalon** – viz kapitola Diencephalon). Jedná se se o výběžek CNS (proto někdy též nazýván „fasciculus opticus“), k němuž patří i sítnice oka. Na rozdíl od periferního nervu má n. II populaci glií typickou pro CNS a má mozkové obaly - **vagina externa nervi optici** pocházející z dura mater a **vagina interna** z měkkých plen. V orbitě do nervu vstupuje tepénka – **a. centralis retinae**.
- Tento „nerv“ nemá jádro.
- Je tvořen axony tzv. multipolárních neuronů sítnice, které ve svém součtu tvoří tzv. ganglion n. optici. Axony se sbíhají na sítnici v papilla n. optici (= tzv. slepá skvrna).
- N. II se popisuje v rozsahu od zadního pólu očního bulbu po chiasma opticum.
- S popisem průběhu n. II se obvykle začíná od periferie, kde vzniká průchodem přes scleru (**lamina cribrosa sclerae**). Nerv běží dorzálně, téměř v ose očníce. Při hrotu očníce prochází skrz **anulus tendineus communis** (vazivový „kroužek“ ve hrotu orbity, uložený před mediální částí fissura orbitalis superior a před canalis opticus; představuje společný začátek okohybných svalů). Jako jediný nerv prochází skrz canalis opticus. Pokládá se do sulcus prechiasmaticus, kde si částečně vyměňuje vlákna s druhostranným n. II v útvaru zvaném chiasma opticum. Chiasma a další průběh vláken jsou již popisovány v rámci zrakové dráhy (viz Smyslová ústrojí).
- Nerv vede zrakovou informaci z receptorů sítnice, modifikovanou interneurony sítnice.

N. III

N. oculomotorius je smíšený nerv motorický a parasymptatický.

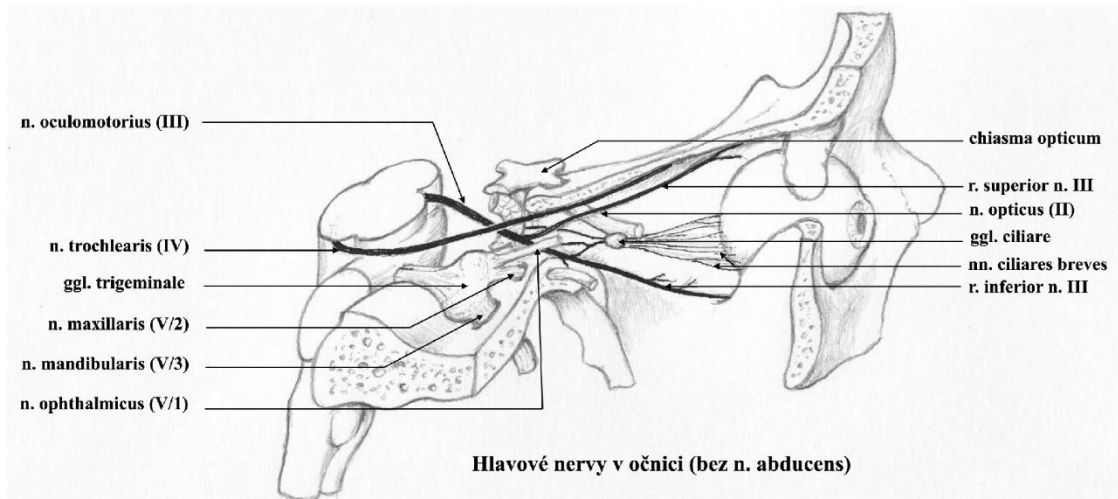
- Jádra:
 - Somatomotorické jádro: **nucleus (originis) nervi oculomotorii**. Uloženo je v tegmentu mezencefala v úrovni colliculus superior.
 - Parasymptatické jádro: **ncl. oculomotorius accessorius = ncl. Edinger-Westphal** v sousedství SM jádra
- Vlákna:
 - Motorická: vystupují z ncl. nervi III a inervují většinu okohybných svalů.

- Parasympatická: vystupují z ncl. Edinger-Westphal a inervují dva hladké svaly oka
- Parasympatické **ganglion ciliare** je uloženo v orbitě 1 cm za oční koulí, na laterální straně n. opticus.
- Výstup z mozku: ve fossa interpeduncularis na bazálním povrchu mesencephalon. Před výstupem nervu prochází v mozku část vláken skrz ncl. ruber a substantia nigra. Po výstupu z mozku běží nerv mezi a. cerebri post. a a. cerebelli sup., a může zde být utlačován např. při vývinu cévního aneurysmatu.
- Průchod dura mater: laterálně od dorsum sellae vstupuje do žilní splavu v dura mater - **sinus cavernosus**, kudy pokračují v jeho laterální stěně
- Průchod bází: skrz **fissura orbitalis superior** do orbity
- Průběh v očnici a větvení: Prochází skrz vazivový kroužek **anulus tendineus**, již předtím se větví na:
 - r. superior - běží v horní části očnice mezi m. levator palpebrae superioris, m. rectus superior, inervuje oba tyto svaly
 - r. inferior – běží spíše v dolní části očnice, obsahuje mimo SM vláken pro zbývající kosterní svaly i pregangliová vlákna pro ggl. ciliare. Postgangliová vlákna vystupují z ganglion ciliare do smíšených nn. ciliares breves, jimi vstupují do očního bulbu (spolu se senzitivními vlákny z části bulbu a sympatickými vlákny pro m. dilatator pupillae).
- Inervované struktury:
 - Většina příčně pruhovaných svalů bulbu očního (5 ze 7): **m. levator palpebrae superioris** + 4 okohybné svaly: **m. rectus bulbi superior, inferior, medialis, m. obliquus bulbi inferior**.
 - Hladké svaly: **m. sphincter pupillae** + **m. ciliaris**
- Porucha nervu má za následek výpadek funkce inervovaných svalů. Obrna n. III se projevuje se ptózou, mydriázou, otočením postiženého oka laterálně a neschopností pohledu mediálně.
 - **Ptóza** – pokleslé postavení horního víčka z obrny m. levator palpebrae sup. Pacient nemůže zvednout víčko.
 - **Mydriáza** = rozšířená zornice, zornice nereaguje zúžením na osvit pro poruchu funkce m. sphincter pupillae.
 - **Obrna pohledu mediálně**: pacient neotočí postižené oko mediálně (nepodívá se na nos) pro obrnu m. rectus medialis.

N. IV

N. trochlearis je motorický nerv, nejtenčí ze všech, inervující jediný příčně pruhovaný sval.

- **Jádro: ncl. n. trochlearis** v tegmentu mezencefala, v úrovni colliculus inferior
- Výstup z mozku: ! Jako jediný z hlavových nervů vystupuje z kmene dorzálně, a to kaudálně pod corpora quadrigemina.
- Průchod dura mater: dorzálně od dorsum sellae vstupuje pod dura mater, poté prochází v boční stěně sinus cavernosus
- Průchod bazi: skrz fissura orbitalis superior do orbity
- Průběh v očnici: Prochází mimo anulus tendineus communis, v horní etáži očnice vstupuje do inervovaného svalu
- Inervované struktury: **m. obliquus bulbi superior**
- Porucha nervu se projevuje jako obrna pohledu dolů a laterálně. Pacientovi ztěžuje např. chůzi ze schodů.



Obr. 56.

N. V

N. trigeminus je nejsilnější hlavový nerv, charakteristický intrakraniálním rozdělením na tři silné větve a dalším bohatým větvením v obličejové části hlavy.

- Jádra:
 - Senzitivní jádra:
 - **Nucleus spinalis**: zapojeno do dráhy protopatického cití z oblasti hlavy
 - **Nucleus principalis (pontinus)**: aferentuje do něj epikritické cití z hlavy
 - **Nucleus mesencephalicus**: aferentuje do něj propriocepce ze svalů žvýkacích a okoohybných. Popisuje se mezi jádry, ve skutečnosti však obsahuje buňky typické pro ganglion a je také tak zapojeno.

- Motorické jádro:
 - **Nucleus motorius (originis) nervi trigemini:** leží pod spodinou IV. komory, v tegmentu pontu, obsahuje motoneurony pro svaly vyvinuté z 1. žaberního oblouku.
- Senzitivní ganglion (obsahuje pseudounipolární neurony): **ganglion trigeminale (ganglion semilunare, Gasseri):** leží na hrotu pyramidy (do kosti zde vytlačuje mělké **impressio trigeminale**) v duplikatuře tvrdé pleny (**cavum trigeminale** Meckeli). Periferní vlákna pseudounipolárních buněk ganglia probíhají ve všech 3 větvích trigeminu - **V/1,2,3** (viz dále). Axony gangliových buněk vstupují V. hlavovým nervem do CNS, kde končí synapsí na buňkách senzitivních jader - nucleus spinalis et principalis.
- Výstup z mozku: laterobazálně z pontu. Bod leží na tzv. trigemino-faciální Henleově čáře. Kmen trigeminu je ve při výstupu z CNS rozdělen ve 2 části: silnější **radix sensoria** a slabší **radix motoria**: Radix sensoria je tvořena axony buněk ganglion trigeminale. Radix motoria = motorická část kmene trigeminu, podbíhá ganglion trigeminale. Je tvořena axony ncl. motorius n. V.
- Vztah k dura mater: Nerv po krátkém průběhu vstupuje do durálního pouzdra – cavum Meckeli. Na něj ventrálně navazuje žilní splav **sinus cavernosus**, do jehož stěny se z ganglia dostanou 1. a 2. větev trigeminu. Třetí větev zůstává mimo sinus, byť k jeho stěně zevně přiléhá.
- Prostup lebkou: každá ze 3 větví trigeminu prochází lebkou jiným otvorem ve fossa cranii media – viz dále.
- Větve - ještě v dutině lební se nerv rozděluje na 3 větve, což je důvodem pro latinský i český název nervu. Jednotlivé větve vycházejí z konvexity ganglion trigeminale.
 - Všechny obsahují senzitivní vlákna, pouze k V/3 se přidávají také vlákna motorická.
 - Všechny větve trigeminu mají důležitý vztah k **sinus cavernosus** - viz výše.
 - V periferii probíhají ve větvích trigeminu vedle jejich „vlastních“ vláken také parasymptická (viscero-motorická) a senzorická (chuťová) vlákna, která do nich přicházejí z jiných hlavových nervů (z n **VII.** a n. **IX**), a případně i vlákna sympatická, která do nich přicházejí z **krčního sympatiku**. Vlákna senzitivní vedoucí propriocepci ze svalů mohou větve trigeminu přibírat spojkami i od jiných nervů.
- Inervované struktury jsou popsány zvlášť u každé ze základních větví n. trigeminus.

N. V/1 = n. ophthalmicus

- Intrakraniální průběh: Po výstupu z ganglion trigeminale probíhá v sinus cavernosus, do očníce vstupuje přes fissura orbitalis sup.
- Senzitivně inervuje:
 - kůži čela, horního víčka a hřbetu nosu,
 - senzitivní struktury oka (rohovka, duhovka, spojivka, řasnaté těleso),
 - sliznici některých paranasálních dutin (sinus frontalis, s. sphenoidalis, cellulae ethmoidales), sliznice přední části nosní dutiny,
 - dura mater přední jámy lební a tentorium cerebelli (zpětnou větví **r. tentorius**).
- Větve n. V/1: při vstupu do očníce se rozdělí na 3 velké větve:

➤ N. frontalis

Je nejvýše uloženým útvarem v očníci. Pod jejím stropem se dělí se ve 2 větve: **n. supratrochlearis + n. supraorbitalis**: obě vystupují z očníce do obličeje přes incisury horního okraje aditus orbitae, výstup n. supraorbitalis je zde palpovatelný. (Incisura supraorbitalis - r. lateralis nervi supraorbitalis; incisura frontalis - r. medialis nervi supraorbitalis; okraj očníce nad mediálním koutkem oka - n. supratrochlearis)

➤ N. lacrimalis

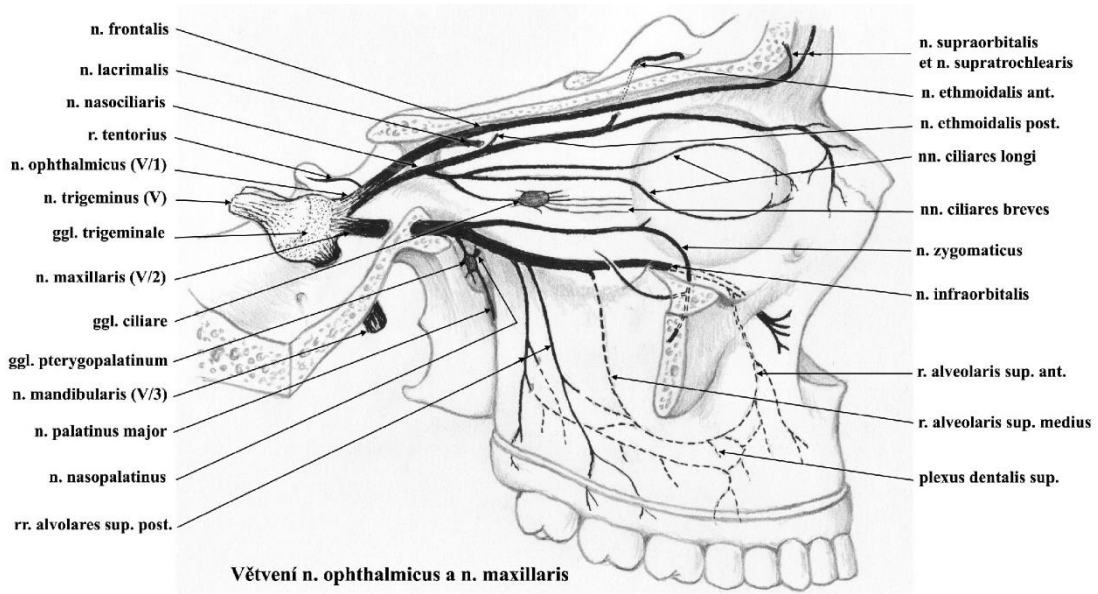
Probíhá laterálně pod stropem očníce. Senzitivně inervuje kůži při zevním koutku oka a přibírá parasymptická vlákna z n. zygomaticus (z n. V/2), pro slzní žlázu (původ těchto psymp vláken je však v parasymptickém ganglion pterygopalatinum).

➤ N. nasociliaris

Jediná z těchto větví, která prochází skrze anulus tendineus communis. V očníci probíhá ve střední etáži podél n. opticus. Vydává řadu větví pro paranasální dutiny, dutinu nosní a oční bulbus:

- **N. ethmoidalis posterior** vystupuje z očníce (se stejnojmennou tepnou) skrz foramen ethmoidale posterius v mediální stěně očníce a větví se do sinus sphenoidalis a zadních cellulae ethmoidales.
- **N. ethmoidalis anterior** vystupuje z očníce (se stejnojmennou tepnou) skrz foramen ethmoidale anterius. Jeho větvičky vstupují do předních cellulae ethmoidales, sám nerv proběhne do dutiny lební (canalis orbitocranialis), kterou však vzápětí zase opouští a přes lamina cribrosa projde shora do dutiny nosní. Z nosní dutiny nakonec vystoupí předem (mezi os nasale a cartilago nasi lateralis) do podkoží zevního nosu a inervuje kůži hřbetu nosu.

- **Nn. ciliares longi**: dlouhé senzitivní větve (obvykle dvě), které inervují rohovku.
- **Radix sensitiva ganglii ciliaris**: senzitivní větev, která prochází gangliem a vstupuje do smíšených **nn. ciliares breves** (viz výše n. III), podílí se na vedení senzitivity z oční koule.
- **N. infratrochlearis** - konečná větev, k vnitřnímu koutku oka.



Obr. 57.

N. V/2 = n. maxillaris

- Intrakraniální průběh: Po výstupu z ganglion trigeminale probíhá v sinus cavernosus, skrz foramen rotundum vstupuje do fossa pterygopalatina.
- Senzitivně inervuje:
 - kůži tváře, dolního víčka, nosního křídla, temporální krajiny,
 - horní čelist: periost + dásně + horní zuby,
 - sliznici: sinus maxillaris, zadní části dutiny nosní, části dutiny ústní v rozsahu tvrdého patra a horní části tváře,
 - dura mater střední jámy lební (společně s n. V/3).

▪ Větve:

Ve fossa pterygopalatina se nerv rozpadá na řadu větví. Dvě největší vstupují do očnice.

- **R. meningeus** - odstupuje ještě v cavitas intracranialis
- **N. infraorbitalis** - odstupuje z n. V/2 ve fossa pterygopalatina, míří dopředu přes fissura orbitalis inferior do očnice. Zde probíhá po její spodní stěně (v sulcus infraorbitalis), aniž inervuje její obsah. Skrz canalis infraorbitalis a foramen

infraorbitale projde do podkoží obličeje. Výstup ve foramen infraorbitale pod dolním okrajem orbity je palpovatelný: viz dále – klinická poznámka. Větve:

- Ještě ve fossa pterygopalatina vydává **rr. alveolares superiores posteriores** pro stoličky (procházejí přes tuber maxillae),
 - dále za průběhu v canalis infraorbitalis vydává **r. alveolaris superior medius** a **rr. alveolares superiores anteriores** pro přední zuby horní čelisti (obojí sestupují v **sinus maxillaris**, kde též inervují jeho sliznici).
 - Všechny jmenované rr. alveolares svým terminálním větvením v proc. alveolaris vytvářejí **plexus dentalis superior**.
 - Po výstupu z foramen infraorbitale vydává kožní větve pro přední část inervační oblasti n. V/2. Konečné vějířovité větvení nervu po jeho výstupu z foramen infraorbitale se nazývá „pes anserinus minor“.
- **N. zygomaticus** - vstupuje z fossa pterygopalatina přes fissura orbitalis inferior do očnice a probíhá po její laterální stěně. Odtud (přes foramen zygomaticoorbitale) do os zygomaticum. Uvnitř kosti lící se dělí na 2 větve: **n. zygomaticofacialis** a **n. zygomaticotemporalis**; obě vystupují stejnomenými otvůrkami na zevním povrchu lící kosti do podkoží regio zygomatica a temporalis.
- **Rr. nasales post. a n. nasopalatinus** – procházejí skrz for. sphenopalatinum do nosní dutiny, kterou inervují. N. nasopalatinus dále běží po dně nosní dutiny, až projde skrz canalis incisivus na tvrdé patro, inervuje jeho přední část.
- **Nn. palatini major et minores** – sestoupí cestou canalis palatinus major et minores na patro, inervují zadní část tvrdého patra a měkké patro.
- **Rr. ganglionares ad ganglion pterygopalatinum** – spojky s parasympatickým gangliem, které přivádějí do větví n. V/2 vegetativní vlákna pro inervaci slzní žlázy, žláz nosní a ústní dutiny.

N. V/3 = n. mandibularis

- Intrakraniální průběh: z ggl. trigeminale probíhá kaudálně, přiléhá k laterální stěně sinus cavernosus. Prochází přes foramen ovale do fossa infratemporalis.
- Má senzitivní i motorická vlákna. Senzitivně inervuje:
 - kůži v rozsahu mandibuly, dolní ret, dolní část tváře, část temporální krajiny, zevní ucho (podílí se na inervaci přední plochy boltce, zvukovodu a bubínku)
 - dolní čelist: periost, dásně a dolní zuby,
 - sliznici spodiny dutiny ústní, předních 2/3 jazyka, dolní části tváře

- čelistní kloub,
- dura mater střední jámy lební (společně s V/2),

Motoricky inervuje: žvýkací svaly, část nadžvýlkových svalů (m. mylohyoideus, venter anterior m. digastrici) a m. tensor tympani + m. tensor veli palatini.

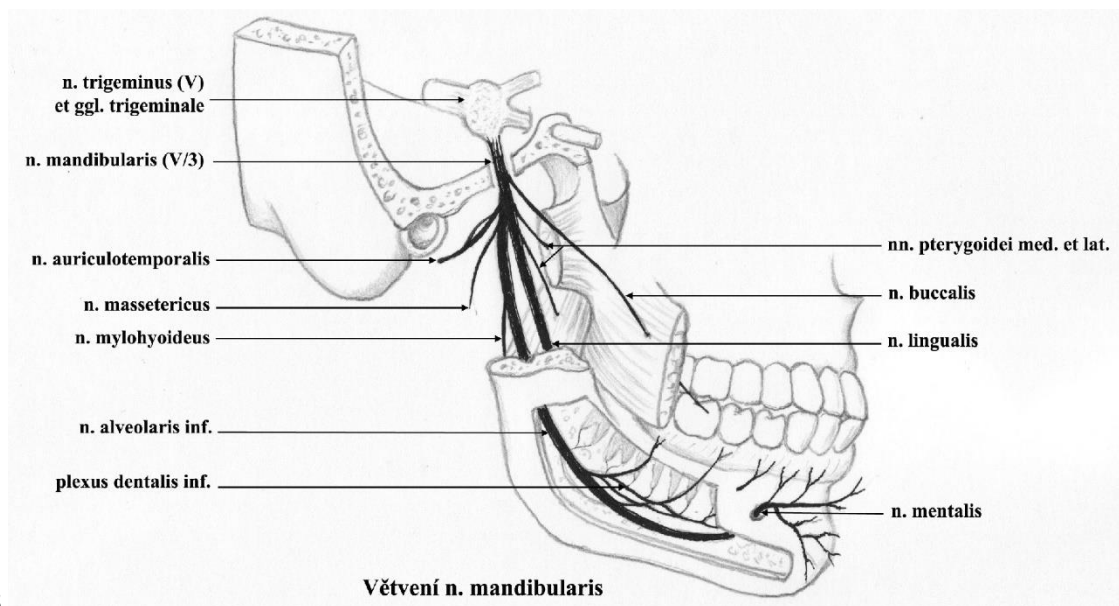
- Větve: Ve fossa infratemporalis se nerv rozpadá na řadu větví senzitivních i motorických. Z nich nejsilnější jsou n. alveolaris inf., n. lingualis a n. auriculotemporalis.
 - **R. meningeus** vstupuje zpět do lebky přes foramen ovale pro tvrdou plenu střední jámy lební.
 - **N. alveolaris inferior**: sbíhá laterálně do dolní čelisti otvorem foramen mandibulae a probíhá v navazujícím canalis mandibulae.
 - Jeho periferní větvení vytváří **plexus dentalis inferior**, z něhož jsou inervovány dolní zuby a dásně prostřednictvím rr. dentales a rr. gingivales.
 - Konečná větev = **n. mentalis** vystupuje z mandibuly skrz foramen mentale do krajiny bradové, tento výstup je palpovatelný.
 - **N. mylohyoideus** je tenký smíšený nerv, který se odděluje z n. alveolaris inf. ještě před jeho vstupem do canalis mandibulae, otiskuje se do vnitřní plochy mandibuly, sestupuje k nadžvýlkovým svalům.
 - **N. lingualis**: probíhá ve fossa infratemporalis mezi mm. pterygoidei, pokračuje do spatium sublinguale, kde podbíhá a kříží ductus submandibularis a vydává svoje konečné větve ke sliznici předních 2/3 jazyka.
Kromě senzitivních vláken přibírá také vlákna chuťová a parasymptická prostřednictvím spojky (**chorda tympani**) s n. VII. Tato psymp vlákna se po cestě přepojují v přiléhajícím **ggl. submandibulare**.
 - **N. auriculotemporalis**: odstupuje směrem dozadu, vytváří smyčku kolem a. meningeae media a prochází příušní slinnou žlázou. Mimo kožní oblast inervuje též čelistní kloub, přibírá také psymp vlákna z ganglion oticum, která po průběhu v n. auriculotemporalis pokračují jako rr. parotidei do **glandulae parotis**.
 - **N. buccalis**: vede dopředu na povrch m. buccinator, inervuje kůži a sliznici tváře.
 - Motorické větve pro žvýkací svaly se nazývají v souladu s názvem svalu: n. massetericus, nn. temporales profundi (analogicky s názvem tepny), **n. pterygoideus lateralis et medialis**.

Klinická poznámka - palpce větví trigeminu:

Z kostěného podkladu vystupují na obličej na typických místech větve n. V. Samotné nervy

hmatné nejsou, ale mírným tlakem při palpaci můžeme odhalit zvýšenou dráždivost nervu. Na obličej vystupují všechny tři základní větve n. V, respektive jejich terminální větve:

- **n. supraorbitalis** z n. V/1 (ve for. supraorbitale na margo superior orbitae, asi 1 cm od mediálního okraje očníce)
- **n. supratrochlearis** (ve for. supratrochleare blíž k vnitřnímu koutku)
- **n. infraorbitalis** z n. V/2 (ve for. infraorbitale asi 1 cm pod margo inferior orbitae)
- **n. mentalis** z n. V/3 (ve for. mentale na bradě asi 2 cm od střední čáry)



Obr. 58.

N. VI

N. abducens je motorický nerv, stejně jako n. IV inervuje jen jeden příčně pruhovaný sval oka.

- Jádro: **nucleus n. abducentis** pod spodinou fossa rhomboidea, kde podmiňuje colliculus facialis v kaudální části pontu
- Výstup z mozku: bazálně na rozhraní pontu a oblongaty = v **sulcus bulbopontinus**
- Průchod dura mater: dorzálně od dorsum sellae vstupuje pod dura mater, poté prochází vnitřkem sinus cavernosus
- Průchod bází: skrz fissura orbitalis superior do očníce
- Průběh v očníci: Přes **anulus tendineus communis** do střední etáže očníce, kde vstupuje do inervovaného svalu
- Inervovaná struktura: **m. rectus bulbi lateralis**
- Obrna nervu se projevuje opačně než při obrně n. III: neschopností pohledu laterálně a konvergentním šilháním.

N. VII

N. **facialis** je smíšený nerv s „plným“ spektrem vláken.

- Jádra - leží pod spodinou IV. komory v tegmentu pontu
 - jádro motorické: **nucleus (originis) n. facialis** - vlákna z jádra obtáčejí ncl. n. VI a podmiňují colliculus facialis
 - jádro parasympatické: **nucleus salivatorius superior**
 - Vlákna v n. VII aferentují do horní - chuťové části **ncl. solitarius = ncl. gustatorius** (společné senzorické jádro n. VII, IX, X) .
 - Pro kožní senzitivitu vlastní jádro chybí. Somatosenzitivní axony aferentují do trigeminových jader: **nucleus spinalis et principalis n. V.**
- Spektrum vláken + inervované struktury:
 - Vlákna motorická: axony ncl. originis - inervují svaly mimické, platysma, m. stapedius, část svalů nadjazykových: venter post. m. digastrici + m. stylohyoideus
 - Vlákna parasympatická: jsou určena pro slzní žlázu, podčelistní a podjazykovou žlázu, drobné žlázy části dutiny ústní a nosní.
 - Vlákna senzitivní: inervují kůži části boltce ušního. Čítí z boltce je vedeno dendrity buněk senzitivního **ganglion geniculi**, axony gangliových buněk aferentují do **senzitivních jader trigeminu**.
 - Vlákna chuťová (senzorická): vedou chuť z předních 2/3 jazyka, jsou to výběžky buněk **ganglion geniculi**. Axony gangliových buněk vstupují do **ncl. gustatorius**. Typická viscerosenzitivita není v n. VII obsažena. Chemická informace z jazyka se přepojuje v ncl. gustatorius (rostrální část ncl. solitarius) a dostává se do vědomí – proto chuť zařazujeme mezi senzoriku. (Chuťová dráha - viz závěr této lekce).
- Ganglia: 2 ganglia parasympatická + 1 ganglion senzitivní a senzorické
 - **ganglion pterygopalatinum** – psymp, uloženo ve fossa pterygopalatina (při n. V/2). Preggl. vlákna přicházejí cestou n. petrosus major, postggl. vlákna se šíří větvemi n. V/2.
 - **ganglion submandibulare** – psymp, uloženo v trigonum submandibulare při horním okraji glandula submandibularis, v těsné blízkosti n. lingualis (z n. V/3). Preggl. vlákna přicházejí cestou chorda tympani.
 - **ganglion geniculi** – SS + SpS, uloženo v ohybu canalis n. facialis (geniculum n. VII). Axony buněk se zakončují v ncl. gustatorius nebo v trigeminálních jádrech – viz výše: spektrum vláken.

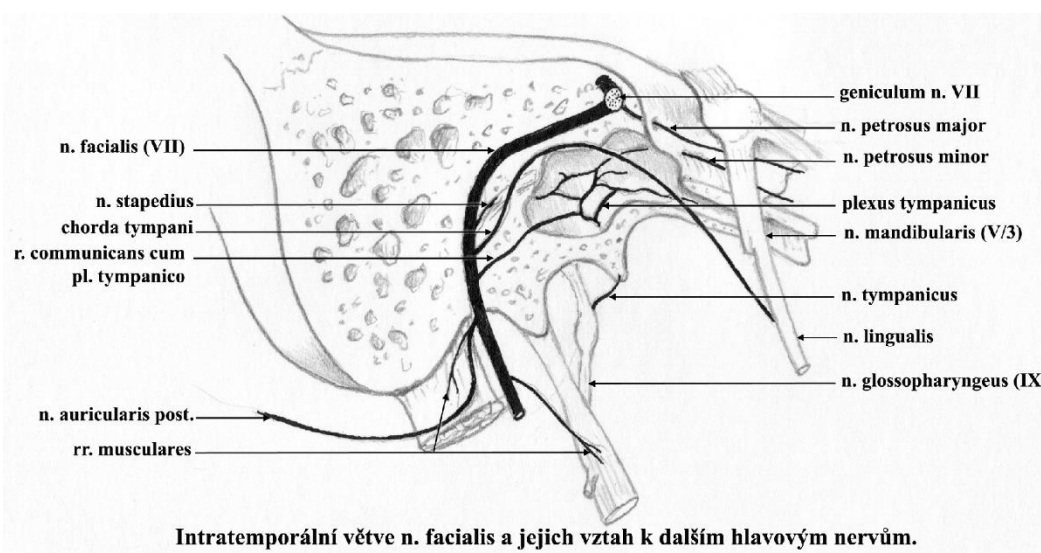
- Výstup z mozku: mostomozečkový úhel (společně s n. VIII). Nerv je při výstupu z mozku rozdělen ve 2 kmeny: silnější je motorický kmen, slabší smíšený kmen se vyčleňuje pod názvem **n. intermedius**.
- Průchod bází: Nerv vstupuje přes porus acusticus internus do meatus acusticus internus v pyramidě kosti spánkové. Na dně vnitřního zvukovodu (fundus meatus acustici interni) prochází v horním předním kvadrantu do canalis n. facialis, kde vydává několik důležitých větví. Lebku konečně opustí ve foramen stylo-mastoideum a probíhá prestyloidním prostorem.
- Extrakraniální průběh: V **regio parotidomasseterica** vstupuje do **příušní žlázy**, kde se rozpadá na svalové větve vzájemně anastomozující - toto větvení se nazývá **plexus intraparotideus**. Průběhem nervu je příušní žláza rozdělena v povrchovou a hlubokou část. Samotnou gl. parotis ale nerv neinervuje!

- Větve:

Větve odstupující v canalis facialis (intratemporálně) jsou jmenovány kranio-kaudálně:

- **N. petrosus major** - vede mimo jiné parasymptická vlákna pro slzní žlázu.
Průběh: canalis n. VII (odstup v místě geniculum n. VII) → hiatus n. petrosi majoris → sulcus n. petrosi majoris (na přední ploše pyramidy) → skrz foramen lacerum (zaživa synchondrosis sphenopetrosa) pod bázi lební do fossa infratemporalis → dále skrz canalis pterygoideus do fossa pterygopalatina, kde tvoří zdroj preggl. vláken pro **ganglion pterygopalatinum**. Kompletní výčet inervovaných struktur postgangliovými axony je v kapitole Autonomní systém, zde popíšeme pouze cestu pro největší žlázu: ganglion pterygopalatinum → n. V/2 → n. zygomaticus (z n. V/2) → r. communicans → n. lacrimalis (z n. V/1) → slzní žláza.
- R. communicans cum plexu tympanico – psymp spojky do n. petrosus minor (→ ggl. oticum; tuto informaci považujeme za podružnou).
- **N. stapedius**
Motorický nerv - inervuje příčně pruhovaný středoušní sval **m. stapedius**.
Průběh: z canalis facialis vstupuje kanálkem v eminentia pyramidalis k m. stapedius.
- **Chorda tympani**
Poslední intratemporální větev. Smíšený nerv: obsahuje parasymptická vlákna pro žlázu podčelistní a podjazykovou + chut'ová vlákna z předních 2/3 jazyka.
Průběh: canalis n. VII → canaliculus chordae tympani → středoušní dutina → fissura petrotympanica → fossa infratemporalis → připojení k n. lingualis (z n. V/3).

- Chuťová vlákna sledují větvení senzitivního n. lingualis.
- Parasympatická vlákna jsou pregangliovými vlákny z ncl. salivatorius superior. Prostřednictvím n. lingualis dosáhnou ggl. submandibulare. Postggl. vlákna potom probíhají jako rr. glandulares ke gl. sublingualis a submandibularis.
- **N. auricularius posterior** – vzniká po výstupu z for. stylomastoideum. Je smíšený: senzitivně inervuje část boltce ušního, motoricky inervuje venter occipitalis m. occipitofrontalis a rudimentální svaly boltce.
- **Plexus intraparotideus** – popsán výše, obsahuje již jen motorické větve pro mimické svaly (včetně platysmy) a pro část nadjazykových svalů. Větve odstupují z plexu uvnitř příušní žlázy a paprscitě se z ní rozbíhají na obličej v podobě typických rami (jejich latinské názvy není třeba znát).



Obr. 59.

- Porucha nervu má podobu periferní obrny n. facialis (popsána již u motorických drah) = obrna mimických svalů na polovině obličeje. Je-li poškození uvnitř spánkové kosti nebo v lebeční dutině, přidávají se další příznaky dle odstupu jednotlivých větví, tj. směrem z periferie k centru: porucha chuti, hyperacusis (zvýšená citlivost na hluk), porucha tvorby slz.

N. VIII

N. vestibulocochlearis (výjimečně se lze ještě setkat se starým názvem n. statoacusticus) obsahuje pouze smyslová vlákna z tzv. vnitřního ucha.

- Jádra:
 - **Nuclei vestibulares sup., med., lat., inf.** (eponyma a další podrobnosti viz Kmen mozkový) jsou uložena v tegmentu pod fossa rhomboidea, kde zabírají relativně širokou oblast zvanou area vestibularis.

- **Nuclei cochleares ant. et post.** Jsou uložena v kaudálním pontu zcela laterálně pod fossa rhomboidea, v níž vytváří tuberculum acusticum.
- Vlákna: pouze smyslová, přinášejí informaci ze sluchového ústrojí a vestibulárního aparátu (= „rovnovážné ústrojí“).
- Ganglia: obě složky nervu mají každá své ganglion.
 - **Ganglion vestibulare** – na dně vnitřního zvukovodu, zde mají perikarya neurony přinášející informaci ze všech oddílů rovnovážného ústrojí.
 - **Ganglion cochleare** (= ggl. spirale cochleae). Je uloženo v **modiolu** – kuželovité ose kostěného hlemýždě. V jeho stěně ganglion kopíruje závit hlemýždě, proto má v prostoru spirální tvar. Neurony ganglia mají dendrity v kontaktu se smyslovými buňkami Cortiho orgánu, axony vedou v nervu VIII do cochleárních jader.
- Výstup z mozku: ve angulus pontocerebellaris stejně jako n. VII.
- Průchod bází: nerv vstupuje do meatus acusticus internus. Žádná jeho složka však neopouští bazi lební, všechny končí v os petrosum. Ve fundus meatus acustici interni lze nalézt několik drobných otvůrků, jimiž větve n. VIII procházejí dovnitř skalní kosti, jejich lat. názvy netřeba znát.
- Větve a inervované struktury: základní dělení nervu je na dvě funkční složky (části). Fyzicky se nerv rozdělí až v meatus acusticus int., n. vestibularis se pak dělí na další větve.
 - **N. cochlearis** – vede sluchovou informaci. Běží v modiolu, přičemž axony vedou rovnoběžně s osou kužele přímo do fundus meatus acustici int. Periferní výběžky gangliových buněk procházejí lamina spiralis kostěného hlemýždě. Smyslový orgán v hlemýždi, složený ze smyslových a podpůrných buněk, se nazývá **Cortiho orgán**.
 - **N. vestibularis** – vede informaci o poloze a pohybu hlavy z dalších částí vnitřního ucha – z vestibulárního aparátu. Je rozdělen na několik větví, které sbírají impulzy ze smyslových orgánů vestibulárního aparátu, jimiž jsou dvě **maculae staticae** a tři **cristae ampullares**.
Detailní popis vnitřního ucha je v kapitole Smyslová ústrojí, stejně jako popis sluchové a vestibulární dráhy.
- Porucha nervu se může projevit ztrátou sluchu, nystagmem či závratěmi.

N. IX

N. glossopharyngeus je smíšený nerv pro začátek trávicí trubice.

▪ Jádra:

- **ncl. ambiguus** – SM (branchiomotorické), společné pro IX a X, částečně i XI.
Inervuje příčně pruhované svaly pocházející z 3. - 5. žaberního oblouku.
- **ncl. salivatorius inferior** - parasympatické: obsahuje perikarya pregangliových neuronů pro ggl. oticum (mimo jiné inervace gl. parotis)
- **ncl. tractus solitarii (ncl. solitarius)** – senzorické a VS jádro několika hlavových nervů. Co se týká n. glossopharyngeus, pro senzorku (chuť) je vyhrazeno horní část jádra = **ncl. gustatorius**. N. IX přivádí vlákna i do dolní části jádra - pro mimovědomou VS. V obou případech do jádra aferentují axony buněk ganglion sup. et inf. n. IX.

▪ Spektrum vláken v n. IX + inervované struktury:

- motorická vlákna: vycházejí z branchiomotorického jádra, inervují svaly ovládající polykací reflex (svaly měkkého patra a hltanu). Hltan je inervován společnou pletení s n. X, vlákna n. IX se zakončují u levátorů a horního konstriktoru.
- parasympatická vlákna: axony pregangliových neuronů z ncl. salivatorius inferior do ggl. oticum. Inervované struktury odpovídají ggl. oticum, tj. zejména gl. parotis a drobné slinné žlázy části ústní dutiny.
- senzitivní vlákna:
 - viscerosenzitivní vlákna z glomus caroticum a sinus caroticus.
 - v trigeminálních jádrech končí senzitivní vlákna ze sliznice: oblast isthmus faucium (kořen jazyka, měkké patro, patrová mandle) a oblast středouší (středoušní dutina, Eustachova trubice, cellulae mastoideae) + malá oblast dura mater
- senzorická vlákna: vlákna od chuťových receptorů z oblasti kořene jazyka (= zadní 1/3 jazyka)

▪ Ganglia:

- **Ganglion oticum** – psymp ganglion, leží ve fossa infratemporalis pod foramen ovale. Pregangliové neurony přicházejí složitou cestou přes n. tympanicus a posléze n. petrosus minor (tzv. Jacobsonova anastomóza). Postgangliové neurony se šíří větvemi n. V/3.

- **Ganglion superius et inferius n. IX** - obě jsou současně jak senzitivním tak i senzorickým gangliem: obsahují pseudounipolární buňky, jsou uložena nad a pod foramen jugulare. Jejich zapojení - rekapitulace:
 - sliznice → ggl. n. IX → trigeminální jádra → vědomá senzitivita
 - chuťové pohárky → ggl. n. IX → ncl. gustatorius → chuť
 - chemo- a presoreceptory cév → ggl. n. IX → ncl. solitarius → reflexy RF

- Výstup z CNS:
N. IX vystupuje z kmene po straně oblongaty v sulcus posterolateralis laterálně od olivy, jako fila radicularia, společně n. X a radix cranialis XI: odtud název postranní smíšený systém pro všechny tři tyto nervy.
- Průchod bází lební: v přední části foramen jugulare, kudy se dostává do retrostyloidního prostoru. V dalším průběhu sestupuje podél m. stylopharyngeus k patru a jazyku.
- Větve:
 - **N. tympanicus** – obsahuje psymp vlákna, která vede do ganglion oticum, i senzitivní vlákna z oblasti středouší.
Průběh: odstupuje z kmene n. IX hned pod bází lební, těsně pod ggl. inferius, vstupuje do pyramidy kosti spánkové přes canaliculus tympanicus, dostává se do středoušní dutiny - na promontoriu podmiňuje sulcus promontorii. Zde vytváří smíšený **plexus tympanicus**. Senzitivní vlákna plexu inervují sliznici středoušní dutiny, antrum mastoideum a Eustachovy trubice. Parasympatická pregangliová vlákna (k nimž se připojují další vlákna) pokračují z plexu do:
 - **N. petrosus minor**
Smíšený nerv s obsahem parasympatických a sympatických vláken z krčního sympatiku.
Nerv vystupuje z cavitas tympani skrz hiatus n. petrosi minoris, pokračuje po přední ploše pyramidy v sulcus n. petrosi minoris. Lebeční dutinu opouští přes sychondrosis sphenopetrosa, pod bází lební vstupuje do **ganglion oticum**. Z něj potom vycházejí postgangliová vlákna pro výše uvedené žlázy, přidávají se k větvím n. mandibularis (n. V/3), zejména k n. auriculotemporalis.
Rekapitulace inervace glandula parotis: ncl. salivatorius inferior → n. IX → n. tympanicus → plexus tympanicus → n. petrosus minor → ganglion oticum → n. auriculotemporalis (z n.V/3) → rr. parotidei → glandula parotis.

- N. sinus carotici - větev pro glomus caroticum a sinus caroticus - klasifikuje se jako větev N. IX, ačkoliv má i spojky s n. vagus.
- Další větve n. glossopharyngeus jsou pojmenované dle cílové oblasti. Z nich nejdůležitější:
 - **Rr. pharyngei:** Smíšené - vedou motorická vlákna pro svaly měkkého patra a hltanu a senzitivní vlákna ze sliznice hltanu. Pokračují do **plexus pharyngeus**, kde se proplétají s vlákny n. X a s vlákny z krčního sympatiku.
 - **Rr. linguales:** pro zadní třetinu jazyka, obsahují senzorická (chuťová) i senzitivní vlákna
 - **Rr. tonsillares** – z tonsilla palatina a z oblasti isthmus faucium.

Podle soudobé literatury není prokázáno, že by se n. IX účastnil inervace m. tensor tympani či m. tensor veli palatini. Oba tenzory jsou vyvinuté z 1. žaberního oblouku a mají odpovídající inervaci z n. V. Naproti tomu n. glossopharyngeus inervuje m. levator veli palatini, některé zdroje připouští, že cestou vagu.

N. X

N. vagus je nejsilnější nerv postranního smíšeného systému. Ze všech hlavových nervů má nejrozsáhlejší inervační teritorium díky visceromotorické a viscerosenzitivní inervaci dutiny hrudní a břišní. Dlouhá psymp vlákna vagu sahají u muže až do skrota, kde inervují varlata.

- Jádra:
 - **nucleus ambiguus** - branchiomotorické jádro společné pro n. IX, X, XI
 - **nucleus dorsalis n. X** - visceromotorické parasympatické jádro, nachází se pod spodinou fossa rhomboidea v oblasti trigonum n. vagi
 - **nucleus solitarius** - viscerosenzitivní jádro + chuťové jádro: společné pro n. VII a IX, viz výše
 - somatosenzitivní vagová vlákna vedoucí čítí z kůže a tvrdé pleny končí v senzitivních jádrech trigeminu!
- Spektrum vláken, inervované struktury:
 - Branchiomotorická vlákna inervují příčně pruhované svaly trávicí trubice (s podílem n. IX) a hrtanu.
 - Parasympatická vlákna inervují hladkou svalovinu a žlázy krčních a hrudních orgánů, příčně pruhovanou svalovinu srdeční, hladkou svalovinu a žlázy břišních orgánů (po Cannon-Böhmův bod).
 - Viscerosenzitivní: čítí ze sliznice krčních, hrudních a břišních orgánů.
Baroreceptory cév (do sinus caroticus vysílá n. X jen nekonstantní spojky, ale kaudálněji je

několik dalších podobných receptorů inervovaných vagem, nejvíc se zmiňuje lokalizace v arcus aortae).

- Somatosenzitivní vlákna: kožní cití z malé oblasti obličejové části hlavy (z části zevního zvukovodu + k ní přilehlé přední plochy boltce) a z dura mater zadní jámy lební.
- Chuťová = senzoričká vlákna: z chuťových pohárků na horní ploše epiglottis.

▪ Ganglia:

- **Ganglion superius et inferius n. X** - senzitivní ganglia těsně nad a pod for. jugulare, společná pro SS, VS a chuť. Rozdělení senzitivních ganglií n. IX a n. X na dvojice svádí k domněnce, že ganglia jsou rozdělena i funkčně (dolní ganglion pro viscerosenzitivitu a horní pro somatosenzitivitu), většina zdrojů to však popírá.
- Parasympatická ganglia - početná drobná ganglia, uložená v dutině hrudní a břišní v blízkosti cílových struktur, některá dokonce ve stěně inervovaných orgánů (**intramurální ganglia**).

▪ Výstup z CNS:

N. X vystupuje z oblongaty laterálně od olivy, v podobě několika fila radicularia, společně n. IX a radix cranialis XI

- Průchod bází lební: v přední části foramen jugulare, kudy se dostává do retrostyloidního prostoru.

- Další průběh: Na krku sestupuje v paraviscerálním prostoru jako součást nerвовě-cévního svazku krčního: n. vagus + v. jugularis interna + a. carotis interna (kaudálněji a. carotis communis) ve společné vazivové pochvě vagina carotica. Do hrudníku vstupuje vpravo přes a. subclavia, vlevo přes arcus aortae. V zadním mediastinu probíhá podél jícnu tak, že pravý n. vagus běží vzadu, levý n. vagus vepředu. Jejich vzájemně pospojovaná vlákna vytvářejí v dolní části jícnu **plexus oesophageus**. Pro přední a zadní kmen po výměně vláken se též užívá název truncus vagalis ant. et post.

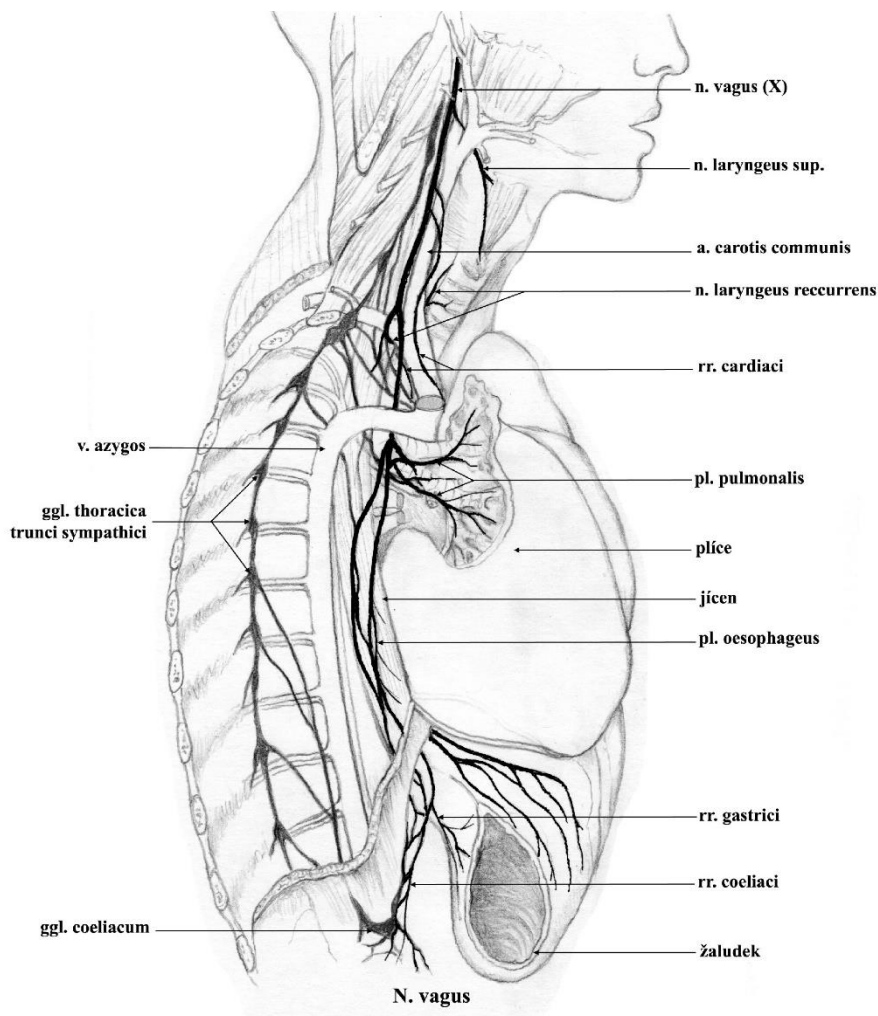
Plexus oesophageus vstupuje do dutiny břišní společně s jícnem přes hiatus oesophageus bránice. V oblasti kardié se rozdělí na přímé větve pro orgány (žaludek, játra) a větve do smíšené vegetativní pleteně **plexus coeliacus**, jejímž prostřednictvím pak inervuje další břišní orgány.

▪ Větve:

- **R. meningeus** – pro dura mater zadní jámy lební a přilehlé části kalvy. Po výstupu z ganglion superius vstupuje do lebky přes foramen jugulare.

- **R. auricularis** – kožní větev; vstupuje do canaliculus mastoideus (ve fossa jugularis) → fissura tympanomastoidea → kůže zevního zvukovodu a boltce.
- **N. laryngeus superior** – sestupuje k hrtanu mediálně od a. carotis interna. Je smíšený: r. externus inervuje motoricky jediný z příčně pruhovaných svalů hrtanu - m. cricothyroideus + příčně pruhované svaly hltanu (spodní konstriktor); r. internus inervuje senzitivně sliznici horní části hrtanu po hlasivky + valeculae epiglotticae (včetně chuťové recepcce).
- **N. laryngeus recurrens** – smíšený nerv, zde uveden mimo pořadí odstupu. Odstupuje rozdílně na levé a pravé straně: vpravo v místě křížení s a. subclavia, vlevo při křížení s arcus aortae. V obou případech podbíhá tepnu a dorzálně za ní se vrací zpět na krk, vzestupuje po dorzolaterálním povrchu trachey, může být v kontaktu se zadním povrchem štítné žlázy. Vysílá vegetativní větve pro tracheu a motorické pro krční část jícnu.
 Jeho konečná větev **n. laryngeus inferior** je funkčně nejdůležitější: obsahuje motorická vlákna pro svaly hrtanu (všechny kromě m. cricothyroideus) a senzitivní pro sliznici kaudálně od plicae vocales.
 Motorická vlákna v n. laryngeus recurrens odpovídají axonům, které se přidávají k N. X z N. XI pomocí jeho r. internus, to znamená, že vystupují z ncl. ambiguus a z mozku cestou radix cranialis n. accessorii.
- **Plexus pharyngeus** (viz též N. IX) – společná pleteň obou nervů pro inervaci většiny hltanu motoricky, senzitivně i vegetativně, k plexu se přidávají i vlákna z krčního sympatiku. Vagová vlákna jsou určena spíše pro kaudální část hltanu.
- **Rr. cardiaci superiores, inferiores et thoracici** – 3 skupiny větví pro inervaci srdce (pro převodní systém i pro pracovní myokard), vedou visceromotorická i viscerosenzitivní vlákna. Sestupují k srdci, na povrchu aorta ascendens vstupují do smíšené vegetativní pleteně **plexus cardiacus** (viz kapitola Autonomní systém).
 Názvoslovně je třeba rozlišovat pojem rr. cardiaci od pojmu nn. cardiaci, který je vyhrazen pro sympatickou inervaci srdce.
- **Rr. bronchiales** – pro VM a VS inervaci bronchiálního stromu.
- **Plexus oesophageus** – pleteň z levého a pravého n. vagus na povrchu hrudní části jícnu pro jeho VM a VS inervaci.
- **Rr. gastrici** – přímé větve pro žaludek jako pokračování trunci vagales, dosahují až pyloru.
- **Rr. hepatici** – větve pro inervaci jater, podél tepen do porta hepatis.

- **Rr. coeliaci** – prakticky konečné větve n. vagus, vstupují do vegetativní pleteně plexus coeliacus (viz Autonomní systém) a jejím prostřednictvím inervují další orgány břišní dutiny, intra- i retroperitoneální. Na trávicí trubici dosahují do 2/3 příčného tračníku (Cannon-Böhmův bod), nejkaudálněji tato vlákna dosahují k ovariím / varlatům. Vedou VM i VS vlákna.



Obr. 60.

Klinické poznámky:

- Zánět zvukovodu může vést k iritaci n. X (přes jeho r. auricularis). Úder do boltce může v extrémních případech mít za následek až zástavu srdeční činnosti z reflexivního podráždění parasymptiku.
- Při poškození n. laryngeus recurrens (např. při operaci štítné žlázy) je funkčně nejzávažnější paralýza m. cricoarytenoideus posterior, který je jediným abduktorem hlasových vazů. Pokud je „obrna postiku“ oboustranná, nedovoluje otevřít hlasivkovou šterbinu a vede k dušení.

- Vagotomie je název pro chirurgickou techniku, kdy se protínají větve vagu na povrchu žaludku. Omezuje se tak parasympatická inervace žaludku, což snižuje výdej HCl a pomáhá tak zhojit žaludeční vředy.

N. XI

N. **accessorius** je čistě motorickým nervem.

- Jádra:
 - dolní část branchiomotorického **nucleus ambiguus**
 - **nucleus (spinalis) n. XI** - leží v předních rozích míšních segmentů C1-6
- Spektrum vláken: nerv obsahuje pouze motorická vlákna a nemá žádné ganglion.
- Výstup z CNS a vztah k bazi lební:

N. XI vystupuje z CNS jako **radix cranialis** et **radix spinalis**.

- **Radix cranialis** - mozkový zdroj: axony neuronů z ncl. ambiguus v podobě několika svazků, které vystupují z oblongaty kaudálně od výstupu n. X.
- **Radix spinalis** - míšní zdroj: axony motoneuronů z míšního ncl. n. XI, které vystupují v podobě několika svazků z laterálního obvodu krční míchy, mezi výstupy předních a zadních kořenů míšních. Vzestupují v subarachnoideálním prostoru páteřního kanálu a spojí se v jednotný kořen, který prochází do lebky skrze foramen magnum.
- Krátký kmen n. XI vzniká spojením radix cranialis et spinalis v lebeční dutině, z lebky vystupuje skrz foramen jugulare a vzápětí pod bází se rozdělí ve 2 větve:
- Větve: ramus externus a ramus internus n. accessorii.
 - **Ramus internus:** obsahuje vlákna původem z ncl. ambiguus. Tato vlákna odstupují z r. internus do n. vagus, pokračují do jeho motorických větví (zejména n. laryngeus recurrens) a obvykle se dále popisují jako součást n. X (viz výše). Inervují svaly hrtanu.
 - **Ramus externus:** obsahuje „vlastní“ motorická vlákna n. XI z jeho míšního jádra, určená pro inervaci svalů trapézového systému: m. trapezius a m. sternocleidomastoideus. Nerv sestupuje laterálně od v. jugularis int., po hluboké ploše m. sternocleidomastoideus do trigonum colli laterale, potom sestupuje podél margo medialis scapulae. Přibírá spojky z míšních krčních nervů C1-C4, které se spolupodílejí na inervaci svalů.
- Porucha nervu: v praxi poškození r. externus, projevuje se poruchou zvedání ramene, částečně odstávající lopatkou a dalšími příznaky snížené funkce m. trapezius nebo obou inervovaných svalů.

N. XII

N. hypoglossus je motorický nerv pro inervaci svalů jazyka.

- **Jádro: ncl. (originis) n. XII** uložené pod trigonum n. hypoglossi spodiny IV. komory.
- Spektrum vláken: pouze motorická vlákna. Nerv nemá ganglion.
- Výstup z mozku: na přední straně oblongaty, v podobě mnoha vláken mezi pyramidou a olivou.
- Průchod bází a další průběh: nerv již v podobě kompaktního svazku prochází canalis n. hypoglossi. Sbíhá podél m. styloglossus, obloukovitým průběhem (**arcus nervi hypoglossi**) kříží a. carotis ext. s jejími větvemi a přes horní část trigonum caroticum se dostane do sublinguálního prostoru, kde běží v blízkosti n. lingualis (větev n. V/3).
- Větve + inervované struktury:
 - Tzv. **ramus descendens n. XII** je totožný s **radix superior ansae cervicalis**. Obsahuje motorická vlákna z plexus cervicalis pro infrahyoidní svaly, dočasně připojená k n. XII. V některých učebnicích se ansa cervicalis popisuje u n. XII, v našich materiálech je ale zařazena pod plexus cervicalis (lekce Míšní nervy).
 - **Rr. linguales**: motorické větve pro všechny extra- i intraglosální svaly jazyka s výjimkou m. palatoglossus, tj.:
m. genioglossus, m. hyoglossus, m. styloglossus, m. transversus linguae, m. verticalis linguae, m. longitudinalis linguae sup. et inf.

ČICHOVÁ A CHUŤOVÁ DRÁHA

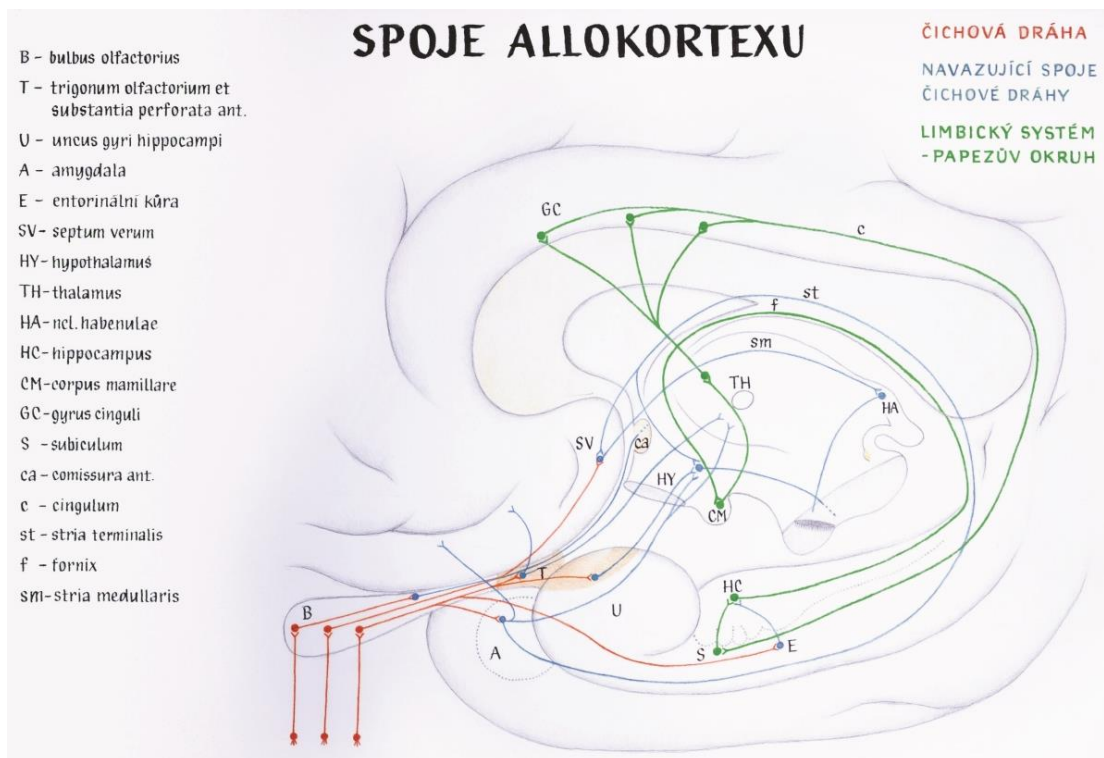
Tractus olfactorius, čichová dráha

Čichová dráha je vývojově starou drahou, u člověka výrazně redukovanou (stejně jako celý rhinencephalon). Oproti senzitivním drahám má řadu specifík – je pouze 2-neuronová, nemá sensorické ganglion, jako jediná neprochází thalamem,....

- 1. neuron: čichové buňky **regio olfactoria** sliznice dutiny nosní.
 - Receptor se zde počítá jako 1. neuron, neboť čichové buňky jsou tzv. primární receptory, vybavené vlastními axony.
 - Tyto modifikované bipolární neurony mají své dendrity zanořeny do hlenu nosní sliznice, v němž jsou rozpuštěny molekuly čichané látky.
 - Vystupující axony čichových buněk se sdružují ve svazečky - **fila olfactoria**, která procházejí přes otvůrky v lamina cribrosa čichové kosti.
 - N. olfactorius (čichový nerv) je označení pro soubor fila olfactoria, ačkoliv se nejedná o jednotný svazek vláken.
 - V přední jámě lební se fila zanořují do **bulbus olfactorius**, kde končí axo-dendritickou synapsí na tzv. mitrálních buňkách. Tyto synapse se označují jako **glomeruli olfactorii**.
- 2. neuron: představují **mitrální buňky** bulbus olfactorius. Jejich axony probíhají v **tractus olfactorius** a končí v primární čichové kůře. Primární čichová kůra nemá u člověka přesně určenou oblast, nemá ani jednotnou lokalizaci dle Brodmanových areí (různé zdroje uvádějí BA 51, 34, 28). Zjednodušuje se vymezením paleokortexu, tzn. oblast substantia perforata ant. a část uncus g. parahippocampalis (více viz kapitola Koncový mozek).
 - Část vláken 2. neuronu končí v dalších vývojově starých strukturách: v peripaleokortexu (tzv. **prepiriformní kůra**), v periarchikortexu a v některých limbických strukturách (**amygdala, septum verum**). Dráha je vývojově silně napojena na limbický systém: úzká vazba mezi čichem a sexuálním chováním byla zmíněna dříve. Významné napojení na autonomní systém vysvětluje také silný vegetativní doprovod (např. nevolnost až zvracení) při čichání některých vůní.
- Samotná primární čichová kůra je prostřednictvím eferentních spojů taktéž propojena s řadou struktur limbického systému (amygdalou, hipokampem, jádry thalamu i hypothalamu), kde plní funkce uvedené v předchozím odstavci, a s frontální asociací

kůrou. Stejně jako v případě jiných (zrakových, sluchových) podnětů, k identifikaci vůně dojde až v sekundárních a asociačních oblastech. Tyto eferentní spoje čichové kůry se však již k vlastní čichové dráze nepočítají.

Primární čichová kůra obou hemisfér je vzájemně propojena prostřednictvím čichových komisur – zejm. **commissura anterior** (viz Nervové dráhy).



Obr. 60b.

Tractus gustatorius, chuťová dráha

Senzorická dráha s klasickou stavbou 3-neuronové senzitivní projekční dráhy.

- Receptor: buňky **chuťových pohárků** na jazyku a horní ploše epiglottis. V malém množství se chuťové pohárky nacházejí též na měkkém patře a zadní stěně hltanu.

Již ze studia GIT je známa různá inervace chuťových receptorů podle částí jazyka:

- corpus linguae (přední 2/3 jazyka) – n. VII svojí větví chorda tympani dočasně připojenou na n. lingualis
- radix linguae (zadní 1/3 jazyka) – n. IX
- oropharynx a epiglottis – n. X
- Informace pod čarou:
 - Somatosenzitivita z přední části jazyka je vedena n. V. Jde o rozdílný druh senzitivity: informace o tom, zda je čaj horký (slovensky: horúci) nebo studený, je vedena n. V, ale zda je čaj hořký (slovensky: horký ;-)) nebo sladký, vede n. VII.

- Je ještě jedna aferentní informace z jazyka - propriocepce ze svalů. Ta vede motorickým nervem XII, přičemž vlákna se ještě na periférii přepojují na n. V.
- Dosud nepanuje shoda o existenci zón s maximálním výskytem receptorů specializovaných pro jednotlivé chutě (např. zda hořká chuť má maximum receptorů na kořeni jazyka, apod.)

➤ 1. neuron:

- Pseudounipolární bb. senzoričkých ganglií hlavových nervů: VII, IX, X.
Přehled senzoričkých ganglií n. VII, IX, X:
 - **ganglion geniculi** – senzoričké ganglion n. VII
 - **ganglion superius et inferius n. IX a X.**
- Periferní vlákna buněk všech 3 ganglií přivádějí čítí od chuťových pohárků a probíhají ve větvích hlavových nervů VII, IX, X a také V (protože vlákna pocházející ze systému n. VII jsou k jazyku přivedena cestou n. lingualis)
- Axony pseudounipolárních buněk všech 3 ganglií poté vstupují do mozkového kmene - vytvářejí zde jednotný svazek = **tractus solitarius**.

➤ 2. neuron: ncl. gustatorius (horní část **ncl. solitarius**)

- Ncl. solitarius uložený v oblongatě se klasifikuje jako viscerosenzitivní jádro.
- Axony 2. neuronu se částečně kříží a částečně zůstávají homolaterálně, vzestupují v **lemniscus medialis** do thalamu
- Z 2. neuronu chuťové dráhy odstupují odbočky do **RF** a do struktur **LS** za účelem vegetativních reakcí.
- Zvláštností je, že malá část vláken 2. neuronu „obchází“ thalamus a vede přímo do kůry.
- Chuť je jediná součást chemorecepce, která se z ncl. solitarius dostane přes thalamus do vědomí.

➤ 3. neuron – ncl. VPM thalami

Axon spojuje thalamus s primární chuťovou kůrou v **parietálním operkulu, BA 43**, připouští se i frontální operkulum i samotná inzula.

Další senzoričké dráhy jsou součástí tématu Zrakové, sluchové a rovnovážné ústrojí.

TÉMA 9

AUTONOMNÍ (= vegetativní) NERVOVÝ SYSTÉM

ÚVOD

Autonomní (= vegetativní) nervový systém (ANS) je částí periferní i centrální nervové soustavy.

ANS zajišťuje řízení vnitřních orgánů a kontroluje vnitřní prostředí organismu mimo oblast volní kontroly (= autonomně), zatímco „somatický“ NS reaguje většinou na podněty okolního světa, odpovídá na ně navenek a je často pod vědomou kontrolou.

Charakteristickým útvarem ANS jsou **vegetativní ganglia**. Jsou to nakupení těl nervových buněk mimo CNS.

ANS může být rozdělen několika způsoby.

1) Dělení podle principu vedení vzruchů:

- **Centrální část ANS**, především hypothalamus. Reguluje komplexní funkce (termoregulace, metabolismus), zprostředkovává vyšší vlivy (emoce). Tato koordinace je realizována sestupnými eferentními drahami přes epithalamus, tegmentum kmene a přes retikulární formaci až k viscerálním motoneuronům v parasympatických a sympatických centrech. Detailnější informace viz Hypothalamus, kapitola č.4.
- Viscerosenzitivní část
Je aferentní. Přivádí do CNS čítí od **visceroreceptorů** (orgánových receptorů) cestou viscerosenzitivního neuronu.
 - Receptory – mechanoreceptory (náplň orgánu, tlak krve), volná nervová zakončení (bolest), termoreceptory, chemické receptory (složení krve – dýchací plyny, osmolalita, acidita, koncentrace glukózy, apod.)
 - V případě míšního průběhu:
 1. neuron sídlí v senzitivním **ganglion spinale**. Periferní vlákna vedou cestou vegetativních nervů, přes ggl. trunci sympatici (bez přepojení) a rr. communicantes albi, axony končí cestou zadních kořenů v míše v ncl. intermediomedialis.
 - Průběh cestou kranálního parasympatiku:
 1. neuron je umístěn v senzitivních gangliích nn. IX et X - **ganglion superius et inferius n. IX et X**. Periferní vlákno je obsaženo v N. IX a X, centrální úsek

axonu končí v dolní části **ncl. solitarius**, přitom vlákna vytvářejí podélný svazek **tractus solitarius**.

- V míše nebo v mozkovém kmene se axony viscerosenzitivních neuronů přepojí na visceromotorické neurony (**ncl. intermediolateralis**, jeho kaudální obdoba ncl. parasymphatici sacrales, či parasymphatická jádra hlavových nervů) = provedení vegetativních reflexů. Reflexy mohou zůstat obsahem autonomního NS (např. reflexní močení), nebo se na úrovni míchy / mozk. kmene mohou přepnout na somatický NS a ovlivňovat kosterní svalovinu (např. stažení volních svěračů, stažení svalů při dráždění pobřišnice, kašláni při dráždění dých. cest...)
- Orgánové cití z míchy a kmene může být také vedeno do vyšších oddílů CNS anterolaterálním systémem projekčních senzitivních drah. Pokud impulz dosáhne senzitivní mozkové kůry, může být uvědoměna bolest či teplota ve vnitřním orgánu (např. srdce, žaludek).

Vedení uvědomělé viscerální bolesti je tedy dvojitá: a) „cestou sympatiku“ – přes ganglia trunci sympathici (bez přepojení) a ggl. spinalia do zadních rohů míchy, další vedení je podobné kožní bolesti; b) „cestou vagu“ – přes nervus vagus a jeho ganglia do ncl. solitarius, odkud se vedení bolesti připojí k trigeminothalamické dráze. Uvádí se však, že n. vagus vede spíše chemorepci než bolest. Z ncl. tractus solitarii tedy vzestupují do vyšších etáží převážně chemické informace určené pro hypothalamus jakožto centrum regulace vnitřního prostředí. Výjimkou je chuťová dráha z rostrální části ncl. solitarius (ncl. gustatorius), která vzestupuje do thalamu a do kůry – viz senzitivní dráhy.

S míšním vedením orgánové bolesti souvisí existence tzv. Headových zón, kde se viscerální bolest může v zadních rozích míchy zamaskovat bolestí somatickou z odpovídajícího dermatomu. Více viz kapitola mícha.

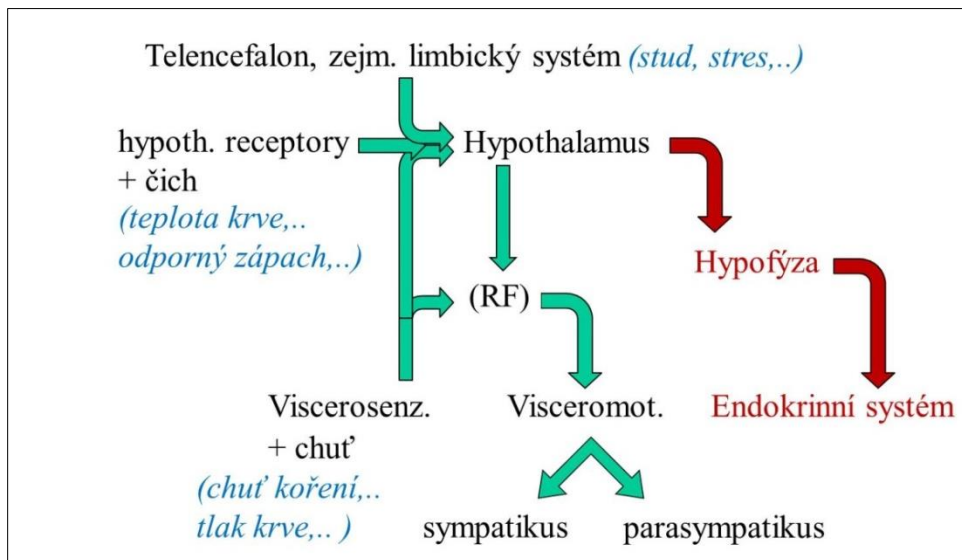
Další text se již bude týkat pouze visceromotorické složky.

▪ Visceromotorická část

Je eferentní. Spojuje CNS s vegetativními efektoru cestou 2 visceromotorických neuronů. Do průběhu visceromotorických vláken je vždy vloženo **vegetativní ganglion**, v němž dochází k napojení tzv. **pregangliového neuronu** (s myelinizovaným axonem) na neuron **postgangliový** (nemyelinizovaný).

- Těla pregangliových neuronů jsou uložena v CNS:
 - ve kmene mozgovém ve visceromotorických (parasymphatických) jádrech hlavových nervů
 - v míše v **ncl. intermediolateralis** postranních rohů
- Axony pregangliových neuronů vystupují z CNS cestou:
 - hlavových nervů
 - předních kořenů míšních, z nichž vstupují do míšního nervu

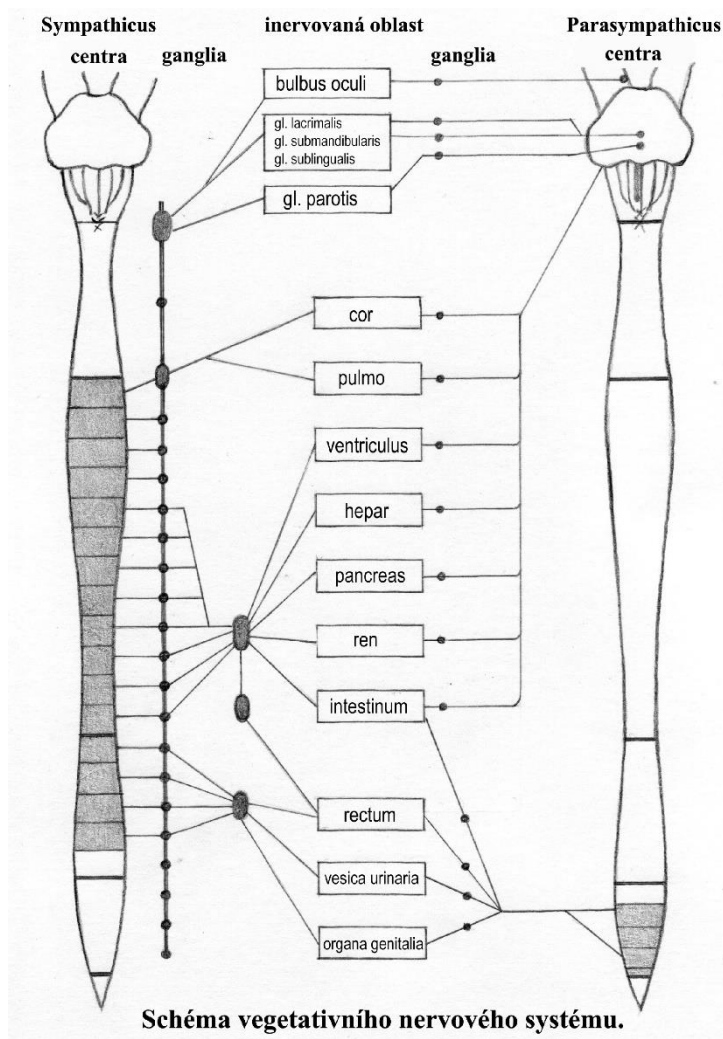
- Těla postgangliových neuronů jsou obsažena ve **vegetativních gangliích sympatických** nebo **parasympatických**
- Axony postgangliových neuronů vedou k efektorům ANS:
 - hladká svalovina: vnitřních orgánů, cév, kůže, koule oční
 - svalovina srdeční
 - žlázy



Obr. 61: Schéma řízení autonomního nervového systému.

2) Dělení podle funkčního principu na:

- **Pars sympathica** - sympatikus (symp)
- **Pars parasympathica** - parasympatikus (psymp)
- **Enterický systém**
 - Jako samostatná součást ANS je vymezen teprve v poslední době. Důvod: určitá autonomie v kontrole motility, sekrece a průtoku krve střevem. Enterický systém obsahuje kompletní reflexní oblouk a reflexy zde mohou probíhat i po přerušení spojení s CNS
 - Je modulován symp i psymp – podobně jako převodní systém srdeční
 - Je uložen uvnitř stěny zažívací trubice a tvoří jej 2 vegetativní pleteně - **plexus submucosus Meissneri** a **plexus myentericus Auerbachii**. Do pletení je vloženo množství drobných ganglií. Více viz histologie.



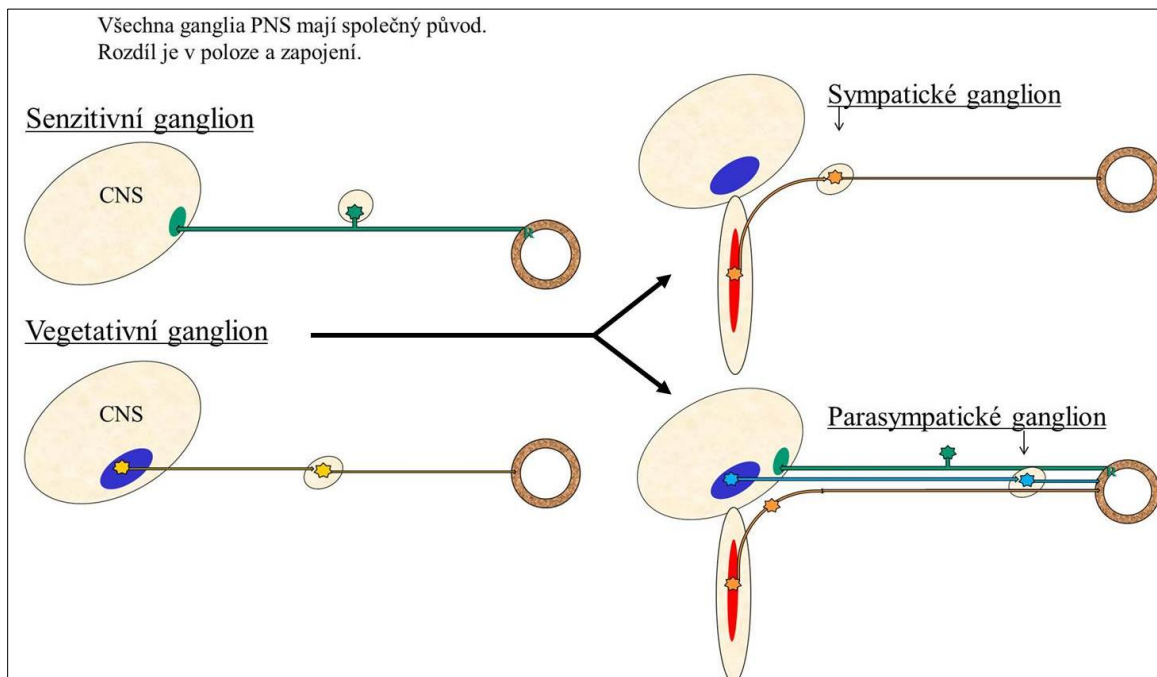
Obr. 62.

Shrnutí rozdílů mezi sympatikem a parasympatikem:

- Antagonistický účinek obou systémů na tutéž cílovou strukturu (tabulka viz níže).
 Obecně - sympatikus je systém budivý, podporující mobilizaci organismu při zátěži či ohrožení; parasympatikus je tlumivý systém, podporující střádání sil a regeneraci.
- Rozsah inervace: Sympatický systém je rozsáhlejší, zasahuje i na končetiny.
 Parasympatikus je omezen na hlavu a trup.
- Odlíšné mediátory: Noradrenalin versus acetylcholin. Pregangliové neurony jsou v obou systémech cholinergní, to znamená, že syntetizují a na synapsi v gangliích uvolňují acetylcholin. Postgangliové neurony symp jsou **adrenergní**, zatímco postgangliové neurony psymp jsou opět **cholinergní**. (Existuje výjimka: potní žlázy jsou inervovány cholinergním sympatikem.)
 Odlíšná chemická výbava obou systémů je často farmakologicky využívána k potlačení některé z funkcí.

- Poloha pregangliových neuronů je odlišná:
 - Pregangliové neurony sympatiku jsou uloženy v segmentech dolní krční, hrudní a horní bederní míchy (segmenty C8-L3). Podle uložení pregangliových neuronů v míše je sympatikus označován jako systém thorakolumbální.
 - Pregangliové neurony parasympatiku jsou uloženy
 - v mozkovém kmeni - ve visceromotorických jádrech hlavových nervů
 - v sakrálních míšních segmentech.

Podle uložení pregangliových neuronů v CNS je psymp označován jako systém kraniosakrální.
- Poloha vegetativních ganglií je odlišná:
 - Většina sympatických ganglií leží v blízkosti CNS: myelinizovaná pregangliová symp vlákna jsou proto krátká, nemyelinizovaná postgangliová vlákna dlouhá.
 - Psymp ganglia leží daleko od CNS, v blízkosti cílového orgánu: pregangliová psymp vlákna jsou proto dlouhá, postgangliová vlákna krátká.



Obr. 63: Princip zapojení nervových ganglií. Schéma.

TABULKA: Funkční antagonismus sympatiku a parasympatiku

	<u>SYMPATIKUS</u>	<u>PARASYMPATIKUS</u>
<u>SRDCE</u>	<i>zrychlení akce (Nn. cardiaci)</i>	<i>zpomalení akce (Rr. cardiaci)</i>
<u>TEPNY</u>	<i>vazokonstrikce - vzestup TK</i>	<i>nemá účinek, celkově pokles TK</i>
<u>VĚNČITÉ TEPNY</u>	<i>vazodilatace nepřímo (prostřednictvím hormonu adrenalinu)</i>	
<u>BRONCHY</u>	<i>bronchodilatace</i>	<i>bronchokonstrikce</i>
<u>MOTILITA GIT</u>	<i>tlumení peristaltiky</i>	<i>povzbuzení peristaltiky</i>
<u>ŽLÁZY GIT</u>	<i>tlumení sekrece</i>	<i>povzbuzení sekrece</i>
<u>MOČ. MĚCHÝŘ</u>	<i>stah sfinkterů</i>	<i>stah detrusoru</i>
<u>GENITÁL</u>	<i>emise spermií</i>	<i>erekce</i>
<u>ZORNICE</u>	<i>mydriáza</i>	<i>mióza</i>

PARS SYMPATHICA – SYMPATIKUS

Pregangliové neurony sympatiku

- Těla pregangliových neuronů leží v **ncl. intermediolateralis míchy** C8-L3.
- Axony pregangliových neuronů vystupují z míchy předními kořeny do míšních nervů, které vzápětí opouštějí jako myelinizované **rr. communicantes albi** do paravertebrálních ganglií.

Postgangliové neurony sympatiku

- Perikarya postgangliových neuronů leží v sympatických gangliích paravertebrálních či prevertebrálních; častěji v paravertebrálních (**ganglia trunci sympathici**). Axony pak odcházejí eferentními větvemi těchto ganglií – viz další odstavce.

GANGLIA TRUNCI SYMPATHICI

22 – 23 párových ganglií, uložených po obou stranách páteře (= paravertebrálně) + 1 nepárové ganglion uložené před kostí křížovou.

Původní počet ganglií byl větší - stejný jako počet míšních nervů. Během vývoje došlo ke splývání sousedních ganglií a tím k redukci jejich počtu.

Klasifikace + počet paravertebrálních ganglií:

- **Ganglia cervicalia:** 3
- **Ganglia thoracica:** 10-11
- **Ganglia lumbalia:** 4 -5
- **Ganglia sacralia:** 4
- **Ganglion impar:** 1 nepárové

Topografie paravertebrálních ganglií:

Uložena jsou před žebními deriváty krční, bederní a křížové páteře a před hlavičkami žeber v oblasti hrudní páteře:

- **Krční ganglia** leží v oblasti krku před processus transversi krčních obratlů
- **Hrudní ganglia** leží zadním mediastinu před hlavičkami žeber
- **Bederní ganglia** leží v retroperitoneu před processus costarii bederních obratlů
- **Křížová ganglia** leží v malé pánvi mediálně od foramina sacralia anteriora
- **Ganglion impar** (coccygeum): leží v malé pánvi, kaudálně na těle kostrče, ve středové rovině.

Truncus sympathicus: Paravertebrální ganglia jsou na levé i pravé straně propojena prostřednictvím **rr. interganglionares** do souvislého řetězce zvaného **truncus sympathicus** (dexter et sinister). Oba trunky mají podobu tenkého nervu, větvenovitě rozšířeného v oblasti každého ganglia, kaudálně splývají v nepárovém ganglion impar.

Topografie: Truncus leží v oblasti krku na m. longus colli v prevertebrální fascii, pokračuje přes apertura thoracis superior do zadního mediastina dutiny hrudní a odtud přes pars lumbalis bránice (mezi crus laterale a mediale) do retroperitonea dutiny břišní, odtud vstupuje přes aditus pelvis do malé pánve.

Aferentní a eferentní větve paravertebrálních ganglií

- **Rr. communicantes albi** - myelinizované přívody z míšních nervů, obsahují pregangliová symp vlákna a též aferentní viscerosenzitivní vlákna.
- **Rr. interganglionares** – spojky mezi jednotlivými ganglii truncus sympathicus. Pregangliová vlákna se přepojí v paravertebrálních gangliích buď již v prvním paravertebrálním gangliu do něhož vstupují, nebo v některém ze sousedních ganglií sympatického trunku, kam se dostanou spojkami rr. interganglionares.
- **Rr. communicantes grisei** - postgangliová nemyelinizovaná „šedá“ vlákna, která se vracejí do míšních nervů a v jejich předních a zadních větvích pokračují k cílovým strukturám. Postgangliová vlákna vstupují i do r. meningeus míšního nervu pro inervaci cév míšních obalů.
- **Rr. vasculares** - postgangliová vlákna, která doprovázejí tepny (jejichž hladkou svalovinu též inervují) v podobě periarteriálních plexů. Názvosloví těchto plexů je odvozeno od tepny, podél níž probíhají - např. plexus aorticus, plexus caroticus internus...
- **Rr. viscerales** - postgangliová vlákna, které samostatně - bez doprovodu tepen - probíhají ke krčním a hrudním orgánům - např. k srdci jako **nn. cardiaci**
- **Nn. splanchnici** - pregangliová vlákna, které procházejí paravertebrálními ganglii bez přepojení, vystupují z tr. sympathicus jako samostatné nervy. Patří k nim **n. splanchnicus major, minor et imus, nn. splanchnici lumbales** (! pozor, ne však nn. splanchnici pelvici - jsou psymp!). Nn. splanchnici vstupují do vegetativní břišní pleteně (viz dále) a teprve zde se v prevertebrálních gangliích přepojují.

PREVERTEBRÁLNÍ GANGLIA

Jsou vložena do břišní vegetativní pleteně **plexus aorticus abdominalis** (podrobněji viz dále).

Uložena jsou v retroperitoneu před bederní páteří (odtud název), na přední stěně břišní aorty při odstupu jejich nepárových větví + párové a. renalis. Jsou klasicky definována jako párová či nepárová, mohou se však individuálně rozdělit nebo naopak navzájem fúzovat.

- **Ganglion coeliacum**: leží při odstupu truncus coeliacus - párové
- **Ganglion mesentericum superius**: leží při odstupu a. mesenterica superior - nepárové
- **Ganglion mesentericum inferius**: leží při odstupu a. mesenterica inferior - nepárové
- **Ganglion aorticorenale**: leží při odstupu aa. renales - párové

V prevertebrálních gangliích se přepojují pregangliová vlákna nn. splanchnici, postgangliová symp vlákna pokračují k orgánům břišním a orgánům malé pánve podél tepen.

GANGLIA INTERMEDIA - drobná makroskopická nebo dokonce mikroskopická ganglia vložena do průběhu nn. splanchnici. Přepojuje se v nich pouze nepatrná část pregangliových sympatických neuronů.

Dělení sympatiku dle uložení

Sympatikus se nazývá systém thorako-lumbální podle uložení pregangliových neuronů v segmentech C8-L3 míchy. Dle uložení paravertebrálních ganglií se sympatikus dále dělí na:

- **Sympatikus krční**
- **Sympatikus hrudní**
- **Sympatikus bederně-pánevní**

V této koncepci se u všech třech částí popisuje centrum v míše, příslušná paravertebrální ganglia a jejich aferentní a eferentní vlákna.

KRČNÍ SYMPATIKUS

Zahrnuje:

- **Ncl. intermediolateralis** míšních segmentů C8-Th3. Zde uložené neurony vysílají axony do krčních ganglií. Ncl. intermediolateralis v rozsahu segmentů **C8-Th1** je označován jako Budge-Grassetovo ciliospinální centrum, je zodpovědné za symp inervaci očníce.
- Krční paravertebrální ganglia + jejich aferentní a eferentní větve.
Tato ganglia jsou **ganglion cervicale superius, medium et stellatum** (= cervicothoracicum) – viz následující odstavce.

Ggl. cervicale superius

Vřetenovité, několik cm dlouhé ganglion v rozsahu obratlů C2 – C4.

Větve:

- **N. caroticus internus** – r. vascularis, který se příkládá k a. carotis int., opřádá ji jako **plexus caroticus internus** a dostává se podél ní k cílovým strukturám. Jeho větvení sleduje větvení tepny.
 - **Nn. caroticotypanici** přestupují z canalis caroticus do středoušní dutiny, kde spoluvytvářejí smíšený **plexus tympanicus**.
 - **N. petrosus profundus** odstupuje v konečné části canalis caroticus. Z nitrolební dutiny se vrací zpět pod bazi lební skrze synchondrosis sphenopetrosa. Pod bází se spojuje s parasymptickým n. petrosus major (větev n. VII) ve smíšený **n. canalis pterygoidei**. Ten probíhá skrze canalis pterygoideus do fossa pterygopalatina, symp vlákna z n. petrosus profundus představují tzv. **radix sympathica** (viz dále) pro parasymptické **ganglion pterygopalatinum**.
 - **Plexus ophthalmicus** - probíhá podél a. ophthalmica a s ní vstupuje do očnice, kde vydává:
 - radix sympathica pro parasymptické **ganglion ciliare**. Symp vlákna procházejí gangliem bez přepojení a z ganglia vystupují ve smíšených **nn. ciliares breves**. Inervují hladký m. dilatator pupillae.
 - větve pro inervaci dalších hladkých svalů zrakového ústrojí: **m. orbitalis** (uložen za koulí oční ve fissura orbitalis inferior - jeho tonus udržuje bulbus v poloze) + **mm. tarsales** (v horním a dolním víčku, udržují šterbinu oční široce rozevřenou)
 - **plexus lacrimalis** podél a. lacrimalis pro oblast jejího povodí vč. slzní žlázy
- **Nn. carotici externi** doprovázejí a. carotis ext. jako plexus caroticus ext. Obsahují vlákna vazokonstrikční, sekreční a vlákna pro hladké svaly kůže. V dalším průběhu utvářejí sympatické plexy a pokračují podél všech větví a. carotis externa, s odpovídajícím názvoslovím - např. plexus facialis, lingualis, maxillaris, meningeus medius,... Mimo jiné přivádějí radices sympathici pro 2 ganglia hlavového psymp - **ganglion oticum** a **ganglion submandibulare**.
 - **Rr. laryngopharyngei** jsou rami viscerales ganglia inervující slizniční žlázy hltanu a hrtanu
- **N. cardiacus cervicalis superior** - je jeden z nn. cardiaci, sestupuje k plexus cardiacus kolem ascendentní aorty. Symp inervace srdce.

K srdci přicházejí **nn. cardiaci** ze všech 3 krčních ggl. i z horních hrudních ganglií.

!POZOR na záměnu: psymp vlákna pro srdce se nazývají **rr. cardiaci (n. vagi)**.

Klinická poznámka:

Hornerův syndrom (= Claude-Bernard-Hornerův syndrom) vzniká při poškození krčního sympatiku, projevuje se typickou trojicí příznaků na obličeji (**Hornerova trias**):

- **miosa** (zúžení zornice): z obrny sympatikem inervovaného hladkého m. dilatator pupillae
- mírná **ptosa**: zúžení štěrbin oční (víčkové), z obrny hladkých mm. tarsales, zejména pokles horního víčka
- **enophthalmus**: zapadnutí očního bulbu z obrny hladkého m. orbitalis

Ggl. cervicale medium

Nachází se v místě křížení tr. sympathicus a a. thyroidea inf., skeletotopicky C6.

Větve:

- **N. cardiacus cervicalis medius** sestupuje k plexus cardiacus, inervace srdce.
- Rr. viscerales pro štítnou žlázu a příštítná tělíska,
- větve do plexus caroticus,
- rr. communicantes grisei do plexus brachialis

Ggl. stellatum

Je uloženo při apertura thoracis superior, skeletotopicky C7. Vzniklo splynutím několika posledních krčních ganglií a prvního hrudního ganglia, má nepravidelný hvězdicovitý tvar (lat. stella - hvězda)

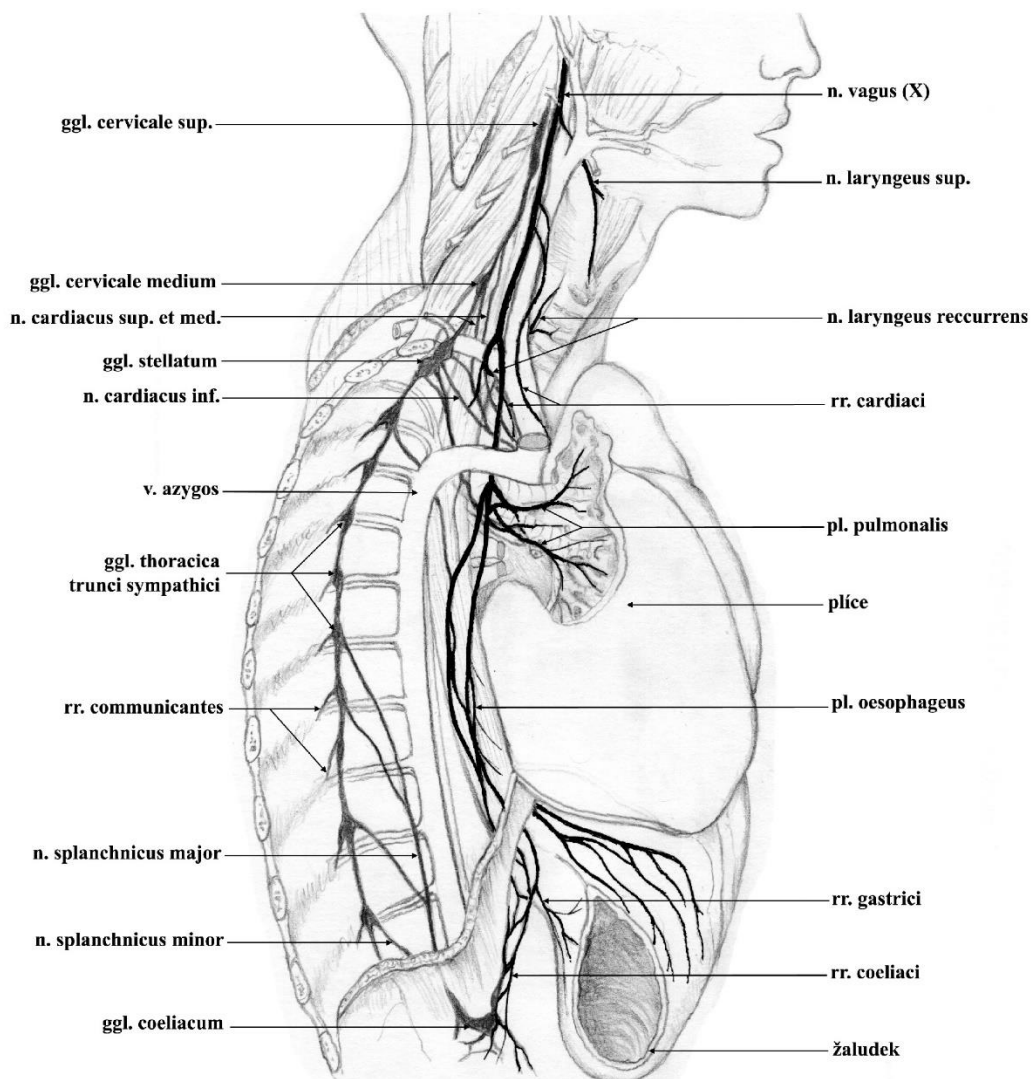
Větve:

- **N. cardiacus cervicalis inferior** sestupuje k plexus cardiacus, inervace srdce.
Touto cestou vede i viscerosenzitivita ze srdce.
- **N. vertebralis** sleduje stejnojmennou tepnu jakožto plexus vertebralis → pl. basilaris.
- Větve do **plexus subclavius** podél a. subclavia, z něho pak pokračují podél tepenných větví na horní končetinu plexus axillaris, brachialis,... Druhá cesta sympatiku na HK vede přes rr. communicantes grisei a plexus brachialis.

HRUDNÍ SYMPATIKUS

Zahrnuje:

- **ncl. intermediolateralis** v rozsahu Th míšních segmentů, z nichž vystupují pregangliové neurony, které jako rr. communicantes albi vstupují do hrudních paravertebrálních ganglií
- **Ggl. thoracica** (10 - 11 hrudních paravertebrálních ganglií) + jejich větve:
 - **Nn. cardiaci thoracici** pro smíšený plexus cardiacus, inervace srdce.
 - Rr. viscerales pro další hrudní orgány – nn. thoracici pulmonales, rr. oesophagei
 - Rr. vasculares pro hrudní aortu a její nástěnné větve - **plexus aorticus thoracicus**
 - Rr. communicantes grisei: do nn. intercostales
 - **Nn. splanchnici** pro břišní orgány. Obsahují pregangliová symp vlákna nepřipojená v truncus sympathicus. V dutině břišní vstupují do **plexus coeliacus** (viz vegetativní břišní pleteně)
 - **N. splanchnicus major** vzniká z větví 6.-9. hrudního ganglia, které odstupují ventrálním směrem a podél páteře se spojují v jeden nerv. Spolu s v. azygos / hemiazygos prochází ze zadního mediastina do břišní dutiny skrz crus mediale bránice. Vzhledem k tomu, že je tvořen objemnými myelinizovanými vlákny, je to jeden z nejsilnějších vegetativních nervů.
 - **N. splanchnicus minor** – obdobný slabší nerv z 10. a 11. hrudního ganglia.
 - **N. splanchnicus imus** – nekonstantní samostatný nerv z 11. hrudního ganglia.



Krční a hrudní sympatikus, n. vagus.

Obr.64.

BŘÍŠNÍ A PÁNEVNÍ SYMPATIKUS

Zahrnuje:

- **Ncl. intermediolateralis** v rozsahu míšních segmentů L1-3.
- **Paravertebrální ganglia**: 4 -5 bederních, 4 křížová, **ganglion impar**.
Do ganglií vstupují vlákna z míšního jádra cestou rr. communicantes albi a rr. interganglionares.
- **Vegetativní pleteně** uložené v dutině břišní: tyto velké pleteně patří sympatiku a částečně i parasympatiku, viz dále.
- **Prevertebrální ganglia** vložená do těchto pletení, jsou popsána výše. Z ganglií vystupují nemyelinizovaná symp vlákna a pokračují podél větví břišní aorty jako jejich stejnojmenné plexy k břišním orgánům.

Ggl. lumbalia et sacralia – větve:

- **Nn. splanchnici lumbales** obsahují pregangliová vlákna, která vstupují do **plexus aorticus abdominalis** a až zde se v prevertebrálních gangliích přepojují.
!! Pozor: Pojem nn. splanchnici pelvici je vyhrazen pro psymp větve.
- Rr. viscerales vstupují do **plexus hypogastricus sup. et inf.** a pokračují k orgánům malé pánve.
- Rr. vasculares pro břišní aortu a její nástěnné větve, v sakrální oblasti pro nástěnné větve aa. iliaca interna - **plexus iliacus**
- Rr. communicantes grisei: do míšních nervů a tudy do plexus lumbalis et sacralis pro inervaci DK

Sympatické nervy přicházejí tedy i na dolní končetinu - stejně jako končetinu horní - dvěma cestami:

1) rr. communicantes grisei míšních nervů a jejich větví, 2) cestou periarteriálních cévních pletení.

Vegetativní pleteně v dutině břišní a v malé pánvi

- **Plexus aorticus abdominalis**

Mohutná smíšená vegetativní pleteně v retroperitoneu - obsahuje vlákna symp i psymp. Je uložena v dutině břišní na přední stěně břišní aorty. Do pleteně se zahrnují vlákna i ganglia obou systémů:

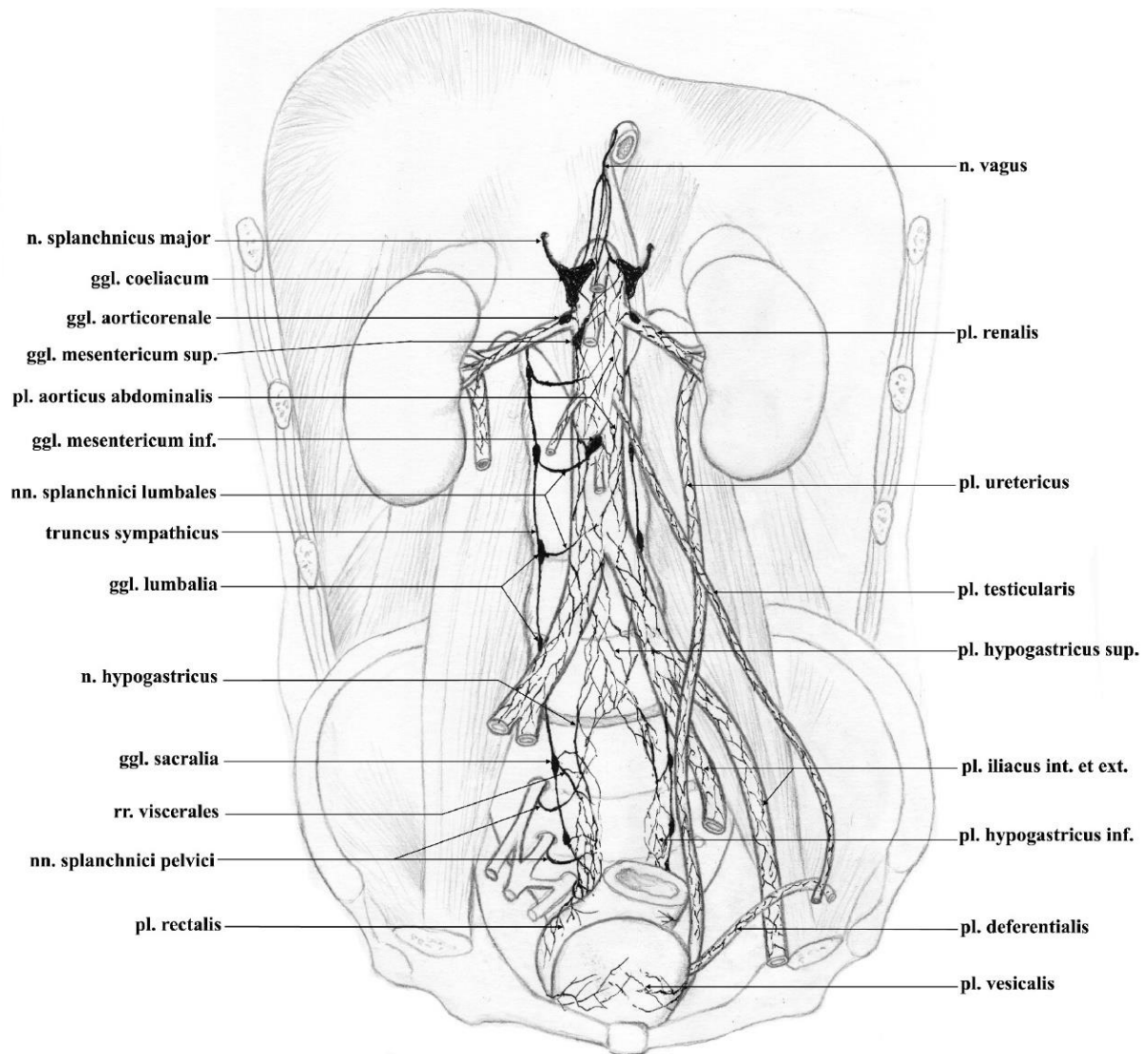
- Sympatická vlákna pleteně jsou:
 - pregangliová vlákna nn. splanchnici
 - postgangliová vlákna prevertebrálních ganglií L oblasti.
- Parasympatická vlákna jsou pregangliová + postgangliová vlákna n. vagus (rami coeliaci).
- Prevertebrální ganglia sympatiku: v nich se přepojují vlákna nn. splanchnici.
- Parasympatická ganglia n. X.
- Větve z enterického systému.
- Větve viscerosenzitivní.

Horní část aortální pleteně při větvení tr. coeliacus se označuje jako **plexus coeliacus** (starší název pl. solaris, slangově „solar“).

Sympatická vlákna z plexus aorticus pokračují:

- k nepárovým i párovým břišním orgánům v podobě periarteriálních pletení podél orgánových nepárových i párových větví břišní aorty. Pleteně mají shodný název s tepnou, kterou doprovázejí: např. **plexus mesentericus sup., pl. mesentericus inf., pl. renalis**

- na dolní končetinu v podobě periarteriálních pletení podél a. iliaca communis, a. iliaca externa a tepen dolní končetiny jako stejnojmenné plexy: např. **plexus iliacus communis, plexus femoralis, plexus tibialis anterior...**)
 - kaudálně na promontorium a křížovou kost bez účasti tepen – jako **plexus hypogastricus superior**
- **Plexus hypogastricus superior** - přímým kaudálním pokračováním plexus aorticus abdominalis, přivádí pouze sympatická vlákna. Sahá od bifurkace aorty na horní část křížové kosti.
Pleteň se konstituuje v sestupný párový nerv - **n. hypogastricus dx + sin**, který je zdrojem symp vláken pro pl. hypogastricus inf.
 - **Plexus hypogastricus inferior** - navazuje na plexus hypogastricus superior.
 - je uložen v malé pánvi po stranách rekta – je párový.
 - na rozdíl od předchozího je smíšený: obsahuje
 - vlákna sympatická - vstupuje do něj **n. hypogastricus** + rr. viscerales ze sakrálních ganglií truncus sympathicus
 - parasympatická vlákna ze sakrálního psymp = nn. splanchnici pelvici
 - viscero-senzitivní (vedou senzitivitu z orgánů malé pánve).
 - V blízkosti orgánů malé pánve jsou do plexu vložena drobná parasympatická ganglia pelvica pro přepojení pregangliových neuronů sakrálního psymp.
 - Kaudálně se rozpadá v periferní plexy pro orgány malé pánve: **plexus rectalis, plexus prostaticus, plexus deferentialis, plexus uterovaginalis, plexus vesicalis**.
Sympatická a parasympatická vlákna pánevních pletení mají na cévy a hladkou svalovinu orgánů malé pánve antagonistický účinek:
 - Sympatická vlákna způsobují vazokonstrikci, stah hladkých sfinkterů orgánů malé pánve (močového měchýře, rekta, prostaty, semenných žlázek)
 - Parasympatická vlákna způsobují naopak přímou vazodilataci (což je fyziologická výjimka) cév topořivých tkání, uvolňují hladký svěrač rekta a kontrahují vypuzovací svalovinu (m. detrusor) močového měchýře.



Vegetativní břišní a pánevní pleteně.

Obr. 65.

PARS PARASYMPATHICA – PARASYMPATIKUS

Parasympatikus se dle uložení těl pregangliových neuronů dělí na:

- **Parasympatikus hlavový**
Jeho pregangliové neurony jsou uloženy v oblasti hlavy (v parasympatických jádrech hlavových nervů kmene mozkového).
- **Parasympatikus sakrální (pánevní)**
Jeho pregangliové neurony jsou uloženy v ncl. parasympatici sacrales míšních segmentů S2-S4, což je obdoba kraniálně uloženého ncl. intermediolateralis.

HLAVOVÝ PARASYMPATIKUS

Inervuje příslušné efektory - hladkou svalovinu, cévy a žlázy - v oblasti hlavy a krku.

Výjimkou jsou dlouhá psymp vlákna n. X, která hlavu a krk opouštějí, sestupují do dutin tělních a inervují hrudní a břišní orgány (střevo po **Cannon – Böhmův bod**), u muže také varlata.

Přehled hlavového psymp

- Těla pregangliových neuronů leží v mozkovém kmeni - v psymp jádrech hlavových nervů III, VII, IX, X:
 - **ncl. Edinger-Westphali** (ncl. parasympathicus n. III)
 - **ncl. salivatorius superior**
 - **ncl. salivatorius inferior**
 - **ncl. dorsalis nervi vagi**
- Axony pregangliových neuronů probíhají v hlavových nervech III, VII, IX, X.
Pregangliová vlákna n. X jsou velmi dlouhá, mohou dosahovat z mozkového kmene až do břicha.
- Těla postgangliových neuronů leží:
 - Mimo oblast hlavy v parasympatických gangliích n. X vložených do průběhu dlouhých psymp vláken n. X v dutině hrudní a břišní
 - V oblasti hlavy v parasympatických gangliích hlavových nervů III, VII, IX
 - **Ganglion ciliare**: v orbitě, zdroj psymp vláken: n. III.
 - **Ganglion submandibulare**: v trig. submandibulare, psymp vlákna z n. VII.

➤ **Ganglion pterygoplatinum:** ve fossa pterygopalatina, psymp vlákna z n. VII.

➤ **Ganglion oticum:** pod foramen ovale, zdroj psymp vláken: n. IX.

Do každého psymp ggl. hlavových nervů přicházejí směrem od CNS 3 druhy vláken (podrobněji viz dále), která vytvářejí 3 kořeny - radices psymp ganglia:

- **radix parasympathica:** tvoří jej „vlastní“ pregangliová vlákna parasympatických, která se v gangliu přepojují
- **radix sympathica:** postgangliová vlákna sympatická, která gangliem procházejí bez připojení
- **radix sensitiva:** vlákna senzitivní = dendrity buněk senzitivních ganglií, rovněž procházejí psymp gangliem bez připojení

- Nervy vystupující z psymp ganglií jsou smíšené a obsahují postgangliová vlákna parasympatická, vlákna sympatická, a vlákna senzitivní

Další text je členěn dle ganglií hlavového parasympatiku, k danému gangliu vždy souborně probráno:

- a) jádro hlavového nervu, v němž jsou uložena těla pregangliových psymp neuronů
- b) průběh pregangliových vláken cestou příslušného hlavového nervu
- c) samotné parasympatické ganglion: u každého ganglia uvedeny všechny 3 radices
- d) nervová vlákna vystupující z ganglia
- e) inervované struktury

Ggl. ciliare a jeho zapojení

Ncl. Edinger-Westphali - n. III - r. inferior n. III - ganglion ciliare - nn. ciliares breves - m. sphincter pupillae + m. ciliaris.

- a) **Ncl. Edinger-Westphali.**
- b) Cestou **n. III**, po vstupu nervu do orbity skrze fissura orbitalis superior cestou jeho větve r. inferior n. III.
- c) **Ganglion ciliare** - uloženo v retrobulbárním prostoru orbity, na laterální straně n. II, 1cm za bulbem očním.

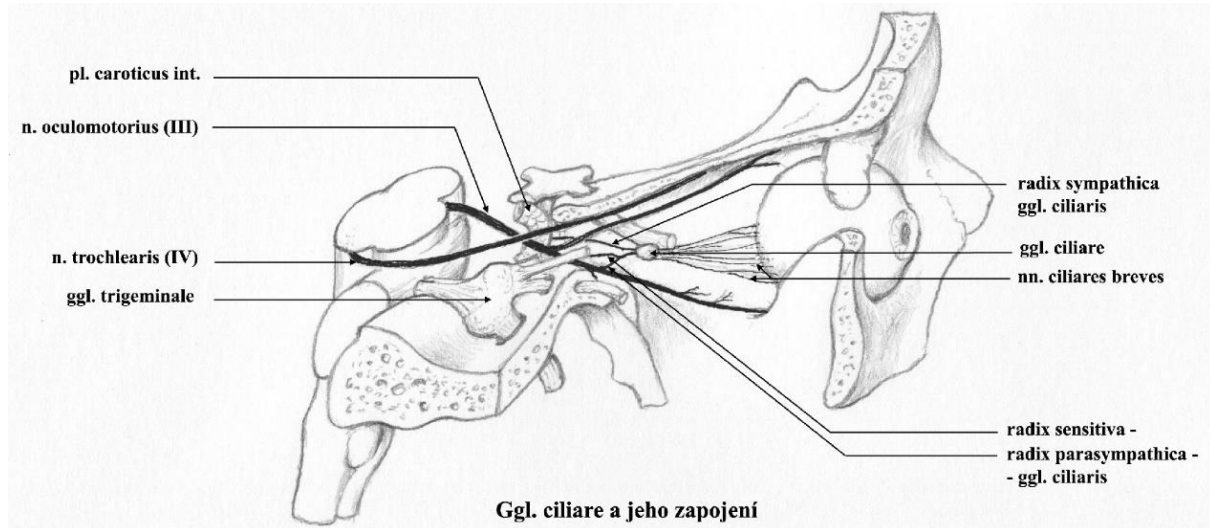
Radix sympathica pro ganglion ciliare přichází z **plexus caroticus internus**, sympatická vlákna po průchodu gangliem inervují hladké svaly m. dilatator pupillae, m. tarsalis, m. orbitalis.

Radix sensitiva pro ganglion ciliare přichází z **n. nasociliaris** (z n. V/1) - aferentuje čítí z rohovky a spojivky.

d) Postgangliová psymp vlákna probíhají z ganglion ciliare cestou **nn. ciliares breves**.

e) Cílová struktura psymp inervace je m. sphincter pupillae + m. ciliaris.

Kontrakce m. sphincter pupillae způsobuje miózu, kontrakce m. ciliaris uvolňuje závěsný aparát čočky - tím dojde k vyklenutí čočky a k akomodaci oka pro pohled do blízka.



Obr. 66.

Ggl. pterygopalatinum a jeho zapojení

Ncl. salivatorius superior - n. VII - n. petrosus major (větev n. VII) - n. canalis pterygoidei - ggl. pterygopalatinum - n. zygomaticus (větev n. V/2) - n. lacrimalis (větev n. V/1) - slzní žláza.

a) **Ncl. salivatorius superior.**

b) **N. VII – n. petrosus major** (intratemporální větev n. VII v místě geniculum n. facialis), probíhá cestou: canalis n. petrosi majoris - hiatus et sulcus n. petrosi majoris - foramen lacerum (zaživa synchondrosis sphenopetrosa) - **n. canalis pterygoidei** cestou canalis pterygoideus, po průchodu kanálkem vstupuje do fossa pterygopalatina.

c) **Ganglion pterygopalatinum** - uloženo ve fossa pterygopalatina při větvení n. maxillaris.

Radix sympathica pro ggl. pterygopalatinum rovněž cestou **n. canalis pterygoidei** - tento nerv vzniká pod bází lební spojením sympatického n. petrosus profundus (viz výše) a parasympatického n. petrosus major.

Radix sensitiva pro ganglion pterygopalatinum přichází cestou rr. ganglionares n. maxillaris, aferentuje čítí ze sliznice zadní části nosní dutiny a tvrdého a měkkého patra.

d) Postgangliové axony probíhají cestou:

- Rr. nasales posteriores – skrze foramen sphenoplatinum do dutiny nosní.
- **N. nasopalatinus** - navazuje na ↑, z nosní dutiny přes foramen incisivum do dutiny ústní, na přední část tvrdého patra.
- **N. palatinus major + nn. palatini minores**, do dutiny ústní cestou canalis palatinus major et minores ústící na tvrdém patře.
- **N. zygomaticus** (větev n. V/2) do orbity – ramus communicans lacrimalis - n. lacrimalis (větev n. V/1) .

e) Inervace slzní žlázy, žlázy sliznice nosní, malé slinné žlázy patra.

Ggl. submandibulare a jeho zapojení

Ncl. salivatorius superior - n. VII – chorda tympani (větev n. VII) – n. lingualis (větev V/3) – ggl. submandibulare – glandula submandibularis et glandula sublingualis.

a) **Ncl. salivatorius superior.**

b) **N. VII – chorda tympani** (odstupuje z n. VII v canalis facialis skalní kosti a probíhá cestou: canaliculus chordae tympani - dutina středoušní - fissura petrotympanica - fossa infratemporalis) – **n. lingualis** (větev V/3) – radix parasympatica ggl. submandibulare.

c) **Ggl. submandibulare** - uloženo na krku v trigonum submandibulare při horním okraji glandula submandibularis, těsně při n. lingualis.

Radix sympatica pro ganglion submandibulare přichází z plexus facialis.

Radix sensitiva pro ganglion submandibulare přichází z **n. lingualis** - vede senzitivitu z předních 2/3 jazyka.

d) Postgangliové axony z ggl. submandibulare pokračují jako rr. glandulares pro velké žlázy nebo se vracejí k nervus lingualis a s ním do jazyka.

e) Žláza submandibulární a sublinguální, drobné slinné žlázy jazyka.

Ggl. oticum a jeho zapojení

Ncl. parasympathicus n. IX (ncl. salivatorius inferior) - n. IX – n. tympanicus – plexus tympanicus – n. petrosus minor (větev n. IX) – ganglion oticum - n. auriculotemporalis - žláza příušní.

a) **Ncl. salivatorius inferior.**

b) **N. IX – n. tympanicus** (první větev n. IX ihned pod for. jugulare, smíšená psymp + senzitivní, probíhá cestou: canaliculus tympanicus – do středoušní dutiny na promontorium) – **plexus tympanicus** (vzniká na promontoriu smíšením: psymp, symp a

senzitivních vláken) – **n. petrosus minor** (ze středoušní dutiny vystupuje skrze hiatus et sulcus n. petrosi minoris – skrze foramen lacerum ven pod bazi lební). Tato cesta se nazývá Jacobsonova anastomóza.

- c) **Ganglion oticum** - uloženo pod bází lební zevně od foramen ovale, při větvení n. mandibularis.

Radix sympathica pro ganglion oticum přichází z plexus a. meningeae mediae

Radix sensitiva pro ganglion oticum přichází z kmene n. mandibularis (V/3)

- d) Axony postgangliového psymp neuronu probíhají v:

- **n. auriculotemporalis** do regio parotideomasseterica,
- **n. buccalis** do regio buccalis.

- e) Cílové struktury: glandula parotis, malé slinné žlázy tváře.

Zapojení ganglií nervus vagus

- a) V **nucleus dorsalis n. X** leží perikarya pregangliového neuronu.

- b) Z ncl. dorsalis n. X vystupují pregangliové axony do n. vagus.

Kmen n. vagus sbíhá na krku a v mediastinu, vydává větve pro orgány krku a hrudníku (rr. pharyngei, rr. oesophagei, **rr. cardiaci**, rr. bronchiales, rr. pulmonales; podrobněji viz kapitola Hlavové nervy + obr. 57. Pod bránicí vydává rr. gastrici a rr. coeliaci do pl. aorticus abdominalis (viz ↑).

- c) Na postgangliové neurony se přepojují v početných **psymp gangliích n. X**. Tato ganglia leží ve stěně hrudních a břišních orgánů a také ve vegetativních pleteních břicha.

- d) Krátká postgangliová vlákna probíhají k orgánům hrudním a břišním.

- e) N. X inervuje zažívací trubici až po Cannon-Böhmův bod, játra a pancreas, dýchací cesty, srdce, endokrinní žlázy v dané oblasti, pohlavní žlázy, část močového ústrojí.

V případě n. vagus hrají důležitou roli též viscerosenzitivní vlákna, zprostředkovávající např. informaci o krevním tlaku, apod..

SAKRÁLNÍ PARASYMPATIKUS

Pregangliové neurony

- Perikarya pregangliových neuronů leží v ncll. parasympatici sacrales (S2-4).
- Pregangliová vlákna probíhají cestou mimo rr. communicantes a tr. sympathicus: přední kořeny sakrálních míšních nervů – sakrální míšní nervy – **nn. splanchnici pelvici** (nazývané též **nn. erigentes**, neboť mimo jiné vedou impulzy k erekci) - **plexus hypogastricus inferior** (viz ↑) - **ganglia pelvica** (uložena v malé pánvi - v těsné blízkosti orgánů malé pánve) + **ganglia intramuralia** (uložená v dutině břišní - ve stěně zažívací trubice, distálně od Cannon-Böhmova bodu).

Postgangliové neurony

- Perikarya postgangliových neuronu leží v pánevních a intramurálních gangliích.
- Krátká postgangliová vlákna inervují orgány zažívací trubice (distálně od Cannon-Böhmova bodu) a orgány malé pánve - kolem nich vytvářejí v malé pánvi plexy: **plexus rectalis, prostaticus, vesicalis, uterovaginalis**. Na plexus prostaticus kaudálně navazují **nn. cavernosi**, které hrají zásadní roli pro erekcii.

PARAGANGLIA

Ovoidní útvary o velikosti několika mm až několika cm, většinou obsahují chromafinní buňky, které produkují katecholaminy (noradrenalin, dopamin) pro ovlivnění krevního tlaku. Stejně jako vegetativní ganglia pocházejí z gangliové lišty. Většina z nich je dobře vyvinuta pouze v prenatálním období, postnatálně postupně atrofují. Nejdůležitější:

- **Glomus caroticum**: oválné tělísko (několik mm), které leží v bifurkaci a. carotis communis, inervováno je senzitivními vlákny n. IX a nekonstantně X. Vnímá změny obsahu O₂ v krvi. Ovlivňuje (stejně jako dřev nadledviny) sekreci katecholaminů.
- **Zuckermandlův orgán**: leží při odstupu a. mesenterica inferior. Párový, v dětství 1-2 cm.
- K perzistujícím paragangliím se může přiřadit i **dřev nadledviny**, která též produkuje katecholaminy.

TÉMA 10

SMYSLOVÁ ÚSTROJÍ

ZRAKOVÉ ÚSTROJÍ - ORGANUM VISUS

Zrak je pro člověka nejdůležitější smysl. Zrakem získáváme asi 80% informací. Zrakové ústrojí se skládá z oční koule a tzv. přídatných očních orgánů a je prakticky kompletně uloženo v očnici.

V předkládaném textu je obsažen popis orgánů zrakového ústrojí, jejich cévního a nervového zásobení a dále popis zrakové dráhy a jejích odboček. Naproti tomu se zde nezabýváme popisem očnice a uspořádáním útvarů v ní obsažených. To je součástí studia pohybového systému či topografické anatomie a můžeme zde pouze doporučit jejich podrobné studium.

BULBUS OCULI

Bulbus oculi, oční koule – tvoří vlastní zrakový orgán, obsahuje mimo jiné receptory zraku. Má přibližně tvar koule o průměru 24 mm. Přirovnáním k zeměkouli lze popsat přední a zadní pól, meridiány (spojnice předního a zadního pólu), ekvátor (rovina, která pólí meridiány). Na bulbu se popisují vrstvy a obsah koule, přitom složení 3 základních vrstev se liší v předním segmentu (přední asi 1/5 koule) od zadního segmentu.

Popis vrstev stěny:

- **Tunica fibrosa** – zevní vrstva
 - **Sclera** (bělma) – má bělavou barvu, tvoří povrchovou vrstvu v zadním segmentu. Je vidět i zepředu na otevřeném oku po stranách duhovky jakožto „bělmo“, zde je ovšem ještě kryta spojivkou. Je tvořena tuhým kolagenním vazivem, slouží jako úpon okohybných svalů.
Lamina cribrosa sclerae – perforovaná plocha poblíž zadního pólu, zde výstup axonů zrakového nervu.
Klinická poznámka: Pevnost sklery působí proti nitroočnímu tlaku a brání rozepjetí oční koule. Při povolení vaziva se oční koule zvětšuje a paprsky se neprotínají na sítnici → krátkozrakost.
 - **Cornea** (rohovka) – je průhledná, tvoří povrch oka v předním segmentu. Mikroskopicky se popisuje 5 vrstev – viz histologie. Pro zajištění maximální průhlednosti je bezcévná, ale přesto bohatě inervovaná.
Korneální reflex vede k mrknutí, je to jeden ze základních reflexů hlavových nervů, aferentní rameno tvoří V. hlavový nerv, eferentní rameno VII. hlavový nerv.

- **Tunica vasculosa** = uvea, vrstva cévnatá
 - **Choroidea** (cévnatka), tvoří vrstvu bohatou na cévy v zadním segmentu. Přináší výživu pro hluboké vrstvy sítnice, včetně receptorů. Mikroskopicky se může dělit do dalších vrstev – viz histologie.
 - **Corpus ciliare** (řasnaté těleso), je lokalizováno v předním segmentu, navazuje na cévnatku. V prostoru má tvar mezikruží, lze na něm popsat prstenčité zóny: **orbiculus ciliaris** (zevní) a **corona ciliaris** (vnitřní). Corona obsahuje **processus ciliares**, kde jsou ukotvena závěsná vlákna čočky (viz dále).
Podklad řasnatého tělesa tvoří hladký sval **m.ciliaris**. Jedná se o trojrozměrnou síť snopečků inervovanou parasymptikem. Při kontrakci svalu se řasnaté těleso jako celek posune dopředu a tím uvolní závěsný aparát čočky, což vede k jejímu vyklenutí → zvýšení optické mohutnosti → zaostření do blízka = **akomodace**.
Druhou základní funkcí corpus ciliare je produkce komorového moku (viz dále).
 - **Iris** (duhovka) – navazuje v předním segmentu na corpus ciliare, má také kruhový tvar. Otvor v duhovce je vidět na otevřeném oku jako tmavý kruh uprostřed a nazývá se **pupilla** (zornice). Velikost zornic se reflexivně mění (viz dále), ale vždy by měla být stejná v obou očích (izokorie zornic). Na duhovce se popisují prstenčité zóny: **anulus iridis major** (zevní) a **anulus iridis minor** (vnitřní). V histologii se popisuje 5 vrstev duhovky. Barva duhovky je individuální a je dána tloušťkou a členitostí vazivového stromatu, uspořádáním cév a množstvím pigmentu.
 - Duhovka obsahuje 2 antagonistické hladké svaly:
 - **m. sphincter pupillae** – inervován parasympticky, jeho akcí je **mióza** = zúžení zornice
 - **m. dilatator pupillae** – inervován sympaticky, funkce: **mydriáza** = rozšíření zornice

Oba svaly udržují duhovku v přiměřeném postavení v závislosti na množství dopadajícího světla, duhovka se tedy chová podobně jako automatická clona fotoaparátu. Obě reakce (mióza a mydriáza) se označují společným názvem pupilární reflex, při vyšetření pacienta se hodnotí oboustranně shodná mióza jako tzv. reakce na osvit.

▪ **Tunica interna** = tunica nervosa

Tunica nervosa je vnitřní vrstva stěny oční koule a je tvořena retinou, která má v obou segmentech oka odlišnou stavbu. **Retina** (sítnice) se vyvíjí jako výběžek diencephala a je zahrnuta do pojmu ophthalmencephalon (viz lekce Mezimozek).

➤ **Pars optica retinae** – uložena v zadním segmentu. Mikroskopicky se rozlišuje 10 vrstev. Nejzvnějšší (naléhající na cévnatku) je pigmentový epitel s bazální membránou, jemu předchází vrstva receptorů (tyčinek a čípků). Z buněčných elementů přítomných v sítnici je pro účely našeho předmětu potřeba znát hlavně neurony, které se číslují při popisu zrakové dráhy. Těmi jsou:

- Zrakové receptory – **tyčinky** a **čípky**. Čípky zodpovídají za barevné vidění, tyčinky za černobílé. Jejich distribuce na ploše retiny se liší: čípky převažují ve žluté skvrně, tyčinky v periferním úseku pars optica retinae. Oba typy buněk jsou primární receptory - mají vlastní krátký axon.
- Bipolární neurony – přijímají podněty z tyčinek a čípků a tuto informaci komprimují. Nacházejí se zhruba uprostřed tloušťky sítnice.
- Multipolární neurony – nacházejí se blízko vnitřního povrchu sítnice, jejich axony běží přímo po povrchu sítnice. Axony se sbíhají v discus nervi optici a po průchodu sklerou pokračují jako hlavový nerv č. II = nervus opticus.

Než se foton elektromagnetického vlnění o viditelné vlnové délce dostane k receptorům, musí na sítnici projít téměř všemi mikroskopickými vrstvami. Navíc jsou v cestě paprsku i cévy - větve a. centralis retinae, které probíhají po vnitřním povrchu sítnice. Z toho vyplývá zvláštní úprava místa nejostřejšího vidění (fovea centralis – viz dále).

Zvláštní místa na sítnici:

- **Discus nervi optici** (též papilla n. optici, macula caeca, „slepá skvrna“) – lehké vyvýšení na vnitřním povrchu sítnice, zde se sbíhají axony multipolárních neuronů, vystupuje a. centralis retinae a vydává své hlavní větve. Slepá skvrna je mediálně od zadního pólu bulbu.
- **Macula lutea** (žlutá skvrna) – největší nahuštění receptorů, žlutá barva je dána nižší bohatostí cév.
- **Fovea centralis** – mělká jamka uprostřed žluté skvrny. Prohlubeň je dána redukcí všech vrstev sítnice kromě receptorů, kde naopak jsou nahuštěny čípky. Fovea centralis je místo nejostřejšího vidění. Člověk mimovolně natáčí oční bulby tak, aby sledovaný předmět stále vysílal paprsky do fovea centralis. Okolní oblasti sítnice potom sledují okolí předmětu (periferní

vidění). V periferních oblastech sítnice převažují tyčinky, periferní vidění má proto nižší schopnost rozlišovat barvy.

- **Pars caeca retinae** – nachází se v předním segmentu na zadní ploše corpus ciliare a iris. Název „slepá část sítnice“ vychází z faktu, že sítnice je zde redukována na vrstvu pigmentového epitelu a neobsahuje receptory.

Přechod pars optica a pars caeca je ostře ohraničen jako **ora serrata**.

Oční pozadí je termín pro část sítnice vyšetřitelnou oftalmoskopem skrze pupilu.

Zahrnuje: povrch sítnice, větve a. et v. centralis retinae, žlutou skvrnu a slepou skvrnu.

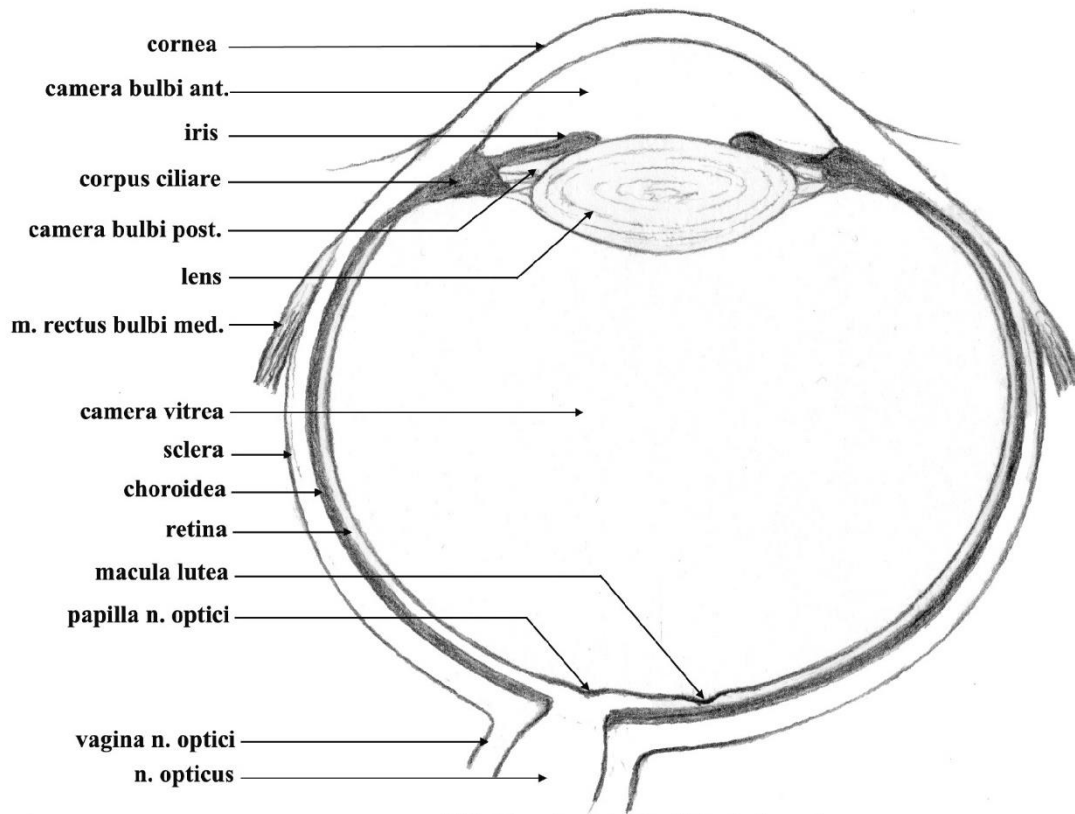
Zkušený lékař může z očního pozadí posoudit nejen poruchy zraku, ale i změny v cévním řečišti nebo zvýšený intrakraniální tlak.

Popis vnitřní části oční koule:

- **Lens** (čočka) – disk o průměru 9-10 mm, tloušťka se mění akomodací. Podobně jako rohovka, je i čočka bezcévná.
 - **Capsula lentis** - glykoproteinová vrstva, tvoří povrch čočky, do ní se upíná závěsný aparát čočky.
 - **Zonula ciliaris (zonula Zinni, závěsný aparát)** – systém vláken (**fibrae zonulares**) přípevnujících čočku k řasnatému tělesu.
- **Camerae bulbi** (oční komory) – prostory oční koule:
 - **Camera bulbi anterior** (přední komora oční) – ohraničena: zadní plocha rohovky / přední plocha duhovky a čočky. Při obvodu se nachází záhyb **angulus iridocornealis** (iridokorneální úhel), kde se vstřebává komorový mok do žil.
 - **Camera bulbi posterior** (zadní komora oční) – ohraničena: zadní plocha duhovky / přední plocha sklivce. Laterální stěnu tvoří corpus ciliare, které produkuje komorový mok.
 - **Camera vitrea** (sklivcová komora) – prostor vyplněný sklivcem.
- **Corpus vitreum** (sklivce) - gelovitá hmota vyplňující sklivcovou komoru. Průhledná, bezcévná. Svým tlakem přidrží sítnici k dalším vrstvám oční koule.
- **Humor aquosus** (komorový mok, komorová tekutina).
 - Funkce: výživa bezcévných tkání, nahrazuje lymfatický systém, ovlivňuje nitrooční tlak.

Klinická poznámka: zvýšeným nitroočním tlakem dochází k úbytku zrakových receptorů směrem od periferie ke žluté skvrně. Onemocnění se nazývá glaukom = zelený zákal.

- Tvorba komorového moku: corpus ciliare. Ze zadní komory cirkuluje mok do přední komory, obě komory vyplňuje.
- Vstřebávání: **Fontanovy prostory** mezi trámci **reticulum trabeculare** v iridokorneálním úhlu. Odtud se tekutina drénuje do žilního splavu v okraji rohovky (analogie s durálními splavy) - **sinus venosus sclerae** (canalis Schlemmi). Odtud pak odtéká do vv. ciliares ant.



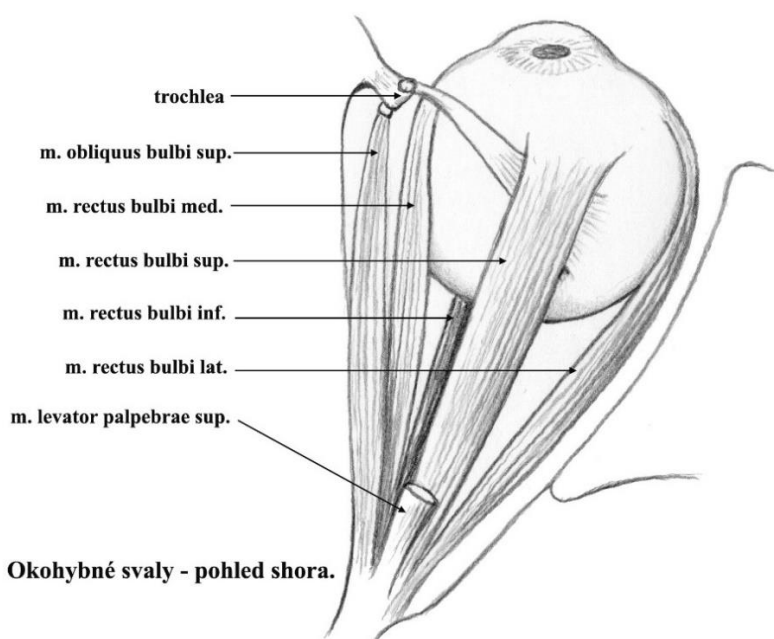
Oční koule a její základní popis.

Obr. 67.

ORGANA OCULI ACCESSORIA (PŘÍDATNÉ OČNÍ ORGÁNY)

- **Mm. bulbi** (okohybné svaly):
 - mm. recti – přímé svaly
 - **Mm. rectus bulbi superior**
 - **Mm. rectus bulbi medialis**
 - **Mm. rectus bulbi inferior**
 - **Mm. rectus bulbi lateralis**

- Začínají společně z **anulus tendineus communis** - vazivového kroužku ve vrcholu orbity. Rozbíhají se dopředu k obvodu oční koule, čímž vytvářejí muskulární kužel.
 - Upínají se před ekvátor bulbu, čili do přední poloviny oční koule.
 - Funkce: vytácejí bulbus ve směru svého názvu, to znamená např. m. rectus bulbi superior nahoru. Horní a dolní sval má též mírnou mediální a rotační složku.
 - Inervace: n.III (m.rectus sup., med., inf.), n. VI (m. rectus lat.)
- mm. obliqui – šikmé svaly
- **M. obliquus bulbi sup.** začíná z anulus tendineus, běží mediálně pod stropem očnice, přetáčí se kolem trochley vpředu v horní mediální části očnice, mění tak ostře směr svého průběhu a k oční kouli přichází zepředu.
 - **M. obliquus bulbi inf.** začíná vpředu v dolní mediální části očnice.
 - Oba svaly přicházejí k bulbu zepředu a upínají se za ekvátor. Funkce je proto opačná než název, navíc s laterální složkou.
 - Inervace – n. III (m. obliquus inf.) a n. IV (m. obliquus sup.)
- **M. levator palpebrae superioris** – zdvihač horního víčka. Lze přiřadit k okohybným svalům v širším slova smyslu na základě společného začátku na anulus tendineus a inervace III. hl. nervem. Sval běží nad m. rectus bulbi sup. a upíná se do tarzální ploténky horního víčka. Funkce je v souladu s názvem.



Obr. 68.

- Fasciae orbitales – vazivové útvary v očnici:
 - **Vagina bulbi** (fascia Tenoni) – zahuštěné vazivo za oční koulí, funguje jako jamka kulovitého kloubu.
 - **Periorbita** – periost orbity.
 - Fascie okoohybných svalů, doplňují za očním bulbem muskulární kužel (viz výše).
 - **Corpus adiposum orbitae**, „retrobulbární tuk“.

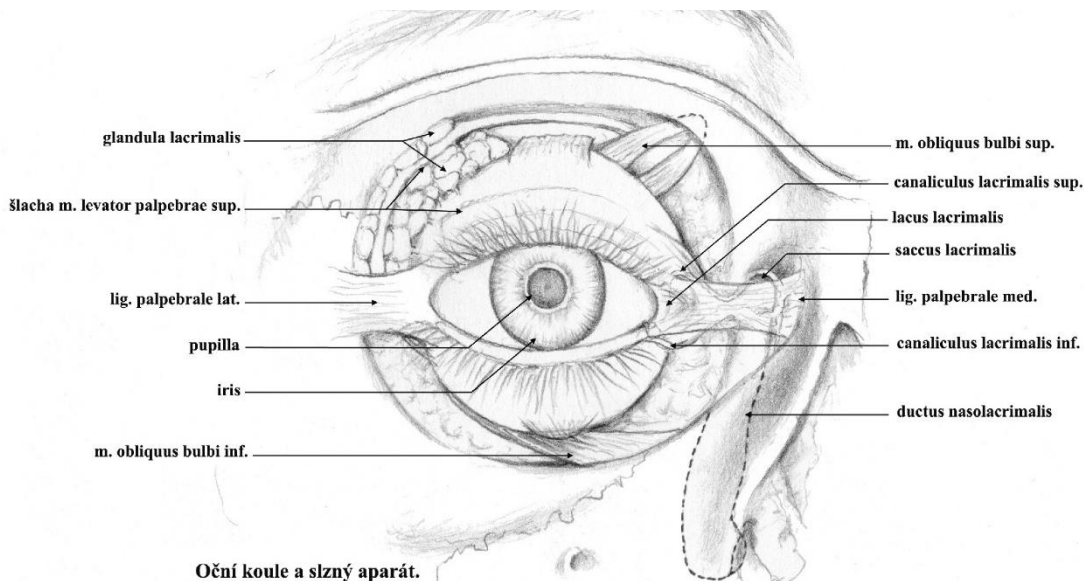
Klinická poznámka: při nadprodukci hormonů štítné žlázy se toto tukové těleso zvětšuje a vytlačuje bulbus směrem dopředu, což je patrné na velkém rozsahu bělma. Tato poloha bulbu se nazývá exophthalmus.

- **Palpebrae** (víčka):
 - **Palpebra superior** et **palpebra inferior**. Mají stejnou stavbu, podkladem je tuhá vazivová ploténka – tarsus.
 - Tarsus superior má výšku asi 1 cm, tarsus inferior je poloviční. V tarzu i v řídkém vazivu víčka se nachází řada žlázek – více v histologii. Tarsální ploténky nekryjí celý vchod do očnice, jsou po stranách doplněny tenčím vazivem - **septum orbitale**, rozepjatým mezi ploténkami a okrajem očnice.
 - Víčka mají na zevním povrchu tenkou kůži, na vnitřní straně spojivku (viz dále). Štěrbina mezi víčky se nazývá **rima palpebrarum**, je ukončená po stranách v očních koutcích - **anguli oculi**. Obě víčka spolu mediálně i laterálně srůstají komisurou (**commissurae palpebrarum**), tato místa jsou ukotvena k okrajům očnice pomocí **lig. palpebrale med. et lat.**
 - Svaly ovládající víčka jsou tyto:
 - **m. tarsalis** – přítomen v obou víčkách, ale jeho funkce je zřetelná zejména na horním víčku. Pomáhá otevírat víčka, inervovaný sympatikem.
 - **m. levator palpebrae sup.** – viz výše - okoohybné svaly, zdvihá horní víčko, inervace III. hlavový nerv
 - **m. orbicularis oculi** – mimický sval, zavírá víčko, inervace VII. hl. nerv

- **Tunica conjunctiva** (spojivka) – sliznice na přední části oka:
 - **Tunica conjunctiva palpebrarum** - pokrývá zadní plochu víček.
 - **Tunica conjunctiva bulbi** - kryje vpředu bělimu, končí při přechodu na rohovku.
 - Obě části v sebe přecházejí nahoře a dole ve **fornix conjunctivae sup. et inf.** (horní a dolní spojivkový vak).

Klinická poznámka – spojivka obsahuje viditelné drobné cévy, změnami prokrvení se projevuje např. zánět, barva se mění i při chudokrevnosti.

- **Apparatus lacrimalis** (slzní aparát; pozn.: čeština připouští tvar „slzní“ i „slzný“):
 - **Glandula lacrimalis** (slzní žláza). Je uložena v horní laterální části očníce, rozdělená průběhem šlachy m. levator palpebrae sup. Její krátké vývody **ductuli excretorii** ústí do fornix conjunctivae sup.
Inervace: ggl. pterygopalatinum (n.VII).
Funkce: zvlhčování povrchu oka, odvod nečistot, imunita.
 - Odtok slz na spojivce:
 - **Rivus** – prostůrek mezi zavřenými víčky.
 - **Lacus lacrimalis** (slzné jezírko) – trojúhelníkový prostor podložený spojivkou, při vnitřním koutku. Zde se mohou hromadit slzy.
 - **Caruncula lacrimalis** (slzná jahůdka) mírné vyklenutí uprostřed lacus lacrimalis.
 - **Odvodné slzní cesty** - systém kanálků, nacházející se při vnitřním koutku:
 - **Punctum lacrimale** – ústí kanálku, po odtažení víček viditelné na vyvýšeném místě (**papilla lacrimalis**) okraje víček jako tmavý bod.
 - **Canaliculus lacrimalis** (slzní kanálek) – míří pod kůži mediálně z každého z obou víček, oba kanálky se buď nejprve spojí nebo odděleně ústí do násl. prostoru:
 - **Saccus lacrimalis** (slzní vak) – rozšířené místo asi 4 mm. Saccus je uložen při vnitřní stěně očníce na os lacrimale.
 - **Ductus nasolacrimalis** (slzovod) – vývod vložený do kostěného canalis nasolacrimalis, který propojuje očníci s nosní dutinou. Ductus ústí v meatus nasi inf. a je opatřen slizniční řasou, která zabraňuje průchodu sekretu opačným směrem.



Obr. 69.

Oční koule a slzný aparát.

CÉVNÍ A NERVOVÉ ZÁSOBENÍ OKA A OČNICE

Tepny: všechny jmenované tepny jsou větvemi **a. ophthalmica**.

- Samotná **a. ophthalmica** je větev a. carotis int. z její pars cerebralis, vstupuje do očnice skrz canalis opticus.
- **A. centralis retinae** – vstupuje do n. opticus, větví se na sítnici (její větve jsou vidět při vyšetření očního pozadí, názvosloví podle kvadrantů oka), zásobuje většinu vrstev sítnice (mimo tyčinky a čípky).
- **Aa. ciliares post. breves** – zdroj krve pro choroideu + tyčinky a čípky.
- **Aa. ciliares post. longae** – procházejí choroideou do předního segmentu oka pro corpus ciliare a iris → v duhovce vytváří dva anastomotické oblouky **circulus arteriosus iridis major et minor**.
- **A. lacrimalis** – zásobuje slzní žlázu, okohybné svaly, částečně víčka. Vydává též **aa. ciliares ant.** pro spojivku a do zmíněných anastomotických oblouků.

Žíly očnice: jsou přítoky vv. ophthalmicae, které odvádějí krev z očnice obvykle jako následující dva kmeny:

- **V. ophthalmica sup.** - běží víceméně rovnoběžně s a. ophthalmica, prochází však skrz fissura orbitalis sup. a ústí do **sinus cavernosus**.
- **V. ophthalmica inf.** - běží na spodině očnice, má spojky s horním kmenem, odchází skrz fissura orbitalis inf. a vlévá se do plexus pterygoideus ve fossa infratemporalis.

- **V. centralis retinae** – doprovází větvení stejnojmenné tepny.
- **Vv. vorticosae** – systém 4 žilních kmenů, které vystupují ze 4 kvadrantů na zadní straně oční koule, drénují zásobovací oblast aa. ciliares post. breves et longae.
- **Vv. ciliares ant. a v. lacrimalis** – probíhají analogicky k tepnám.

! Žíly očnice vytvářejí anastomózy s žilami obličeje, tím tvoří anatomickou cestu přenosu infekce z obličeje a z paranasálních dutin do mozkových splavů.

Lymfatické cévy:

- V bulbu míza chybí. Je nahrazena komorovou tekutinou.
- Z víček a spojivky odtéká míza do obličejových uzlin.
- Z retrobulbárního prostoru odtéká míza do hlubokých krčních uzlin.

Nervy – shrnutí:

- **N. opticus** = hlavový nerv II – informace ze zrakových receptorů.
- **N. ophthalmicus** = n. V/1, větví se v očnici. Do jeho větvení spadají:
 - **Nn. ciliares longi** – senzitivita z bulbu vč. rohovky.
 - **Nn. ciliares breves** (vycházejí z ggl. ciliare), obsahují:
 - senzitivní vlákna trigeminu,
 - symp. vlákna pro m. dilatator pupillae,
 - parasymp. vlákna (n. III.) pro m. ciliaris a m. sphincter pupillae.
 - **N. lacrimalis** – senzitivita ze spojivky, části víčka, dostává též parasymptická vlákna pro slzní žlázu z ggl. pterygopalatinum (n. VII) cestou ramus communicans cum nervo zygomatico.
- **N. oculomotorius** = n. III – inervace m. levator palpebrae sup. a většiny okoohybných svalů s výjimkou níže uvedených.
- **N. trochlearis** = n. IV – inervace m. obliquus bulbi sup.
- **N. abducens** = n. VI – inervace m. rectus bulbi lat.

Parasympaticus inervuje v oku: m. ciliaris a m. sphincter pupillae.

Sympaticus inervuje v oku: m. dilatator pupillae a v oblasti očnice ještě m. tarsalis a m. orbitalis Mülleri (nachází se v oblasti fissura orbitalis inf., svým tonem tlačí bulbus dopředu).

ZRAKOVÁ DRÁHA

Zraková dráha je 4-neuronová aferentní dráha. Nemá klasickou stavbu senzitivních drah. Její první 3 neurony jsou obsaženy ve vrstvách sítnice a jsou součástí ophthalmoenkephalon.

➤ 1. neuron:

Receptory sítnice - **tyčinky a čípky**. Jsou primárními receptory, protože mají axon, byť velmi krátký. Počítají se proto za první neuron dráhy.

➤ 2. neuron:

Soubor těl **bipolárních buněk sítnice** dříve popisovaný jako tzv. „ganglion retinae“. Není to opravdové kompaktní ganglion – jde vlastně o jednu z vrstev sítnice.

➤ 3. neuron:

Multipolární neurony sítnice – tvoří jednu z dalších vrstev sítnice, dříve též popisovanou jako „ganglion n. optici“. Axony multipolárních neuronů opouštějí sítnici na papilla n. optici, pokračují jako **n. opticus, chiasma opticum a tractus opticus** a končí v **corpora geniculata lateralia**.

- **N. opticus:** vede axony multipolárních buněk ze sítnice stejnostranného oka.
- V **chiasma opticum** se kříží vlákna z mediálních polovin sítnice obou očí, kdežto vlákna z laterálních polovin sítnice obou očí zůstávají nezkřížena. Z oblasti fovea centralis sítnice jdou vlákna zkrříženě i nezkříženě.

Sítnici i zorné pole lze rozdělit na poloviny (polovinu mediální = nazální a polovinu laterální = temporální), nebo i detailněji na kvadranty: horní a dolní mediální + horní a dolní laterální. POZOR! Mediální poloviny sítnice odpovídají laterálním polovinám zorných polí a opačně.

- **Tractus opticus** vede vlákna ze stejnostranných polovin sítnice obou očí – tj. pravý tr. opticus z pravých polovin sítnice, levý z levých polovin sítnice.

➤ 4. neuron – corpus geniculatum laterale

- Corpora geniculata lateralia jsou součástí metathalamu, jejich jádra se funkčně řadí k specifickým senzorickým jádrům thalamu.
- Obsahují vrstvy šedé hmoty, uspořádané podle příslušných oblastí sítnice; tyto vrstvy jsou vidět i makroskopicky na barveném řezu mozku.
- Axony vedou do primární zrakové kůry - BA 17, okcipitální kůra v okolí sulcus calcarinus a též i do sekundární kůry BA 18,19.
- Tyto thalamo-kortikální neurony probíhají do kůry přes retrolentikulární část capsula interna a vytvářejí svazek **radiatio optica**, na řezu mozku nápadně bílý.

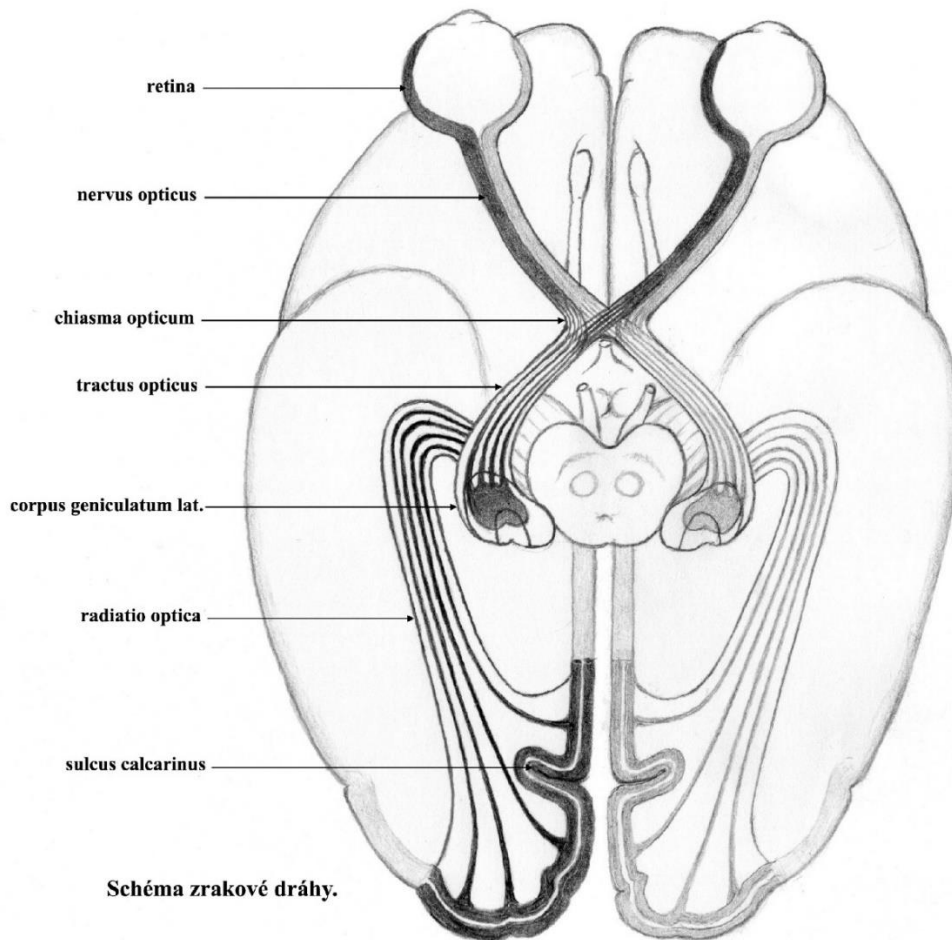
- Primární zraková kůra BA 17 na mediální ploše týlního laloku je stejně jako celá zraková dráha retinotopicky uspořádána: každý její bod odpovídá určitému bodu sítnice, a tedy také určitému bodu zorného pole.

Vymezení pojmů **n. opticus, ophthalmencephalon, dráha zraková** – shrnutí:

- **N. opticus** – zrakový nerv je pojmem „nejužším“: Je dle tradičního názvosloví jedním z mozkových (hlavových) nervů, přesto ve skutečnosti o periferní nerv nejde (např. přítomnost durálního obalu). N. opticus je vymezen od zadního pólu oční koule po chiasma opticum.
- **Ophthalmencephalon** - zrakový mozek je pojmem „širším“. Je součástí diencefala a vzniká jeho vychlípěním do očníce. Zahrnuje **retinu, n. opticus, chiasma opticum a tractus opticus**. Corpora geniculata lateralia se k němu již nepočítají.
- **Dráha zraková** je pojmem „nejširším“: její první 3 neurony (patřící ophthalmencephalu) jsou uloženy v sítnici, další 4. neuron je uložen v metathalamu. Dráha končí v primární zrakové kůře - sulcus calcarinus, BA 17.

Poruchy zrakové dráhy:

- Poškození sítnice nebo n. opticus: **amauróza** = slepota příslušného oka
- Poškození chiasma opticum: poškození zkřížených vláken chiasmatu je relativně časté (např. při nádorech hypofýzy) a má za následek **bitemporální hemianopsii** = výpadek temporálních polovin zorných polí (! nazálních polovin sítnice). Bilaterální poškození nezkřížených vláken chiasmatu je méně časté a má za následek **binazální hemianopsii** = výpadek nazálních polovin zorných polí - tedy temporálních polovin sítnice.
- Poškození tractus opticus: má za následek **homonymní hemianopsii** = výpadek druhostranných ½ zorných polí - tedy stejnostranných polovin sítnice
- Poškození posledního neuronu dráhy: Obvykle není postižena celá radiatio optica, ale pouze část vláken posledního neuronu. Následkem je potom **kvadrantová homonymní hemianopsie** = výpadek horních nebo dolních kvadrantů druhostranných ½ zorných polí.
- Bilaterální poškození primární zrakové kůry (čili destrukce obou týlních laloků) vede ke **korové slepotě** - neuvědomování si viděného. Podkorová centra přitom ale reagují a vytvářejí reflexy, např. obranné.



Obr. 70.

Odbočky zrakové dráhy – odchylují se od hlavní dráhy v úseku 3. neuronu:

- radix medialis → colliculi superiores → opticko-motorické reflexy
- radix optica mesencephalica → ncl. pretectales → pupilární reflex (viz dále),
ncl. interstitialis → akomodace a konvergence (viz dále)
- další odbočky: do hypothalamu → cirkadiální rytmy, RF → aktivační systém; a další.

Dráhy pupilárních reflexů

Pupilární reflexy mají za následek reakci zornice (miózu nebo mydriázu). Dráhy obou pupilárních reflexů probíhají jako odbočka ze zrakové dráhy. Přepojovací stanice, kde se vyhodnocuje intenzita světla, je **area pretectalis**.

- 1.-3. neuron je shodný se zrakovou dráhou (viz výše).
Axon 3. neuronu ve svém průběhu odbočí do radix mesencephalica a končí v tektu.
- 4. neuron – ncl. pretectales v area pretectalis na rozhraní mezencefala a diencefala.
Zde je centrum pupilárních reflexů; odstředivé rameno reflexu je rozdílné pro miózu a mydriázu, v obojím případě však vede jako vegetativní = visceromotorická odpověď.

▪ **Dráha miotického reflexu**

- 4. neuron: vede z area preectalis do ncl. Edinger-Westphal.
- 5. neuron = **ncl. Edinger-Westphal** (ncl. accessorius n. oculomotorii, parasympatické jádro n. III, dále ncl.E-W).
Zde je uložen pregangliový neuron: jeho axon probíhá v cestou n. III, spojuje ncl. E-W s ggl. ciliare. Pregangliový neuron vstupuje do ganglia jako jeho **radix parasympatica**.
- 6. neuron = **ganglion ciliare** (parasympatické ganglion, uložené v očníci).
Zde je uložen postgangliový neuron: spojuje ganglion ciliare s m. sphincter pupillae. Z ganglia vystupuje cestou smíšených **nn. ciliares breves**.
- Cílová struktura: **m. sphincter pupillae**.

Ve kmene jsou vlákna částečně zkrížená, proto reakce na osvit probíhá souhlasně na obou očích, i když paprsek dopadá jen na jedno oko.

▪ **Dráha mydriatického reflexu**

- 4. neuron: vede z area preectalis do sympatických center, nejprve se ale přepojí v retikulární formaci kmene.
- 5. neuron – RF mezencefala.
- 6. neuron = **ncl. intermediolateralis míšních segmentů C8-Th1** = centrum ciliospinale, **Budge-Grassetovo centrum**.
 - Jde o nejkranialnější centrum sympatického NS.
 - Zde je uložen pregangliový neuron sympatiku.
 - Axon opouští CNS předními kořeny míšního nervu a přes r. communicans albus do truncus sympathicus a interganglionárními spojkami se dostane do ganglion cervicale superius.
- 7. neuron = **ganglion cervicale superius**.
 - Nejkranialnější krční ganglion **truncus sympathicus**, skeletotopicky C2-C4, uloženo před páteří dorzálně od a. carotis interna v hlubokém listu krční fascie.
 - Zde je uložen postgangliový neuron sympatiku.
 - Axony po výstupu z ganglion cervicale superius probíhají podél tepen hlavy jako **plexus carotis internus** a **plexus ophthalmicus** (s a. ophthalmica vstupují přes canalis opticus do orbity).
 - V orbitě vstupují do **ganglion ciliare** (viz výše) jako jeho **radix sympatica** – gangliem ovšem jenom procházejí bez přepojení.
 - Z ganglia vystupují jako součást **nn. ciliares breves** (viz výše).
- Cílová struktura: **m. dilatator pupillae**.

Dráha akomodace a konvergence:

- Akomodace je zvýšení optické mohutnosti oka při pohledu do blízka. Stejně jako mióza a mydriáza probíhá mimovolně.
- Podkladem je odbočka ze zrakové dráhy do fasciculus longitudinalis medialis (FLM). Zde se při sledování blízkého předmětu automaticky aktivují oboustranně motoneurony pro m. rectus bulbi medialis, čímž se poruší rovnoběžné osy pohledu obou očí – dojde k tzv. konvergenci.
- Současně vedou vzruchy do ncl. E-W, kde se vyvolá reflexivní akomodace. Zároveň oči provádějí mírnou miózu.
- Oboustranné zapojení m. rectus bulbi lateralis, které by mělo za následek divergenci očí, není u zdravého člověka možné, neboť pro takovou akci neexistuje anatomický podklad.

Průběh drah:

- 1.-3. neuron probíhá stejně jako zraková dráha, s odbočkou do ncl. Cajali.
- 4. neuron: nc. interstitialis (Cajalovo jádro) v mesencephalon – centrum FLM.
- **Dráha akomodace**
 - 4. neuron pokračuje z Cajalova jádra do parasympatického centra pro inervaci oční koule = ncl. E-W.
 - 5. neuron: ncl. E-W (ncl. accessorius n. oculomotorii).
Sídlo pregangliového neuronu: jeho axon probíhá cestou n. III stejně, jako bylo popsáno u miózy.
 - 6. neuron: ggl. ciliare → axony opouštějí ganglion jako nervi ciliares breves a prostupují oční koulí k cílové struktuře.
 - Cílová struktura: M. ciliaris – hladký sval uložený v řasnatém tělese oka. Sval svou kontrakcí způsobí, že se povolí závěsná vlákna čočky a roztažená čočka se zakulatí, čímž zvýší svoji optickou mohutnost. Více v kapitole zrakové ústrojí.
- **Dráha konvergence očí**
 - 4. neuron: pokračuje z Cajalova jádra ve svazku FLM oboustranně do somatomotorického jádra n. oculomotorius.
 - 5. neuron: motoneurony v **ncl. oculomotorius** – axony opouštějí CNS v n. III.
 - Cílová struktura: m. rectus bulbi med. → bilaterální akce okohybného svalu.

Dráhy ovládající pohyby očí – stručný přehled:

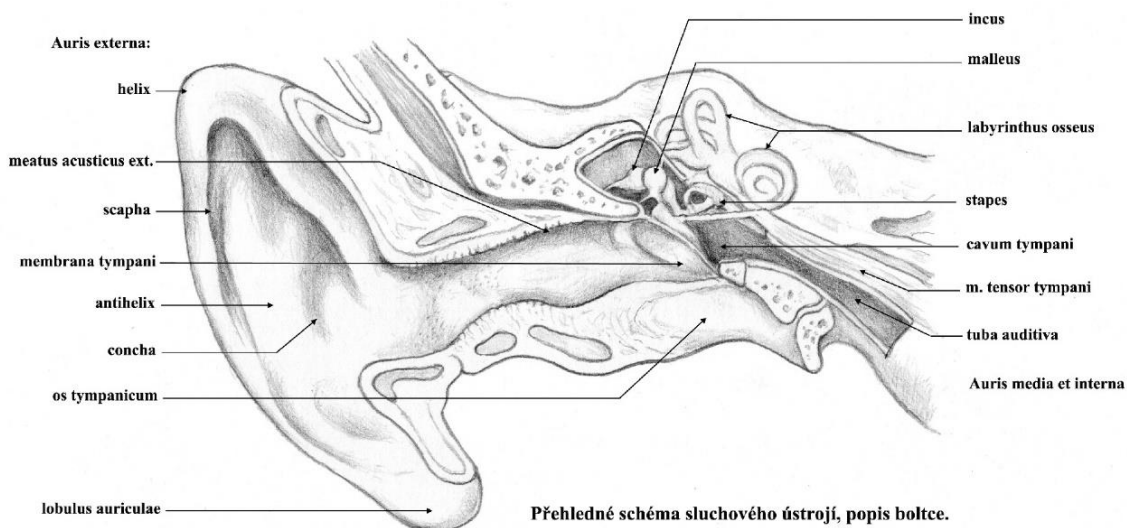
- Volní pohyby – fronto(retikulo)nukleární dráhou z Brodmanovy arey 8.
- Vyhledávací pohyby očí – automatické pohyby, které nastupují, pokud člověk není soustředěn na sledování jednoho předmětu; např. bezděčné sledování poletující mouchy. Vycházejí rovněž z area 8, vedou přes colliculi superiores.
- Sakadické pohyby očí – automatické mikropohyby bulbu, kterými se stírá rastr sledovaného obrazu. Vycházejí z tekta.
- Opticko-motorické reflexy. Vycházejí z colliculi superiores jako odbočka zrakové dráhy. Slouží zejména k obranným reakcím. Propojení se systémem FLM zajišťuje souhru pohybů očí a hlavy.
- Fasciculus longitudinalis medialis. Systém, který na základě informací z vestibulárního aparátu (ale i zrakového ústrojí) zajišťuje souhru pohybů očí a hlavy.

SLUCHOVÉ A ROVNOVÁŽNÉ ÚSTROJÍ - ORGANUM VESTIBULOCOCHLEARE

Obě ústrojí se obecně označují pojmem ucho. Rovnovážné ústrojí vnímá pohyb hlavy a gravitaci. Jedním z využití tohoto smyslu je udržovat rovnováhu – odtud název. Sluchové ústrojí vnímá mechanické vlnění vzduchu, které je zachyceno a soustředěno součástmi zevního ucha, ve středním uchu zesíleno a převedeno do vnitřního ucha. Ve vnitřním uchu mají obě ústrojí své receptory.

Část receptorů je v oblasti zvané vestibulum (viz dále), proto je rovnovážné ústrojí též známo pod pojmem **vestibulární aparát**. Adjektivum vestibularis v neuroanatomii odkazuje na funkční souvislost s rovnovážným ústrojím.

Vnitřní ucho, střední ucho a menší část zevního ucha jsou uloženy ve spánkové kosti lebky (os temporale). Kompletní popis os temporale a její vývoj je součástí studia pohybového systému. V závěru tohoto textu je popis sluchové a vestibulární dráhy.



Přehledné schéma sluchového ústrojí, popis boltce.

Obr. 71.

AURIS EXTERNA – ZEVNÍ UCHO

▪ Auricula – boltec

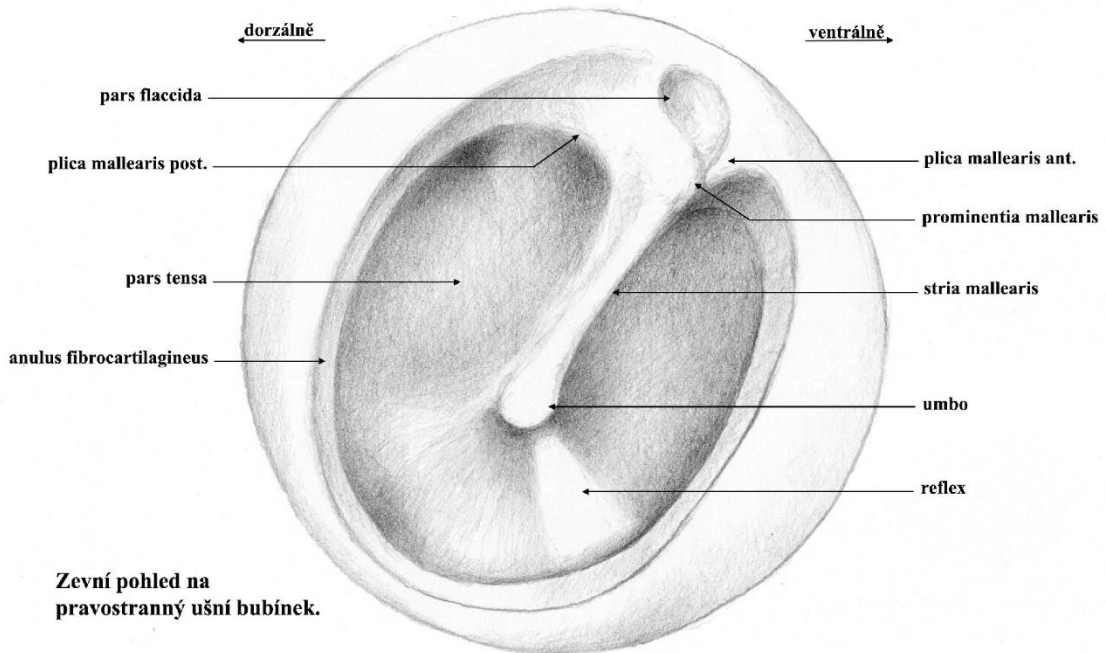
- **Cartilago auriculae** – podklad boltce, typický příklad orgánu tvořeného elastickou chrupavkou. Chrupavka je fixována k os temporale a je kryta málo posunlivou kůží. Mezi útvary, standardně popisovanými na boltci jsou nejdůležitější tyto:
 - **helix** – vyvýšený okraj boltce,
 - **antihelix** – vyvýšený val rovnoběžný s helixem,
 - **tragus** – výrazný hrbolek ventrálně od zevního zvukovodu, používá se pro popis obličeje, např. pro určení místa vpichu,
 - **antitragus** – menší hrbolek jako kaudální ukončení antihelixu,
 - **scapha** – vkleslina mezi helixem a antihelixem,
 - **concha auriculae** – vkleslina mezi antihelixem a tragem, zde vyústíuje zevní zvukovod,
 - **lobulus auriculae** (ušní lalůček) – jediné místo boltce, který nemá za podklad chrupavku, je to individuálně vytvořená kožní duplikatura.
- **Musculi auriculae** – svaly boltce, jsou rudimentární
 - zevní svaly boltce – mezi chrupavkou a okolím, posunují boltec, někteří lidé je umí v omezené míře používat („stříhat ušima“)
 - m. auricularis ant.
 - m. auricularis post.
 - m. temporoparietalis – zároveň součást m. epicranii
 - vlastní svaly boltce – původně určené pro změnu tvaru boltce, netřeba znát

- **Meatus acusticus externus** – zevní zvukovod
 - pars cartilaginea – tvořená **cartilago meatus acustici**, zevní třetina zvukovodu.
Vstup do zvukovodu = **porus acusticus externus**. Kůže a její deriváty – viz histologie.
 - pars ossea – tvořená os tympanicum, vnitřní a delší část zvukovodu
Celá délka zvukovodu je asi 2,5 cm, šířka přes 0,5 cm. Průběh je ventromediální šikmý, mírné esovité zakřivení lze vyrovnat tahem za boltec nahoru a dozadu.
- **Membrana tympani** – bubínek
 - Šedorůžová blána slepě zakončující zevní zvukovod a tím zakončující zevní ucho.
 - Tvar téměř kruhový o 9 mm průměru, tloušťka 0,1 mm. Stavba – viz histologie.
 - Funkce: bubínek pod dopadajícími akustickými vlnami kmitá obdobně jako např. membrána ve sluchátku.
 - Bubínek je ukotvený v sulcus tympanicus ossis tympanici a nálevkovitě vtažený do středouší.
 - Postavení: bubínek je postaven nikoliv přímo v sagitální rovině, ale odkloněn (přes 45° do frontální roviny a asi 45° vůči transverzální rovině), takže oba bubínky se nacházejí zhruba v poloze jako dlaně položené na tvář.
 - Z vnitřní strany srůstá s výběžkem sluchové kůstky – manubrium mallei.
 - Útvary popisované na bubínku:
 - **anulus fibrocartilagineus** – zesílený chrupavčitý okraj v os tympanicum
 - **umbo** – střed vtažení bubínku
 - **prominentia mallearis** – vyzdvižení v horním předním kvadrantu - proc. lateralis mallei
 - **stria mallearis** – bělavá čára indikující srůst s manubrium mallei, míří z umbu nahoru dopředu k prominentia mallearis
 - **plica mallearis ant. et post.** – řasy od prominentia mallearis nahoru dopředu a nahoru dozadu k okraji bubínku
 - **pars flaccida** (membrana Shrapnelli) – málo napjatá část bubínku mezi oběma zmíněnými řasami
 - **pars tensa membranae tympani** – vypjatá větší část bubínku

Většina z těchto útvarů je viditelná na otoskopickém obraze bubínku při vyšetření prováděném otoskopickým zrcátkem zasunutým do zvukovodu.

 - V klinice se používá dělení bubínku na kvadranty.
 - V horním předním kvadrantu je stria mallearis (viz výše),
 - v dolním předním se odráží od bubínku světlo při vyšetření – tzv. reflex,

- v zadním dolním kvadrantu se provádí paracentéza – krátké naříznutí bubínku jako prevence spontánní ruptury při středoušním zánětu.



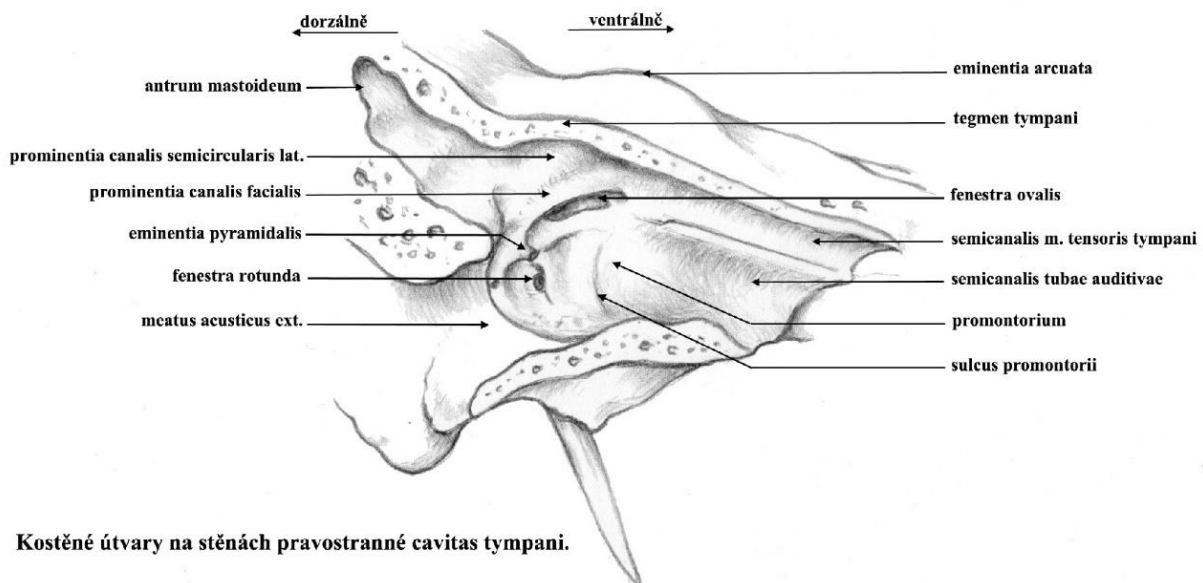
Obr. 72.

▪ Cévní a nervové zásobení zevního ucha

- Všechny tepenné zdroje jsou větvemi a. carotis externa:
 - **a. auricularis posterior** – zadní strana boltce
 - **a. temporalis superficialis** – přední strana boltce
 - **a. auricularis profunda** z a. maxillaris – zvukovod
- Žíly: přítoky v. jugularis ext.
- Mízní uzliny: nodi mastoidei ze zadní strany boltce a nodi parotidei z přední strany boltce a ze zvukovodu.
- Na inervaci zevního ucha se podílí několik různých zdrojů:
 - **n. auricularis magnus** z plexus cervicalis - zadní strana boltce, částečně i přední strana se zvukovodem
 - **n. auriculotemporalis** z n. mandibularis – přední strana boltce, částečně též zvukovod a bubínek
 - **r. auricularis n. facialis** – jediná kožní větev n. VII., pro lobulus auriculae
 - **n. vagus** – zevní zvukovod včetně zevní plochy bubínku a oblasti kolem porus acusticus ext.

AURIS MEDIA – STŘEDNÍ UCHO

- **Cavitas tympani** – středoušní dutina, bubínková dutina. Dutina uložená v os temporale, vystlaná sliznicí, má výšku přes 1 cm a šířku v různých úrovních 2 - 6 mm. Tvar má nepravidelný, je připodobňovaná k šikmo postavené klíčové dírce, při zjednodušení k přesýpacím hodinám. V hrubém zjednodušení si ji lze představit jako 6ti-stěnný kvádr, jehož stěny se popisují ustálenou terminologií:
 - **paries membranaceus** – laterální stěna, tvořena z větší části bubínkem
 - **paries tegmentalis** – strop, tvořený ploténkou spánkové kosti tegmen tympani – odděluje dutinu od fossa cranii media
 - **paries jugularis** – dolní stěna, naléhá na fossa jugularis spánkové kosti
 - **paries caroticus** – přední stěna, před ní dutinu šikmo kříží canalis caroticus. Na přední stěně ústí canalis musculotubarius s tuba auditiva (viz dále)
 - **paries mastoideus** – zadní stěna, v horní části pokračuje do antrum mastoideum (viz dále)
 - **paries labyrinthicus** – mediální stěna, přiléhá ke kostěnému labyrintu vnitřního ucha, odpovídá facies ventrobasis ossis petrosi, nese řadu útvarů. Rekapitulace nejdůležitějších z nich:
 - **promontorium** – oblé vyklenutí hlemýžďe do středoušní dutiny
 - **fenestra vestibuli (= ovalis)** – oválné okénko dorzálně za promontoriem, zde zapadá baze třmínku
 - **fenestra cochleae (= rotunda)** – kulaté okénko pod předchozím, zde se nachází **membrana tympani secundaria**
 - **prominentia canalis facialis** - podlouhlé vyklenutí kanálku pro VII. hlavový nerv, nad ušní lalůček), nad fenestra vestibuli
 - **prominentia canalis semicircularis lat.** – podlouhlé vyklenutí nad předchozím, v místě přechodu do antrum mastoideum, obsahuje jeden z polokruhových kanálků vnitřního ucha
 - **eminentia pyramidalis** – dutý kostěný hrot při přechodu na paries mastoideus, v úrovni fenestra vestibuli, dutinka obsahuje m. stapedius (viz dále)



Kostěné útvary na stěnách pravostranné cavitas tympani.

Obr. 73.

▪ **Další související prostory a dutiny:**

- **Epitympanon** (ne zcela přesně odpovídá podobnému pojmu recessus epitympanicus) – prostor středoušní dutiny nad bubínkem, vlastně její nejširší místo. Zde se nacházejí nejobjemnější části sluchových kůstek (caput mallei, corpus incudis).
- **Antrum mastoideum** – jednotná dutina, kterou cavitas tympani ve své horní pokračuje dozadu do processus mastoideus.
- **Cellulae mastoideae** – dutinky vyplňující proc. mastoideus, tvořené postupující pneumatizací os temporale přes Eustachovu trubici, středoušní dutinu a do antrum mastoideum.
- **Tuba auditiva** (Eustachova trubice) - spojení středoušní dutiny a nosohltanu. Délka trubice je asi 3,5 cm, šířka 2 mm (v nejužším místě kolem 1 mm). Průběh je ventromediální, mírným obloukem.
 - Pars ossea = semicanalis tubae auditivae v os temporale, laterálně od can. caroticus, tvoří asi třetinu délky.
 - Pars cartilaginea – tvořená **cartilago tubae auditivae**, přední dvě třetiny trubice. Ústí do nosohltanu (ostium pharyngeum), přičemž chrupavka do nosohltanu prominuje jako torus tubarius.

Cartilago tubae auditivae souvisí s chrupavkou ve for. lacerum (synchondrosis sphenopetrosa), je částečně elastická, což umožňuje její rozšiřování činnostmi patrových svalů, které zde začínají.

- **Sluchové kůstky** (*ossicula auditus*)

V řetězci sluchových kůstek se setkáváme s podobným principem jako u skeletálního systému nebo u chrupavek hrtanu: jednotlivé články jsou spojeny klouby a vazy a ovládány svaly - viz dále.

- **Malleus** – kladívko (Neplést s malleolus – termín pro kotník. Taktéž adjektivum je mallearis, nikoliv malleolaris).
 - **Caput mallei** – kulovitá, největší, kraniální část.
 - **Collum mallei** – užší část pod caput.
 - **Manubrium mallei** – kaudální dlouhý výběžek, srostlý s bubínkem. Přes manubrium probíhá chorda tympani ve slizniční řase.
 - **Proc. lateralis** – kratší lat. výběžek, prominující na bubínku.
 - **Proc. anterior** – štíhlý výběžek dopředu pro ligamentum.
- **Incus** – kovadlinka. V řetězci kůstek uložena mezi kladívkem a třmínkem.
 - **Corpus incudis** – největší kraniální část.
 - **Crus breve** – krátký výběžek dozadu pro ligamentum.
 - **Crus longum** – dlouhý výběžek dolů, zakončený v pravém úhlu jako:
 - **Proc. lenticularis** – chrupavčitý výběžek pro spojení s třmínkem.
- **Stapes** – třmínek.
 - **Caput stapedis** – malá kulovitá část skloubená s kovadlinkou.
 - **Crus ant. et crus post.** – výběžky propojující předchozí a následující část.
 - **Basis stapedis** – oválná plochá část, mediálně zapadá do fenestra ovalis.

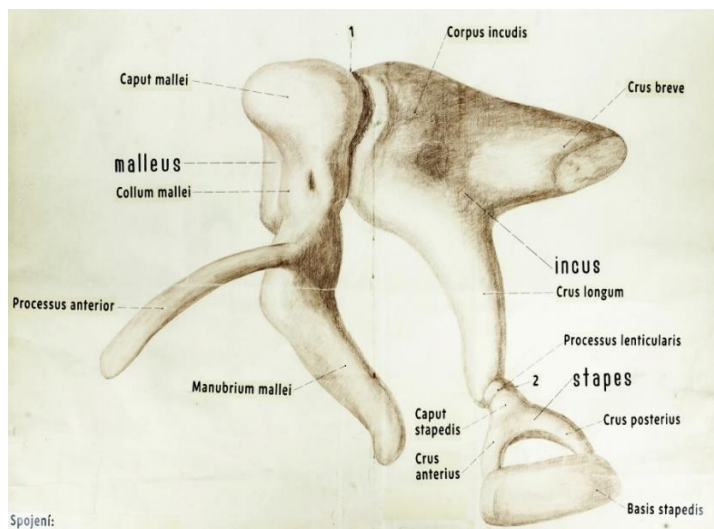


Fig.74: Historický obraz sluchových kůstek. Čísla 1 a 2 ukazují spojení kůstek (viz další odstavec)

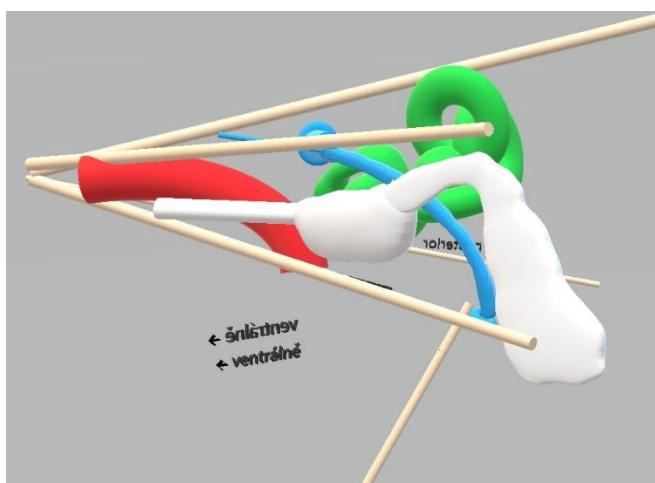
- **Spojení sluchových kůstek**

- **Articulatio incudomallearis** – sedlovité spojení caput mallei x corpus incudis.
- **Articulatio incudostapedia** – kulovité spojení proc. lenticularis incudis x caput stapedis. Obě spojení existují častěji ve formě syndesmózy než jako kloub s dutinou.

- **Ligamentum anulare stapedis** – poutá obvod baze třmínku k okrajům fenestra ovalis.
- Další ligamenta poutají sluchové kůstky ke stěnám středoušní dutiny.
- Svaly středoušní dutiny
 - **M. tensor tympani** – uložen v horní polovině canalis musculotubarius, z kanálku pod úhlem vybíhá tenká šlacha k začátku manubrium mallei.
 - **M. stapedius** – uložen v eminentia pyramidalis na zadní stěně středoušní dutiny, otvorem vychází šlacha k začátku crus post. stapedis.

Ačkoliv se v odborné literatuře lze setkat i s jiným vysvětlením, oba svaly jsou synergisté a zapínají se reflexivně při hluku, aby ztlumily kmity kůstek a zabránily tak poškození vnitřního ucha.

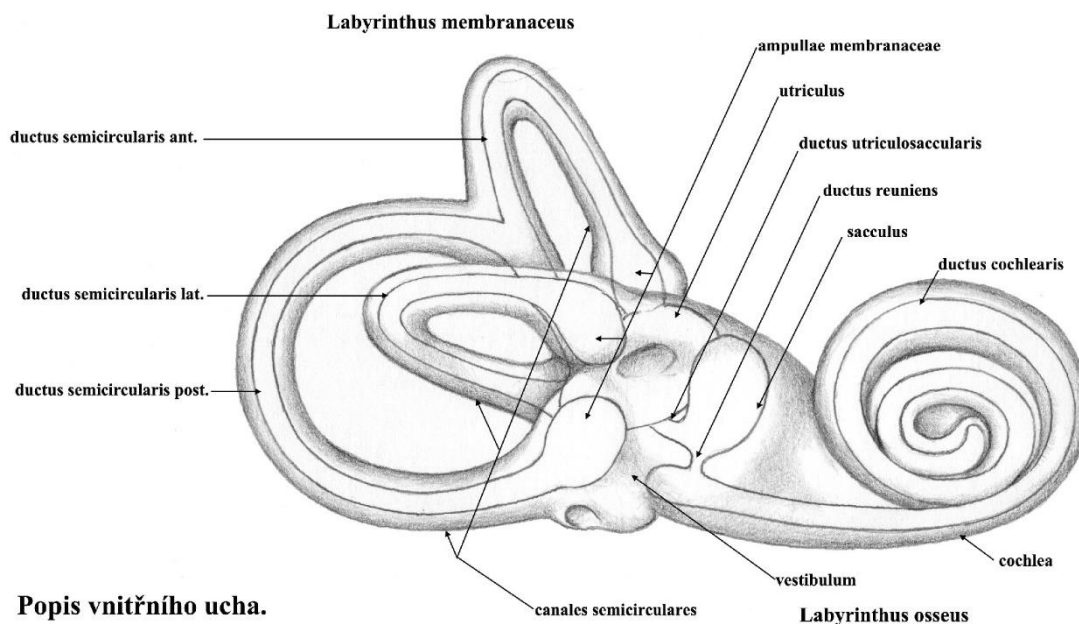
Inervace m. stapedius je stejnojmennou krátkou větví z n. VII, inervace m. tensor tympani je z n. V/3: oboje odpovídá vývoji svalů z prvních dvou žaberních oblouků.
- Cévní a nervové zásobení středního ucha
 - Všechny tepenné zdroje jsou větvemi z povodí a. carotis externa, v názvu mají obsaženo „tympanica“:
 - A. tympanica anterior, posterior, superior et inferior – podrobněji viz oběhový systém. Ve středoušní dutině spolu anastomozují.
 - Žíly: plexus pterygoideus.
 - Mízní uzliny: jako u zevního ucha + nodi cervicales profundi.
 - Inervace:
 - N. IX – senzitivita.
 - Motorická inervace svalů – viz předchozí odstavec.



Obr. 75: Schématický model uložení dutin v os petrosum, laterální pohled. Bíle: tuba auditiva, cavitas tympani, anthrum et cellulae mastoideae; červeně canalis caroticus; zeleně labyrinthus osseus; modře: canalis nervi facialis, canalis n. petrosi majoris.

AURIS INTERNA –VNITŘNÍ UCHO

- **Labyrinthus osseus** – kostěný labyrint, jeho osifikace předchází osifikaci pyramidy spánkové kosti, postupně je do ní zavzat.
 - **Vestibulum** – střední oddíl, laterálně komunikuje se středoušní dutinou pomocí fenestra ovalis et fenestra rotunda, směrem dozadu i dopředu se otevírá do následujících:
 - **Canales semicirculares** – polokruhové kanálky, zadní oddíl. Kanálky jsou tři, navzájem kolmé. Do vestibula ústí každý kanálek dvěma konci, jedním rozšířeným (ampulla ossea) a jedním trubcovitě úzkým (crus osseum). Přední a zadní kanálek mají část průběhu společnou (crus osseum commune).
 - **Canalis semicircularis ant.** (= též sup.) – postaven kolmo na osu pyramidy, vykluje se směrem nahoru do fossa cranii media jako eminentia arcuata.
 - **Canalis semicircularis post.** – postaven rovnoběžně s osou pyramidy.
 - **Canalis semicircularis lat.** – postaven téměř horizontálně, vykluje se laterálně do cavitas tympani (viz ↑).
 - **Cochlea** – hlemýžď, přední oddíl. Spirálovitě vytvarovaná trubice skutečně připomíná ulitu hlemýžďe. Spirála má 2,5 závitů a šířku 9mm. Osa spirály - **modiolus** - má tvar kužele a je otočená kostěnou hranou (**lamina spiralis ossea**), takže připomíná krátký vrut či šnek v mlecím strojk.
- Basis cochleae** - základna hlemýžďe je otočená mediálně proti fundus meatus acustici interni, **cupula cochleae** – vrchol hlemýžďe směřuje laterálně.



Obr. 76. Popis vnitřního ucha.

- **Labyrinthus membranaceus** – blanitý labyrint – vazivová obdoba kostěného labyrintu, uložená v jeho dutině. Ke stěnám kostěného labyrintu je fixována jednak vazivovými vlákny, jednak srůstem (ductus cochlearis). Tvarová podobnost s kostěným labyrintem chybí v oblasti vestibula.

➤ Labyrinthus vestibularis.

- **Utriculus** – oválný váček v dorzální polovině vestibula, obsahuje recepční oblast zvanou **macula utriculi**.
- **Sacculus** – kulovitý váček ve ventrální polovině vestibula, obsahuje recepční oblast zvanou **macula sacculi**.

Podnětem pro obě maculae staticae jsou gravitace (poloha hlavy) a lineární zrychlení (např. ve výtahu), které se přenášejí na krystalky zvané otolity.

Krystalky ohýbají stereocilie smyslových buněk, jejichž nervové vzruchy jsou přenášeny do mozku VIII. hlavovým nervem.

- **Ductus utriculosaccularis** – krátký kanálek propojující oba předchozí útvary.
- **D. endolymphaticus** – slepý výběžek blanitého labyrintu do dutiny lebeční, končí jakožto saccus endolymphaticus pod dura mater v apertura aqaeductus vestibuli ve fossa cranii posterior. Umožňuje přenos tlaku likvoru do systému tekutin vnitřního ucha.
- **D. reuniens** – propojení sacculus a labyrinthus cochlearis (viz dále).
- **Ductus semicirculares** – uloženy ve stejnojmenných canales

semicirculares. V ampulách kostěných kanálků tyto ducti vytvářejí recepční oblasti **cristae ampullares**, které obsahují smyslové buňky se stereociliemi zanořenými v gelovitém útvaru zvaném **cupula**.

Podnětem pro cristae ampullares je úhlové zrychlení (otočení hlavy nebo kývnutí), které se přenáší na endolymfu (viz ↓). Endolymfa se pohybuje jen v tom kanálku, v jehož rovině se pohyb hlavy uskutečnil. Pohyb tekutiny posunuje cupulu a dráždí tak smyslové buňky, jejichž nervové vzruchy jsou přenášeny do mozku rovněž VIII. hlavovým nervem.

- Labyrinthus cochlearis – uvnitř kostěného hlemýždě. Jsou zde rozepjaty dvě blanky: **membrana basilaris** (spodní z membrán) a **membrana vestibularis** (strop blanitého labyrintu).

Přepažením kostěného kanálku hlemýždě oběma membránami zde vznikají tři prostory (etáže):

- **Ductus cochlearis** (scala media) – prostřední prostor, vystlán epitelem, vlastní součást blanitého labyrintu. Na příčném průřezu má trojúhelníkový tvar

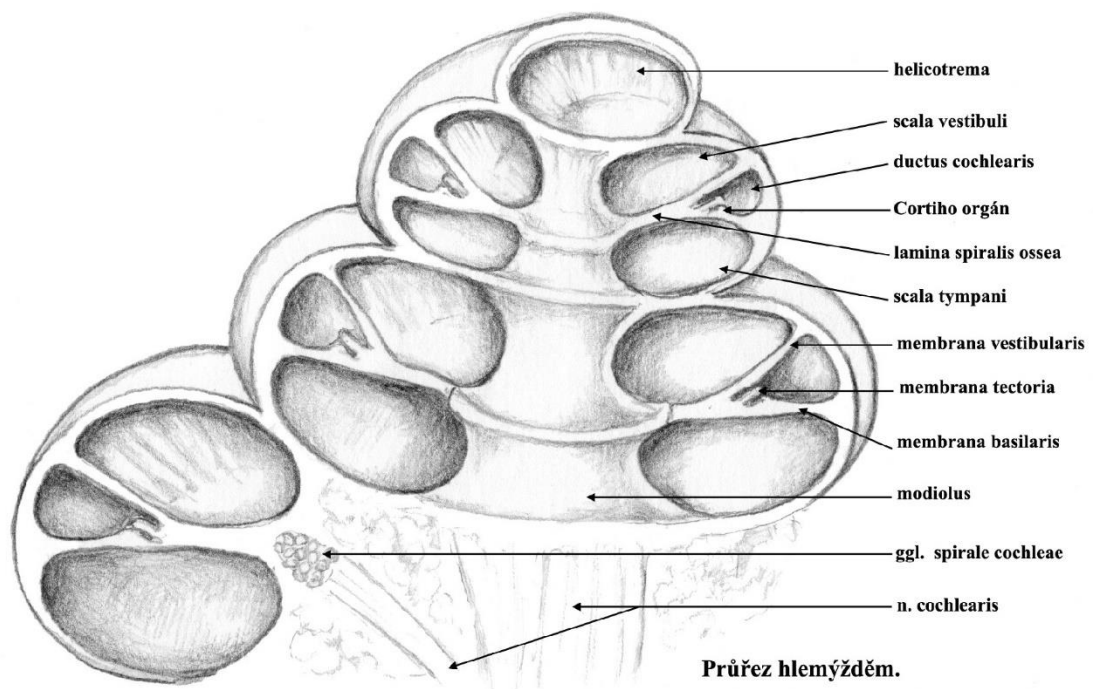
vzniklý užším srůstem s lamina spiralis ossea na stěně tvořené modiolem a širokým srůstem se stěnou kostěného kanálku na protilehlé stěně. Ductus cochlearis je ve vrcholu hlemýždě zakončen slepě.

Na lamina basilaris je recepční orgán sluchu – **Cortiho orgán** – tvořen několika řadami smyslových buněk a podpůrných buněk (více viz histologie). Podnětem pro Cortiho orgán je akustické (mechanické) vlnění vzduchu, které je soustředěno zevním uchem a přeneseno vibrací středoušních kůstek do vestibula. Zde se kmity převedou na pohyb perilymfy → pohyb endolymfy → kmity gelovité **membrana tectoria** uvnitř ductus cochlearis → dráždění smyslových buněk, jejichž nervové vzruchy jsou přenášeny do mozku sluchovou částí VIII. hlavového nervu.

- **Scala vestibuli** – horní etáž, prostor kostěného hlemýždě nad ductus cochlearis. Prostřednictvím vestibula komunikuje s fenestra ovalis.
- **Scala tympani** – dolní etáž, prostor kostěného hlemýždě pod ductus cochlearis. Komunikuje s fenestra rotunda.

Ve vrcholu hlemýždě spolu obě scalae komunikují kolem slepého konce d. cochlearis, komunikace se nazývá **helicotrema**.

Obě scalae obsahují perilymfu, zatímco d. cochlearis endolymfu.



Obr. 77.

- Tekutiny vnitřního ucha:

- **Perilymfa** – v prostorách kostěného labyrintu, které obklopují blanitý labyrint. Má iontové složení typické pro extracelulární tekutinu, totožné s likvorem, s nímž komunikuje prostřednictvím kostěného kanálku canalicus cochleae, který ústí na spodní ploše pyramidy spánkové kosti.
 - **Endolymfa** – uzavřená v membranózním labyrintu, bez přímé komunikace s jiným systémem, tvoří i vstřebává se zde. Má specifické složení podobné nitrobuněčné tekutině. Pohyb endolymfy je ve výše jmenovaných případech podnětem pro podráždění smyslových buněk vnitřního ucha.
- Cévní zásobení vnitřního ucha
 - Hlavní zdroj tepenné krve je **a. labyrinthi**, větev z a. basilaris. Vstupuje do labyrintu přes porus acusticus internus.
 - Žíly: do nitrolebních splavů na basis cranii int. i do v. jugularis int. na basis cranii ext..
 - Mízní systém nahrazen perilymfou.

VESTIBULÁRNÍ DRÁHA

Vestibulární dráha je tříneuronová smyslová dráha s klasickou stavbou a zakončením v primární vestibulární kůře.

- Receptory = smyslové buňky vestibulárního ústrojí, nacházejícího se v blanitém labyrintu.
 - Adekvátní podnět = poloha hlavy, pohyby hlavy (lineární a úhlové zrychlení). Tato informace je mimo jiné, ve spolupráci s mozečkem, použita pro udržení vzpřímeného postoje a rovnováhy – odtud název „rovnovážné ústrojí“.
 - Smyslové buňky = vláskové buňky jsou uloženy v **utriculu, sacculu a polokruhovitých kanálcích blanitého labyrintu**. Na rozdíl od čichových buněk jde o sekundární smyslové buňky, bez vlastního axonu.
 - Výběžky smyslových buněk jsou drážděny prouděním tekutiny **endolymfy** (v polokruhových kanálcích) nebo pohyby krystalků **otolitů** (utriculus a sacculus) – viz výše.
- 1. neuron: bipolární neurony **ganglion vestibulare**
 - Vestibulární ganglion leží na dně vnitřního zvukovodu (ve **fundus meatus acustici interni**) a obsahuje bipolární nervové buňky.
 - Dendrity bipolárních bb. oplétají báze smyslových buněk vestibulárního ústrojí a probíhají ve větvích vestibulární části n. VIII (v **n. utriculo-ampularis, n. saccularis, n. ampularis posterior**; viz n. VIII).

- Axony bipolárních bb. probíhají ve vestibulární části n. VIII, poté vstupují do mozkového kmene, kde končí synapsí na buňkách vestibulárních jader.
- 2. neuron: nucleii vestibulares
 - Nucleii vestibulares - superior (eponymium Bechtěrev), medialis (Schwalbe), lateralis (Deiters) a inferior (Roller) leží pod area vestibularis fossa rhomboidea na přechodu oblongaty a pontu. Počítá se k nim i tzv. nucleus x.
Vestibulární jádra se liší kromě polohy i zapojením s mozečkem či míchou. Např. Deitersovo jádro prakticky nedostává aferenty z vestibulárního aparátu, zato je zapojeno v cerebello-vestibulo-spinálním směru.
 - Jejich axon spojuje vestibulární kmenová jádra s kontralaterálním thalamem. Po zkřížení probíhá v **lemniscus medialis**.
- 3. neuron se nachází ve specifických jádrech thalamu (okrajová zóna VPM). Axony vedou z thalamu do primární vestibulární kůry mozkové, nacházející se v těsném sousedství primární sluchové kůry a částečně v primární senzitivní kůře.

Funkce: uvědomování si polohy a pohybů hlavy. Představu o poloze hlavy ale člověk získává souběžně i ze zrakového ústrojí a proprioceptorů krčních svalů. Důležitější jsou proto odbočky 2. neuronu do fasciculus longitudinalis medialis a spojení s vestibulárním mozečkem. Další odbočky vedou do míchy, RF apod.

Porucha dráhy: typickým projevem poruchy vestibulární dráhy či fasciculus longitudinalis medialis je nystagmus: jde o ujíždění očních bulbů na jednu stranu, přičemž bulby se rychlými pohyby vracejí zpět. Nystagmus však může mít i jiné příčiny.

SLUCHOVÁ DRÁHA

Sluchová dráha je 4-neuronová aferentní smyslová dráha se zakončením v primární sluchové kůře.

- Receptory = sekundární smyslové buňky, uložené v **Cortiho ústrojí** blanitého hlemýždě.

Vznik nervového vzruchu: - viz výše (blanitý labyrint).

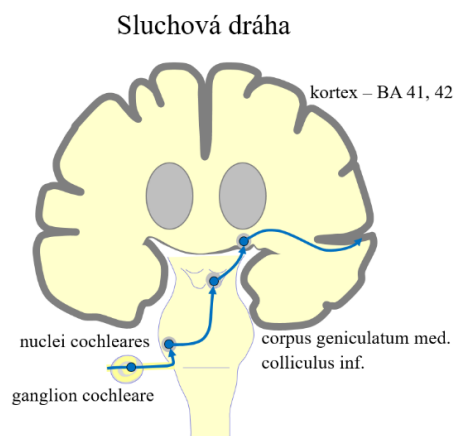
- 1.neuron: bipolární nervové buňky **ganglion cochleae**
 - Senzorické **ganglion cochleare** leží v kostěném hlemýždi vnitřního ucha v jeho modiolu (ganglion má tvar jako závit na dřívku šroubku, proto též **ggl spirale cochleae**). Stejně jako vestibulární ganglion obsahuje bipolární neurony.
 - Jejich dendrity kontaktují s bázemi smyslových buněk **Cortiho ústrojí**,

- jejich axony probíhají ve sluchové části nervus VIII (viz n. VIII – **n. vestibulo-cochlearis**), následně vstupují do kmene mozku v angulus pontocerebellaris a končí synapsí v kochleárních kmenových jádrech.
- 2. neuron: ncll. cochleares ant. et post.
 - Jádra uložena zcela laterálně v cípu fossa rhomboidea pod tuberculum acusticum.
 - Axon spojuje kochleární jádra s jádry v colliculus inferior.
 - 2. neuron se kříží, po zkřížení vytváří další z lemnisků - **lemniscus lateralis**.
- 3. neuron: colliculus inferior
 - Uložen v tektu mezencefala.
 - Axony vedou z colliculus inferior do corpus geniculatum mediale v metathalamu. Oba útvary propojené tímto průběhem se někdy označují jako podkorová sluchová centra.
- 4. neuron: corpus geniculatum mediale
 - Součást metathalamu, funkčně řazeno k jádrům thalamu.
 - Axony vedou do primární sluchové kůry v předním gyrus temporalis transversus = **Heschlův závit**, BA 41,42.
 - Dráha je vedena v okrajové části capsula interna – v pars sublenticularis jako tzv. **radiatio acustica**.

Celá sluchová dráha, včetně primární sluchové kůry je tonotopicky organizována.

Dráha je ve skutečnosti složitější o řadu vmezeřených jader v průběhu 2. neuronu (**ncl. olivaris sup.**, **ncl. corporis trapezoidei**) a malé množství nezkřížených vláken apod.

Odbočky ze sluchové dráhy vycházejí z 2. a z 3. neuronu např. k uskutečnění motorických reflexů. Příkladem může být stapediový reflex (k utlumení silných zvukových podnětů) prostřednictvím RF nebo akusticko-motorické reflexy (ohlédnutí) prostřednictvím FLM.



Obr. 78.

DALŠÍ SMYSLY

K smyslům dále přiřazujeme kožní a orgánovou citlivost, propiocepci, čich a chuť. Čichový a chuťový aparát spolu se zrakovým ústrojím a oběma částmi ucha počítáme mezi tzv. speciální smyslové orgány.

Receptory čichu a chuti jsou podrobně probírány v histologii, vedení nervových impulzů (příslušné hlavové nervy + nervové dráhy) je popsáno v kapitole Hlavové nervy.