

3. PODROBNĚJŠÍ FUNKČNĚ-ANATOMICKÉ POPISY ČÁSTÍ PNS A CNS

MEDULLA SPINALIS – páteřní mícha

A. Einstein (1879-1955) prohlašoval, že vojenskými záležitostmi vždy hluboce opovrhoval. Když viděl člověka, kterému dělá potěšení pochodovat v šiku při muzice, říkal si, že svůj velký mozek obdržel omylem - úplně by mu stačila mícha. Ale bez míchy by zatím žádný velký duch nemohl své myšlenky nikomu ani sdělit, ani prakticky nepyblivý britský astrofyzik Stephen Hawking (nar. 1942, autor mj. Stručné historie času, bestseleru, který znají všichni, ale jen málokdo ho dočetl do konce). Od svých 32 let trpí amyotrofickou laterální sklerózou, generativní poruchou motoneuronů (supraspinálních, t.j. korových a dalších) a spinálních, míšních. Nyní se neobejde bez pomoci pečovatelů a i když si zahrál i ve Star Treku, komunikuje jen pomocí počítače, který ovládá svými prsty se zbytky míšní motoriky.

11.2.1 Makroskopická stavba míchy

Mícha - medulla spinalis - je ventrodorzálně oploštělý provazec nervové tkáně. Její délka je 40-45 cm. Mícha je uložena v páteřním kanálu, v obalech centrálního nervstva: dura mater, arachnoidea a pia mater spinalis. Začátek míchy a její rozhraní s mozkovým kmenem udává výstup prvního krčního nervu (C 1) nebo křížení pyramidové dráhy (pohybové dráhy z precentrální kůry do míchy, která je základem našich volných pohybů) - decussatio pyramidum, které je patrné na ventrální ploše míchy. Začátek míchy se promítá proti hornímu okraji obratle atlasu.

Mícha je kratší než páteřní kanál a její kaudální konec (conus medullaris, kónus) dosahuje u muže do výše meziobratlové ploténky mezi obratli L1 a L2 (L-lumbální, bederní), u ženy do výše obratlového těla L2. Na conus medullaris navazuje tenký gliový provazec - filum terminale, který ve výši obratle S2 srůstá s dura mater a s periostem.

V embryonálním období má mícha stejnou délku jako páteřní kanál. Od 4. měsíce roste páteř a páteřní kanál rychleji než mícha a mícha se tedy relativně zkracuje. U novorozence dosahuje kaudální konec míchy do výše obratlového těla L3.

Kaudálně od conus medullaris (kaudálně od obratlového těla L2) páteřní kanál obsahuje dlouhé kořeny lumbálních a sakrálních nervů - cauda equina. Tyto kořeny sestupují v durálním vaku až do místa výstupu z páteřního kanálu.

Na míše jsou patrná dvě vřetenovitá rozšíření: krční rozšíření - intumescentia cervicalis (v úrovni obratlů C3-Th2) - a bederní rozšíření - intumescentia lumbalis (v úrovni obratlů Th10-L2). Z intumescencí vystupují motorické a senzitivní nervy zásobující horní a dolní končetinu. Pro inervaci velkého množství končetinových svalů a pro inervaci rozsáhlého kožního povrchu končetin je zapotřebí větší neuronální aparát než pro svalovou a kožní inervaci krku nebo hrudníku.

Na povrchu míchy po celé její délce jsou viditelné podélné zářezy: dorzálně je sulcus medianus dorsalis, ventrálně je hluboký zárez - fissura mediana ventralis - a v místech výstupu míšních kořenů je sulcus ventrolateralis a sulcus dorsolateralis. Mícha má bílou až nažloutlou barvu, která je podmíněna svazky myelinizovaných vláken na jejím povrchu.

Axony zajišťující spojení mezi CNS a ostatními částmi těla tvoří periferní nervy. Část periferních nervů, vystupujících z míchy a označovaných jako míšní nervy - nn. spinales, začíná na povrchu míchy jako kořenová vlákna - fila radicularia. Kořenová vlákna se spojují a vytvářejí přední míšní kořeny radices anteriores - a zadní míšní kořeny - radices posteriores. Před vstupem do foramen intervertebrale je na zadním kořenu patrné vřetenovité ztluštění, označované jako ganglion spinale.

Spinální ganglia a ganglia hlavových nervů (n. V., n. VII, n. IX. a n. X.) obsahují pseudounipolární neurony. Z buněčného těla těchto neuronů vystupuje vždy jeden výběžek, který se dichotomicky dělí na výběžek dendritický a axonální. Proto se

tyto neurony označují také jako "T-buňky". Oba výběžky - dendritický i axonální - mají stejnou strukturu. Dendritické výběžky (vlákna) představují senzitivní složku periferního nervu a vedou vzruchy ze senzitivních zakončení k T-buňce. Axonální výběžek (vlákno) odvádí vzruchy do míchy.

Při výstupu z foramen intervertebrale se zadní a přední míšní kořen spojují a vytvářejí míšní nerv n. spinalis. Z funkčního hlediska jsou přední míšní kořeny motorické, tj. obsahují vlákna (axony) vedoucí nervové vzruchy z míchy do svalů. V některých míšních segmentech (C8-L2) přední míšní kořeny obsahují vedle motorických vláken i pregangliová vlákna sympatická a v segmentech S2-S4 pregangliová vlákna parasympatická. Zadní míšní kořeny jsou senzitivní a vedou nervové vzruchy z buněk spinálních ganglií do míchy. Míšní nervy jsou tedy smíšené a obsahují vlákna motorická i vlákna senzitivní. Při poraněních míšních nervů proto nacházíme poruchy činnosti svalů (obrný) zároveň s poruchami kožního cití (snížená nebo chybějící citlivost kůže).

Ze vztahu míšních kořenů a míšního nervu je odvozen koncept míšního segmentu (obr. 11.5).

Míšní segment je část míchy, ze které vystupují fila radicularia do předního a zadního kořenu jednoho míšního nervu.

Počet míšních segmentů odpovídá počtu párových (napravo a nalevo vystupujících) míšních nervů.

Dohromady má lidská mícha **31 párů** míšních nervů a **31** míšních segmentů. Z toho je **osm** krčních segmentů - segmenta cervicalia (C1-C8, přestože savci mají jen 7 krčních obratlů!), **dvanáct** hrudních segmentů - segmenta thoracica (Th1-Th12), **pět** bederních segmentů - segmenta lumbalia (L1-L5), **pět** křížových segmentů - segmenta sacralia (S1-S5) - a jeden až tři kostrční segmenty, segmenta coccygea.

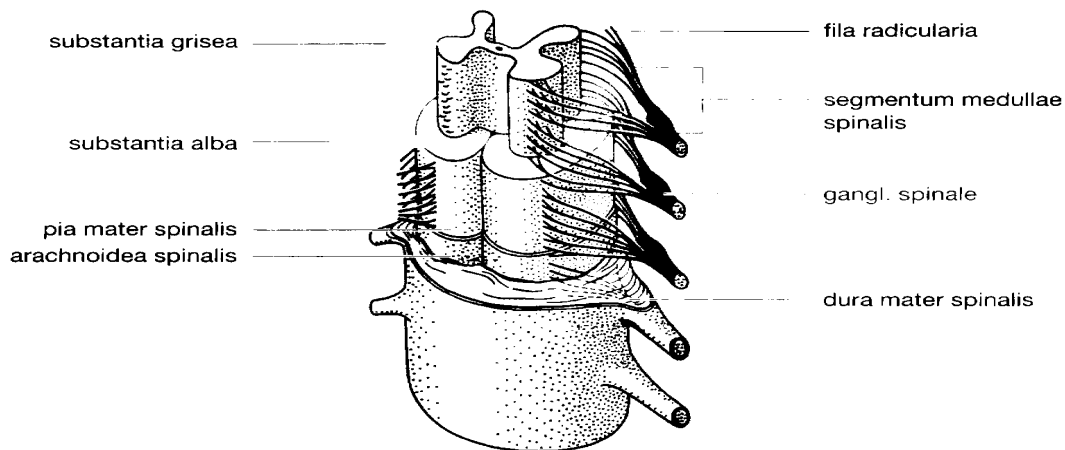
Stavba míchy

Vnitřní stavba míchy je dobře patrná na příčném průřezu. Mícha je tvořena šedou hmotou (substantia grisea), která má tvar písmene H nebo tvar motýlka. Šedá hmota je obklopena pláštěm bílé hmoty (s. alba), provazci to většinou myelinizovaných n. vláken –axonů, vedoucích ascendentně (vzhůru), descendentně (dolů) či zkříženě (např. zkřížení hybných pyramidových drah na přechodu z prodloužené míchy v páteřní míchu na vedoucích z motorické kůry telencefala –precentrální oblast, viz dále- k motoneuronům předních .

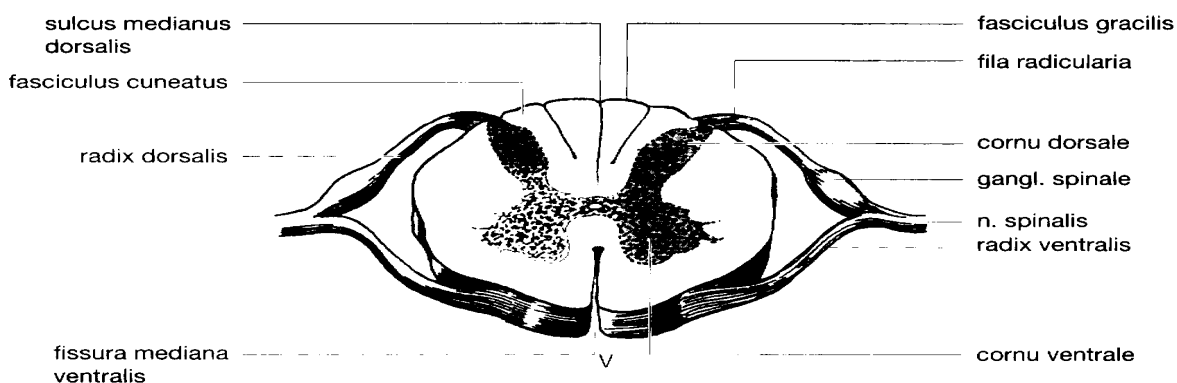
· Substantia grisea vybíhá dorzálně do zadních rohů - cornua dorsalia - a ventrálně do předních rohů - cornua ventralia. Mezi předními a zadními rohy je zona intermedia (neurony autonomních nervů). Centrálně uložená část šedé hmoty okolo centrálního kanálku - canalis centralis - se označuje jako zona centralis. Zadní míšní roh se dále dělí na dorzální hrot - apex cornu dorsalis, který se ventrálně rozšiřuje do caput cornu dorsalis. Zadní roh je spojen se zona intermedia zúžením - cervix cornu dorsalis. Co je významné, šedá míšní hmota obsahuje několik populací neuronů a dále se dělí na **jádra** nebo na **páskovité lamely** .

· Substantia alba je výstupem předních a zadních míšních kořenů rozdělena na zadní, postranní a přední provazec - funiculus dorsalis, lateralis et ventralis. Zadní míšní provazce jsou mělkým zářezem - sulcus intermedius - dále rozděleny na fasciculus gracilis a na fasciculus cuneatus.

Bílá míšní hmota je tvořena svazky myelinizovaných a nemyelinizovaných vláken (axonů). Svazky vláken, které mají společný začátek, tvoří **míšní nervové dráhy**. Jednotlivé nervové dráhy neprobíhají v bílé hmotě izolovaně, ale u sousedících drah se jejich okrajové partie překrývají. Podle průběhu a orientace vláken se míšní dráhy dělí na **vzestupné (ascendentní)** a **sestupné (descendentní)**.



Míšní segment



Příčný řez míchou

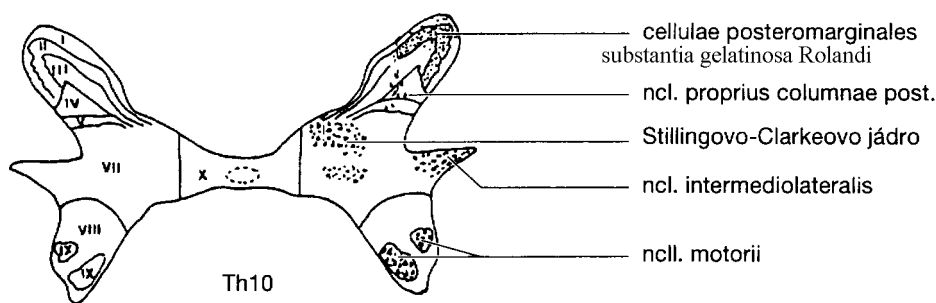
V – ventrální plocha

Ascendentní dráhy (vzestupné) mají začátek v míše a míří do vyšších etází CNS. Descendentní, sestupné dráhy začínají v mozkové kůře nebo v mozkovém kmene a končí v míše.

Neurony a organizace šedé míšní hmoty

Neurony tvořící šedou míšní hmotu se dělí do několika kategorií:

- **Buňky provazců - cellulae funiculares** - převažují v zadních míšních rozích a v zona intermedia. Jejich axony vstupují do bílé hmoty a míří do mozkového kmene a do talamu.
- **Interneurony** spojují jednotlivé oblasti šedé míšní hmoty v rámci segmentu (např. zadní roh se zona intermedia nebo s předním míšním rohem). Do této kategorie se počítají i neurony, jejichž axony vstupují do bílé míšní hmoty a končí ve výše nebo níže uložených segmentech.
- **Motoneurony α** jsou uloženy v předních míšních rozích. Jejich buněčná těla jsou



Uspořádání Rexedových zón (I–X) ve výši Th10

multipolární a dosahují velikosti 60-100 μm . Axony opouštějí míchu v předních míšních kořenech, vstupují do míšních nervů a končí nervosvalovými synapsemi (motorické ploténky) na vláknech příčně pruhovaných svalů. Lze je fluorescenčně obarvit retrográdním (zpětným) transportem nějakého barviva vpraveného injekčně do břicha svalů které inervují a na živých míšních řízcích je můžeme dobře rozpoznat a studovat třeba elektrofyziologickou metodou terčíkového zámku a pod pro experimenty u zvířat.

α -motoneurony jsou v předních míšních rozích uloženy v komplexu několika jader. Jádra mediální **nucleus dorsomedialis et nucleus ventromedialis** inervují šíjové, zádové a trupové svalstvo. Jádra laterální - **nucleus centralis, nucleus ventrolateralis et nucleus dorsolateralis** - inervují svalstvo končetin. Jádra mediální jsou patrná v celém rozsahu míchy, jádra laterální jsou rozlišitelná pouze v oblasti intumescencí (dvou ztlustěnin). α -motoneurony inervují extrafuzální svalová vlákna, t.j. všechna hlavní vlákna, ležící mimo svalová věténka.

- **Motoneurony γ** mají menší buněčná těla (do 40 μm) a jejich axony mají stejný průběh jako axony α -motoneuronů, liší se však zakončením. Axony γ -motoneuronů končí na intrafuzálních svalových vláknech, t.j. na svalových vláknech uvnitř svalových proprioceptorů - větének. Tato vlákna, dvojího typu s jádry buď v řadě nebo na hromádce (nucleus bag fibres), regulují předpětí celého systému podle momentálního natažení celého svalu.

- **Viscerální motoneurony** jsou uloženy v laterální části zona intermedia, v ncl. intermediolateralis, tvoří boční, laterální rohy s. grisea.

V rozsahu segmentů C8-L2 jsou to *pregangliové neurony sympatiku* a v sakrálních segmentech S2-S4 o *pregangliové neurony parasympatiku*.

Všechny popsané typy motoneuronů produkují mediátor (neuropřenašeč) acetylcholin, vylučovaný z jejich zakončení nejspíš ze synaptických váček kvantově; ACh je uvolňován na nervosvalových ploténkách motoneuronů α i γ a na synapsích v autonomních (sympatických a parasympatických) gangliích nekvantově a má pak modulační účinek.

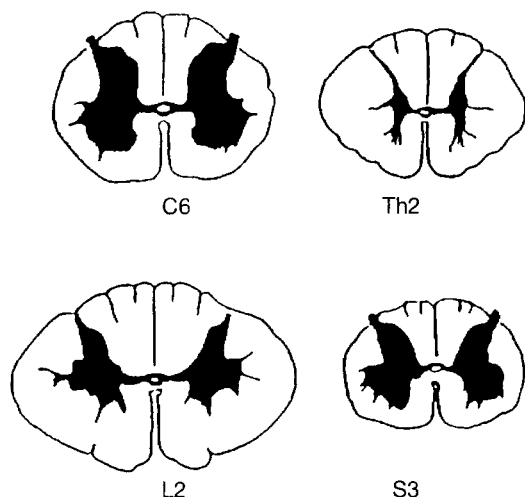
Činnost míšních neuronů významně ovlivňují *sensorické* neurony spinálních ganglií (pseudounipolární neurony, T-buňky), jejichž axony vstupují do míchy zadními míšními kořeny a končí synapsemi ve všech oddílech šedé míšní hmoty buď přímo na motoneuronech monosynaptické dráhy – českový reflex- nebo na vmezeřených interneuronech (např. **inhibiční Renshawovy** buňky-viz míšní reflexy), které pak motoneurony buď aktivují (např. stah svalů flexorových skupin), nebo inhibují (současné povolení protilehlých skupin extensorů).

Šedou míšní hmotu je možno členit dvěma způsoby: Starší členění popisuje šedou míšní hmotu jako *soubor jader*. Například v zadním míšním rohu se popisuje: ncl. apicalis, substantia gelatinosa (vrátková realizace bolesti), ncl. proprius, ncl. Stilling-Clarkovo, ncl. intermediomedialis a ncl. intermediolateralis. Stejným způsobem byla popisována i jádra motoneuronů.

Nyní se člení šedá míšní hmota **podle Rexeda** (B. Rexed, 1952). Šedou míšní hmotu dělíme na deset transverzálně orientovaných lamel nebo lamin, které se liší hustotou a velikostí neuronů a jejich dalšími charakteristikami (obrázek). Lamina I-VI vyplňují zadní míšní roh,

lamina VII je v oblasti zona intermedia, lamina VIII a IX jsou v předním míšním rohu a obsahují motoneurony a lamina X obkružuje centrální míšní kanálek. Uvedeme alespoň stručné charakteristiky jednotlivých lamin a jejich srovnání s klasickými jádry:

- Lamina I je tenká buněčná vrstvička kryjící hrot zadního rohu. Odpovídá ncl. apicalis.
- Lamina II a III je tvořena hustě uspořádanými interneurony. Odpovídá substantia gelatinosa Rolandi, kde se nacházejí neurony, které vypracovávají a přepojují bolestivé podněty (viz Melzackovu a Wallovu vrátkovou teorii bolesti v oddílu Speciální).
- Lamina IV a V obsahují neurony označované jako buňky provazců. Z těchto vrstev vystupují vlákna, která tvoří tractus spinothalamicus, spinothalamicus et spinothalamicus. Kondenzace neuronů v těchto vrstvách se označuje jako ncl. proprius.



Sectiones medullae spinalis

Na obr. **sectiones medullae spinalis** jsou řezy míchou ve výšce daných segmentů. Jest zde viděti hezké motýlkové profily s křídly šedé hmoty s ventrálními (dole), dorsálními (nahore) a laterálními (po stranách) *roh* *míšními* a jejich variabilitu.

- Lamina VI je zřetelně vytvořena pouze v intumescencích (zduřeních míchy v segmentech odstupů končetin). Obsahuje buňky provazců, jejichž axony tvoří tractus spinocerebellares a tractus spinothalamicus. · Lamina VII vyplňuje zona intermedia a v intumescencích zasahuje i do předního míšního rohu. Obsahuje interneurony zajišťující spojení uvnitř míšního segmentu i mezi několika sousedními segmenty. V lamina VII končí většina vláken sestupných míšních drah. V laterální části lamina VII je patrný ncl. intermediolateralis (pregangliové neurony autonomního nervového systému). Mediálně od něj leží ncl. intermediomedialis, jádro, ve kterém končí viscerosenzitivní vlákna.
- Lamina VIII obkružuje mediální motoneurony a kromě motoneuronů (lamina IX) obsahuje i interneurony. Končí zde většina vláken "mediálního systému" míšních drah.
- Lamina IX je sumární označení pro míšní motoneurony seskupené do několika jader míšních drah.
- Lamina X obkružuje centrální míšní kanálek. Obsahuje interneurony a zkřížená vlákna.

Míšní dráhy

Bílá míšní hmota je tvořena sestupnými a vzestupnými míšními dráhami. Vzestupné míšní dráhy jsou senzitivní, sestupné dráhy jsou motorické. K těmto dvěma základním systémům se řadí vzestupné a sestupné dráhy propriospinální, které spojují blízké i vzdálené segmenty.

Senzitivní míšňí dráhy

Prvním neuronem **všech** senzitivních (vzestupných, aferentních) míšňích drah je **pseudounipolární neuron spinálního ganglia** (T-buňka, vzpomeňte si, jak vypadá). Periferní výběžky těchto neuronů (dendrity) tvoří senzitivní vlákna míšňích nervů, centrální výběžek (axon) vstupuje naproti tomu zadními míšňími kořeny do míchy. Pseudounipolární neurony spinálních ganglií jsou tedy **předřazeny** všem senzitivním *míšňím* dráhám a leží mimo mísu.

· Dráha zadních míšňích provazců - tractus fasciolorum posteriorum. Vlákna zadních míšňích kořenů se po vstupu do míchy rozdělí na mediální a laterální část. Mediální část vláken (silná, myelinizovaná rychle vedoucí vlákna) vstupuje do zadních míšňích provazců, kde tvoří tractus spinobulbaris. Vlákna tohoto traktu stoupají zadními míšňími provazci a dělí se na delší, vzestupnou, a kratší, sestupnou, kolaterálu. Vzestupná kolaterála končí v ncl. gracilis a ncl. cuneatus. Z obou kolaterál odstupují kratší větve, končící v šedé míšňí hmotě. Vlákna tractus spinobulbaris; **jsou somatotopicky uspořádána podle tzv. Kahlerova pravidla**. To říká, že ve fasciculus gracilis jsou uložena vlákna ze sakrálních, lumbálních a dolních hrudních spinálních ganglií, zatímco ve fasciculus cuneatus jsou to vlákna z horních hrudních a krčňích spinálních ganglií.

Vzestupná vlákna stoupající zadními provazci bez přerušení do ncl. gracilis a do ncl. cuneatus jsou často označována jak **primární aferentní vlákna**.

Většina kolaterál primárních vláken končí v zadním míšňím rohu v lamina IV. Navazující axony které vystupují z lamina IV, se vracejí zpět do zadních míšňích provazců a přidávají se k vláknům primárním jako sekundární aferentní vlákna. Oba typy vláken končí sice v ncl. gracilis a v ncl. cuneatus, ale v různých oblastech těchto jader. Primární vlákna končí v zona glomerularis, sekundární vlákna v zona reticularis. Je to makačka na bednu.

Neurony uloženy v zona glomerularis vysílají axony do mohutného svazku - **tractus bulbo thalamicus**. (bulbo=těž míšňí). Tento svazek se kříží v prodloužené míše (decussatio lemniscorum) a pokračuje jako lemniscus medialis mostem a středním mozkem do talamu. V talamu končí v ncl. ventralis posterolateralis, které je hlavním senzitivním jádrem talamu.

Vlákna vystupující ze zona reticularis se rozbíhají do mozečku, do tekta a do ncl. ruber. Část vláken, která ze zona reticularis míří do talamu, končí v zadních jádrech talamu.

Poslední úsek dráhy zadních míšňích provazců vystupuje z talamu z ncl. ventralis posterolateralis a jako tractus thalamocorticalis končí v gyrus postcentralis, v Brodmanově area 3, 1 a 2. Pokračování sekundárních aferentních vláken vystupujících ze zadních jader talamu končí v asociačních korových oblastech parietálního, temporálního a okcipitálního laloku mozkové kůry (area 5, 7, 21, 22, 18, 19) **Dráha zadních míšňích provazců tedy zajišťuje dotykové čítí, vibrační čítí a propriocepci** a vjemy končí často na hvězdicovitých buňkách IV. vrstvy mozkové kůry v sensorické oblasti **gyrus postcentralis**.

Pro tuto tříneuronovou dráhu se užívá také označení **lemniskový systém**.

Připomenme si některé kožňí **receptory (senzitivní nervová zakončení)**:

Vater-Pacciniho tělíska citlivá na rychlý posun kůže po povrchu,

Rufiniho tělíska, jež rozlišují postupné napínání kůže a

Merkelovy disky v epidermis, rozlišující vtlačování až bolest. Volné nervové vlákno je ve spojení s Merkelovou buňkou v epidermis.

Proprioceptory jsou např. svalová a šlachová (Golgiho) tělíska. volná nervová zakončení zanořená do skupiny modifikovaných Schwannových buněk jsou dotyková Meissnerova tělíska.

Další dráhy, mající v názvu začátek (spino = míšňí) a konec kdesi nahoře:

· *Tractus spinothalamicus* - tenká vlákna zadního míšňího kořene - vstupuje do zadního míšňího rohu a končí v lamina I, II a IV. Neurony uloženy v lamina I, IV a V vysílají

vlákna do spinotalamické dráhy.

Vlákna této dráhy kříží střední rovinu, vstupují do druhostranných postranních a předních míšních provazců a těmito provazci stoupají míchou do mozkového kmene. V prodloužené míše je svazek uložen nad olivou, v mostu se přidává k lemniscus medialis a po průchodu mezencefalem vstupují vlákna spinotalamické dráhy do talamu, kde končí v ncl. ventralis posterolateralis, v ncl. intralaminare a v ncl. posterior thalami.

Tato dráha vede signály bolesti, tepla a chladu a dotykového čítí. Dráha je v celém průběhu somatotopicky uspořádána. V míše jsou vlákna z krčních segmentů uložena mediálně a vlákna z lumbosakrálních segmentů laterálně. Vlákna vedoucí tepelné signály jsou ve svazku uložena dorzálně, vlákna bolesti uprostřed a vlákna dotykového čítí leží ventrálně.

Spinotalamická dráha za svého průběhu vydává četné kolaterály do jader retikulární formace a do tekta.

Část vláken spinotalamické dráhy se nekříží a stoupá stejnostrannými postranními míšními provazci v sestavě propriospinálních drah do horních krčních segmentů C1 a C2. Po přepojení v zadních míšních rozích těchto segmentů se vlákna kříží a přidávají se k vláknům zkřížené spinotalamické dráhy. Podobně jako lemniskový systém i spinotalamická dráha má vlákna primární, která se kříží v segmentu svého vzniku, a vlákna sekundární, která se kříží až v horní krční míše.

Spinotalamická dráha je "dráha bolesti". Bolest, která je v této dráze vedena, je bolest ostrá a řezavá. Bolestivé podněty se šíří rychle vedoucími vlákny do talamu, kde vzniká bolestivý vjem.

Vlákna spinotalamické dráhy končící v ncl. ventralis posterolateralis vedou signály, na jejichž základě je bolest lokalizována. Signály bolesti končící v intralaminárních a v posteriorních talamických jádrech jsou pravděpodobně zodpovědné za emoční doprovod bolestivých podnětů. Pro vnímání bolesti je postačující talamická úroveň. Navazující talamokortikální projekce, které odvádějí signály bolesti z ncl. ventralis posterolateralis, z intralaminárních a z posteriorních talamických jader, aktivují rozsáhlé korové oblasti.

· *Tractus spinoreticularis* vystupuje z neuronů uložených v lamina IV-VII. Většina vláken však vystupuje z lamina V a VII. Vlákna se zčásti kříží a zkřížená i nezkřížená vlákna stoupají předními míšními provazci a přední částí postranních provazců do mozkového kmene. Většina vláken končí v mediálních jádrech retikulární formace prodloužené míchy a mostu.

Na spinoretikulární dráhu navazují další spoje, které vystupují z retikulární formace a končí v talamu a v hypotalamu.

Zkřížená složka spinoretikulární dráhy vede také signály bolesti. Bolest vedená touto dráhou se označuje jako bolest pomalá, tupá, těžko lokalizovatelná. Signály bolesti jsou v retikulární formaci přepojeny na dráhu retikulotalamickou, která končí v mediálních a v zadních jádrech talamu.

Spinoretikulární dráhou (převážně její nezkříženou složkou) jsou přiváděny signály, které jsou dále přepojovány do aktivačného systému retikulární formace. Projekce z retikulární formace označovaná jako její aktivační systém končí v intralaminárních jádrech talamu. Z těchto jader se navazující talamokortikální projekcí aktivuje kůra celého frontálního a parietálního laloku.

· *Tractus spinotectalis* je tvořen vlákny, která vystupují z lamina IV a V. Vlákna se v míše kříží, přidávají se k spinotalamické dráze a končí v tektu - v hlubokých vrstvách colliculi superiores.

· *Tractus spinocerebellaris dorsalis* vystupuje z neuronů uložených v bázi zadního míšního rohu (ncl. Stillings-Clark) v lamina V a VI v segmentech Th1-L2. Vlákna se nekříží a stoupají postranními míšními provazci a skrze dolní stonky mozečku pedunculi cerebellares caudales - se dostávají do mozečku, kde končí v kůře spinálního mozečku. Touto dráhou se do mozečku dostávají signály z trupu a z dolních končetin. (Příklad: signály z pravé poloviny trupu a z

pravé dolní končetiny se dostávají do pravé hemisféry mozečku.)

Do spinocerebelárních drah jsou přiváděny informace ze svalových a šlachových receptorů (propriocepce) a z kožních receptorů.

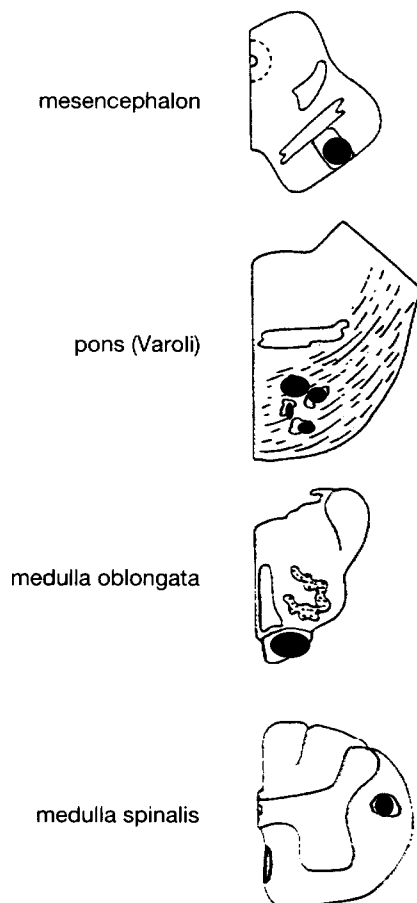
· *Tractus spinocerebellaris ventralis* začíná z neuronů uložených převážně v lamina VII (interneurony) lumbálních a sakrálních míšních segmentů. Vlákná se kříží a cestou druhostranných postranních míšních provazců se dostávají do kmene. Po průchodu kmenem vstupují do horních stonků mozečku - pedunculi cerebellares craniales. V mozečku se většina vláken znovu kříží.

Touto dráhou jsou vedeny signály z proprioceptorů a z kožních receptorů kontralaterální dolní poloviny trupu a kontralaterální dolní končetiny.

Informace z proprioceptorů a z kožních receptorů horní poloviny trupu a horní končetiny jsou vedeny do mozečku cestou *tractus cuneocerebellaris*, který vystupuje z prodloužené míchy, z ncl. cuneatus lateralis (externus).

Motorické míšní dráhy

· *Pyramidová dráha - tractus corticospinalis* - začíná z rozsáhlé korové oblasti, která zahrnuje gyrus praecentralis (area 4), zadní část frontálních gyrů (area 6), gyrus postcentralis (area 3, 11, 2) a přední parietální oblast (area 5, 7). Výchozí korové neurony jsou uloženy v V. korové vrstvě uvedených polí. Dráha obsahuje v průměru asi 1 milion vláken. Nejsilnějšími vlákny jsou axony velkých Becových buněk V. korové vrstvy.



Průběh pyramidové dráhy mozkovým kmenem (černé oválky)

Vlákna pyramidové dráhy vstupují do capsula interna, kde sestupují v jejím zadním raménku. Poté procházejí crura cerebri. V mostu se kompaktní svazek pyramidové dráhy dělí do mnoha drobných svazečků, které procházejí bazální částí mostu (tzv. roztržštěné svazky pyramid). V prodloužené míše se vlákna opět spojují a jsou patrná na její bazální ploše jako pyramides (medullae oblongatae). Na rozhraní prodloužené míchy a hřbetní míchy kříží vlákna střední čáru (decussatio pyramidum) a většina vláken (asi 80 %) vstupuje do postranních míšních provazců. Nezkřížená vlákna sestupují předními míšními provazci (tractus corticospinalis lateralis et ventralis). Většina vláken pyramidové dráhy končí v segmentech míšních intumescencí.

Po vstupu do šedé míšní hmoty se vlákna pyramidové dráhy rozbíhají třemi směry. Většina zkrížených vláken končí v oblasti interneuronů (lamina VII). Zbývající vlákna končí přímo na motoneuronech (lamina IX, kortikomotoneuronální spojení) a vlákna vystupující ze senzitivních polí gyrus postcentralis končí v oblasti báze zadního míšního rohu. Nezkřížená vlákna probíhající v tractus corticospinalis ventralis končí v mediální oblasti předního míšního rohu na interneuronech i motoneuronech. V celém svém průběhu je dráha somatotopicky uspořádána, takže v míše jsou vlákna určená pro horní končetinu uložena mediálně a vlákna pro dolní končetinu leží laterálně.

Mediátorem kortikospinálního spojení je glutamát, který má excitační vliv na cílové míšní neurony.

Pyramidová dráha je hlavní dráhou volní motoriky. Přerušení pyramidové dráhy má za následek druhostrannou obrnu končetin (hemiplegii). V experimentech na primátech bylo zjištěno, že přerušení pyramidové dráhy vede k závažnému poškození svalů končetin, zejména svalů distálních (akrálních). Ostatní svalové systémy (šijové, zádové a trupové svalstvo) nejsou poškozeny.

· *Tractus rubrospinalis* začíná ve velkobuněčné části ncl. ruber, ležícího ve středním mozku. Sestupuje laterální oblastí kmene do míchy, kde je dráha uložena před tractus corticospinalis lateralis. Končí na interneuronech v lamina VII a v lamina V-VI.

Rubrospinální dráha je u člověka malá a někteří autoři pochybují o jejím větším funkčním významu. Vlákna rubrospinální dráhy ovlivňují prostřednictvím interneuronů motoneurony flexorů. Na cílové neurony mají vliv excitační.

· *Tractus reticulospinalis* vystupuje ze všech částí retikulární formace (RF). Většina vláken však vychází z její oblongátové a pontinní části (tractus bulbospinalis, tractus pontospinalis). Tyto oblasti RF dostávají vlákna z motorické a premotorické korové oblasti (area 4, 6), takže mezi mozkovou kůrou a míchou je vytvořeno dvouneuronové spojení, označované jako tractus corticoreticulospinalis. Retikulospinální dráha má zkríženou i nezkříženou složku a její vlákna sestupují v postranních a v předních míšních provazcích. Tractus reticulospinalis se svou polohou zčásti překrývá s dráhou spinoretikulární. Vlákna z pontinní RF sestupují v předních míšních provazcích, zatímco vlákna z oblongátové RF sestupují v přední části postranních provazců. Vlákna retikulospinální dráhy končí v lamina V-VIII, a to převážně na míšních interneuronech. Menší část vláken má terminace na motoneuronech α i γ . Oblongátová část dráhy ovlivňuje spíše motoneurony proximálních končetinových svalů a pontinní část motoneurony axiálních svalů (šijových, zádových a břišních).

Axony retikulospinální dráhy bohatě kolateralizují do krční a lumbosakrální intumescence (ztluštění), takže v určitém okamžiku může dráha aktivovat velké množství svalů. Při elektrické stimulaci retikulospinální dráhy se proto popisuje excitace i inhibice motoneuronů. Inhibice reflexních a volních pohybů je vyvolána stimulací oblongátové části RF; zvýšení svalového tonu a reflexních pohybů je vyvoláno stimulací pontinní části RF.

· *Tractus tectospinalis* vychází z mezencefala (stř. mozku) z hlubokých vrstev colliculus superior. Po výstupu z horního hrbolku se dráha kříží (decussatio tegmenti dorsalis) a sestupuje mozkovým kmenem do druhostranných předních míšních provazců. U člověka jde o

dráhu slabou a krátkou. Většina vláken končí v horních krčních segmentech míchy v lamina V-VII. Větší část sestupných vláken z colliculus superior však končí v RF (tractus tectoreticularis) a signály ze zrakové části tekta se tak dostávají do míchy pomocí tektoretikulospinální dráhy. Vláknata tektospinální dráhy prostřednictvím interneuronů ovlivňují motoneurony inervující šíjové a krční svaly.

Funkcí tektospinální dráhy je zajišťování koordinovaných pohybů hlavy a očí v závislosti na změnách ve zrakovém poli.

- *Tractus vestibulospinalis* začíná z ncl. vestibularis lateralis Deitersi - Deitersovo jádro. Vláknata sestupují nezkříženě mediálními oblastmi kmene a předními míšními provazci. Končí v celém rozsahu míchy v lamina VII a VIII. Vestibulospinální dráha má excitační vliv na α i γ motoneurony, inervující axiální (šíjové a zádové) svaly a na vřetenkové γ motoneurony proximálních svalů končetin.

Funkcí vestibulospinální dráhy je upravování činnosti antigravitačních svalů a tím udržování vzpřímeného postavení trupu a šíje. Vestibulární jádra nejsou na rozdíl od mnoha kmenových struktur pod přímým korovým vlivem, ale aktivita vestibulárních jader a vestibulospinální dráhy je závislá především na signalizaci z vestibulárního ústrojí a z mozečku. (Proto opilá osoba někdy upadne, ať chce, nebo ne)

- *Tractus interstitiospinalis* vystupuje z rostrálního mezencefala - z ncl. interstitialis (Cajali). Vláknata tohoto svazku jsou nezkřížená a sestupují v sestavě vláken fasciculus longitudinalis medialis do předních míšních provazců. Většina vláken končí v krčních míšních segmentech, v lamina VII a VIII.

Interstitiospinalní dráha ovlivňuje aktivitu šíjového svalstva v závislosti na signalizaci z vestibulárních jader a ze zrakové dráhy.

Dráhy míšních reflexů

Jako reflex se označuje automatická (mimovolní) odpověď na nervový podnět. Každý reflex se skládá z reflexního oblouku, který má následující části:

- receptor - převádí podnět na akční potenciál,
- odstředivé raménko - primární senzitivní neuron (pseudounipolární neuron spinálního ganglia, T-buňka) - přivádí akční potenciál do CNS,
- reflexní centrum - zpravidla míšní segment, který zpracovává signály z receptorů,
- odstředivé raménko - motoneuron a jeho axon vedoucí akční potenciál k efektoru,
- efektor - kosterní sval, hladký a srdeční sval, myoepitelové buňky žláz.

Reflexní oblouky, které mají mezi aferentním a eferentním neuronem pouze jedinou synapsi, se nazývají **monosynaptické**. Reflexní oblouky se zařazenými interneurony (jeden a více) se označují jako bisynaptické a obecně polysynaptické. Reflexy zajišťují rychlé přizpůsobení organismu změnám v okolním prostředí. Reflexní reakce probíhají rychle, přesně a cíleně a uvádějí v činnost jen některé orgány nebo jejich části. Jsou nezbytným předpokladem pro zachování života organismu.

Reflexy se dělí podle receptorů, ve kterých vznikají akční potenciály vyvolávající reflexní odpověď.

Proprioceptivní reflexy

- Monosynaptické reflexy: patří k nim vřetenkový nebo napínací reflex. Receptorem je svalové vřetenko a odstředivé raménko tvoří neuron spinálního ganglia, který má synapsi na míšním a-motoneuronu. Odstředivé raménko je tvořeno a-motoneuronem a jeho axonem, který končí nervosvalovou ploténkou na kosterním svalu.

Příkladem monosynaptického reflexu je patelární reflex, kde poklep na šlachy m. quadriceps femoris (lig. patellae) vyvolá malé protažení celého svalu. Tím se podráždí svalové vřetenko, jejichž akční potenciály jsou převedeny na míšní motoneuron. Míšní motoneurony vyvolají kontrakci m. quadriceps femoris. (Patelární reflex probíhá přes míšní segmenty L2-L4.)

Obdobně uspořádané reflexní oblouky mají bicipitový reflex (C5), tricipitový reflex (C7) a

reflex Achillovy šlachy (LS-S2).

· Bisynaptické reflexy: součástí reflexního oblouku je inhibiční interneuron. Příkladem je šlachový reflex, který má receptor ve šlachovém Golgiho tělísku. Signály ze šlachového tělíska prostřednictvím inhibičního interneuronu vypínají motoneuron. Reflex tak tlumí svalovou kontrakci. Šlachová tělíska mají vyšší práh dráždivosti než svalová vřeténka, a proto se šlachové reflexy projeví až po reflexech napínacích.

Jiným příkladem propioceptivních reflexů je reflex reciproční inervace, kdy kolaterála dostředivého raménka končí u interneuronu, který inhibuje motoneurony antagonisty.

· Polysynaptické reflexy: do reflexního oblouku je zařazen větší počet interneuronů. Tyto reflexy mohou být monosegmentové i polysegmentové. Příkladem jsou topické napínací reflexy (monosegmentové) a šíjové reflexy (polysegmentové).

Exteroceptivní reflexy

Jde buď o obranné reflexy, nebo o reflexy udržující postoj. Receptory jsou v kůži (volná nervová zakončení, Meissnerova tělíska).

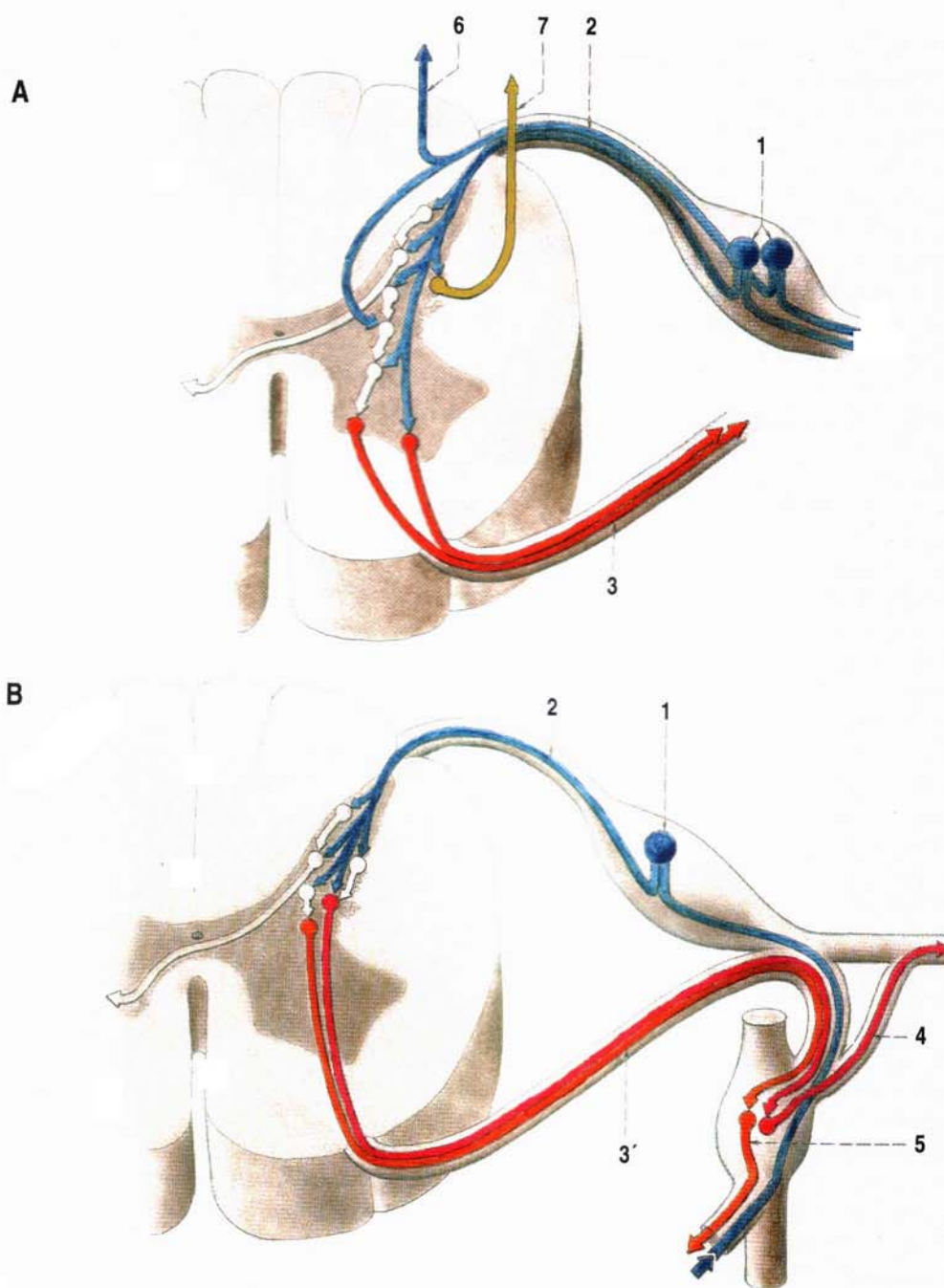
· Flexorový reflex začíná receptory pro bolest (volná nervová zakončení v kůži). Mezi dostředivým a odstředivým neuronem je interneuron, který akční potenciály převádí na motoneurony flexorů. Jde tedy o bisynaptický reflex. Bolestivé podráždění periferie vede ke svalové kontrakci flexorů a k rychlému odtažení končetiny. Současně je uveden do činnosti reflex reciproční inervace, který inhibuje antagonisty (extenzory).

· Extenzorový reflex je příkladem antigravitačního reflexu. Vyvolává se tlakem na chodidlo. Reflexní odpovědí je extenze končetiny. Extenzorový reflex, stejně jako reflex flexorový, patří mezi tříneuronové, bisynaptické reflexy.

Visceroceptivní reflexy

Na rozdíl od předchozích exteroceptivních reflexních oblouků vycházejí dráhy visceroceptivních oblouků z orgánových receptorů (visceroreceptorů). Demonstrovat vedení visceroceptivního oblouku můžeme na klinickém nálezů při zánětu pobřišnice (peritonitidě). Dráždění receptorů pobřišnice vede k reflexní odpovědi, kterou je stah svalů přední břišní stěny (défense musculaire). Zánět mozkových obalů (meningitida) vyvolává obdobnou reakci - reflexní stažení šíjového svalstva (tzv. strnutí šíje). Při pokusu o flexi hlavy přitom dochází k reflexní flexi v kyčelních kloubech. Tyto původně obranné reflexy jsou diagnosticky významné.

Reflex (název)	Míšní Segmenty	Způsob Vybavení	Vyvolaná svalová akce	Aferentní		Eferentní	
				rameno		rameno	
Bicepsový	CS-C6	poklep na lacertus fibrosus	flexe loket. kloubu			n. musculocutaneus	
Radio- Bicepsový	CS-C6	poklep na radius nad proc. Styloideus	flexe loketního kloubu (m. biceps, m. brachialis, m. brachioradialis)			n. musculocutaneus. n. radialis	
Pronační	C6	poklep na capitulum radii při semipronaci	lehká pronace předloktí (před- loketními svaly)	n. radialis		n. medianus.	
tricepsový	C6-C8	poklep na šlachu m. triceps brachii	extenze loketního kloubu			n. radialis	
Flexorů prstů	C8	poklep šlachy flexoru prstu	flexe prstů			n. medianus, n. ulnaris	
Kožní břišní horní	Th7-Th8	Podráždění kůže Nadbrříšku	stah svalů břišní stěny v nadbrříšku			nn. intercostales VII, VIII.	
Kožní břiš. střední	Th9-Th10	Podráždění kůže ve výši středu břišní stěny	stah svalů střední části břišní stěny			nn. intercostales IX., X.	
Kožní břiš. dolní	Th11-Th12	podráždění kůže : v podbrříšku	stah svalů v podbrříšku			n. intercostalis XI, n. subcostalis	
Kožní femoro-abd- ominální	Th12-L1	Podráždění kůže . v tříselné rýze	stah svalů v podbrříšku			n. subcostalis, n. iliohypogastricus, n. ilioinguinalis	
medio-pubický	Th7-Th12 a L2-L4	poklep na symfýzu při při flexi a abdukci stehen	Stah mm.recti abdominis A addukce stehna			nn. intercostales VII-XI, n. subcostalis, n. genitofemoralis, n. obturatorius	
kremasterový	L1-L2	Podráždění kůže Proximální části Vnitřní plochy stehna	stah m. cremaster (vzestup varlete)			n. genitofemoralis	
Patelární	L2-L4	poklep na Lig. patellae	extenze kolenního Kloubu			n. femoralis	
Adduktorový	L2-L4	Poklep na vnitřní Epikondyl femuru za flexe a abdukce v kyčelním kloubu	Addukce stehna			n. obturatorius	
Tibio- Femorální	L4-S1	Poklep na společný Úpon m. semi- Tendinosus a semi- Membranosus	stah m. semitendi- nosus a m. semi- Membranosus			Svalové větve z tibialní části n. ischiadicus	
Peroneo- Femorální	LS-S2	poklep na Úponovou šlachu m. biceps femoris	stah m. biceps Femoris			Svalové větve z fibulární části n. ischiadicus	
Achillovy šachy	LS-S2	poklep na Achillovu šlachu	flexe nohy			n. tibialis I	
Anterokrurální	L5-S2	Poklep na dorsální Stranu tarsu (při talokrurálním kloubu)	Extenze nohy			n. peroneus profundus	
medio- plantární	LS-S2	Poklep na střed Planty	flexe nohy a všech prstů	nn. plantares, n. tibialis		n. tibialis nn. plantares	
kožní plantární	S1-S2	Podráždění tahem jehly po zevní straně planty	flexe všech prstů (negativní Babinského reflex)	n. plantaris lateralis			
anální	S3-SS	Podráždění kůže anální krajiny	stah m. sphincter ani ext.	n. pudendus. Nn.anococcygei		n. pudendus	



SEGMENTOVÝ MÍŠNÍ REFLEX

A somatický reflex

B viscerální reflex

modře – přívod podnětů: dendrity pseudounipolárních buněk spinálního ganglia přicházejí ze somatoreceptorů nebo visceroreceptorů v periférii organismu; neurity vedou jako zadní míšní kořeny do šedé hmoty míšni

bíle – interneurony přenášející podnět na další neuron

červeně – motoneurony a jejich axony vedoucí předními kořeny míšními do periférie ke svalům nebo (u viscerálního reflexu) k orgánům

1 pseudounipolární buňky spinálního ganglia

2 zadní kořen

3 přední kořen

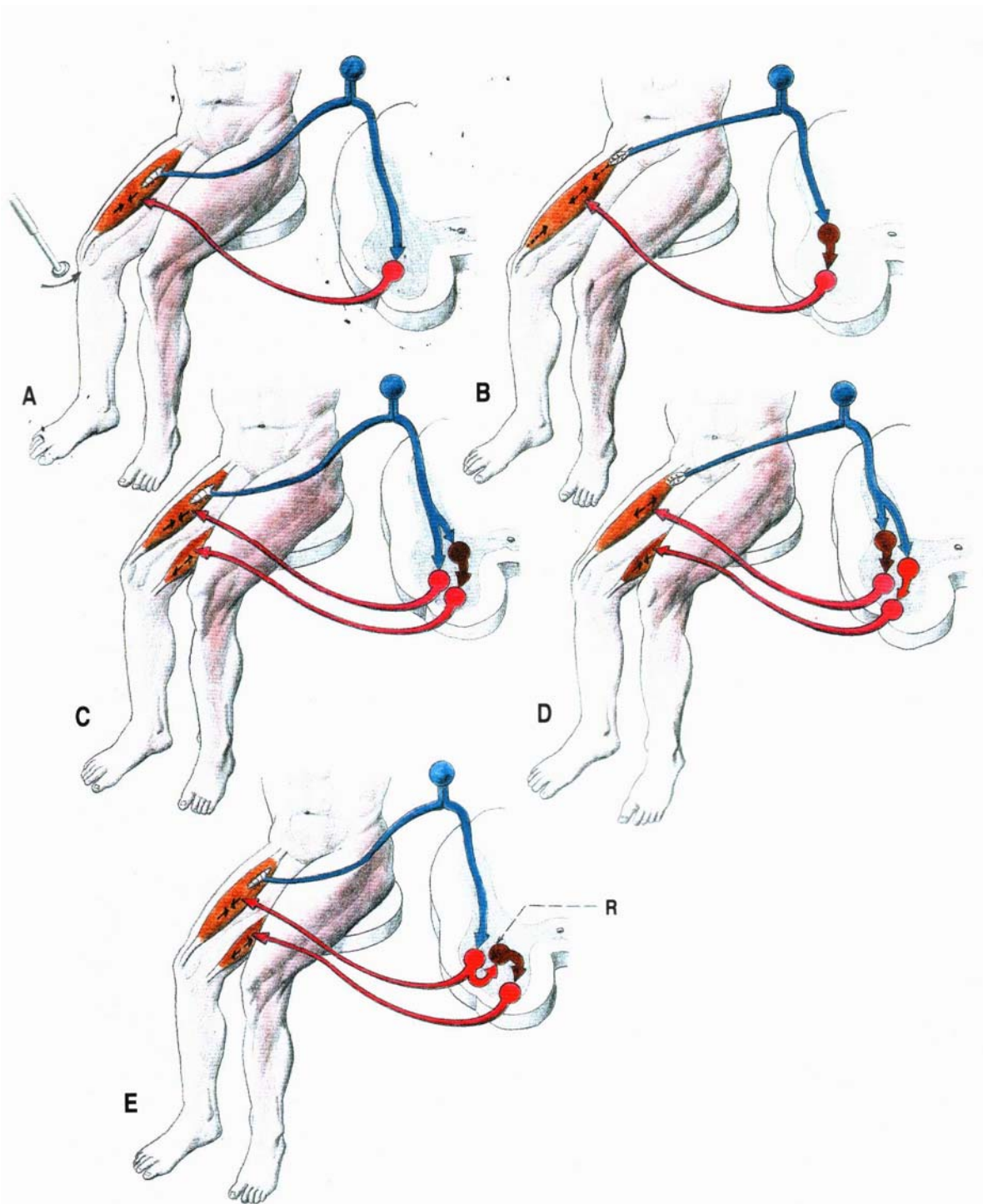
3' axony visceromotorických buněk jdou předním kořenem a jako ramus communicans albus odbočují z míšního nervu do ganglia kmene sympatiku

4 postgangliové vlákno (po přepojení na další buňku) vede z ganglionu trunci sympathici do periferního nervu a provází jej do periférie (ke žlázám, hladkým svalům, k cévám)

5 jiné postgangliové vlákno po přepojení na další buňku vede z ganglia sympatiku k vnitřním orgánům

6 odbožující vzestupné vlákno dráhy zadních provazců

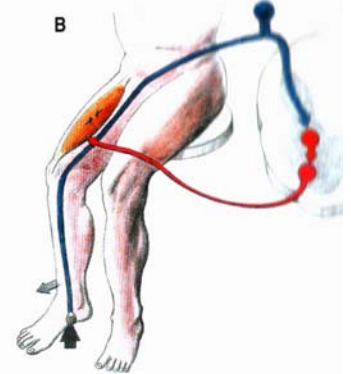
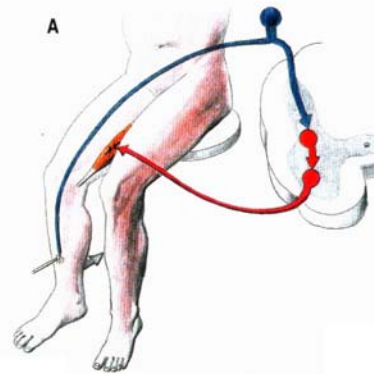
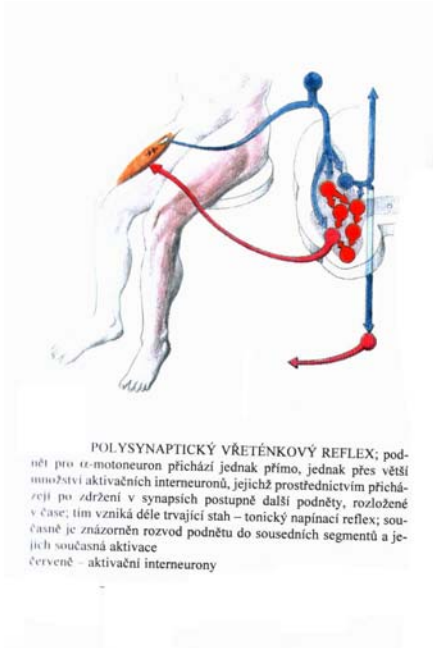
7 navazující vzestupná dráha, např. do mozečku

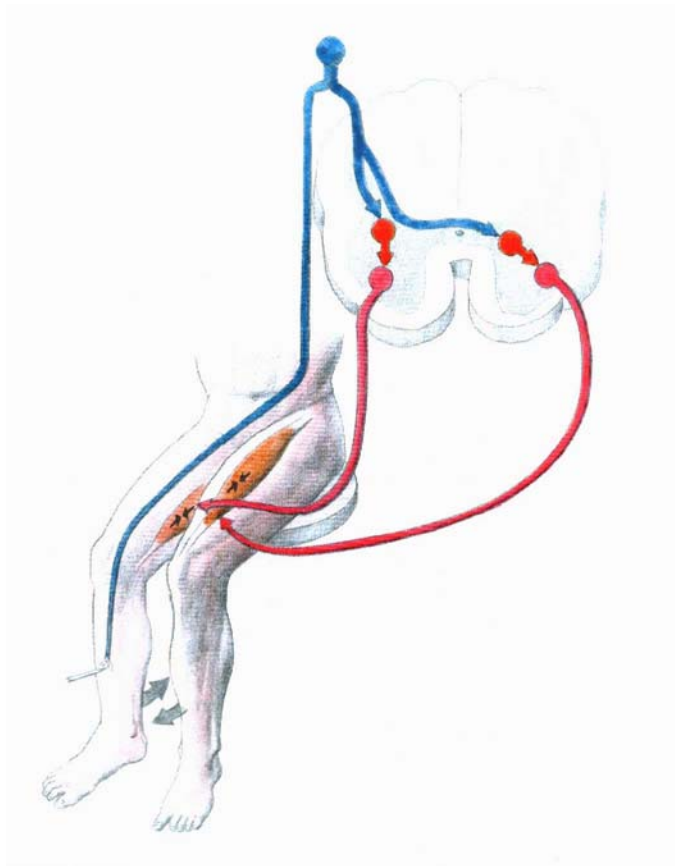


MONOSYNAPTICKÝ MÍŠNÍ REFLEX A BISYNAPTICKÉ REFLEXY

A-monosyn. napínací (vřeténkový) reflex-poklep na šlachu m.quadriceps femoris podráždí sval. vřeténka, impulsy jdou na α -motoneurony, které vyvolají stah a výkop. B-bisynaptický šlachový reflex s vloženým inhibičním n. Kontrakcí svalu je podrážděno šlachové vřeténko, vzruch převeden do míchy na inhibiční interneuron a ten tlumí α -motoneurony, takže stah povoluje. C-Reflex reciproční inervace při napínacím reflexu; inhibiční interneuron utlumí α -mn.pro stah antagonisty. D-reflex reciproční inervace při šlachovém reflexu; aktivací interneuron způsobí stah antagonisty, inhibiční intern. utlumí α -moton. pro stah svalu, z jehož šl. vřetének byl reflex iniciován. E-reciproční inervace pomocí Renshawovy buňky(R); obdoba reflexů C a D: zpětná kolaterála moton.aktivuje při napínacím reflexu inhibiční interneuron (v

tomto případě označovaný jako Renshawova buňka) a ten utlumí α -motoneuron pro stah antagonisty. Červeně-aktivační interneurony, hnědě- inhibiční interneuron.





ZKŘÍŽENÝ EXTENSOROVÝ REFLEX; funguje na principu stejnostranného flexorového bisynaptického reflexu (srov. obr. 206 A) a druhostranného extensorového bisynaptického reflexu (srov. obr. 206 B), na obou stranách prostřednictvím aktivačního interneuronu; na druhou stranu míchy podnět přichází kolaterálou axonu pseudounipolární buňky spinálního ganglia červeně – aktivační interneurony

Systema nervosum periphericum-periferní nervový systém

Patří z lékařského hlediska do kompetence neurologie. Říká se, že náplní práce neurologa je zkoumání, zda člověk, pošimrán na určitém místě, zacuká svaem na docela jiném místě, kde by to nikdo, až na neurologa, nečekal. (M. Urban, 1940)

NERVI SPINALES - MÍŠNÍ NERVY

Základní pojmy:

Míšní nervy - nn. spinales - zajišťují spojení míchy s periferními orgány. Skládají se z axonů (neuritů) nervových buněk uložených v míše (motoneuronů a autonomních neuronů) a z výběžků nervových buněk uložených ve spinálních gangliích.

Výběžky motoneuronů (lokalizovaných ve ventrálních rozích míchy a autonomních (vegetativních) neuronů (umístěných v bočních, laterálních rozích míšní šedé hmoty) jsou odstředivé - *eferentní* - a vedou tedy nervové vzruchy z míšních center do periferie (příčně pruhované svaly, hladká svalovina, žlázy). Výběžky buněk uložených ve spinálních gangliích jsou z funkčního hlediska dostředivé - *aferentní* a vedou signály z receptorů kůže,

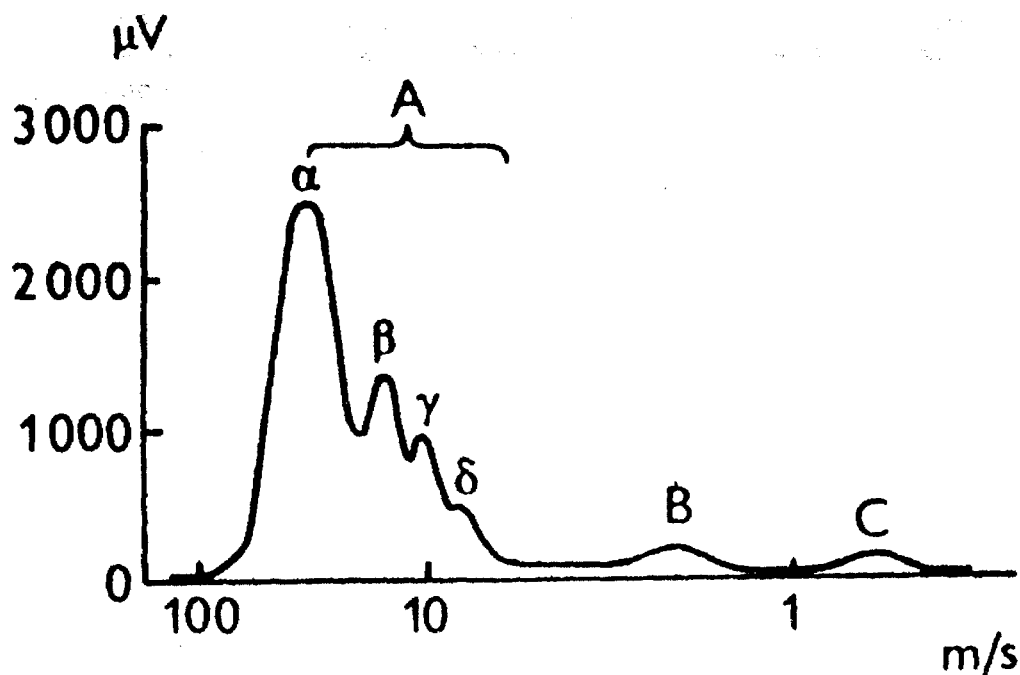
pohybového aparátu a z orgánů do míchy. Z míchy člověka vystupuje 31 párů míšních nervů. Každý míšní nerv je smíšený, tj. obsahuje vlákna eferentní (motorická) a vlákna aferentní (senzitivní).

Míšní nerv vzniká spojením předních a zadních míšních kořenů - radix anterior et radix posterior. Na zadním míšním kořeni je vřetenovité ztluštění ganglion spinale, které obsahuje pseudounipolární neurony (T-buňky). Zevně od spinálního ganglia se přední a zadní kořen spojují a vzniká smíšený míšní nerv, který probíhá dále do periferie, kde se větví.

Přední míšní kořeny

Přední míšní kořeny obsahují myelinizovaná vlákna tří kategorií:

Elektroneurogram smíšeného nervu.



Typ vlákna	Funkce	Průměr vlákna (µm)	Rychlost vedení (ms ⁻¹)	Trvání hrotu (ms)	Absolutní refrakterní fáze	Odolnost k anoxii
A	α	12–20	70–120	0,4–0,5	0,4–1	++
	β*	5–12	30–70			++
	γ	3–6	15–30			++
	δ	2–5	12–30			+++
B	pregangliová autonomní vlákna	3	3–15	1,2	1,2	+
C (zadní kořeny) (sympatikus)	bolest	0,4–1,2	0,5–2	2	2	+++
	postgangliová sympatická vlákna	0,3–1,3	0,7–2,3	2	2	++

Vlákna kategorie A jsou myelinisovaná a dělí se na čtyři podskupiny: alfa, beta, gama a delta.

Vlákna kategorie B jsou myelinisovaná pregangliová vegetativní vlákna.

Vlákna kategorie C jsou nemyelinisovaná buďto postgangliová vlákna sympatiku (C_S) nebo dostředivá vlákna pro bolest (C_{d.r.}) (index d.r. značí zadní kořeny-dorsal roots).

Toto je dělení podle Erlangera a Gassera a je obecně přijímané. Pro rozlišení senzoričkových nervů se někdy používá číselné dělení podle Lloyd

- vlákna A α - axony α -motoneuronů, která mají tloušťku 12-20 μm a inervují extrafuzální svalová vlákna (tj. převážnou většinu hybných vláken svalu);
- vlákna A γ - axony γ motoneuronů, které inervují intrafuzální svalová vlákna (svalová vlákna uvnitř svalových vřetének). Tato vlákna jsou tenčí, asi v rozmezí 2-8 μm ;
- vlákna B - tenká vlákna (do 3 μm), která jsou představována axony buněk uložených v ncl. intermediolateralis šedé míšní hmoty. V míšních nervech C8-L2 jsou to sympatická vlákna, v míšních nervech S2-S4 jsou to vlákna parasympatická. Tato vlákna směřují do autonomních ganglií jako tzv. pregangliová vlákna.

Zadní míšní kořeny

Zadní míšní kořeny obsahují myelinizovaná i nemyelinizovaná vlákna, která se dále dělí do tří kategorií:

- Vlákna A I jsou silná myelinizovaná vlákna (12 až 20 μ), která vedou signály ze specializovaných receptorů, kůže, podkoží a pohybového aparátu.
- Vlákna A II a A III jsou slabší myelinizovaná vlákna (1-12 μ), přivádějící signály z méně specializovaných receptorů kůže, svalů a orgánů.
- C-vlákna jsou tenká, nemyelinizovaná vlákna (0,5-1,0 μ), vedoucí signály bolesti, tepla a chladu z volných nervových zakončení kůže.

Vlákna zadních míšních kořenů (dostředivá, senzitivní vlákna) mají buněčná těla ve spinálních gangliích.

Spinální ganglia

Spinální ganglion - **ganglion spinale** - je vřetenovité ztluštění na zadních míšních kořenech (5-10 μm). Ganglia krčních, hrudních a bederních míšních nervů jsou uložena ve foramina intervertebralia, ganglia křížových nervů jsou v kanálu křížové kosti.

Na povrchu spinálního ganglia je vazivové pouzdro. Centrální oblast ganglia obsahuje nervová vlákna, v periferní oblasti jsou neurony. Neurony spinálních ganglií se označují jako pseudounipolární neurony. Mají okrouhlá až oválná buněčná těla (20-100 μm) a jejich cytoplazma obsahuje mohutné endoplazmatické retikulum. Z buněčného těla vystupuje jeden (často zvlněný) výběžek, který se po 40-60 μm dělí na dva divergující výběžky ve tvaru písmene T (odtud označení těchto buněk). Centrální výběžek (axon) vstupuje do míchy cestou zadního míšního kořene, zatímco periferní výběžek (dendrit) vstupuje do míšního nervu i jeho větví a končí v receptorech nebo jako volná nervová zakončení periferních tkání a orgánů. Periferní a centrální výběžek se od sebe morfologicky neliší.

Obdobnou úpravu jako spinální ganglia mají ganglia v průběhu některých hlavových nervů (n. V., n. VII, n. VIII, n. IX. a n. X.).

Obaly míšních nervů

Hlavní strukturální složkou míšních nervů jsou motorická (eferentní) a senzitivní (aférentní) vlákna. Obě kategorie vláken jsou si velmi podobné a běžnými histologickými technikami nejsou rozlišitelné. Většina motorických a senzitivních vláken je opatřena myelinovými pochvami. Myelinizovaná pochva nervových vláken periferních nervů je tvořena postupnou rotací výběžků Schwannových buněk. V místech kontaktu Schwannových buněk jsou myelinové pochvy přerušeny tzv. Ranvierovými zářezy. Vzdálenost mezi Ranvierovými zářezy se označuje jako internodium. Délka internodií se pohybuje kolem 100 μ a je přímo úměrná tloušťce nervového vlákna a rychlosti vedení vzruchů.

Nemyelinizovaná vlákna jsou obalena pouze Schwannovými buňkami a jejich výběžky.

Kromě těchto základních obalů jsou vlákna periferních nervů zavzata do dalších vazivových obalů. Zevně od myelinového obalu a Schwannovy buňky je obal z kolagenních vláken - endoneurium. Nervová vlákna se v periferním nervu sdružují do svazků - fascikulů, které jsou obaleny perineuriem. Perineurium se skládá z kolagenních vláken a z plochých vazivových perineurálních buněk. Na povrchu periferního nervu je epineurium. Epineurium obsahuje kolagenní a elastická vlákna, tukovou tkáň a drobné cévy. Perineurium a epineurium

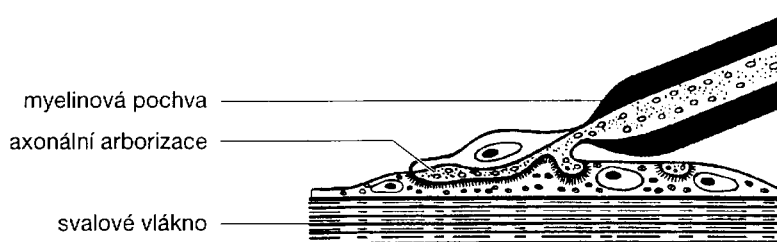
dodávají periferním nervům značnou pevnost a určitý stupeň pružnosti (obr. 11.10). Nervová vlákna neprobíhají v periferních nervech přímočaře, ale jsou zvlněna. Vlnovitý průběh nervových vláken se označuje jako "undulace". Undulace mizí při natažení nervu, například při extenzi (natažení) končetin (třebas při středověkém mučení).

Cévní zásobení a inervace míšních nervů

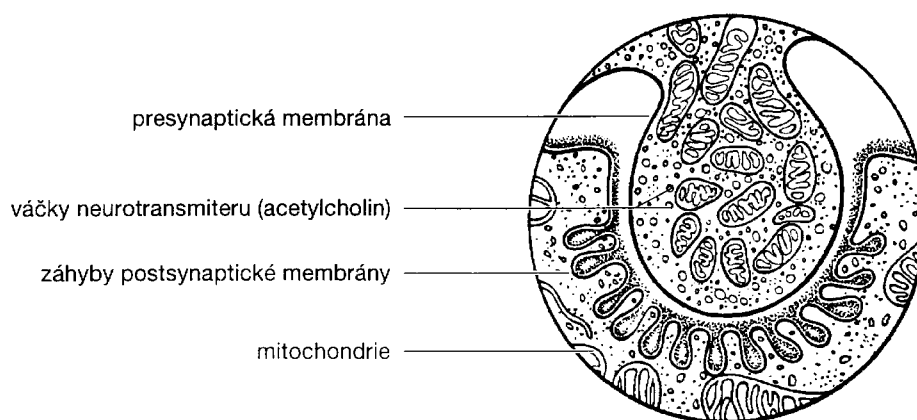
Do periferních nervů se zanořují drobné tepenné větévky, označované jako aa. nutriciae nervorum. Jsou větvemi nejblížejších tepen. Po vstupu do nervu se dělí na proximální a distální větve, které anastomózuji se sousedními větvemi nutritivních arterií. Obdobně je uspořádán i žilní odtok. Žilní krev z periferních nervů odtéká zpravidla do nejbližších svalových žil. Krevní cévy jsou uloženy v epineuriu ve vazivu mezi jednotlivými svazky nervových vláken. V epineuriu byly rovněž prokázány lymfatické cévy.

Do periferních nervů vnikají tenká, nemyelinizovaná vlákna - nn. nervorum. Jsou určena k vazomotorické inervaci nutritivních tepének.

Zakončení eferentních a aferentních vláken míšních nervů



A



B

· Eferentní (motorická) nervová vlákna jsou představována axony (neurony) motoneuronů α a γ a pregangliovými autonomními (vegetativními) vlákny.

Axony α motoneuronů končí motorickými ploténkami na extrafuzálních svalových vlákních (t.j. všech, ležících mimo svalová vřeténka, čiže skoro všech). Axony γ -motoneuronů končí analogicky motorickými ploténkami na intrafuzálních svalových vlákních (ve svalových vřeténkách). Mediátorem tohoto neuromuskulárního spojení je acetylcholin.

Axon jednoho α -motoneuronu zásobuje různý počet extrafuzálních svalových vláken. V m. glutaeus maximus je to více než 100 svalových vláken, v okohybných svalech 5-8 svalových vláken. Svalová vlákna zásobovaná jedním motoneuronem označujeme jako motorickou jednotku. Svaly vykonávající jednoduché, hrubší pohyby mají motorické jednotky velké (100-150 svalových vláken). Svaly provádějící jemné a přesné pohyby mají motorické jednotky malé (5-15 svalových vláken).

Pregangliová autonomní (vegetativní) vlákna vystupují z neuronů uložených v ncl.

intermediolateralis šedé míšní hmoty. V segmentech C8-L2 jsou to sympatická vlákna, v segmentech S2-S4 vlákna parasympatická. **Pregangliová sympatická vlákna** opouštějí míšní nerv, vstupují **do r. communicans albus** a končí v paravertebrálních nebo prevertebrálních sympatických gangliích. **Pregangliová parasympatická vlákna** odstupují od sakrálních nervů a končí v parasympatických gangliích ve stěně pánevních orgánů. Sympatická a parasympatická vlákna končí v autonomních gangliích axosomatickými nebo axodendritickými synapsami. Jedno vlákno inervuje několik neuronů autonomního ganglia. **Mediátorem pregangliových autonomních vláken je acetylcholin.**

V mnoha pregangliových vláknech byla kromě acetylcholinu prokázána řada peptidů, často v kolokalizaci s acetylcholinem.

Aferentní (senzitivní) nervová vlákna jsou buď zakončena v periférii jako volná nervová zakončení, nebo končí v receptorech.

Receptory i volná nervová zakončení slouží k získávání informací z kůže, z pohybového aparátu a ze stěn orgánů. Receptory se dělí podle místa uložení, stavby a druhu energie, kterou jsou drážděny. Podle místa uložení dělíme receptory na:

- **exteroreceptory**, uložené na povrchu těla a přijímající signály ze zevního prostředí (receptory kůže, receptory sítnice a vnitřního ucha);
- **proprioceptory**, situované v pohybovém aparátu (svalová vřeténka, Golgiho šlachové receptory, receptory kloubních pouzder, periostu a fascií);
- **interoreceptory**, uložené ve stěnách orgánů a cév, v adventicii, v subserózním vazivu a v intersticiálním vazivu.

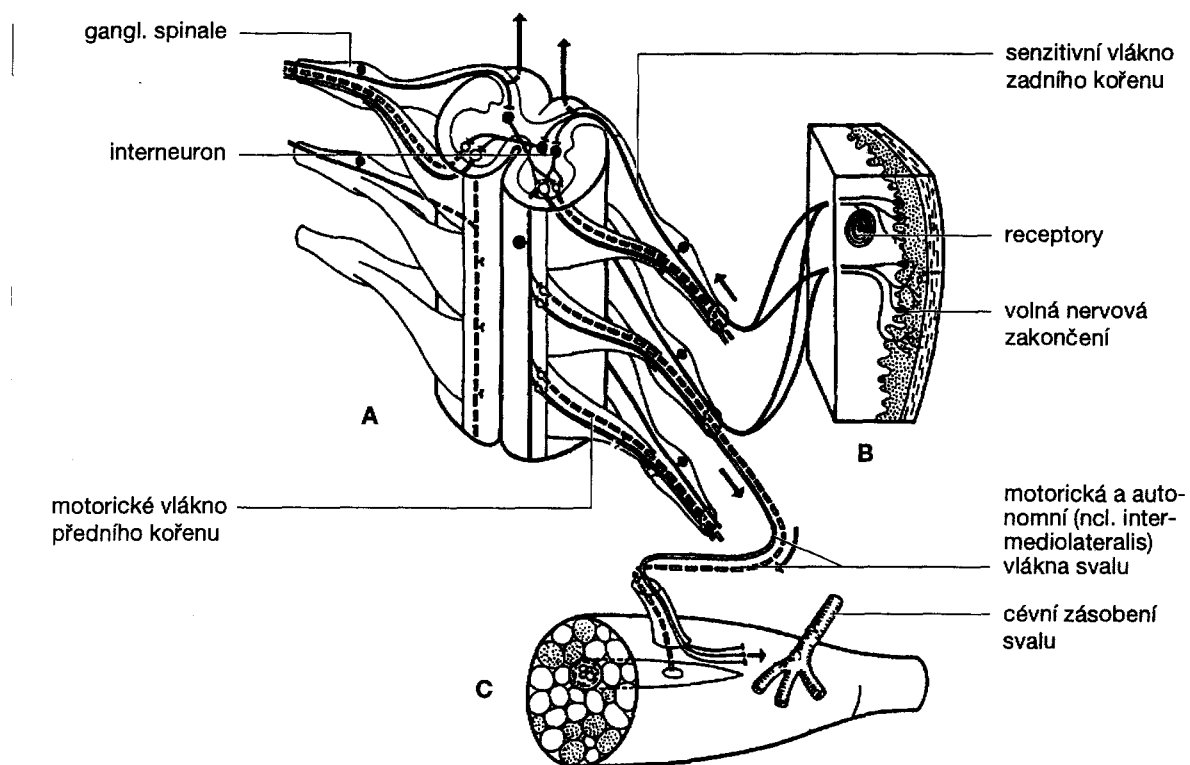
Směrem od povrchu těla do hloubky receptorů ubývá, ale hlouběji uložené receptory mají komplikovanější stavbu.

Mediátorem v silných a rychle vedoucích senzitivních vláknech je **glutamát**. V tenkých, nemyelinizovaných vláknech byla prokázána řada peptidů zejména substance P, cholecystokinin a další.

Regenerace míšních nervů

K poruše nervových vláken periferních nervů dochází nejčastěji mechanickým poškozením: píchnutím, natažením, rozdrčením nebo stlačením. Také poškození neurotoxickými látkami (jedy), infekcí nebo vysokou teplotou není vzácné. Průběh, rozsah a rychlost reparačních pochodů závisí především na rozsahu poškození nervového vlákna.

Dojde-li k úplnému přetětu vlákna včetně jeho pochev, rozpadá se během 24 hodin distální pahýl nervu na drobné úseky, které jsou obvykle postupně fagocytovány Schwannovými buňkami. Postupně, během 2-3 týdnů, dochází i k rozpadu celého proximálního pahýlu nervového výběžku a myelinové pochvy. Nerv je pak pro vedení vzruchu zcela zničen.



Orientační schéma míšního nervu: A – mícha, B – řez kůží, C – kosterní sval (ve schématu nejsou rozlišena pregangliová a postgangliová autonomní vlákna).

Postup dezintegrace nervových vláken úzce souvisí s typem látkové přeměny vláken. Periferní neurony tvoří s receptory (senzitivní výběžky) a motorickými ploténkami (motorické výběžky) nejen funkční, ale i metabolické jednotky. Výběžky neuronů - nervová vlákna - nemohou bez spojení s buněčným tělem existovat, protože jejich přerušením je přerušena i trvalá cirkulace cytoplazmy neuronů a postupně zastavena látková přeměna uvnitř výběžků, pro které je tělo buňky metabolickým centrem a především zdrojem bílkovin a organel.

Je-li místo poškození v **blízkosti** těla buňky, **rozpadá se i buňka**, která je depolarizována, vtéká Ca²⁺ aktivují se kyselé a Ca²⁺ dependentní proteázy. Zvláště rychle dochází k degenerativním změnám na těle buňky při přerušení aferentních (senzitivních) vláken, která mají i význam „trofický“.

Distální nervový pahýl přežívá podstatně déle (2-3 týdny u žáby, týden u savců) než úsek proximální. Pro regeneraci periferního nervu je rozhodující přítomnost **neporušené Schwannovy pochvy**. Je-li pochva alespoň zčásti zachována, obnoví Schwannovy buňky souvislost pochvy a do této vodící trubice centrální pahýl (výběžek) nervového vlákna vysílá své výběžky.

Schwannovy buňky odklízejí i rozpadlé axony a postupně vytvářejí novou souvislou myelinovou pochvu. Schwannovy buňky dovedou překlenout až 3 cm dlouhý úsek zničeného výběžku mezi centrálním a periferním pahýlem. (Rychlost růstu regenerujícího vlákna je od 0,25 mm až do 3-4 mm denně.) Senzitivní (aferentní) vlákna regenerují rychleji než vlákna

motorická (eferentní). Rychlost regenerace závisí i na typu tkáně, do které nervové vlákno prorůstá (tkáně vylučují trofické lákající bílkoviny typu nerve growth factor), a na poměrech cirkulace krve v místě poškození.

Po překlenutí porušeného úseku dojde i k reparaci myelinové pochvy, která však trvá až jeden rok. Teprve potom - v optimálním případě - je nerv schopen opět vést podráždění.

Některé části periferního aparátu nervu – synaptické receptory pro neuropřenašeče, basální membrána motorické ploténky, svalové nebo šlachové vřetenko (receptor) - zůstávají zachovány i po řadu měsíců bez nápadnějších známek degenerace. Naopak prorůstající nerv dovede indukovati vznik nového zakončení (neuromuskulární ploténky) ve svalu jinde, než v původním místě (ektopická ploténka). Také poškozená těla buněk (perikaryon) periferních nervů, nejen axony, mohou regenerovat.

Z obecného hlediska jsou tedy periferní nervy schopny značných regeneračních pochodů. Anatomická regenerace však ještě zdaleka neznamena obnovu funkční, která se obvykle značně opožďuje a u rozsáhlejších poranění periferních nervů není nikdy úplná. Podmínkou úspěšné regenerace je technicky bezchybná sutura (sešití) periferního nervu, respektující uspořádání svazků v centrálním a periferním pahýlu nervu (vynikající tradici má Vojenská nemocnice v Praze a neurochirurgická centra v Hradci Králové a Brně)

Větvení míšních nervů

Míšní nerv se po výstupu z foramen intervertebrale dělí **na čtyři větve**:

1. R. meningeus se vrací zpět do páteřního kanálu. Obsahuje převážně senzitivní vlákna a inervuje dura mater spinalis (tvrdou plenu míšni), obratle, meziobratlové ploténky a ligamenta na páteři. Sympatická vlákna inervují cévy páteřního kanálu.

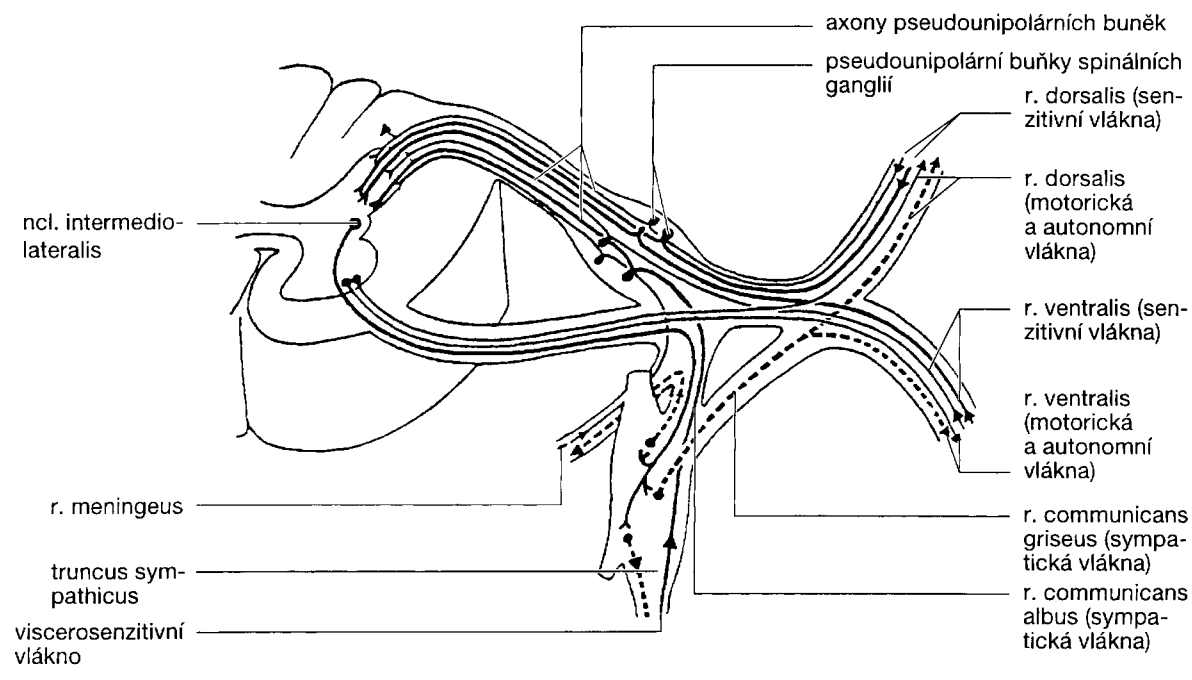
2. Rr. communicantes jsou krátké spojky k sympatickým gangliím:

R. communicans albus obsahuje myelinizovaná vlákna, která jsou axony pregangliových sympatických nervů uložených v ncl. intermediolateralis. Odstupují konstantně od čtrnácti míšních nervů (Th1-L2). Některé prameny udávají odstup už od C8-L3. Tato vlákna buď končí v nejbližším paravertebrálním sympatickém gangliu, nebo tímto gangliem procházejí a vstupují do sympatického provazce. Tímto provazcem jdou kraniálně nebo kaudálně a končí ve vzdálenějších paravertebrálních gangliích nebo v gangliích prevertebrálních (viz dále autonomní nervový systém).

Rr. communicantes albi obsahují kromě pregangliových sympatických vláken i vlákna viscerosenzitivní. Tato vlákna se do míchy dostávají složitou dráhou od příslušného orgánu periferním větvením sympatiku k sympatickému gangliu do r. communicans albus, míšního nervu, do spinálního ganglia, do zadního míšního kořenu a do míchy.

R. communicans griseus obsahuje nemyelinizovaná (šedá) vlákna, která se ze sympatického ganglia vracejí zpět do míšního nervu. Tato vlákna jsou neurity buněk uložených v sympatických (paravertebrálních) gangliích. Rr. communicantes se vracejí ze sympatických ganglií do všech míšních nervů (C1-S5).

3. R. dorsalis se odděluje z míšního nervu při výstupu z foramen intervertebrale. Rr. dorsales jsou smíšené a obsahují vlákna motorická, senzitivní a sympatická. Inervují svaly a kůži šíje, zad, křížové a hýžd'ové krajiny.



Stavba míšního nervu

4. R. ventralis je nejsilnější větví míšního nervu. Rr. ventrales jsou rovněž smíšené - obsahují motorická, senzitivní a sympatická vlákna. Rr. ventrales krčních, bederních a křížových nervů tvoří pleteně - plexus (plexy), ze kterých se konstituují nervové kmeney inervující kůži a svaly krku, horní a dolní končetiny. Rr. ventrales hrudních nervů si zachovávají segmentovou úpravu, nevytvářejí pleteně a podle průběhu se nazývají nn. intercostales (mezižeberní).

Rami dorsales nervorum spinalium - dorzální větve míšních nervů

Dorzální větve míšních nervů - rr. dorsales nervorum spinalium - jsou zpravidla slabší než větve ventrální a zachovávají si segmentovou úpravu. Jejich inervační oblast zahrnuje zádové svaly, kůži zad a meziobratlové klouby. Rr. dorsales krčních, hrudních a bederních nervů se dělí na mediální a laterální větve.

Rami mediales jsou smíšené větve obsahující motorická vlákna pro zádové svaly a senzitivní vlákna pro přilehlé okrsky kůže. Kaudálním směrem v nich ubývá senzitivních vláken, takže poslední hrudní a všechny *bederní větve jsou výhradně motorické*.

Rami laterales jsou převážně motorické větve, pouze v dolní hrudní a bederní oblasti jsou smíšené (senzitivní a motorické).

(Rami dorsales křížových nervů a kostrčního nervu jsou tenké senzitivní větve. Některé z dorzálních větví míšních nervů jsou silnější a tradičně se popisují jako samostatné nervy.)

Nervus suboccipitalis (C1) –podtýlní je motorický nerv, který vystupuje nad zadním obloukem atlasu, pod a. vertebralis, a míří vzhůru do trigonum suboccipitale. Inervuje: m. semispinatus capitis a subokcipitální svaly.

Nervus occipitalis major (C2) reprezentuje silná senzitivní větev podbíhající horní část m. trapezius. Proráží jeho úpon a větví se v podkoží týlní krajiny. Inervace: senzitivně kůže týlní krajiny a zadní část parietální krajiny.

Nervus occipitalis tertius (C3) je tenká senzitivní větev, která proráží horní část m. trapezius. Inervace: senzitivně kůže subokcipitální krajiny při střední čáře.

Nervi clunium superiores (L1 -L3) jsou tři senzitivní větve prorážející šikmo a laterokau-

dálně torakolumbální aponeurózu a aponeurózu m. latissimus dorsi. (Tento sval u slepic drží křídla pohromadě, zatímco sedí). Inervace: senzitivně kůže horní části hýžd'ové krajiny.

Nervi clunium medii (S1-S3) jsou tři senzitivní větve z rr. laterales dorzálních větví.

Inervace: senzitivně kůže křížové krajiny a přilehlá část hýžd'ové krajiny.

Nervi clunium inferiores (S4-S5) jsou větve z n. cutaneus femoris posterior. Dvě až tři senzitivní větve se otáčejí kolem dolního okraje m. gluteus maximus do hýžd'ové krajiny.

Inervace: senzitivně kůže hýžd'ové krajiny.

--Rami ventrales nervorum spinalium - ventrální větve míšních nervů

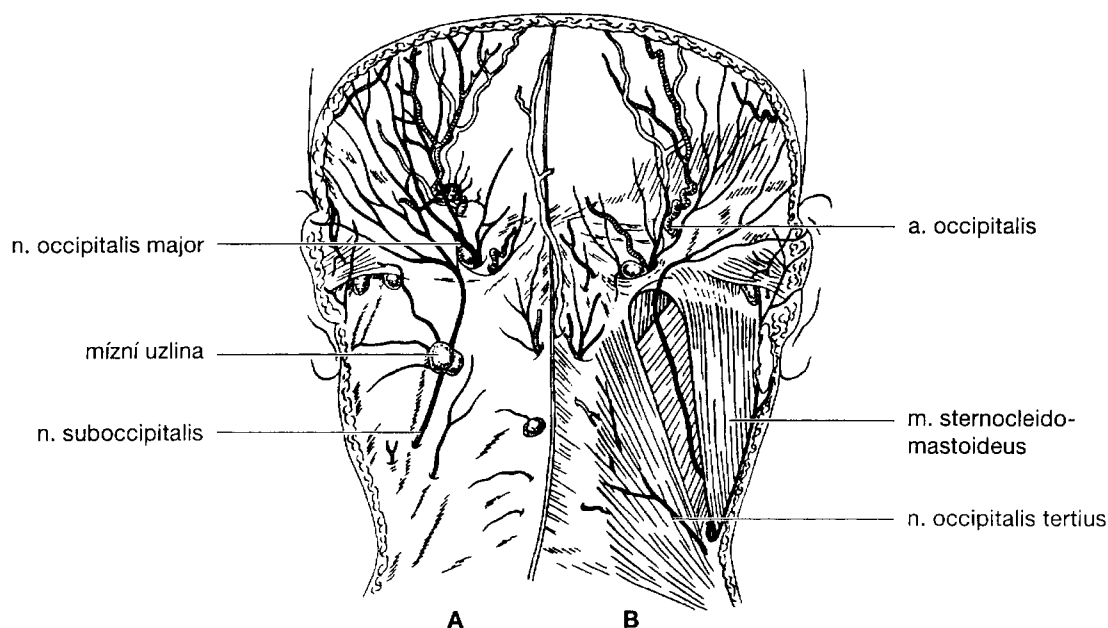
Ventrální větve míšních nervů - rr. ventrales nervorum spinalium - jsou zpravidla silnější než větve dorzální (rr. dorsales) a jejich inervační oblast je také mnohem rozsáhlejší. Ventrální větve krčních, bederních a křížových nervů vytvářejí **pleteně**. Z těchto pletení se po složité výměně vláken konstituují jednotlivé periferní nervy. Pouze v hrudním úseku je zachováno segmentové uspořádání ventrálních větví, které se označují jako nn. intercostales posteriores.

Plexus cervicalis - krční pletěň (C1- C4)

Krční pletěň - plexus cervicalis - je tvořena ventrálními větvemi prvních čtyř krčních nervů a jejich spojkami. Pletěň je uložena na m. scalenus medius a na m. levator scapulae (pod m. sternocleidomastoideus). Pletěň je kryta hlubokou krční fascií (lamina praevertebralis). Z pleteně vystupují senzitivní a motorické nervy.

Senzitivní nervy krční pleteně

Senzitivní nervy se dostávají na povrch v polovině zadního okraje m. sternocleidomastoideus. Toto místo se označuje jako punctum nervosum. Odtud senzitivní nervy divergují a míří ke



Nervi occipitales: A – podkožní vrstva týlní a šíjové krajiny, B – hluboká vrstva týlní a šíjové krajiny

svým inervačním oblastem (obr.)

Nervus occipitalis minor (C2-C3) stoupá podle zadního okraje m. sternocleidomastoideus do týlní krajiny. Inervace: senzitivně kůže laterální části týlní krajiny

Nervus auricularis magnus (C2-C3) jde vzhůru po povrchu m. sternocleidomastoideus pod boltec, kde se dělí na senzitivní r. anterior a r. posterior. Inervace: r. anterior kůži přední strany boltce a kůži části regio parotideomasseterica; r. posterior kůži regio mastoidea a zadní stranu boltce.

Nervus transversus colli (C3) běží mediálně přes m. sternocleidomastoideus. Dělí se na r. superior a r. inferior. R. superior má spojku s r. colli nervi facialis. Tato spojka se označuje jako ansa (rukověť, držadlo) colli superficialis. Inervace: kůže v regio suprahyoidea a v regio infrahyoidea.

Nervi supraclaviculares (C3-C4) tvoří variabilní počet tenkých senzitivních nervů, které vystupují z punctum nervosum a vějířovitě sestupují přes klavikulu – klíční kost. Dělí se do tří skupin:

- nn. supraclaviculares mediales - inervující kůži ve fossa jugularis a nad manubrium sterni,
- nn. supraclaviculares intermedii - inervující kůži v dolní části krku a v rozsahu m. pectoralis major,
- nn. supraclaviculares laterales - inervující kůži akromiální krajiny.

---Motorické nervy krční pleteně

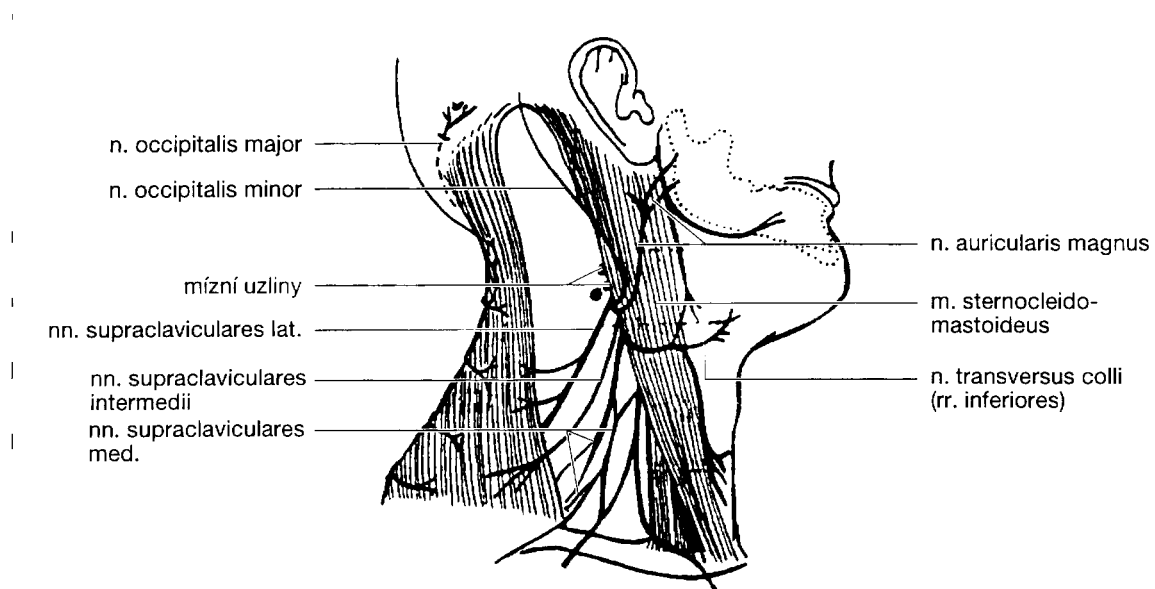
Z krční krajiny vystupuje několik krátkých motorických nervů (rr. musculares) k inervaci krčních svalů a dlouhý **n. phrenicus** inervující hlavní dýchací sval bránici a obšťastňující nás škytavkou.

Rami musculares se oddělují ze všech rr. ventrales krční pleteně. Inervace: m. rectus capitis lateralis (C1), m. rectus capitis anterior (C1-C2), m. longus capitis (C2-C3) a m. longus colli (C2-C4).

Nervus phrenicus (C3-CS)

je smíšený nerv s převahou motorických vláken. Vystupuje z krční pleteně při laterálním okraji m. scalenus anterior, sestupuje po přední ploše tohoto svalu do apertura thoracis superior a dále kaudálně do mediastina. Pravý brániční nerv sestupuje mezi v. et a. subclavia, po pravém kraji v. brachiocephalica dextra a v. cava superior. Levý brániční nerv sestupuje vlevo od oblouku aorty. Kaudálněji jdou oba nervy po bocích perikardu (mezi perikardem a mediastinální pleurou), ventrálně od plicních hilů.

Inervace: motorická vlákna n. phrenicus bránici (rr. phrenici); senzitivní vlákna perikard (rr. pericardici), mediastinální a brániční pleuru a peritoneem pokrytou bránici. Část vláken n. phrenicus prochází bránicí: vpravo skrze foramen venae cavae, vlevo skrze hiatus oesophageus (otvor v bránici).



Nervi cervicales (punctum nervosum)

Přerušeni nervu nebo jeho zhmoždění způsobuje obrnu příslušné poloviny bránice. Dráždění vyvolává křečovitě záškuby bránice (škytavka - singultus při pití studených nápojů, lihu a pod). Nerv může být drážděn i při zánětu pobříšnice.

Plexus brachialis - pažní pleteň (C4-Th1) Vzniká spojením ventrálních větví dolních krčních nervů (CS-C8, k nimž se přidává spojka z C4 a z Th1) (obr. 11.16).

Pažní pleteň je dlouhá a lze ji sledovat z páteřního kanálu (radices) přes fissura scalenorum až do axily. Z fissura scalenorum vystupují primární kmeny pažní pleteně - trunci plexus brachialis. Truncus superior (C4 - C6), truncus medius (C7) a truncus inferior (C8, Th1) vystupují z fissura scalenorum nad a. subclavia. Každý primární svazek se dělí na přední a zadní větev. Tyto větve se spojují a vytvářejí sekundární svazky pažní pleteně - fasciculi plexus brachialis. Svazky se v podpažní jámě dále člení podle svého vztahu k a. axillaris a teprve ze svazků se formují jednotlivé nervy, které motoricky a senzitivně inervují horní končetinu.

- *Fasciculus lateralis* vzniká spojením předních větví truncus superior et medius. Dělí se na n. musculocutaneus a radix lateralis nervi mediani.

- *Fasciculus medialis* je pokračováním truncus inferior. Dělí se na radix medialis nervorum mediani a na n. ulnaris. Dále z tohoto svazku vystupují slabší kožní nervy: n. cutaneus brachii medialis a n. cutaneus antebrachii medialis.

- *Fasciculus posterior* vzniká spojením zadních větví primárních svazků. Dělí se na n. axillaris a na n. radialis.

Podle vztahu ke klavikule se pažní pleteň dělí na pars supraclavicularis, inervující svaly pletence horní končetiny, a na pars infraclavicularis, která inervuje svaly a kožní okrsky volné horní končetiny.

Pars supraclavicularis plexus brachialis. Nervus dorsalis scapulae (CS-C6)

je tenký nerv přecházející přes m. scalenus medius et posterior kaudálně a dorzálně.

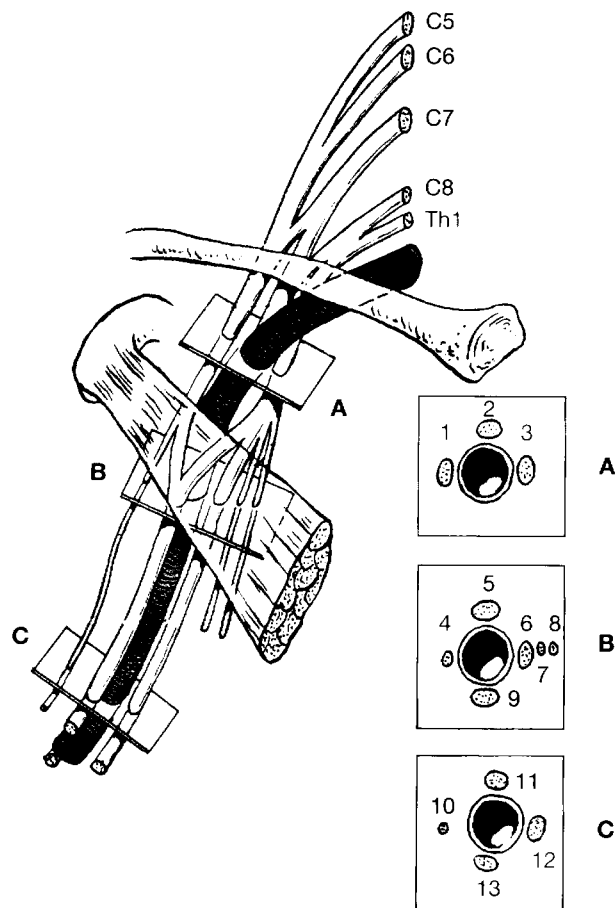
Inervace: m. levator scapulae a mm. rhomboidei. Nervus suprascapularis (C4 - C6)

sestupuje podél m. omohyoideus k incisura scapulae. Pod lig. transversum scapulae vstupuje do fossa supraspinata a dále do fossa infraspinata. Inervace: m. supraspinatus, m. infraspinatus a m. teres minor (nekonstantně). Senzitivní vlákna tohoto nervu inervují kloubní pouzdro ramenního kloubu. Nervus thoracodorsalis (C6 - C8) sestupuje podél zevního okraje m. latissimus dorsi. Inervace: m. latissimus dorsi a nekonstantně m. teres major.

Nervus thoracicus longus (CS-C6) sestupuje po boční stěně hrudníku k m. serratus anterior, který inervuje. Při zhmoždění nervu může dojít k obrně m. serratus anterior což se projeví odstáváním mediálního okraje lopatky a nemožností abdukce horní končetiny nad horizontálu.

Nervi subscapulares (CS-C7) jsou 2-3 větve určené k inervaci m. subscapularis a m. teres major. *Nervus subclavius* (CS - C6) je tenký nerv sestupující pod klavikulu, kde inervuje m. subclavius.

Nervus pectoralis medialis et lateralis (CS - C6) směřují pod klavikulu, mezi oba hrudní svaly, které inervují. Supraklavikulární část plexus brachialis dále vydává několik krátkých svalových větviček pro inervaci mm. scaleni a m. colli.



Plexus brachialis: A – řez v úrovni axily, B – řez v úrovni úponu m. pectoralis minor, C – řez v úrovni proximální třetiny paže

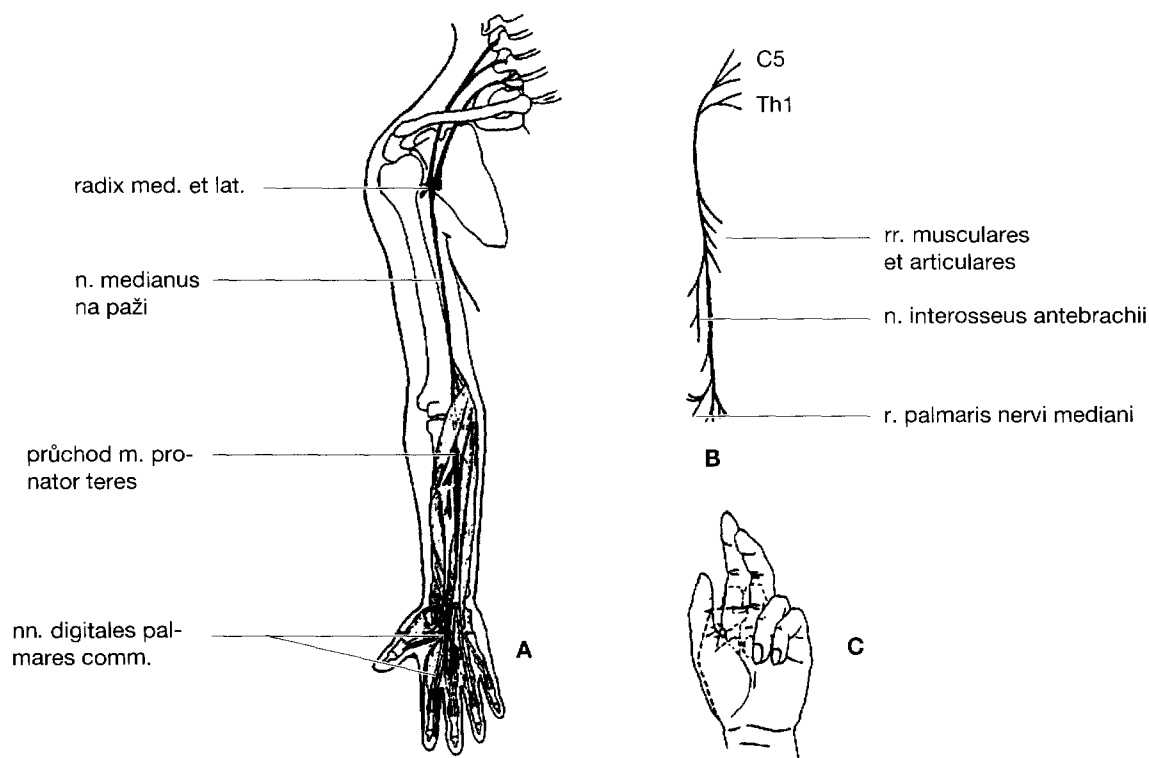
1 – fasciculus lat., 2 – fasciculus post., 3 – fasciculus med., 4 – n. musculocutaneus, 5 – n. radialis, 6 – n. ulnaris, 7 – n. cutaneus antebrachii med., 8 – n. cutaneus brachii med., 9 – n. medianus, 10 – n. musculocutaneus, 11 – n. radialis, 12 – n. ulnaris, 13 – n. medianus

Pars infraclavicularis plexus brachialis Nervus musculocutaneus (CS - C7)

je větví z fasciculus lateralis. Sestupuje na paži, proráží m. coracobrachialis a dostává se mezi m. biceps brachii a m. brachialis. Inervace: svaly přední strany paže (flexory) a kůže laterální poloviny předloktí. N. musculocutaneus vydává: **rr. musculares pro** m. biceps, m. brachialis a m. coracobrachialis. Po odstupu svalových větví pokračuje na předloktí jako n. cutaneus (kožní) antebrachii lateralis, který senzitivně inervuje kůži laterální poloviny předloktí (sestupuje podél podkožní v. cephalica).

Nervus medianus (CS-Th1)

vzniká vidlicovitým spojením radix medialis a radix lateralis (z fasciculus medialis et lateralis) ventrálně od a. axillaris. Sestupuje podél a. brachialis před septum intermusculare mediale. V loketní krajině prochází mezi hlavami m. pronator teres a předloktím sestupuje mezi m. flexor digitorum superficialis et profundus. V distální části předloktí vystupuje na povrch končetin mezi šlachami m. flexor carpi radialis a m. palmaris longus. Zde může být být poraněn při řezných nebo sečných ranách v distální třetině předloktí. Sestupuje pod retinaculum flexorum do canalis carpi a dále distálně do dlaně, do středního dlaňového prostoru (spatium palmare medium), kde se dělí na konečné větve (obr.)



N. medianus: A – průběh nervu, B – stavba nervu, C – postavení prstů při obrně nervu

N. medianus vydává větve pro předloktí a pro ruku.

Inervace: · Rr. musculares - větve pro flexory první a druhé vrstvy s výjimkou části m. flexor digitorum profundus (profundus=hluboký) a m. flexor carpi ulnaris.

· N. interosseus (antebrachii) anterior sestupuje v hloubi předloktí po přední ploše membrana interossea. Vydává svalové větve pro m. flexor digitorum profundus (část pro 2. a 3. prst), pro m. flexor pollicis longus a pro m. pronator quadratus.

· R. palmaris nervi mediani inervuje kůži karpální krajiny.

· Nn. digitales palmares communes (I-III) se dále dělí na nn. digitales palmares proprii.(proprius=vlastní).

N. digitalis palmaris communis I inervuje svaly vyvýšené části na palcové straně dlaně -thenaru (s výjimkou m. adductor pollicis a caput profundum musculi flexoris pollicis brevis) a dále vydává tři kožní větvičky (nn. digitales palmares proprii) pro kůži palce a pro radiální okraj ukazováku.

· N. digitalis palmaris communis II vydává svalovou větvičku pro m. lumbricalis I a kožní nn. digitales palmares proprii pro ulnární okraj ukazováku a pro radiální okraj 3. prstu.

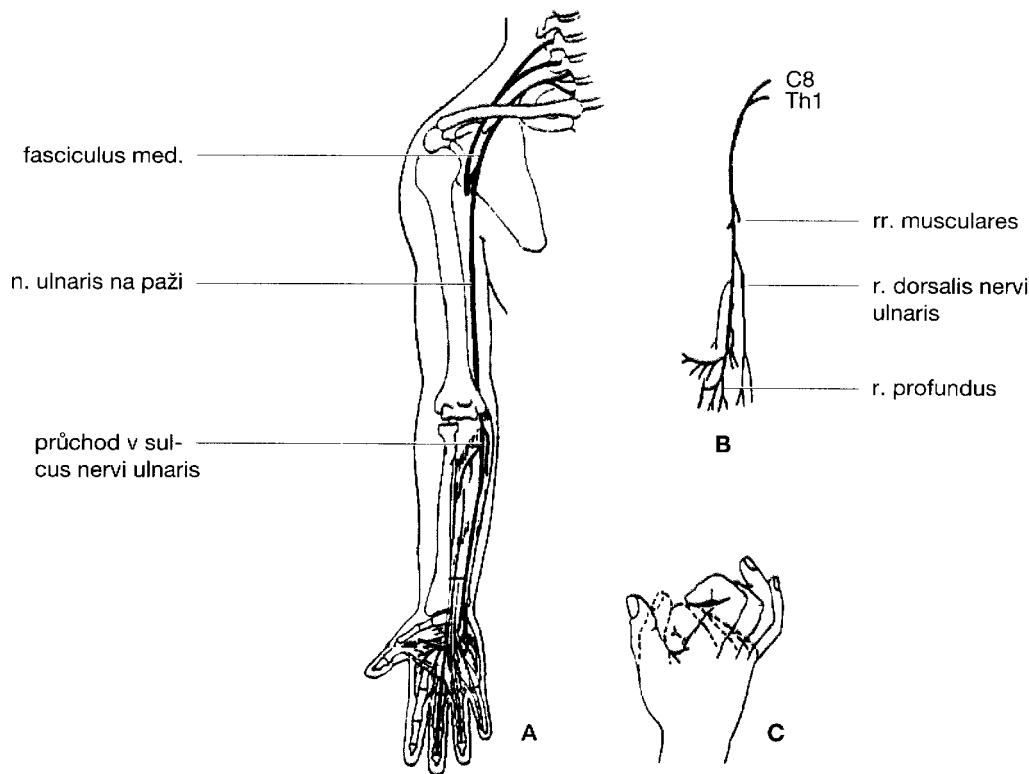
· N. digitalis palmaris communis III inervuje m. lumbricalis II a radiální okraj 4. prstu. Konečné větve zásobují kůži dorzální plochy nehtových článků 1.-3. prstu.

Poranění n. medianus má za následek poruchy citlivosti v inervační oblasti nervu a obrny inervovaných svalů. Obrna svalů se projevuje nemožností pronace, nemožností provést opozici palce (opičí ruka) a nemožností provést flexi 2. a 3. prstu.

Patologické procesy v canalis carpi vyvolávají tzv. syndrom "karpálního tunelu", který se projevuje bolestmi v dlani a oslabováním svalů thenaru.

Nervus ulnaris (C8-Th1)

je silný nerv z fasciculus medialis, který sestupuje spolu s n. medianus a s a. brachialis podél vnitřního okraje paže. V polovině paže prostupuje dorzálně skrze septum intermusculare mediale a dostává se na zadní stranu mediálního epikondylu humeru. Zde probíhá povrchově v sulcus nervi ulnaris, kryt pouze vazivem a kůží (brňavka!). Dále sestupuje mezi hlavami m. flexor carpi ulnaris a na předloktí je uložen mezi m. flexor ulnaris a m. flexor digitorum profundus. Do dlaně vstupuje přes retinaculum flexorum, při radiální straně os pisiforme (kostičky hráškové), a dělí se na r. superficialis a na r. profundus (obr.).



N. ulnaris: A - průběh nervu, B - stavba nervu, C - postavení prstů při obrně nervu

Větve vydává pouze na předloktí a do dlaně. Inervace:

- Rr. musculares - větve pro m. flexor carpi ulnaris a pro ulnární polovinu m. flexor digitorum profundus (část svalu pro 4. a 5. prst).
- R. dorsalis odstupuje v distální (vzdálenější) třetině předloktí, otáčí se okolo ulny (kosti loketní) na dorzální stranu předloktí a inervuje kůži ulnární poloviny hřbetu ruky, kůži 4. a 5. prstu a ulnární polovinu 3. prstu.
- R. cutaneus palmaris je senzitivní větvička pro kůži ulnární části karpální krajiny a pro kůži ulnární poloviny dlaně.
- R. palmaris nervi ulnaris inervuje kůži ulnární části dlaně.
- R. superficialis je povrchová a konečná větev n. ulnaris. Podbíhá m. palmaris brevis, který inervuje, a dělí se na nn. digitales palmares communes, z nichž dále vznikají nn. digitales palmares proprii pro kůži malíku a pro ulnární okraj 4. prstu.
- R. profundus je hluboká, převážně motorická a konečná větev n. ulnaris. Inervuje všechny svaly hypothenaru a zahýbá podél tepenného arcus palmaris profundus. Vydává větve pro mm. lumbricales III a IV, pro všechny mm. interossei, pro m. adductor pollicis a pro caput profundum musculi flexoris pollicis brevis.

N. ulnaris bývá poraněn při zlomeninách distální třetiny humeru (sulcus nervi ulnaris) nebo

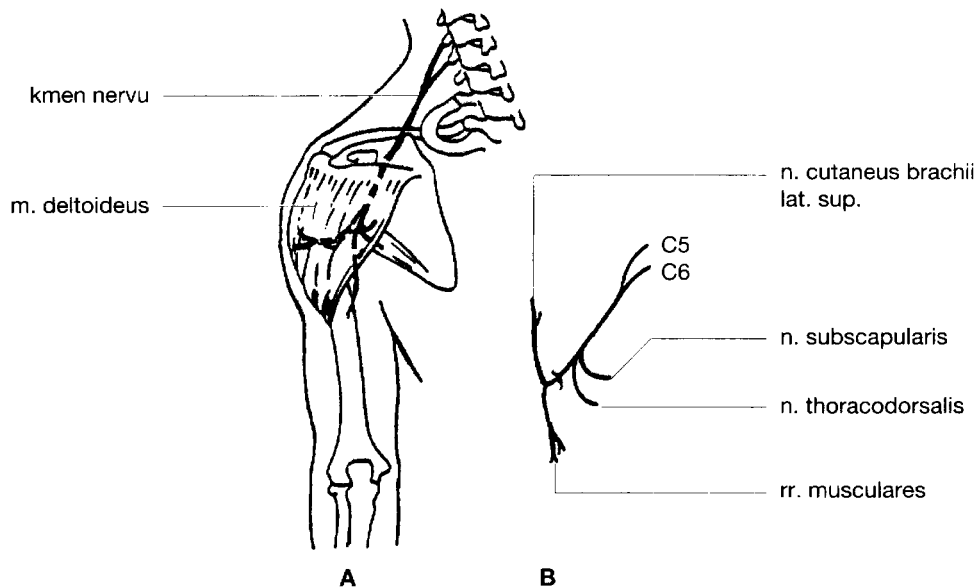
při hlubokých zraněních předloktí. Přerušeni nervu má za následek ztrátu citlivosti kůže v inervační oblasti a sníženou schopnost ulnární dukce, addukce a abdukce prstů. Prsty jsou flektovány v interfalangových kloubech, ale jsou v hyperextenzi v kloubech metakarpofalangových (drápovitá ruka).

Nervus cutaneus brachii medialis

odstupuje z fasciculus medialis, proráží fascia brachii a vstupuje do podkoží.

Inervace: senzitivně kůže mediální poloviny paže. Nervus cutaneus antebrachii medialis odstupuje s fasciculus medialis, provází v. brachialis a skrz hiatus basilicus vstupuje do podkoží. Inervace: senzitivně kůže ulnární strany předloktí.

Nervus axillaris (C5-C6)

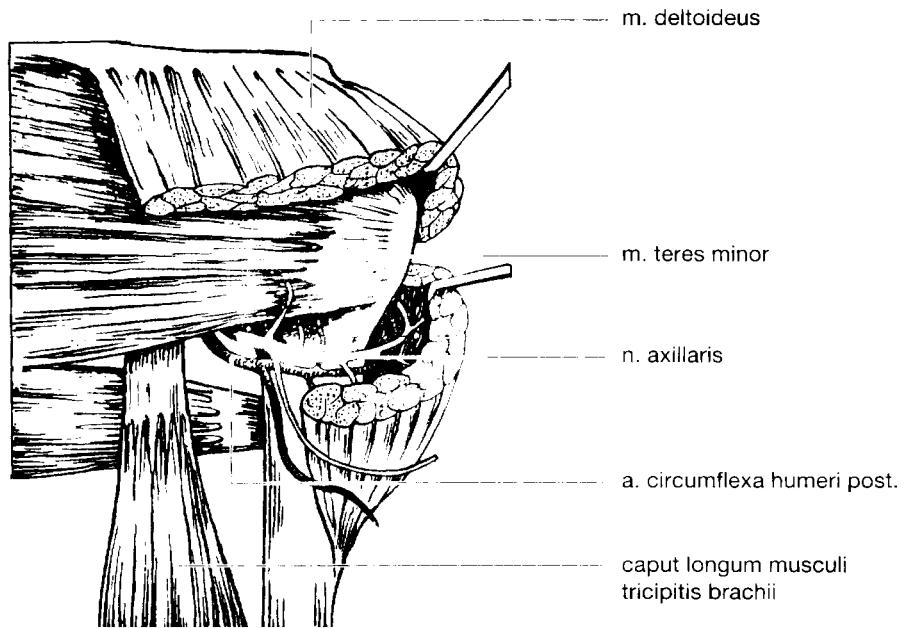


N. axillaris: A – průběh nervu, B – stavba nervu

je krátký a silný nerv odstupující z fasciculus posterior. Po odstupu vstupuje do foramen humerotricipitale a obtáčí collum chirurgicum humeri (po d m. deltoideus) (obr.).

Inervace: · Rr. musculares - pro m. deltoideus a pro m. teres (oblý, kulatý) minor.

· N. cutaneus brachii (pažní) lateralis superior - pro kůži kryjící m. deltoideus a pro kůži na laterální straně proximální části paže.

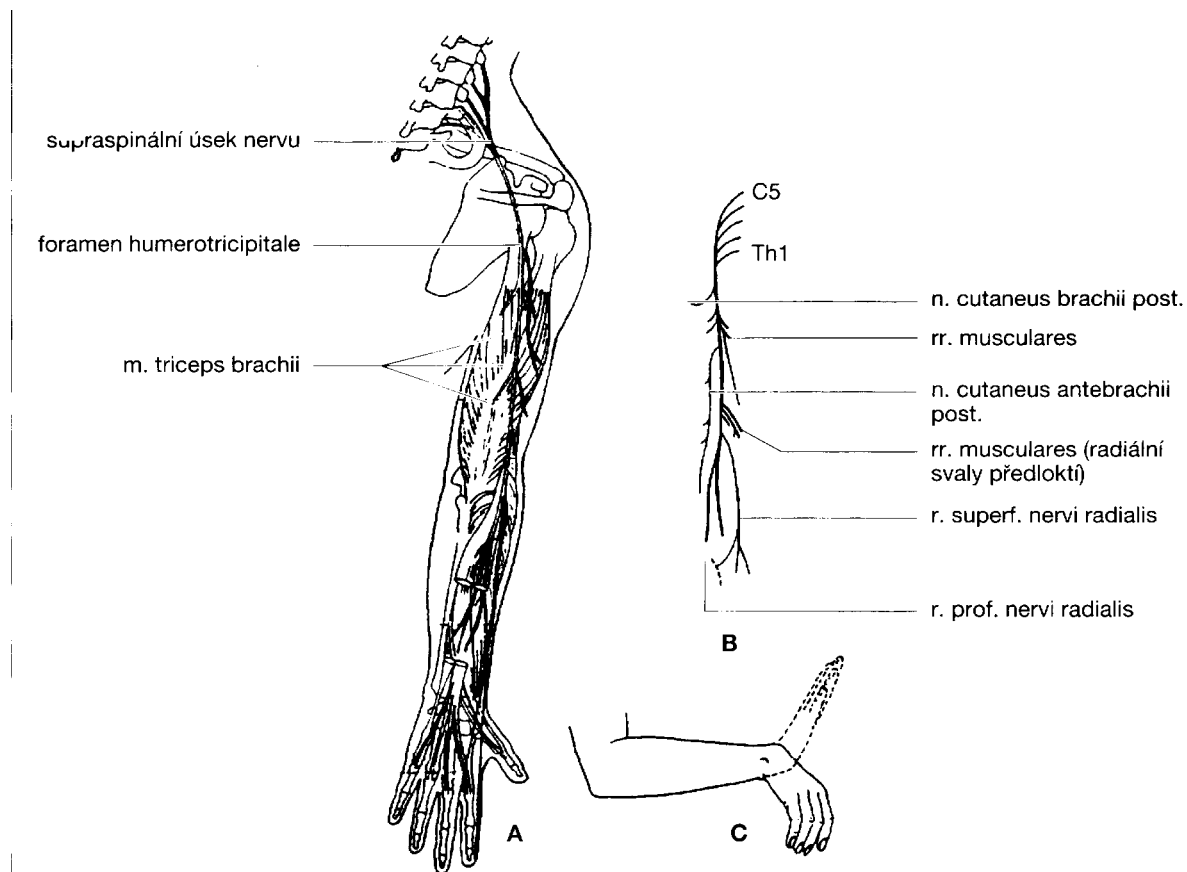


N. axillaris

Nerv může být poraněn při zlomeninách chirurgického krčku humeru a při luxacích v ramenním kloubu.

Poranění nebo přerušení nervu je provázeno obrnou m. deltoideus, spojenou s neschopností abdukce paže do horizontály, a ztrátou citlivosti v inervační oblasti nervu.

Nervus radialis (CS - C8)



N. radialis: A – průběh nervu, B – stavba nervu, C – postavení prstů při obrně nervu

je silný a dlouhý nerv, který je pokračováním fasciculus posterior. Vstupuje do sulcus nervi radialis a spirálovitě obtáčí humerus po jeho dorzální straně. Nad loktem se dostává do rýhy mezi m. brachialis a m. brachioradialis, kde se dělí na své konečné větve - r. superficialis a r. profundus (obr.).

N. radialis za svého průběhu vydává senzitivní a motorické větve.

Inervace: · N. cutaneus brachii posterior se odděluje v axile (podpažní jamce) a inervuje kůži zadní plochy paže až k loketnímu kloubu.

· N. cutaneus brachii lateralis inferior odstupuje vysoko na paži a inervuje kůži laterální strany paže.

· N. cutaneus antebrachii posterior se odděluje v sulcus nervi radialis a sestupuje dorzálně mezi olecranon a laterální epikondylus humeru na zadní plochu předloktí. (nervuje kůži zadní strany předloktí až po karpální krajinu.

· Rr. musculares odstupují na paži pro m. triceps brachii a pro m. anconaeus a odstupují zde i senzitivní větvičky pro loketní kloub.

· Rr. musculares se větví v rýze mezi m. brachialis a m. brachioradialis pro svaly laterální skupiny: m. brachioradialis, m. extensor carpi radialis longus et brevis.

- caput longum musculi tricipitis brachii

· R. superficialis nervi radialis je senzitivní konečná větev. Sestupuje předloktím podél a. radialis. Pod šlachou m. brachioradialis obtáčí radius a přechází na hřbet ruky. Na hřbetu ruky se dělí na nn. digitales dorsales pro palec, ukazovák a radiální okraj 3. prstu. · R. profundus nervi radialis je převážně motorická a konečná větev vřetenního nervu. Prochází skrze m. supinator na zadní stranu předloktí, kde se rozpadá do množství svalových větví pro všechny extenzory: m. supinator, m. extensor digitorum, m. extensor carpi ulnaris, m. extensor digiti

minimi, m. abductor pollicis longus, m. extensor pollicis longus et brevis. Senzitivní větev - n. interosseus posterior běží po dorzální straně membrana interossea pod extenzory. Inervuje kůži na hřbetní straně karpální krajiny.

N. radialis bývá nejčastěji poraněn ve střední a distální třetině paže v souvislosti se zlomeními diafýzy humeru a se zlomeninami humeru nad loketním kloubem. Zhmoždění nebo přerušení nervu se projeví obrnou extenzorů. Je omezena nebo znemožněna extenze v zápěstí a v metakarpofalangových kloubech. Pro převahu flexorů ruka přepadá palmárně (na dlaňovou stranu). Vzniká tzv. syndrom labutí šíje.

Rami ventrales nervorum thoraciorum (Th1 - Th12)

Ventrální větve hrudních nervů - rr. ventrales nervorum thoraciorum - si zachovávají segmentové uspořádání, nevytvářejí pleteně a probíhají izolovaně v mezižebních prostorech (nn. intercostales) a pod XII. žebrem (n. subcostalis). Patří mezi smíšené nervy.

Nervi intercostales

po výstupu z foramen intervertebrale probíhají po vnitřní ploše m. intercostalis externus a vstupují mezi m. intercostalis internus et intimus. Každý interkostální nerv je provázen interkostální arterií a vénou. Interkostální nervově-cévní svazek je uložen v sulcus costae v kраниokaudálním pořadí: žíla - tepna - nerv.

Popsaný průběh platí pro prvních šest interkostálních nervů. Kaudální interkostální nervy (VII-XII) přecházejí přes chrupavčitou část žeber, vstupují mezi m. transversus abdominis a m. obliquus abdominis internus a dosahují až k m. rectus abdominis.

Za svého průběhu vydávají interkostální nervy motorické větve pro svaly hrudní a břišní stěny a senzitivní větve pro kůži hrudníku a břicha, pro parietální pleuru a pro parietální peritoneum.

Inervace: · Rr. musculares - svalové větvičky pro inervaci mm. intercostales externí, interní et intimi a pro mm. subcostales. Z těchto větví jsou dále inervovány m. transversus thoracis, mm. serrati posteriores superiores et inferiores a mm. levatores costarum.

Kaudální interkostální nervy (VII-XII.) inervují m. obliquus externus abdominis, m. obliquus internus abdominis, m. transversus abdominis a m. pyramidalis.

· Rr. cutanei se dělí na dvě skupiny kožních větví:

· Rr. cutanei laterales z II-VIII. interkostálního nervu vstupují do podkoží v přední axilární čáře, mezi zuby m. serratus anterior. Kožní větve z n. IX. až XII. interkostálního nervu prorážejí skrze m. obliquus abdominis externus. Tyto větve se v podkoží dělí na přední a zadní větev, které inervují kůži hrudníku a břicha laterálně od medioklavikulární čáry.

· Rr. cutanei anteriores jsou konečnými větvemi interkostálních nervů. Konečné větve prvních šesti nervů prorážejí m. pectoralis major, mediálně při sternu, a inervují kůži. Obdobné větve ze VII. až XII. interkostálního nervu prorážejí pochvu přímého břišního svalu a větví se do kůže v blízkosti linea alba. Inervují kůži hrudníku a břicha mediálně od radioklavikulární čáry.

Z rr. cutanei laterales et anteriores odstupují skupinky tenkých nervů pro senzitivní inervaci kůže prsu - rr. cutanei mammarii laterales et mediales.

Z druhého interkostálního nervu odstupuje r. cutaneus lateralis, který jako n. intercostobrachialis míří do axily a spojuje se s n. cutaneus brachii medialis.

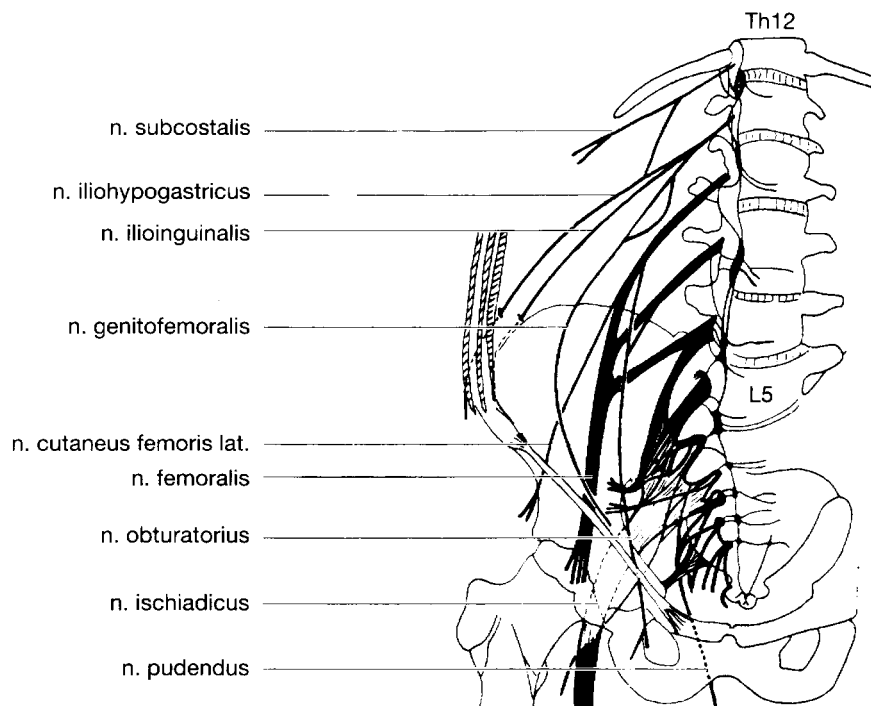
· Rr. pleurales et peritoneales jsou větve určené k senzitivní inervaci parietální pleury a parietálního peritonea. Inervace serózních membrán je bohatá. Parietální pleura i parietální peritoneum jsou velmi citlivé a při dráždění bolí!

Poranění interkostálních nervů má za následek obrnu svalů příslušného mezižebního prostoru. Dráždění interkostálních nervů se projevuje pásovými bolestmi příslušného

mezižebří (např. pásový opar).

Dráždění nástěnného peritonea (např. zánětem apendixu) je velmi bolestivé a vyvolává reflexní odpověď smrštěním svalů přední břišní stěny. Kontrakce svalů je důležitým diagnostickým příznakem nitrobřišního onemocnění.

Plexus lumbalis - bederní pleteň (Th1-L4)



Nervy z plexus lumbalis et sacralis

Bederní pleteň - plexus lumbalis - vzniká spojením silných větví horních tří lumbálních nervů (rr. anteriores nervorum lumbalium), ke kterým se přidává spojka z Th 12 a z L4. Pleteň je uložena v m. psoas major (obr.).

Inervace: rr. musculares jsou krátké větve pro inervaci m. quadratus lumborum, m. psoas major et minor a mm. intercostales lumbales. Dlouhé větve odstupují z pleteně při laterálním okraji m. psoas major: n. iliohypogastricus, n. ilioinguinalis, n. femoralis a n. cutaneus femoris lateralis; při mediálním okraji m. psoas major: n. obturatorius a n. genitofemoralis, prorážející sval a sestupující po jeho přední ploše.

Nervus iliohypogastricus (Th12-L1) vystupuje z plexus lumbalis při laterálním okraji m. psoas major. Běží laterokaudálně za ledvinou po m. quadratus lumborum, vstupuje mezi šikmé břišní svaly (mezi m. transversus abdominis a m. obliquus abdominis internus) a vniká do podkoží nad tříselným vazem.

Inervace: · rr. musculares - pro uvedené břišní svaly,
· r. cutaneus lateralis - kůži nad kyčelním kloubem, · r. cutaneus anterior - kůži nad tříselným vazem a ve stydké krajině.

Nervus ilioinguinalis (L1) má podobný průběh jako předchozí nerv. Po průchodu skrze m. obliquus abdominis internus a m. transversus abdominis vstupuje do canalis inguinalis a po výstupu z anulus inguinalis superficialis máří k zevnímu genitálu.

Inervace: · rr. musculares - pro m. transversus abdominis, m. obliquus abdominis internus a m. cremaster (cremasterový reflex, elevace skrota);
· rr. cutanei - senzitivní větve inervující u muže šourek a kořen pyje - rr. scrotales anteriores, u

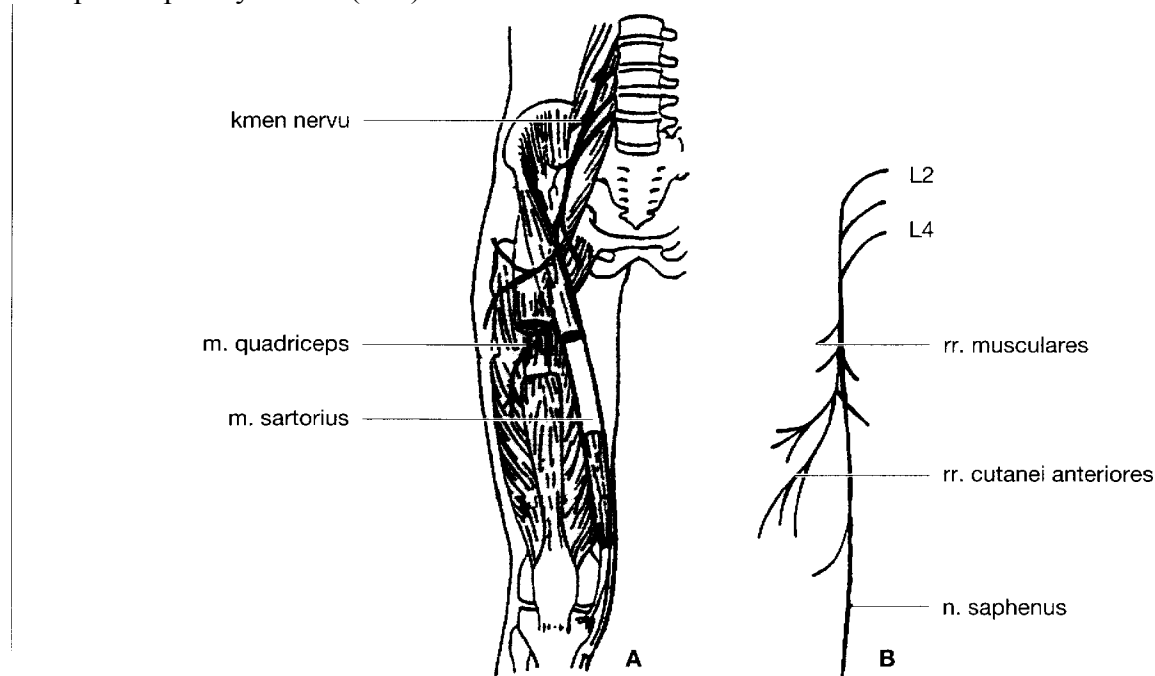
ženy mons pubis a přední část velkých stydkých pysků rr. labiales anteriores.

Nervus genitofemoralis (L1- L2) proráží přední plochu m. psoas major a dělí se na r. femoralis a na r. genitales. Inervace: · R. genitales vstupuje do canalis inguinalis, kde běží za funiculus spermaticus a vydává motorické větvičky pro m. cremaster. Po výstupu z kanálu vydává rr. cutanei i pro kůži šourku. U ženy probíhá podél lig. teres uteri ke kůži velkých stydkých pysků.

· R. femoralis prochází skrze lacuna vasorum nebo lacuna musculorum na přední plochu stehna. Jeho větvičky prorážejí fascia lata (část může procházet skrze hiatus saphenus) a inervují kůži pod tříselným vazem.

Nervus cutaneus femoris lateralis (L2 - L3) vystupuje při laterálním okraji m. psoas major a po m. iliacus míří ke spina iliaca anterior superior. Asi 5 - 6 cm pod spina iliaca anterior superior proráží fascia lata a vydává větve k inervaci kůže na laterální straně stehna.

Nervus femoralis (L2 - L4) je nejsilnějším nervem plexus lumbalis. Vystupuje při laterálním okraji m. psoas major, prochází skrze lacuna musculorum do stehna, kde se dělí na konečné větve. Inervace: · Rr. musculares - pro m. quadriceps femoris, m. iliopsoas, m. sartorius a m. pectineus. · Rr. cutanei anteriores jsou senzitivní větve, které prorážejí fascia lata a inervují kůži přední plochy stehna (obr.).



N. femoralis: A – průběh nervu, B – stavba nervu

· **N. saphenus** sestupuje podél a. femoralis do canalis adductorius. Proráží lamina vastoadductoria a sestupuje do bérce podél v. saphena magna. Vydává senzitivní větve pro kůži na mediální a přední straně kolena - r. infrapatellaris - a pro kůži mediální strany bérce a nohy - rr. cutanei cruris mediales. Větvičky z n. femoralis se dále podílejí na inervaci kyčelního kloubu. Při poškození nervu v pánvi dojde k závažným změnám hybnosti a senzitivity dolní končetiny. Je především omezena flexe v kyčelním kloubu a extenze v kolenním kloubu.

Nervus obturatorius (L2 - L4) vystupuje při mediálním okraji m. psoas major a vstupuje do canalis obturatorius. Dělí se na r. anterior a r. posterior (obr.).

Inervace: · R. anterior je vložen mezi m. adductor longus a m. adductor brevis. Vydává rr. musculares pro uvedené svaly a dále pro m. pectineus a pro m. gracilis. Konečná senzitivní

větvička (r. cutaneus) inervuje kůži mediální plochy stehna.

· R. posterior je vložen mezi m. adductor brevis a m. adductor magnus. Inervuje m. adductor magnus a m. obturatorius externus.

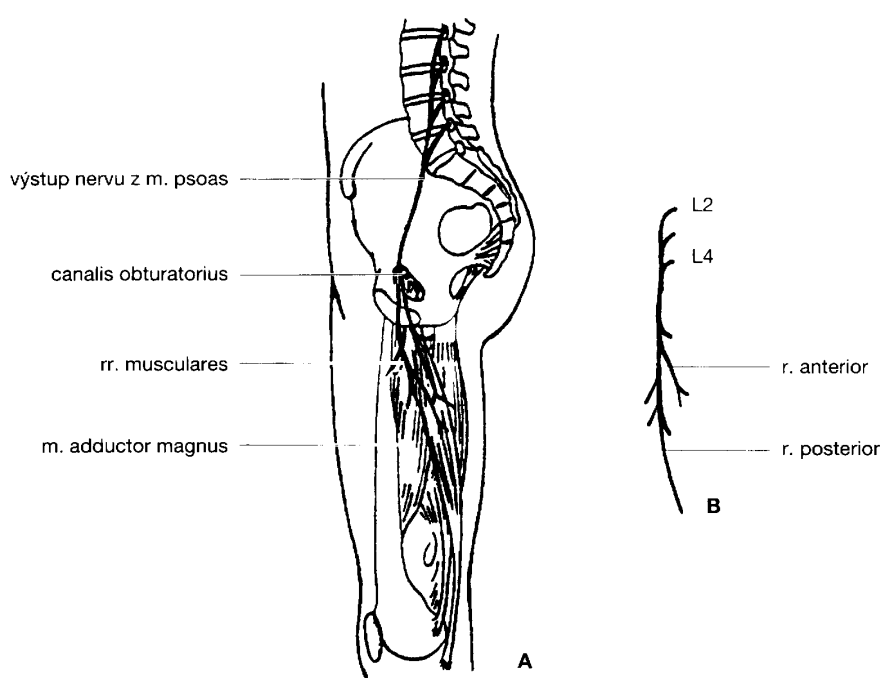
Plexus sacralis - křížová pleteň (L4-S5, Co)

Křížová pleteň -plexus sacralis - je mohutná nervová pleteň, uložená laterálně od křížové kosti na m. piriformis. Vzniká spojením ventrálních větví (rr. anteriores nervorum sacralium) všech křížových nervů. K pleteni se přidávají ventrální větve L4 a LS a n. coccygeus.

Ventrální větve S2-S4 obsahují parasymptická vlákna (viz sakrální parasymptikus).

Inervace: rr. musculares se oddělují jako krátké větve přímo z plexus sacralis a jsou určeny pro m. piriformis, m. obturatorius internus, m. gemellus superior et inferior a pro m. quadratus femoris.

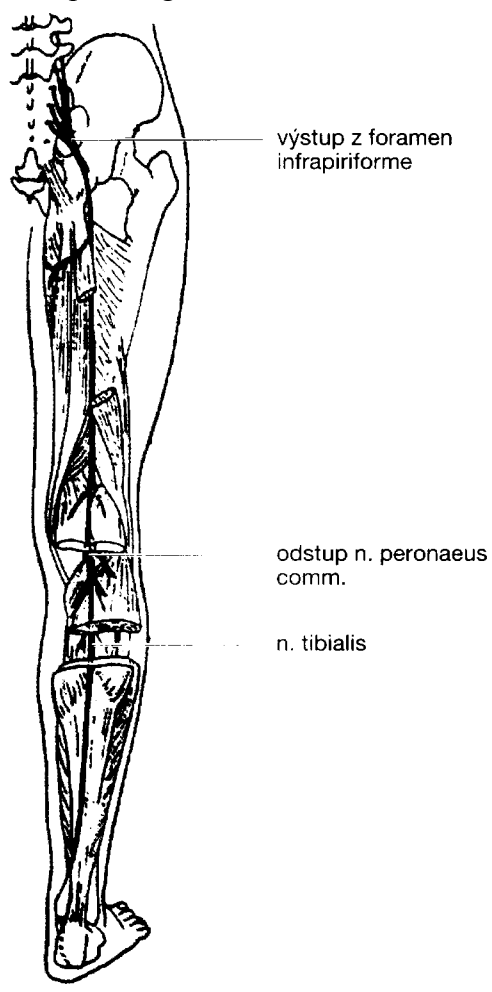
Dlouhé větve z plexus sacralis vstupují do dolní končetiny, kde inervují svaly a kožní okrsky.



N. obturatorius: A – průběh nervu, B – stavba nervu

Nervus glutaesus superior (L4-S1) opouští pánev skrz foramen suprapiriforme a inervuje m. glutaesus medius et minimus a m. tensor fasciae latae.

Nervus glutaesus inferior (L5 - S2) vystupuje z pánve skrze foramen infrapiriforme a vydává větve pro m. glutaesus maximus. Podílí se též na inervaci kyčelního kloubu.



N. ischiadicus et n. tibialis

Nervus cutaneus femoris posterior (S1-S3) je senzitivní nerv vystupující skrze foramen infrapiriforme. Sestupuje po zadní ploše stehna mezi m. semitendineus a m. biceps femoris.

Inervace: · Nn. clunium inferiores jsou určeny pro kůži dolní části hýžd'ové krajiny; vysílají drobné rr. perineales. · Rr. cutanei senzitivně inervují kůži zadní strany stehna a hráze.

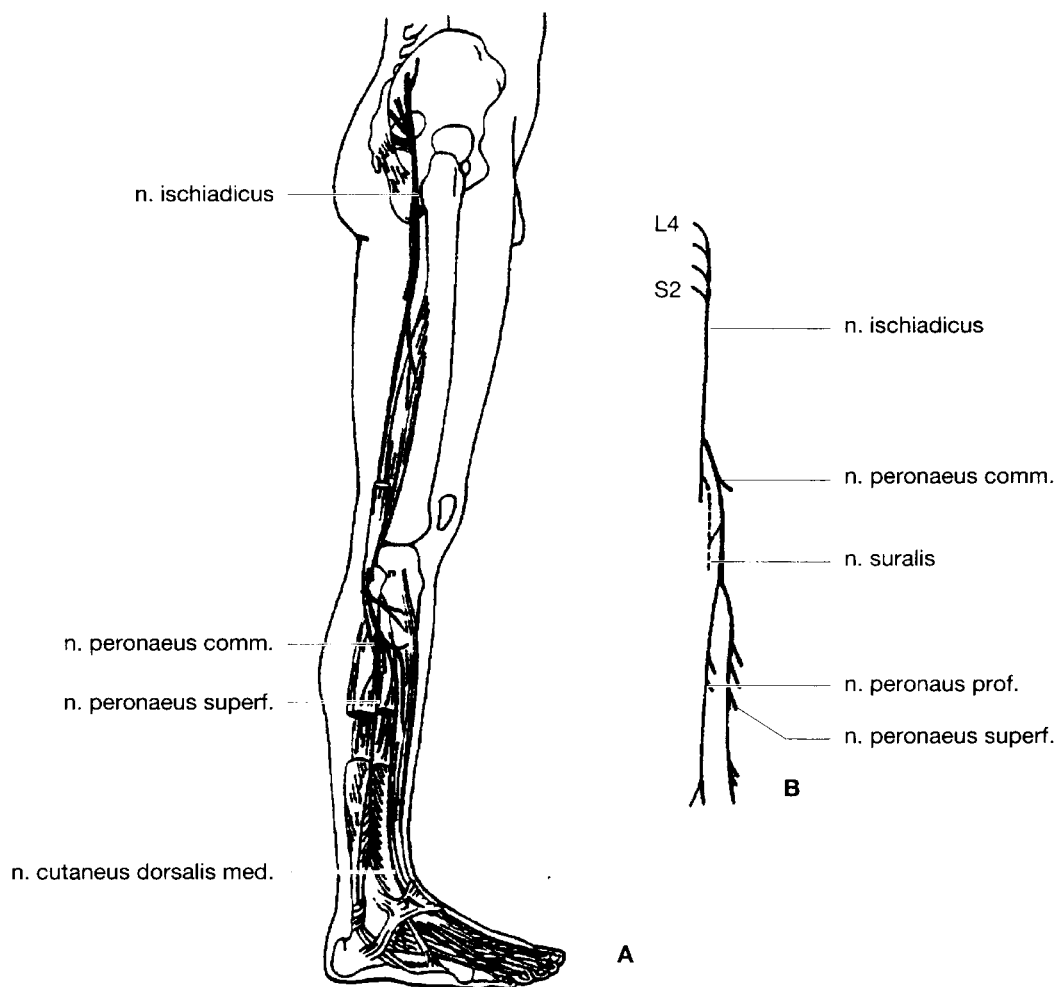
Nervus ischiadicus (L4-S3) je **nejdelší a nejsilnější nerv lidského těla**. Vystupuje z pánve skrze foramen infrapiriforme. Přečází přes pelvitrochanterické svaly, pod m. glutaesus maximus. Na stehně sestupuje po zadní ploše m. adductor magnus mezi flexory stehna. V různé výši nad fossa poplitea se dělí na dvě silné větve - n. tibialis a n. peroneus communis (obr.). Výše dělení nervu je variabilní. Ve 20% se štěpí vysoko na stehně nebo ve foramen infrapiriforme.

Na stehně vydává sedací nerv: · rr. articulares pro kloubní pouzdro kyčelního kloubu a · rr. musculares pro m. semitendinosus, m. semimembranosus a m. biceps femoris.

Nervus tibialis a nervy z něho odvozené je přímým pokračováním n. ischiadicus. Probíhá středem fossa poplitea, podbíhá m. triceps surae a sestupuje v septu mezi m. triceps surae a hlubokými flexory bérce. Za vnitřním kotníkem podbíhá nerv spolu s vasa (cévní pletence) tibialia posteriora retinaculum musculorum flexorum. Za vnitřním kotníkem se dělí na své konečné větve - n. plantaris

medialis et lateralis. Inervace: · Rr. musculares - pro m. triceps surae, m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus, m. popliteus a m. plantaris.

- N. interosseus cruris je senzitivní nerv běžící po zadní ploše membrana interossea, kterou inervuje. Dále vydává větvičky pro obě bércevé kosti a pro hlezenní kloub.
- **N. cutaneus surae medialis** je senzitivní větev, která se odděluje ve fossa poplitea (zákolenní jámě), proráží fascia cruris (bérceovou fascii, obalující bércevé svaly) a sestupuje podkožím podél v. saphena parva. Spojuje se s r. communicans peronaeus a vytváří n. suralis. · **N. suralis** běží za zevním kotníkem na fibulární okraj nohy, kde vydává kožní větve - rr. calcanei laterales a n. cutaneus dorsi pedis lateralis.
- Rr. calcanei mediales se oddělují z n. tibialis nad retinaculum musculorum flexorum a inervují kůži vnitřní strany paty.
- **N. plantaris medialis** je silnější z konečných větví n. tibialis. Podbíhá m. abductor hallucis a pokračuje do planty mezi tímto svalem a m. flexor digitorum brevis. Vydává svalové větve pro m. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis, m. flexor brevis a mm. lumbricales I a II. Inervaci kůže zajišťují tři nn. digitales plantares communes, které se dále dělí na nn. digitales plantares proprii pro 1. - 4. prst a pro mediální polovinu 4. prstu (obr.).
- **N. plantaris lateralis** běží mezi m. flexor digitorum brevis a m. quadratus plantae. Vydává svalové větve pro m. quadratus plantae a pro m. abductor digiti V. Dále se dělí na r. superficialis (i nervující kůži malíku a laterální okraj 4. prstu) a na r. profundus (inervující mm. interossei, mm. lumbricales III et IV, m. adductor hallucis a dva svaly malíkové skupiny - m. flexor a m. opponens digiti V).



N. peroneus: A – průběh nervů, B – stavba nervů

Nervus peroneus communis

po oddělení z n. ischiadicus běží podél okraje m. biceps femoris a dále mezi jeho šlachou a laterální hlavou m. gastrocnemius. Otáčí se okolo krčku fibuly a vniká do začátku m. peroneus longus, kde se dělí na konečné větve - r. superficialis a r. profundus (viz obr.).

Inervace: · Rr. articulares - pro kolenní a proximální tibiofibulární kloub.

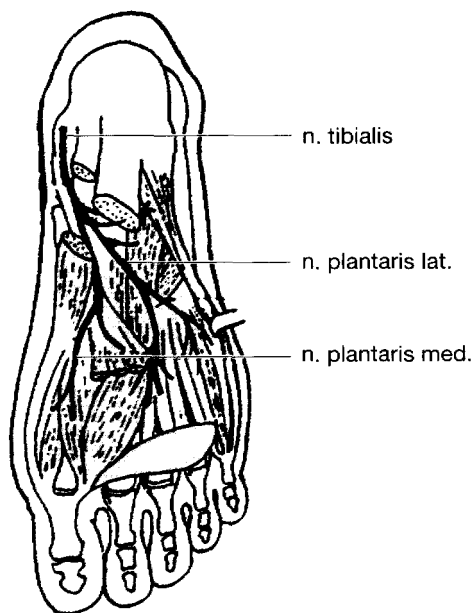
· **N. cutaneus surae lateralis** se odděluje ve fossa poplitea, proráží fascii a inervuje kůži lýtka na fibulární straně.

R. communicans peroneus se odděluje přímo n. peroneus communis nebo z předchozího nervu, proráží fascii a v podkoží lýtka se spojuje s n. cutaneus surae medialis (viz n. tibialis). Tímto spojením vzniká n. suralis.

N. peroneus superficialis sestupuje mezi oběma lýtkovými svaly a dále mezi m. peroneus longus a m. extensor digitorum longus. V distální třetině bérce proráží fascii, sestupuje podkožím a na hřbetu nohy se dělí na n. cutaneus dorsalis medialis et intermedium, které inervují kůži hřbetu nohy a prstů výjimkou první meziprstní štěrbinu. Svalová vlákna n. peroneus superficialis inervují m. peroneus longus et brevis.

N. peroneus profundus je převážně motorický nerv. Sestupuje mezi m. tibialis anterior a m. extensor digitorum longus podél a. tibialis anterior až po membrana interossea. V dolní polovině bérce prochází mezi m. tibialis anterior a m. extensor hallucis longus. Na hřbetu nohy běží podél šlachy m. extensor hallucis longus. N. peroneus profundus vydává svalové větve pro **extenzory** na přední straně bérce (m. tibialis anterior, m. extensor hallucis longus,

m. extensor digitorum longus) a na hřbetu nohy (m. extensor hallucis brevis) .



N. plantaris

Traumatické léze vlastního kmene n. ischiadicus nejsou příliš časté. Nerv ale může být poškozen chybně provedenou intramuskulární injekcí (mimo horní zevní kvadrant gluteální krajiny). Častější jsou však léze jeho hlavních větví. N. tibialis může být poraněn při zlomeninách tibie (holenní kosti). Pacient se nemůže postavit na špičky a nemůže zdvihat patu. Nejčastější jsou léze n. peroneus communis. Dochází k nim při zlomeninách bércových kostí nebo po přiložení příliš těsného sádrového obvazu. Nerv bývá postižen i při diabetes mellitus. Léze se projevuje neschopností dorzální flexe nohy. Pacient při chůzi zakopává a zdvihá při chůzi nepřiměřeně bérce (kohoutí chůze).

Nervus pudendus (S2 - S4)

je smíšený nerv, který kromě motorických a senzitivních vláken obsahuje i vlákna parasympatická. Opouští pánev skrze foramen infrapiriforme, kde vydává svalové větvičky pro m. levator ani a pro m. coccygeus (diaphragma pelvis). Nerv běží za spina ischiadica (spolu s vasa pudenda interna) a skrze foramen ischiadicum se dostává do fossa ischio-rectalis. Jde dopředu po laterální stěně tohoto prostoru ve fasciálním (tzv. Alcockově) kanálu. Pod dolním ramenem stydké kosti a pod symfýzou pokračuje n. pudendus dopředu na dorsum penis (resp. clitoris). Inervace:

- *Nn. perineales* inervují senzitivní větve pro kůži hráze, šourku, resp. velkých stydkých pysků (rr. scrotales et labiales posteriores). Svalové větve inervují perineální svaly (m. transversus perinei profundus et superficialis, m. bulbospongiosus a m. ischiocavernosus).

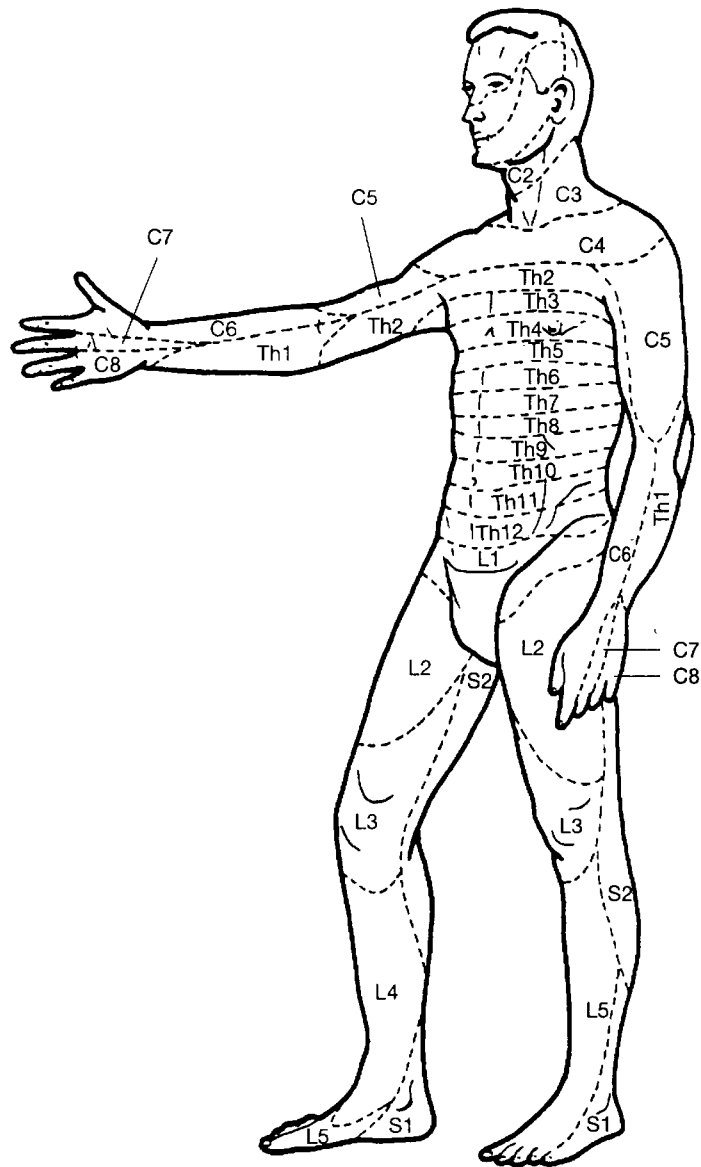
- *Nn. rectales inferiores* míří ke konečníku a inervují m. sphincter ani externus a kůži v okolí řitního otvoru.

- *N. dorsalis penis (clitoridis)* je konečná větev z n. pudendus internus. Běží pod lig. arcuatum pubis (obloukovité vazy spony stydké) na dorsum penis. Vydává větve pro kůži pyje, pro glans penis a pro sliznici močové trubice. N. dorsalis clitoridis je mnohem slabší a vydává větvičky pro clitoris.

Poškození n. pudendus internus se může projevit výpadkem citlivosti v inervované oblasti a inkontinencí moči a stolice. Dráždění nervu se projevuje bolestmi v inervované oblasti: hráz, konečník, zevní genitál.

Segmentová inervace těla

Jak již bylo zmíněno v přehledné části (viz i obr), senzitivní vlákna jednotlivých míšních



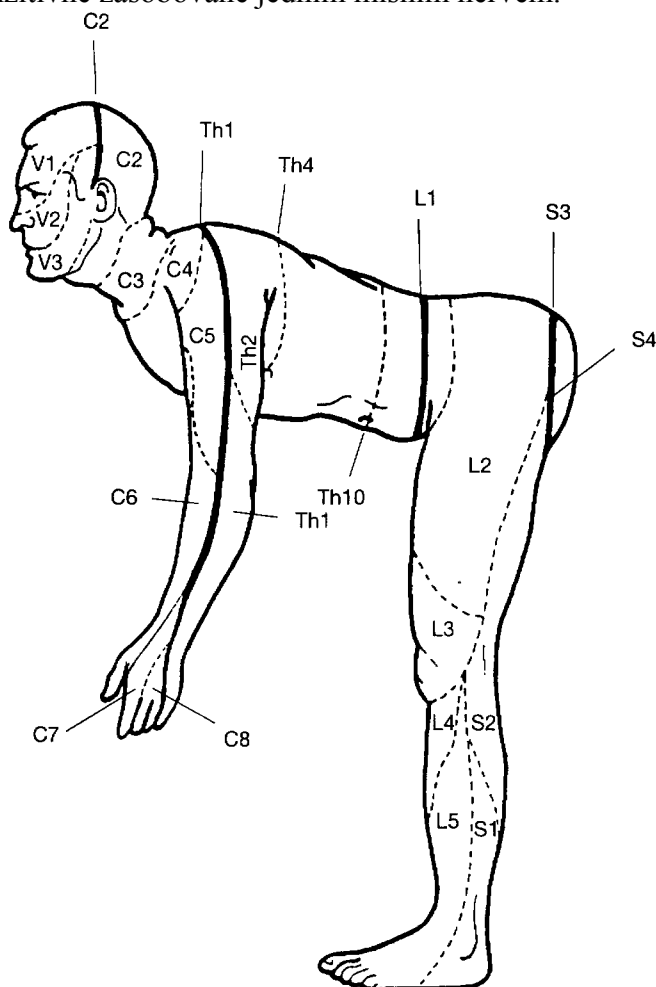
Areae radicales zředu

nervů zásobují specifické okrsky kůže, které se označují jako dermatomy. Kůže lidského těla zásobovaná z míšních nervů je rozdělena do 30 dermatomů. Na kůži trupu jsou dermatomy uspořádány do horizontálních a lehce zešikmených pásů, zatímco na končetinách probíhají svisle, v táhlých spirálách zatočených mediálně.

Většina dermatomů je zásobována vlákny tří, někdy i čtyř míšních nervů, přičemž jeden míšní nerv je hlavní a zbývající jsou vedlejší. Rozsah dermatomů byl vymezen při podrobném vyšetřování kožní citlivosti u nemocných po protěti nebo úrazovém přerušení zadních míšních kořenů.

Při lokalizování dermatomů je třeba počítat s individuální variabilitou, která může být až jeden segment. Znalost rozsahu dermatomů a jejich hranic má, i přes různou variabilitu, značný praktický význam při neurologickém vyšetření a při stanovení výše (segmentu) míšního poškození.

Pro dermatom se také používá označení area radicularis sensitiva. Toto označení však není přesné, protože area radicularis sensitiva zahrnuje kožní oblast (vlastní dermatom), ale i svaly a orgány senzitivně zásobované jedním míšním nervem.



Areae radicales z boku

Pro inervaci svalů platí podobná pravidla jako pro inervaci kůže. Většina svalů, zejména na končetinách, je inervována ze 2-3 ventrálních kořenů (míšních nervů). Monosegmentová inervace je zachována pouze u krátkých svalů trupu (mezižeberní svaly) a u hlubokých zádočných svalů.

Jako **area radicularis motorica** se označuje sval nebo část svalu inervovaná z jednoho míšního nervu. Jako **area nervina** se označují všechny struktury (kůže, svaly, periost, klouby) inervované z jednoho nervu.

Útrobní kořenové okrsky. Z míšních nervů se dostávají ke všem orgánům (útrobám) senzitivní vlákna. Tato vlákna jsou určena hlavně k vedení pocitů orgánové bolesti. Buněčná těla těchto vláken jsou uložena ve spinálních gangliích. Dendrity těchto neuronů opouštějí míšní nervy a cestou rr. communicantes albi se dostávají do truncus sympathicus (**viz dále**) a jednotlivými větvemi sympatiku se dostávají k orgánům. Většina orgánů je inervována bilaterálně. Axony vstupují cestou zadních míšních kořenů do míchy.

Z popsaného uspořádání je zřejmé, že **útrobní bolest lze vyřadit protětním** příslušného sympatického nervu nebo exstirpací sympatického ganglia, které orgán zásobuje. Viscerální (orgánová) bolest zpravidla vzniká náhlým roztažením orgánu, prudkou kontrakcí

hladké svaloviny, napětím vazivového pouzdra nebo ischemií. Intenzivní viscerální bolest se objevuje i při dráždění peritonea, které orgán pokrývá.

Headovy zóny a iradiační bolesti

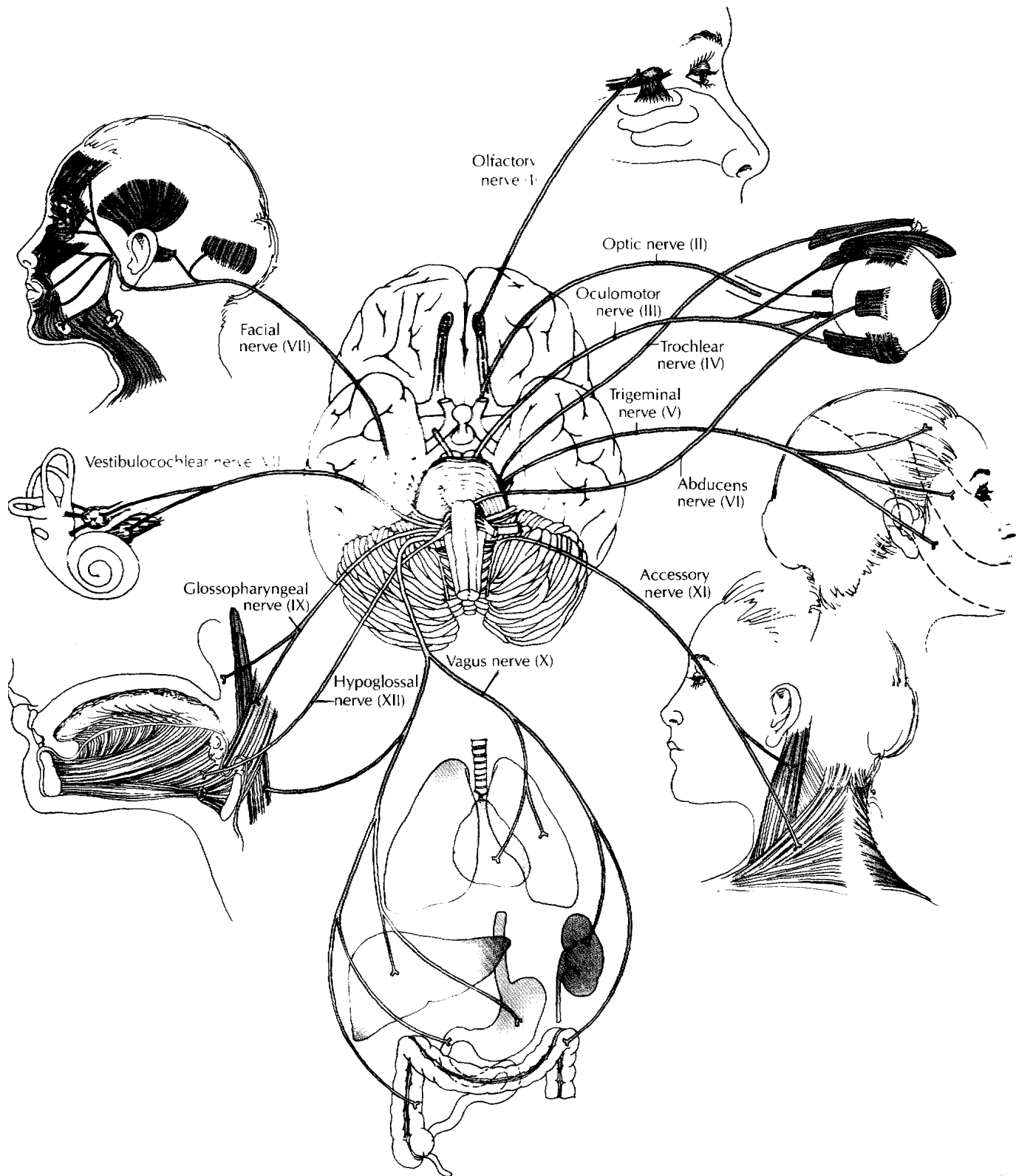
Při onemocnění orgánů hrudní a břišní dutiny se některé kožní okrsky stávají přecitlivělými na dotyk, případně na nepříliš silný tlak. Tyto kožní okrsky se označují jako *Headovy zóny*.

Kožní přecitlivělost při orgánových onemocněních je pravděpodobně způsobena tím, že signál: bolesti z orgánů zvyšují citlivost neuronů zadního míšního rohu (substantia gelatinosa Rolandi-bolest) na běžnou signalizaci z kůže.

U orgánových onemocnění se často vyskytuje pouze tzv. iradiační bolest. Například u nemocných s infarktem myokardu vyzařují bolesti do levé poloviny hrudníku a podél ulnárního okraje levé horní končetiny. U onemocnění žlučníku vyzařují bolesti do pravého podžebří a pod pravou lopatku. Bolest tedy, vyzařuje do dermatomů, které jsou inervovány z stejných míšních nervů jako příslušné orgány (srdce Th1-Th5, žlučník: Th7-Th8). Mechanismus vzniku iradiace orgánové bolesti na povrch těla není dobře prostudován a souvisí i s teorií akupunktury. Předpokládá se, že signály bolesti z postiženého orgánu jsou v zadním míšním rohu a v talamu interpretovány (chybně ?) jako kožní signály.

Mozkové nervy - schéma výstupu z m. spodiny a inervace

popis anglicky



Nervi craniales - hlavové nervy

Hlavové nervy - nn. craniales - jsou tvořeny dvanácti páry nervů, které vystupují z mozkového kmene (s výjimkou I. a II. hlavového nervu) a opouštějí lebku otvory v lebeční bázi. Inervační oblastí hlavových nervů je **hlava a krk**. Pouze **n. vagus** kromě toho inervuje i **orgány** hrudní a břišní dutiny.

I. nerv čichový olfactorius, vychází z koncového mozku (telencefalu), II. nerv zrakový z mezimozku a III. a IV, nerv inervující svaly oka ze středního mozku (mesencefalu). **V. nerv trojklaný** (trigeminus), VI. nerv odtahovací, VII. nerv lící, VIII. nerv staticko-sluchový (statoacusticus), IX. nerv jazykohltanový, **X. nerv bloudivý (vagus)**, u vyšších obratlovců XI. nerv přídatný, XII. nerv podjazykový.

Když některý hlavový nerv obsahuje senzitivní složku, nacházíme v jeho průběhu 1-2 ganglia, která svou strukturou odpovídají spinálním gangliím. Taková ganglia nacházíme v průběhu n. trigeminus, n. facialis, n. vestibulocochlearis, n. glossopharyngeus a n. vagus.

Hlavové nervy se vzájemně významně liší skladbou svých vláken. Můžeme je rozdělit na čistě motorické nervy - n. IV., n. VI. a n. XII, obsahující pouze somatomotorická vlákna. Somatomotorická vlákna a visceromotorická (parasymptická) vlákna obsahuje n. III. Somatosenzitivní a somatomotorická vlákna obsahuje n. V. Všechny typy nervových vláken (somatosenzitivní, somatomotorická i parasymptická) jsou obsaženy v n. VII, n. IX. a n. X.

· **Autonomní vlákna hlavových nervů jsou parasymptická** (v míšních nervech jsou převážně vlákna sympatická!). Vlákna parasymptické složky odstupují z příslušných nervů a vstupují do parasymptických ganglií. Tato ganglia (gangl. **ciliare**, gangl. **pterygopalatinum**, gangl. **oticum** a gangl. **submandibulare**) jsou buď uložena v blízkosti cílových orgánů, nebo - v případě vagových parasymptických ganglií - leží intramurálně (ve stěně orgánů dutiny břišní a hrudní). Znovu opakujeme, že koncový mediátor postgangliových parasymptických neuronů je ACh!

· **Motorická vlákna** hlavových nervů vystupují z příslušných motorických jader, která jsou uložena ve **dvou řadách na spodině IV. mozkové komory**. Některým motorickým jádrům jsou přidružena parasymptická (visceromotorická) jádra. Senzitivní vlákna hlavových nervů (somatosenzitivní, viscerosenzitivní a speciální senzitivní vlákna) mají mateřskou buňku v senzitivním gangliu (nebo v gangliích) hlavového nervu. Centrální (axonální) výběžek této buňky končí v mozkovém kmeni v tzv. terminačních jádrech (ncll. terminationes), podobně jako senzitivní zakončení míšních nervů končí v zadních míšních kořenech (většinou)

Motorická jádra hlavových nervů tedy funkčně odpovídají jádrům motoneuronů předních míšních rohů. Ncll. terminationes senzitivních hlavových nervů odpovídají lamelám (Rexedovým zónám) zadního míšního rohu.

Druhý hlavový nerv zrakový není vlastně hlavovým nervem, ale modifikovaným výběžkem mezimozku (talamických jader, corpora geniculata laterale). Svědčí o tom uspořádání jeho obalů a reakce na patologické podněty, která je obdobná jako u mozkové tkáně.

I. Nervi olfactorii - čichové nervy

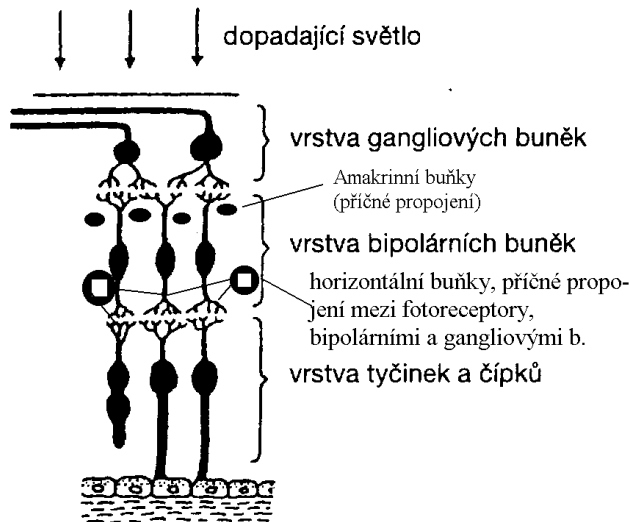
Čichové nervy - nn. olfactorii (fila olfactoria) - jsou bezmyelinové, do centra jdoucí výběžky smyslových buněk uložených v regio olfactoria sliznice dutiny nosní (strop dutiny nosní, horní třetina septa, concha nasalis superior).

Axonální výběžky čichových buněk vyvářejí submukózní pleteň. Z této pleteně vystupují tenké nn. olfactorii, které prostupují otvůrky v lamina cribrosa (ossis ethmoidalis) a zanořují se do bulbus olfactorius. Inervace: z bulbus olfactorius jsou čichové signály rozváděny do několika korových (paleokortikálních) polí a do podkorových struktur (viz čichová dráha).

Poškození nebo přerušování vláken čichového nervu vede k poruchám čichu (hyposmie, anos

mie). Dochází k nim při zlomeninách a krevních výronech v přední lebeční jámě nebo v souvislosti s nádory báze frontálního laloku. K dočasným poruchám čichu vedou záněty v nosní dutině, malformací nosu. Zesilují estrogény a zeslabuje stáří. Pachové modalities jsou: květinová, éterická, pižmová, kafrová, hnilobná a spáleninová. Vomerulonasální orgán asi registruje lidské feromony. Kakosomie- vnímání vůní jako zápachůůů.

II. Nervus opticus - zrakový nerv

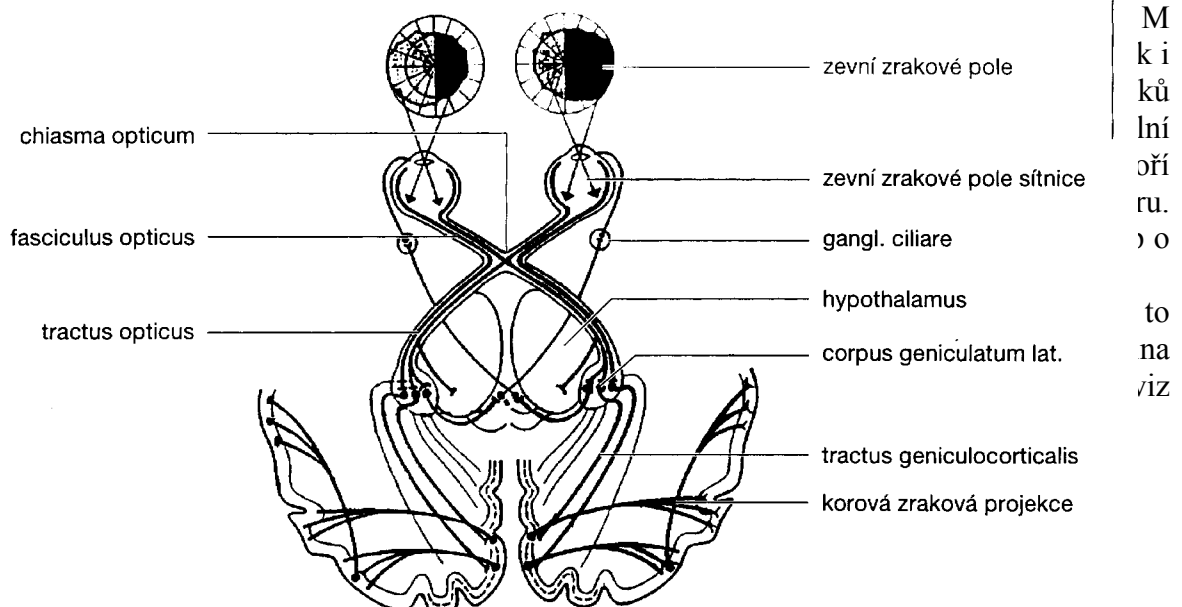


Neurony sítnice (schéma)

II. Zrakový nerv - n. opticus - je tvořen jen **eferentními** (do centra jdoucími) vlákny gangliových buněk sítnice (je jich asi **milion** v jedné sítnici), které představují **třetí** neuron zrakové dráhy (1. neuron – tyčinky[**120 milionů**] a čípky [**60 milionů** v jedné sítnici], 2. neuron - bipolární buňky, 3. neuron - multipolární, gangliové buňky) (obr.). 80% gangliových buněk sítnice jsou neurony malé, Parvo, P. Asi 10% jsou neurony velké, Magno, M. Axony gangliových buněk se sbíhají do papilla nervi optici a procházejí stěnou očního bulbu (lamina cribrosa sclerae), kde získávají myelinovou pochvu. Po výstupu z bulbu prochází zrakový nerv střední etáží orbity a skrze **canalis opticus** vstupuje do lebeční dutiny.

Pravý a levý n. opticus se v lebeční dutině spojují v **chiasma opticum**, uložené před sella turcica (turecké sedlo) v sulcus chiasmaticus. Vlákná obou nervů se v chiasma opticum **částečně kříží** a po výstupu z chiasmatu pokračují dále do mezimozku jako pravý a levý tractus opticus.

Zraková dráha: Většina vláken tractus opticus končí v talamických pravých či levých



Zraková dráha

Asi 1 cm za oční koulí vstupuje do n. opticus malá tepna zvaná **a. centralis retinae**, což je větev a. ophthalmica. Probíhá v ose zrakového nervu a v jeho papile se dělí na konečné arterioly retinae do příslušných kvadrantů sítnice. Vyživuje sítnici, s výjimkou vrstvy receptorů (tyčinek a čípků).

Z vývojového hlediska je **n. opticus výchlípkou centrálního nervstva**. Patologické procesy z mozku se proto mohou šířit i na optický nerv. Při přerušení zrakového nervu před chiasmatem následuje jednostranná slepota (amauróza). Při lézi v oblasti chiasmatu (nejčastěji **nádory** hypofýzy) vzniká bitemporální heteronymní hemianopsie. Přerušení n. opticus nebo tractus opticus má za následek kromě defektů zrakových polí i vymizení fotoreakce zornic. Změny na papile zrakového nervu mají význam pro diagnostiku mnoha onemocnění mozku.

III. Nervus oculomotorius - okohybný nerv

Okohybný nerv - n. oculomotorius - je **smíšený** nerv obsahující motorická a parasymptická vlákna. Motorická vlákna inervují m. levator palpebrae (zdvíhač víčka) a okohybné svaly s výjimkou m. rectus bulbi lateralis a m. obliquus bulbi superior. Pregangliová parasymptická vlákna končí v **gangl. ciliare** (viz obr.).

Jádra: vlákna začínají z jader n. oculomotorius ve středním mozku. Motorická vlákna vystupují z nucleus nervi oculomotorii, parasymptická vlákna z **nucleus oculomotorius accessorius (Edingerovo-Westphalovo jádro)**.

N. oculomotorius vystupuje ve fossa interpeduncularis. Dále probíhá v subarachnoideovém prostoru a skrze sinus cavernosus (je uložen v jeho laterální stěně) vstupuje do fissura orbitalis superior. Prochází skrze anulus tendineus communis (Zinni) a v očníci se dělí na dvě větve.

Inervace: · R. superior je slabší motorická větev inervující m. levator palpebrae superioris a m. rectus superior.

· R. inferior je silnější motorická a parasymptická větev. Vydává krátké větvičky pro m. rectus medialis a m. rectus inferior. Dlouhá větev míří dopředu a inervuje m. obliquus inferior. Z této větve se odděluje r. ad ganglion ciliare (radix parasymphatica ganglii ciliaris), obsahující pregangliová parasymptická vlákna pro gangl. ciliare.

Ganglion ciliare (řasnaté) je uloženo na laterální straně n. opticus, asi 2 cm za oční koulí. Pregangliová parasymptická vlákna z Edingerova-Westphalova jádra v gangliu končí a mají synaptické kontakty s postgangliovými neurony. Postgangliová parasymptická vlákna pokračují jako nn. ciliares breves do očního bulbu, kde inervují m. sphincter pupillae a m. ciliaris. Gangliem bez přerušení procházejí vlákna senzitivní (n. V.) a vlákna symptická.

Motorická vlákna **n. oculomotorius** zajišťují otáčení **bulbu vzhůru a mediálně**, vzhůru a laterálně a dolů a mediálně. Parasymptická složka n. oculomotorius zabezpečuje zúžení zornice při osvitě - miózu (m. sphincter pupillae) - a akomodaci čočky (m. ciliaris).

IV. Nervus trochlearis - kladkový nerv, též zapojen v očí koulení.

Kladkový nerv - n. trochlearis - je hlavový nerv určený pro inervaci jednoho ze dvou šikmých svalů očníci a to m. obliquus superior. M. obliquus superior stáčí bulbus dolů a laterálně (zevně). Poškození n. trochlearis způsobuje diplopii (dvojití vidění) při pohledu dolů; je ztížena chůze ze schodů.

Vlákna nervu vystupují z jádra - nucleus nervi trochlearis, které je uloženo ve středním mozku, kaudálně od ncl. nervi III v úrovni colliculi caudales (hrboly ocasní). Axony vystupující z jádra se v mozkovém kmene kříží a vystupují z jeho dorzální plochy těsně za colliculi caudales.

Po výstupu z dorzální strany kmene zatačí nerv kolem bočních stran kmene na jeho spodní stranu. Míří dopředu, proráží dura mater, běží laterální stěnou sinus cavernosus a skrze fissura orbitalis superior vstupuje do očníci. Jest vědět, že neprochází skrze anulus tendineus communis. Inervace: V očníci běží nad m. levator palpebrae superior k m. obliquus superior,

který inervuje.

Při poškození n. oculomotorius má pacient pokleslé víčko (ptóza, řec. ptosis=pád) a obrnu pohledu vzhůru, dolů a mediálně. (Ptóza víčka je jeden z charakteristických příznaků nervosvalové autoimunitní (anti-receptorové protilátky) choroby **myasthenia gravis** (svalová slabost těžká) Převaha m. rectus lateralis může vést k divergentnímu strabismu (šilhání). Součástí obrazu je i mydriáza (rozšíření zornice, obrna m. sphincter pupillae) a snížená schopnost akomodace (obrna m. ciliaris).

V. Nervus trigeminus - trojklaný nerv

Je to nejsilnější a nejbohatěji se větvící hlavový nerv. Převážně **senzitivní**, ale s jeho třetí větví (n. mandibularis) běží i **vlákna motorická**, určená k inervaci **žvýkacích svalů**.

Periferní větve n. trigeminus jsou s ostatními hlavovými nervy spojeny četnými spojkami. Jsou to především **spojky** mezi n. trigeminus a n. facialis a mezi n. trigeminus a n. glossopharyngeus. V oblasti sinus cavernosus (žilního splavu po obou stranách hypofýzy, má vzhled mycí houbičky díky vazivové trámčině) jsou i spojky s okohybnými nervy, kterými přicházejí proprioceptivní vlákna do ncl. mesencephalicus nervi V.

Inervace: · Senzitivní složka n. trigeminus (radix sensoria) zásobuje kůži obličeje a kůži frontální a parietální krajiny až po baurikulární čáru. Rozhraní mezi inervační oblastí n. trigeminus a kožními větvemi krčních nervů je v čáře temeno - zevní zvukovod - brada. Dále n. trigeminus zásobuje ústní a nosní dutinu, paranazální dutiny, celý obsah orbity a většinu tvrdé mozkové pleny. V ústní dutině zásobuje tvrdé a měkké patro až po isthmus faucium, celou boční stěnu a spodinu ústní dutiny, přední dvě třetiny jazyka a všechny zuby.

Rozhraní mezi inervačními oblastmi hlavních větví n. trigeminus tvoří štěrbina víček a ústní štěrbina.

· Motorická složka n. trigeminus (radix motoria) probíhá s jeho třetí větví (n. mandibularis). Označuje se také jako "portio minor trigemini". Inervuje žvýkací svaly. Portio minor probíhá senzitivním gangl. trigeminale, přidává se k n. mandibularis a postupně se od něj odděluje v podobě jednotlivých větví pro žvýkací svaly. Kromě žvýkacích svalů inervuje m. mylohyoideus i přední bříško m. digastricus.

Pod lebeční bází odstupují z n. mandibularis "cizí" motorické větve pro m. tensor tympani (ncl. VII), pro m. tensor veli palatini (ncl. VII.) a pro m. levator veli palatini (ncl. IX.).

K n. trigeminus patří také čtyři jádra uložená v mozkovém kmeni.

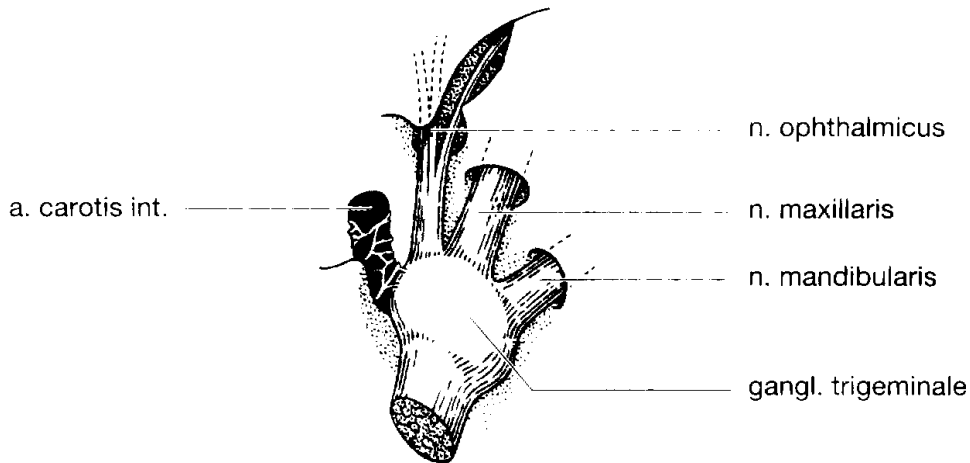
Jádra: Nucleus motorius je somatomotorické jádro uložené pod spodinou IV. mozkové komory (přibližně v úrovni locus coeruleus). Z tohoto jádra vystupují motorická vlákna, která tvoří motorickou složku (portio minor) nervu.

Senzitivní trigeminová vlákna se po vstupu do mozkového kmene dělí ke třem terminačním jádrům: nucleus pontinus, nucleus spinalis a nucleus mesen-

cephalicus. Nejubycmnější je ncl. spinalis, který zasahuje z pontu až do horní krční míchy (C2-C3). Ncl. mesencephalicus obsahuje pseudounipolární neurony, které nevycestovaly z mozkového kmene a nevytvořily tedy příslušné ganglion. Jde proto o senzitivní ganglion integrované do mozkového kmene. Dendrity těchto neuronů přivádějí proprioceptivní signály z dásní (fixační aparát zubů), ze žvýkacích a z okohybných svalů.

Průběh n. trigeminus:

Po výstupu z Varolova mostu vstupuje n. V. do dutinky v dura mater při hrotu pyramidy, v místě impressio trigemini. V této dutince (cavum trigeminale, Meckeli) je uloženo ganglion trigeminale (gangl. semilunare, Gasseri). Z předního okraje ganglia vystupují tři hlavní větve nervu. V gangliu jsou uloženy pseudounipolární neurony (typu "T"), podobně jako ve spinálních gangliích a v senzitivních gangliích ostatních hlavových nervů. Jednotlivými větvemi n. trigeminus přicházejí do ganglia z periferie dendrity. Axony opouštějící ganglion jako "radix sensoria" vstupují do pontu a rozbíhají se k jednotlivým senzitivním jádrům.



Ganglion trigeminale

N. trigeminus vydává tři hlavní větve: n. ophthalmicus, n. maxillaris a n. mandibularis (obr.).

Nervus ophthalmicus - oční nerv

Po výstupu z gangl. trigeminale vstupuje n. ophthalmicus do boční stěny sinus cavernosus směrem dopředu k fissura orbitalis superior. Za průběhu skrze sinus cavernosus vydává **r.** tentorii (meningeus) pro inervaci tentorium cerebelli, spojky k n. III, n. IV. a n. VI. a spojky k sympatické pleteni na povrchu a. carotis interna.

Inervace: Těsně před vstupem do očníce se n. ophthalmicus dělí na své hlavní větve:

- *N. nasociliaris* míří k mediální stěně orbity a vydává n. ethmoidalis posterior, jdoucí skrze foramen ethmoidale posterius do prostorů čichové a čelní kosti. Senzitivně inervuje sinus ethmoidalis posterior a sinus sphenoidalis. *N. infratrochlearis* je pokračováním kmene n. nasociliaris. Běží k vnitřnímu očnímu koutku (pod trochlea muscili obliqui superioris) a inervuje mediální polovinu horního víčka (**r.** palpebralis superior), mediální oční koutek, slzný váček a caruncula lacrimalis (**r.** palpebralis inferior).
- *N. ethmoidalis anterior* prochází stejnojmenným kanálkem nad lamina cribrosa ossis ethmoidalis. Skrze lamina cribrosa vstupuje do nosní dutiny, kde vydává **Rr.** nasales pro sliznici bočních stěn a septa přední poloviny nosní dutiny. **R.** nasalis externus zásobuje kůži na hřbetu nosu.

- Větve pro oční kouli běží buď přímo do očního bulbu (nn. ciliares longi), nebo skrze gangl. ciliare (parasymptické ganglion). Po výstupu z ganglia jdou senzitivní vlákna do oční koule jako součást nn. ciliares breves.

- *N. frontalis* je **nejsilnější** větev n. ophthalmicus. Vstupuje **do očníce** laterálně od anulus tendineus communis a běží pod stropem orbity (mezi stropem a m. levator palpebrae) k hornímu okraji orbity. Dělí se na **dvě větve**:

- *N. supratrochlearis* jde nad trochlea muscili obliqui superioris, proráží m. orbicularis oculi a inervuje kůži kořene nosu a vnitřního očního koutku.

- *N. supraorbitalis* se před výstupem z očníce dělí na **r.** medialis et lateralis.

Obě větve zásobují kůži čela (až k baurikulární čáře), sinus frontalis a periost čelní kosti.

- *N. lacrimalis* je **nejslabší** ze tří hlavních větví n. ophthalmicus. Běží pod stropem očníce nad m. rectus lateralis k slzné žláze. Dělí se na horní větev, která prochází slznou žlázou a pokračuje ventrálně a ke kůži zevm'ho ocm'ho koutku (**Rr.** palpebrales laterales), a na dolní větev, jež přijímá spojku z n. zygomaticus, kterou přicházejí parasymptická (sekreční) vlákna do žlázy.

Nervus maxillaris - nerv horní čelisti

Jde o smíšený nerv, který po výstupu z gangl. trigeminale prochází boční stěnou sinus cavernosus a skrze foramen rotundum pokračuje do fossa pterygopalatina. Za průběhu vydává několik větví. Inervace:

- **R.** meningeus se přikládá k přední větvi a. meningeus media a zásobuje dura mater v rozsahu střední lebeční jámy.

- Nn. pterygopalatini jsou 2-3 krátké větvičky, které ve fossa pterygopalatina vstupují do

gangl. pterygopalatinum. Tato senzitivní vlákna gangliem pouze procházejí a pokračují jako senzitivní složka **Rr.** nasales posteriores, n. palatinus major a nn. palatini minores. (**Rr.** nasales posteriores se dělí na **Rr.** nasales posteriores superiores laterales et mediales a **Rr.** nasales posteriores inferiores.)

· N. infraorbitalis je pokračováním kmene n. maxillaris a zároveň je i jeho nejsilnější větví. Vstupuje do sukus infraorbitalis a dále do canalis infraorbitalis. Z kanálu vystupuje ve foramen infraorbitale. Za průběhu vydává řadu větví.

Inervace: · **Rr.** alveolares superiores posteriores sbíhají po tuber maxillae k dásni a ke stoličkám horní čelisti.

· **R.** alveolaris superior medius odstupuje v sukus infraorbitalis a běží po laterální stěně sinus maxillaris. Inervuje sliznici a periost sinus maxillaris a horní třenové zuby.

· **Rr.** alveolares superiores anteriores odstupují těsně před výstupem nervu z foramen infraorbitale. Inervují horní špičák a řezáky a podílejí se také na inervaci předního úseku spodní a boční stěny nosní dutiny (**Rr.** nasales externi).

· **Rr.** cutanei jsou konečné větve, které se vějířovitě rozbíhají po výstupu nervu z foramen infraorbitale (pes anserinus). Kožní větve inervují dolní víčko, boční stěnu nosu a horní ret (**Rr.** palpebrales inferiores, **Rr.** nasales externi, **Rr.** labiales superiores).

· N. zygomaticus odstupuje ve fossa pterygopalatina a skrze fissura orbitalis inferior vstupuje do očnice. Běží po její laterální stěně dopředu a vstupuje do foramen zygomaticoorbitale.

Inervace: · **R.** communicans cum veruo lacrimali je parasympatická větvička, která se spojuje s n. lacrimalis (parasympatická inervace slzné žlázy).

· N. zygomaticofacialis probíhá stejnojmenným kanálkem a inervuje kůži nad lící kostí.

· N. zygomaticotemporalis prochází stejnojmenným kanálkem, proráží m. temporalis a inervuje kůži přední části spánkové krajiny.

Nervus mandibularis - nerv dolní čelisti

Jde o *smíšený* nerv, který kromě převažujících senzitivních vláken obsahuje i motorická vlákna (radix motoria, portio minor) pro inervaci žvýkacích svalů. Po výstupu z gangl. trigeminale prochází skrze foramen ovale a vstupuje do fossa pterygopalatina, kde se dělí.

Inervace: · **R.** meningeus inervuje dura mater v rozsahu zadní lebeční jámy.

· **Rr.** musculares jsou svalové větve pro žvýkací svaly, které se popisují i jako n. massetericus, nn. temporales profundi, n. pterygoidei lateralis et medialis a n. mylohyoideus, n. tensoris velí palatini a n. tensoris tympani.

· N. mylohyoideus je smíšený nerv běžící po zevní ploše m. mylohyoideus, který také inervuje. Jeho konečná větev je určena pro přední bříško m. digastricus a konečné senzitivní větvičky inervují kůži podbradové krajiny.

Nervy vstupující do m. tensor velí palatini a m. tensor tympani obsahují vlákna, jejichž moto-neurony jsou uloženy v ncl. VII. Jejich axony se uvnitř mozkového kmene přidávají k vláknům n. trigeminus.

· N. buccalis běží po zevní straně m. buccinator. Inervuje kůži tváře a sliznici předsíně ústní dutiny.

· N. auriculotemporalis odstupuje pod lebeční bází, míří nazad a rozděluje se na dvě raménka, která tvoří očko okolo a. meningeae med. Pokračuje za čelistní kloub, kolem collum mandibulae a přes jařmový oblouk stoupá vzhůru do spánkové krajiny.

Inervace: · **Rr.** communicantes cum ganglio otico přivádějí parasympatická vlákna z ganglia do n. auriculotemporalis. Tato vlákna se po krátkém průběhu oddělují a cestou **Rr.** parotidei vstupují do příušní žlázy.

· **Rr.** communicantes cum veruo faciali - těmito spojkami jsou vedena parasympatická vlákna z gangl. oticum přes n. auriculotemporalis do n. facialis. Část parasympatických vláken se podílí na inervaci gl.

parotis a zbývající pokračují cestou n. facialis do tváře, kde spojkami s n. buccalis zajišťují inervaci slinných žlázek předsíně dutiny ústní.

· **Rr.** parotidei jsou smíšené větve obsahující parasympatická vlákna pro gl. parotis a senzitivní vlákna pro kůži kryjící žlázu.

· **Rr.** auriculares jsou senzitivní vlákna pro čelistní kloub.

· N. meatus acustici externi inervuje kůži zevního zvukovodu a zevní plochu bubínku (**Rr.** membranae tympani).

· N. auriculares anteriores inervuje zevní plochu boltce.

· **Rr.** temporales superficiales jsou konečné větve přecházející přes jařmový oblouk a inervující kůži spánkové krajiny.

· N. lingualis vstupuje mezi oba mm. pterygoidei, kde přijímá chorda tympani (větev z n. facialis přicházející ze středo ušní dutiny). Dále pokračuje mezi m. pterygoideus medialis a r. mandibulae a sestupuje dopředu na zevní stranu m. hyoglossus a nad gl. submandibularis. Kříží se s ductus submandibularis a větví se do předních dvou třetin jazyka. Inervace:

· **Rr.** isthmi (**Rr.** tonsillares) jsou senzitivní větvičky pro isthmus faucium a pro tonsilla palatina.

· **Rr.** ganglionares jsou spojky ke gangl. submandibulare, kterými jsou do ganglia přiváděna pregangliová parasympatická vlákna z chorda tympani.

· N. sublingualis běží dopředu po laterální straně gl. sublingualis a inervuje sliznici spodiny

ústní dutiny a dásně předních dolních zubů.

- **Rr. linguales** jsou konečné větve k senzitivní inervaci sliznice předních dvou třetin jazyka. Obsahují i parasympatická vlákna pro drobné žlázy jazyka a chutová vlákna pro inervaci chutových pohárků předních dvou třetin jazyka.

Parasympatická a chuťová vlákna se dostávají do n. lingualis spojkou s n. facialis b chorda tympani (viz n. VII).

- N. alveolaris inferior sestupuje obloukovitě podél n. lingualis (pod nervem) k vnitřní ploše **r. mandibulae**. Vstupuje do foramen mandibulae a pokračuje v canalis mandibulae až do foramen mentale. Inervace:

- N. mylohyoideus je smíšený, senzitivní a motorický nerv. Motorická vlákna (pocházející z n. VII. - viz motorické větve n. mandibularis) inervují m. mylohyoideus a přední břicho m. digastricus, senzitivní vlákna inervují kůži pod bradou.

· **Plexus dentalis inferior** je nervová pleteň uložená v canalis mandibulae. Z pleteně vycházejí větve pro všechny **zuby dolní čelisti** - **Rr. dentales inferiores** a větve pro dásně dolních zubů - **Rr. gingivales inferiores**.

· N. mentalis je konečná větev vystupující z foramen mentale. Inervuje kůži brady, dolního rtu, dásně předních dolních zubů a sliznici v přední části vestibulum oris (**Rr. mentales**, **Rr. labiales**, **Rr. gingivales**).

Senzitivní složka n. trigeminus zajišťuje čítí z kůže obličeje, z čela a z přední poloviny měkkých lebečních pokrývek. Dále zabezpečuje slizniční čítí z dutiny ústní a nosní, z paranazálních dutin, z předních dvou třetin jazyka, z očního bulbu, ze zubů a dásní a ze supratentoriální části tvrdé mozkové pleny.

Senzitivní vlákna trojklaného nervu jsou dostředivým ramenem několika **reflexů**: korneálního (rohovkového), sacího, masseterového a kýchacího. **Masseterový reflex** je podobný napínacím vřeténkovým reflexům a testuje se v neurologii prudkým protažením žvýkacího m. masseter při poklepu na špachtli, opřenou o zuby dolní čelisti. Odstředivým ramenem těchto reflexních oblouků je n. VII. a v případě masseterového reflexu n. trigeminus.

Motorická vlákna inervují žvýkací svaly a uplatňují se tak při pohybech dolní čelisti.

Při dráždění n. trigeminus nebo jeho větví vznikají sekundární neuralgie. Objevují se při onemocněních zubů, paranazálních dutin a při úrazech obličeje. Jako esenciální neuralgie se označují prudké, záchvatovité bolesti nejčastěji v oblasti druhé a třetí větve n. V. Tyto bolesti mohou být spojeny s vegetativními projevy (zblednutí, zčervenání, slzení). Příčina esenciálních neuralgií je neznámá.

Citlivost jednotlivých větví trojklaného nervu se klinicky vyšetřuje pohmatem. Bolest při tlaku na horní okraj orbity svědčí pro neuralgii první větve. Bolestivý tlak v oblasti foramen infraorbitale a foramen mentale je příznačný při neuralgii druhé a třetí větve.

Ve stomatologické praxi se často provádí lokální nebo svodná anestezie třetí větve n. V. Svodná anestezie dolních zubů se provádí injekcí anestetika k foramen mandibulae (k n. alveolaris inferior).

Parasympatická ganglia uložená v oblasti větví nervus trigeminus

Ganglia obsahují parasympatické **postgangliové neurony**, které vysílají sekreční vlákna pro žlázy a vlákna pro hladkou svalovinu orgánů.

Každé ganglion dostává tři druhy aferentních vláken.

· *Radix parasympathica* je tvořeno axony pregangliových neuronů příslušného parasympatického jádra, uloženého v mozkovém kmeni. Ganglion je místem synaptických kontaktů mezi pregangliovým a postgangliovým neuronem.

· *Radix sympathica* přivádí do ganglia vlákna sympatických krčních ganglií. Sympatická vlákna procházejí parasympatickými ganglii bez přerušení.

· *Radix sensitiva* jsou senzitivní vlákna patřící k n. trigeminus, která gangliem procházejí bez přerušení.

Eferentní vlákna ganglií jsou smíšená a obsahují všechny tři druhy vláken.

Ganglion ciliare je malé ganglion (1,5-2 mm) uložené v orbitě (očnici)- na laterální straně n. opticus asi 1 cm za očním bulbem. Obsahuje v průměru 3000 neuronů.

Aferentní vlákna

· Radix parasympathica (oculomotoria) přichází z n. oculomotorius (ncl. Edinger-Westphali) nervi III. - **r. inferior nervi III.** - radix parasympathica ganglii ciliaris.

· Radix sympathica představují slabé větvičky z **plexus caroticus internus**, vstupující do orbity podél n. ophthalmicus. Celá přívodná dráha je následující: ncl. intermediolateralis (C8-Th1, centrum ciliospinale, Budgeovo centrum) - n. spinalis - **r. communicans albus gangliorum cervicalium trunci sympathici** - gangl. cervicale superius (interpolace) - **plexus caroticus internus** - radix sympathica ganglii ciliaris. Sympatická vlákna, která gangliem pouze

procházejí, jsou určena pro m. dilatator pupillae.

· Radix sensitiva je tvořena senzitivními vlákny, která vystupují z očního bulbu, procházejí gangliem a jako r. communicans cum ganglio ciliari se spojují s n. nasociliaris. Tato vlákna vedou senzitivní signály z očního bulbu do n. trigeminus.

Eferentní vlákna

se označují názvem nn. ciliares breves. Jde o 6 až 10 tenkých větví, které obsahují parasympatická, sympatická a senzitivní vlákna. Prorážejí skléru v okolí výstupu n. opticus a ve spatium perichoroideale pokračují ke corpus ciliare a k iris. Sympatická vlákna inervují cévy choroidey a m. dilatator pupillae a senzitivní vlákna inervují rohovku.

Ganglion pterygopalatinum

je uloženo ve fossa pterygopalatina, pod n. maxillaris a proti foramen sphenopalatinum. Ganglion obsahuje asi 50 000 parasympatických neuronů.

Aferentní vlákna

- **Radix parasympathica** přichází cestou n. petrosus major (z n. facialis). Celá pregangliová parasympatická dráha je uspořádána takto: ncl. salivatorius – n. facialis - n. petrosus major - gangl. pterygopalatinum.
- **Radix sympathica** přichází z **plexus** caroticus internus jako n. petrosus profundus, který vstupuje do canalis pterygoideus a tam se spojuje s parasympatickým n. petrosus major v n. canalis pterygoidei. Tento nerv vstupuje do gangl. pterygopalatinum. Jeho parasympatická vlákna zde mají synaptické kontakty s parasympatickými neurony ganglia, zatímco sympatická vlákna gangliem pouze procházejí a směřují do jeho eferentních větví.
- **Radix sensitiva** tvoří senzitivní vlákna, která přicházejí z **Rr.** nasales a z nn. palatini, procházejí gangliem a cestou nn. pterygopalatini (**Rr.** ganglionares) vstupují do n. maxillaris.

Eferentní vlákna

jsou smíšená a jsou určena k senzitivní a k autonomní inervaci cév, sliznice a žláz nosní dutiny, patra a slzné žlázy. Eferentní větve se rozbíhají třemi směry:

Skrze foramen sphenopalatinum vstupují do nosní dutiny **Rr.** nasales posteriores superiores laterales et mediales. Tyto nervy zásobují část septa a zadní část boční stěny dutiny nosní.

Z nn. nasales posteriores superiores mediales se odděluje samostatná větev, jež sbíhá po septum nasi jako n. nasopalatinus, který skrze canalis incisivus prochází k přední části patra, kde inervuje sliznici.

Do canalis palatinus major vstupují větve určené pro patro. N. palatinus major po průběhu v canalis palatinus major vystupuje ve foramen palatinum majus a větví se ve sliznici tvrdého patra. Nn. palatini minores vystupují skrze foramina palatina minora a větví se ve sliznici měkkého patra. **Rr.** nasales posteriores inferiores se v canalis palatinus major oddělují od n. palatinus major, vstupují do cavum nasi a inervují sliznici dolní nosní skořepy a dolního a středního nosního průchodu.

Sekreční parasympatická vlákna pro slznou žlázu běží z ganglia cestou **Rr.** pterygopalatini (ganglionares) do n. maxillaris, odbočují do n. zygomaticus a spojkou **r.** communicans cum vervo lacrimali pokračují k slzné žláze.

Parasympatická dráha pro inervaci žláz dutiny nosní, patra a slzné žlázy je uspořádána takto: ncl. salivatorius superior - n. facialis - n. petrosus major – n. canalis pterygoidei - gangl. pterygopalatinum - **Rr.** nasales palatini et **Rr.** pterygopalatini.

- **Rr.** orbitales vstupují do očnice skrze fissura orbitalis inferior. Spojují se s n. ethmoidalis posterior a inervují cellulae ethmoidales posteriores a sinus sphenoidalis. Sympatická složka **Rr.** orbitales inervuje m. orbitalis (viz zrakové ústrojí). Většina neuronů v gangl. pterygopalatinum je cholinergní. V těchto neuronech byla zároveň prokázána přítomnost peptidů.

Ganglion oticum

je malý uzlík na mediální straně n. mandibularis při jeho výstupu z foramen ovale.

Aferentní vlákna

- **Radix parasympathica** tvoří n. petrosus minor, který přivádí parasympatická vlákna z n. glossopharyngeus (ncl. salivatorius inferior - n. glossopharyngeus - n. tympanicus - **plexus** tympanicus - n. petrosus minor - gangl. oticum). Tato vlákna jsou určena pro inervaci gl. parotis a pro drobné žlázy předsíně ústní dutiny.
- **Radix sympathica** odbočuje z **plexus** a. meningeae mediae.
- **Radix sensitiva** je spojka ganglion oticum s kmenem n. mandibularis. Přivádí senzitivní vlákna z oblasti eferentních větví ganglia do n. trigeminus. Eferentní vlákna jsou tvořena spojkami do větví n. mandibularis. Tyto spojky jsou smíšené - obsahují vlákna parasympatická, sympatická i senzitivní.
- **Rr. communicantes cum nervo auriculotemporalis** se spojují s n. auriculotemporalis.

Vedou sekreční (parasymptická) vlákna pro gl. parotis. Do žlázy se dostávají cestou **Rr. glandulares nervi auriculotemporalis**.

Část sekrečních vláken z n. auriculotemporalis se spojuje s větvením n. facialis uvnitř gl. parotis. Sekreční vlákna tak mohou být vedena lícím nervem do periferie a spojkami n. facialis s n. buccalis ke slinným žlázám vnitřní strany tváře.

· **R. communicans cum vervo buccali** je spojka vedoucí parasymptická vlákna z ganglia do n. buccalis tímto nervem k slinným žlázám tváře.

Parasymptická dráha pro sekreční inervaci gl. parotis je uspořádána takto: ncl. salivatorius inferior - n. glossopharyngeus - n. tympanicus b- **plexus tympanicus** - n. petrosus minor - gangl. oticum (sympatický kontakt s postgangliovým neuronem) - **Rr. communicantes cum nervo auriculotemporalis** - **Rr. glandulares (gl. parotis)**.

Ganglion submandibulare

je ganglion vřetenovitého tvaru, které je uloženo v blízkosti n. lingualis při horním okraji gl. submandibularis. K n. lingualis je připojeno několika krátkými větvičkami (**Rr. communicantes nervi lingualis cum ganglio submandibulari**).

Aferentní větve

· Radix parasymphathica přichází z n. lingualis jako pregangliová parasymptická vlákna z chorda tympani: ncl. salivatorius superior - n. facialis - chorda tympani - n. lingualis - gangl. submandibulare.

· Radix symphathica jsou symptická vlákna z **plexus arteriae facialis**. Symptická vlákna gangliem procházejí a maří do jeho eferentních větví.

· Radix sensitiva jsou senzitivní vlákna procházející gangliem a pokračující do n. lingualis.

Eferentní větve

· **Rr. glandulares** zásobují podčelistní a podjazykovou žlázu sekrečními (parasymptickými) vlákny.

· Spojky do n. lingualis vedou parasymptická postgangliová vlákna zpět do n. lingualis a jeho větvemi do drobných slinných žlázek jazyka.

VI. Nervus abducens - odtahovací nerv, pohyb bulbu v očnici.

Je motorický. Jádra: nucleus nervi abducentis (ncl. abducens) leží pod spodinou IV. mozkové komory, pod hrbolkem colliculus facialis v dolní části Varolova mostu. Nerv vystupuje z mozkového kmene na rozhraní mezi prodlouženou míchou a pontem (sulkus bulbopontinus), míří dopředu a při hrotu pyramidy proráží dura mater a vstupuje do laterální stěny sinus cavernosus. Dále pokračuje do fissura orbitalis superior, prochází skrze anulus tendineus communis a na mediální straně m. rectus lateralis se rozpadá na konečné větve, vstupující do svalu.

Inervace: **m. rectus bulbi lateralis**. M. rectus bulbi lateralis otáčí bulbus oculi laterálně, do strany. Porucha inervace svalu má za následek obrnu svalu, která znemožní pohyb oka laterálním směrem. Převaha ostatních oko-hybných svalů stáčí oko mediálně (konvergentní strabismus). Objevuje se diplopie (dvojité vidění), zejména při pohledu na stranu postiženého svalu.

VII. Nervus facialis (nervus intermediofacialis) lící nerv

Lící nerv - n. facialis - je smíšený nerv, skládající se ze dvou složek (obr.). Vlastní n. facialis obsahuje somatomotorická vlákna zásobující mimické svaly, platysma, m. stapedius, m. occipitofrontalis, venter musculi digastrici et musculi stylomastoideus. N. intermedius obsahuje parasymptická (visceromotorická) vlákna pro inervaci podčelistní a podjazykové žlázy, slinných žlázek jazyka a ústní dutiny, slzné žlázy, žláz nosní dutiny a paranazálních dutin (sinus ethmoidalis et sphenoidalis). N. intermedius, dále obsahuje somatosenzitivní vlákna (kožní okr k bolíce) a viscerosenzitivní (chuťová) vlákna pro přední dvě třetiny jazyka. Jádra: somatomotorické jádro, nucleus nervi facialis a přilehlé visceromotorické (parasymptické) jádro nucleus salivatorius superior jsou uložena v kaudální části pontu.

Somatosenzitivní (kožní) vlákna míří do nucleus spinalis nervi trigemini a viscerosenzitivní (chatová) vlákna do nucleus gustatorius nervi glossopharyngei. Mateřské, pseudounipolární buňky všech senzitivních vláken nervu jsou uloženy v ganglion geniculi nervi facialis.

N. facialis vystupuje z mozkového kmene v mostomozečkovém úhlu na rozhraní prodloužené míchy a pontu. Je rozdělen na dva kmene - silnější n. facialis a slabší n. intermedius. Oba kmene vstupují společně s n. VIII. do meatus acusticus internus. V jeho dnu se oba kmene spojují a jednotný nerv vstupuje do canalis nervi facialis. N. facialis probíhá všemi úseky kanálu (ventrolaterálně, dorzolaterálně, kaudálně) a vystupuje z lebeční báze ve foramen stylomastoideum. V místě přechodu ventrolaterálního úseku kanálu do úseku dorzolaterálního je na nervu rozšíření -ganglion geniculi (obsahující pseudounipolární buňky). Po výstupu z foramen stylomastoideum podbíhá nerv zevní zvukovod, maří obloučkovitě vpřed a zezadu vstupuje do gl. parotis. Ve žláze se rozpadá ve větší počet větví, které zde tvoří **plexus parotideus**. Z **plexus parotideus** se konstituují konečné větve nervu, které vystupují z předního okraje žlázy a paprčitě se rozbíhají k mimickým svalům. Inervace:

- N. petrosus major odstupuje v místě gangl. geniculi a skrze hiatus nervi petrosi majoris vstupuje do stejnojmenného žlábků. Míří dopředu a prochází skrze synchondrosis sphenopetrosa (foramen lacerum) pod lebeční bází do canalis pterygoideus. Míří do vrcholu fossa pterygopalatina, kde končí v gangl. pterygopalatinum jako jeho radix parasymphathica.

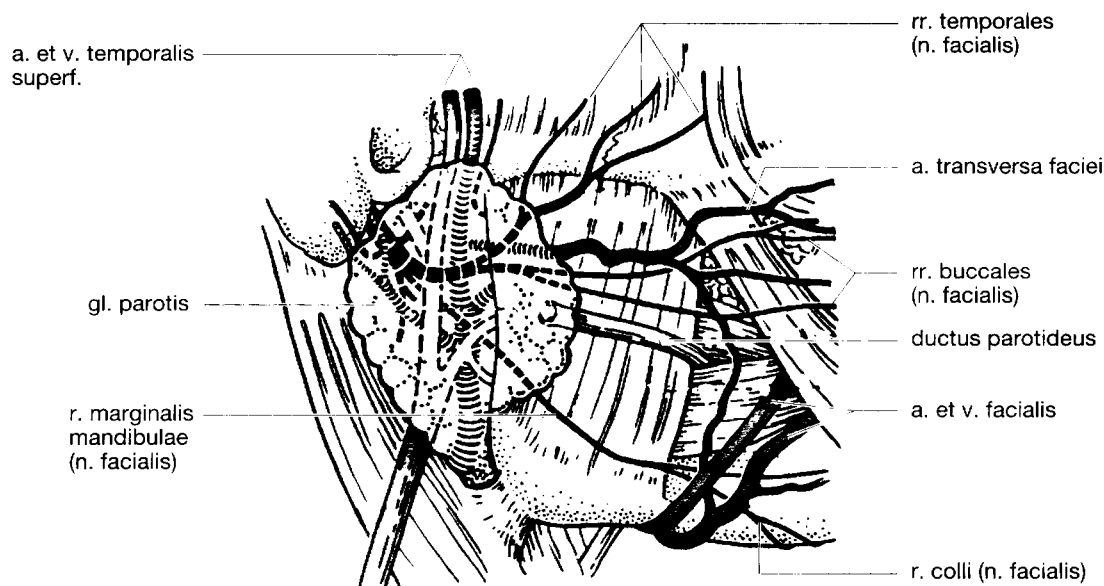
- **R. communicans cum plexu tympanico** jsou parasymphathické větvičky do **plexus tympanicus** pro sliznici středoušní dutiny.

- **R. stapedius** (.stapes=trámínek) odstupuje v místě eminentia pyramidalis a inervuje m. stapedius

- Chorda tympani je nerv (i když chorda = struna, šlašinka), který se odděluje 4-6 mm nad foramen stylomastoideum. Vstupuje do cavitas tympani (bubínku), kde probíhá obloukovitě (zanořená do slizniční řasy) mezi crus longum incudis (dlouhým raménkem trámíčku) a manubrium mallei (rukovětí kladívka). Z cavitas tympani vystupuje ve fissura petrotympanica a ve fossa infratemporalis se spojuje s n. lingualis, do něhož přivádí parasymphathická vlákna pro gangl. submandibulare a sensorická vlákna pro chuťové receptory předních dvou třetin jazyka.

Chuťová vlákna (dendritická část) začínají u chuťových pohárků sliznice jazyka (sladká, kyselá, slaná a hořká modalita chuti), probíhají v n. lingualis, pak odbočují do chorda tympani a s tímto nervem se dostávají do n. facialis. Mateřská, pseudounipolární sensorická buňka (tedy, je jasné, že je těch buněk víc,že?) je v gangl. geniculi. Axonální část vláken opouští v mozkovém kmene n. facialis a odbočuje do nucleus gustatorius.

Před spojením s n. lingualis vydává chorda tympani spojku do gangl. oticum. Tato spojka obsahuje chatová vlákna, která se z n. tympanicus dostanou do kmene n. glossopharyngeus a tímto nervem do ncl. gustatorius.



- N. auricularis posterior odstupuje z kmene lícního nervu po jeho výstupu z foramen stylomastoideum. Míří vzhůru mezi proc. mastoideus a meatus acusticus externus. Jeho senzitivní větve zásobují kůži dolní části boltce, motorické větve inervují rudimentární svaly boltce a zadní partie m. occipitofrontalis.
- **R.** digastricus inervuje zadní bříško m. digastricus. · **R.** stylohyoideus je tenká větvička vstupující do střední části m. stylohyoideus.
- **Rr.** musculares vystupují paprčitě z předního okraje gl. parotis a dělí se na následující skupiny větví:
 - **Rr.** temporales - přecházejí arcus zygomaticus a míří do temporální krajiny, kde inervují svaly boltce, m. orbicularis oculi, m. corrugator glabellae a frontální část m. occipitofrontalis;
 - **Rr.** zygomatici - kříží os zygomaticum a zásobují m. orbicularis oculi;
 - **Rr.** buccales - míří horizontálně dopředu a zásobují svaly zevního nosu, horního rtu, m. buccinator a m. orbicularis oris;
 - **r.** marginalis mandibulae - vystupuje ze žlázy pod angulus mandibulae a míří dopředu podél těla mandibuly (pod platysmatem, širokým deskovitým svalem mezi dolní čelistí, mandibulou a claviculou, klíční k.). Kříží mandibulu a zásobuje svaly brady a dolního rtu.
 - **R.** colli vystupuje z dolního okraje příušní žlázy, sbíhá na krk (pod platysmatem) a inervuje platysma. Jedna z jeho větví se spojuje s **r.** superior musculi transversus colli a s **plexus cervicalis**. (Tato anastomóza se označuje jako ansa (rukověť) cervicalis superficialis.)

Funkce lícního nervu vyplývá ze skladby jeho vláken. Nejdůležitější složkou nervu jsou motorická vlákna (tvořící přibližně 60 ‰), která inervují mimické a další svaly. Mimické svaly ovlivňují výraz obličeje, ale uplatňují se i **při řeči**. Motorická složka n. facialis je zapojena do několika reflexních oblouků, jejichž dostředivou část tvoří n. opticus, n. acusticus a n. trigeminus (mrkací reflex, korneální reflex a stapediový reflex).

Parasympatická vlákna (tvořící 25 ‰) prostřednictvím postgangliových neuronů z gangl. submandibulare inervují podjazykovou a podčelistní žlázu a postgangliovými neurony z gangl. pterygopalatinum inervují žlázy patra, žlázy zadní poloviny nosní dutiny a slznou žlázu. Zbývající senzitivní a sensorická (chuťová) vlákna zásobují i malý okresek kůže na boltci a v zevním zvukovodu a chutové receptory předních dvou třetin jazyka.

Při centrálních obrnách n. facialis je postiženo svalstvo kolem ústní štěrbiny (pokleslý koutek, vyhlazená nazolabiální rýha od nosu ke koutku). Tyto příznaky jsou vždy kontralaterální. Hybnost svalstva kolem oční štěrbiny je zachována. Tento rozdíl je podmíněn uspořádáním kortikonukleárních spojů končících v ncl. nervi facialis. Část motorického jádra n. VII. inervující svaly horní části obličeje dostává korová vlákna z obou hemisfér, zatímco svaly dolní poloviny obličeje jsou pod korovým vlivem kontralaterální hemisféry.

Příznaky periferní obrny n. facialis závisejí na místě jeho postižení. Poškození nervu po výstupu z foramen stylomastoideum se projevuje stejnostrannou obrnou všech inervovaných svalů. Při lézi (poškození) nad odstupem chorda tympani (nerv. svazku bubínku) přistupuje k obrazu poruchy ageuzie, tj. ztráta chuťového cití, z příslušné poloviny předních dvou třetin jazyka. Při poškození nad odstupem n. stapedius se přidává hyperakuze zesílené a nepříjemné vnímání zvuků, zejména hlubokých tónů.

N. facialis bývá poškozen různými mechanismy. Mezi nejčastější patří záněty středoušní dutiny (otogenní obrna) a nádory zadní lebeční jámy. Nerv může být postižen i při operacích gl. parotis (slinné žlázy). Chorda tympani může být poškozena při zánětech středoušní nebo při operačních výkonech ve středoušní dutině. Dráždění lícního nervu se může projevit spazmem mimického svalstva.

Nervus vestibulocochlearis - rovnovážný a sluchový nerv

Rovnovážný a sluchový nerv - n. vestibulocochlearis (tzv. n. statoacusticus) - vede signály z vnitřního ucha. Tyto signály umožňují vnímání polohy a pohybu hlavy v prostoru (n. vestibularis) a vnímání zvuků (n. cochlearis). V průběhu obou částí n. vestibulocochlearis jsou

vložena ganglia - gangl. vestibulare a gangl. cochleare (gangl. spirale cochleae), uložená na dně meatus acusticus internus a v bázi lamina spiralis ossea cochleae (pro n. cochlearis). V obou gangliích jsou uloženy bipolární buňky. Dendritické úseky bipolárních neuronů míří k receptorovým buňkám blanitého labyrintu, axonální úseky tvoří vlastní n. statoacusticus.

Jádra: vlákna, která vystupují z blanitého labyrinthus vestibularis, končí ve vestibulárních jádrech mozkového kmene - nucleus vestibularis medialis, lateralis, cranialis et caudalis, uložených pod laterální částí spodiny IV. mozkové komory. Vlákna, která vystupují z blanitého labyrinthus cochlearis, končí v nucleus cochlearis dorsalis et ventralis, který je uložen laterálně od vestibulárních jader.

N. vestibulocochlearis vystupuje z mozkového kmene na rozhraní mostu a prodloužené míchy v mostomozečkovém úhlu. Při výstupu je rozdělen na horní radix vestibularis a na dolní radix cochlearis. Obě části n. VIII. postupují ventrolaterálně - společně s n. VII. do meatus acusticus internus.

Radix vestibularis

Inervace: · N. utriculoampullaris vychází z area vestibularis superior (area utriculoampullaris) v horním zadním kvadrantu dna vnitřního zvukovodu. Tento nerv vzniká spojením vláken přicházejících od macula utriculi (n. utricularis), od crista anterior (n. ampullaris anterior) a od crista ampullaris lateralis (n. ampullaris lateralis).

· N. saccularis vystupuje z otvůrků v dolním zadním kvadrantu dna vnitřního zvukovodu a přichází z foramen singulare v zadním dolním kvadrantu meatus acusticus internus. Vede vlákna z crista ampullaris posterior.

Radix cochlearis

Inervace: dendritické úseky vláken začínají v Cortiho orgánu blanitého hlemýždě, kde inervují receptorové (vláskové) buňky. Dendrity směřují skrz kanálky v lamina spiralis ossea do canalis spiralis modioli, kde jsou uloženy bipolární buňky ganglion cochleare. Axonální úseky vláken pokračují v canales longitudinales modioli, které ústí ve fundus meatus acustici interní. Po průchodu těmito otvůrkou se vlákna spojují do pars cochlearis nervi VIII.

Funkcí n. vestibulocochlearis je přívod informací o rotačních pohybech hlavy (cristae ampullares) a o pohybech do stran, dopředu a vertikálně (maculae staticae). Sluchová část nervu zajišťuje vnímání zvuků, tj. přívod signálů ze sensorických (vláskových) buněk v Cortiho orgánu (viz smyslové orgány).

N. vestibulocochlearis může být poškozen mnoha patologickými procesy, které postihují blanitý labyrint (záněty, nadměrný hluk, ototoxická antibiotika) nebo poškozují přímo nerv v jeho intrakraniálním průběhu: neurinom - nádor n. acusticus, nádory zadní lebeční jámy apod. Tyto procesy vedou ke snížení sluchu až k hluchotě, k závratím, k nystagmu a k poruchám stoje a chůze.

Postranní smíšený systém – je to označení pro n. IX. glossopharyngeus, n. X. vagus (bloudivý), a n. XI. accessorius (přídatný). Název mají tyto nervy podle svého výstupu z **boční strany** prodloužené míchy a podle zastoupení vláken. Tyto nervy obsahují všechny čtyři typy vláken: somatomotorická, visceromotorická (parasymptická), viscerosenzitivní a somatosenzitivní.

Jádra: Nucleus ambiguus je motorické jádro n. IX. a n. X. Jádro je zanořeno do mozkového kmene a promítá se pod laterální část kaudální špičky IV. mozkové komory. Axony jeho buněk vystupují z mozkového kmene laterálně od olivy jako drobné svazečky (fila radicularia), ze kterých se konstituují v kraniokaudálním směru n. IX., n. X. a radix cranialis nervi XI. Vlákna radix cranialis nervi accessorii jen dočasně vstupují do n. XI. a po jeho výstupu z lebky se znovu přidávají do n. X. Neurony uložené v ncl. ambiguus zajišťují motorickou inervaci svalů patrových oblouků, hltanu, hrtanu a jícnu.

Nucleus dorsalis nervi vagi je visceromotorické jádro, ze kterého vystupují parasymptická vlákna pro n. IX. a n. X. Horní část jádra se označuje jako nucleus salivarius inferior a vydává

vlákna do n. IX. Po přepojení v gangl. oticum tato parasymptická dráha inervuje příušní žlázu. Zbývající neurony jádra vydávají parasymptická vlákna do n. vagus.

Nucleus solitarius je společné viscerosenzitivní jádro pro n. VII, n. IX. a n. X. Jádro je uloženo laterálně od ncl. dorsalis nervi vagi, má protáhlý tvar a zasahuje do začátku krční míchy. Do tohoto jádra jsou přiváděny signály z laryngu, faryngu, z trávicí trubice, z baroreceptorů a z chemoreceptorů. Speciální viscerosenzitivní (chutová) vlákna obsažená v n. VII, n. IX. a n. X. směřují do horní části ncl. solitarius, který se také označuje jako ncl. gustatorius.

Somatosenzitivní vlákna z kožních okrků (boltec, zevní zvukovod) a ze sliznice zadní třetiny jazyka, patrové mandle a z měkkého patra jsou vedeny do nucleus spinalis nervi trigemini.

Mateřské buňky všech senzitivních (viscerosenzitivních a somatosenzitivních) vláken postranního smíšeného systému jsou pseudounipolárního typu a jsou uloženy v gangliích n. IX. a n. X., tj. v ganglion superius et inferius nervi glossopharyngei a v ganglion superius et inferius nervi vagi.

N. accessorius senzitivní ganglion nemá, protože obsahuje pouze motorická vlákna.

IX. Nervus glossopharyngeus - jazykohltanový nerv

Jde o smíšený nerv určený k motorické inervaci svalů patra, hltanu a m. stylopharyngeus. Jeho parasymptická vlákna zásobují sliznici středoušní dutiny a gangl. oticum. Senzitivní vlákna vedou signály ze středoušní dutiny, z tuba auditiva, z hltanu, z tonul a ze zadní třetiny jazyka. Chuťová vlákna vedou signály z chuťových pohárků zadní třetiny jazyka.

Po výstupu z medulla oblongata směřuje n. glossopharyngeus ventrálně a laterálně a opouští lebku skrze foramen jugulare (ventrálně od n. X. a n. XI). V úrovni foramen jugulare jsou na něm viditelná dvě ganglia - menší gangl. superior a větší gangl. inferior. Po výstupu z lebky míří nerv ventrálně mezi v. jugularis interna a a. carotis interna. Dále sestupuje před a. carotis interna, přidává se k m. stylopharyngeus a podél něj běží ke kořenu jazyka.

Inervace: · N. tympanicus odstupuje z kmene n. IX. pod gangl. inferior. Obsahuje senzitivní a parasymptická vlákna. Vstupuje do canaliculus tympanicus a dostává se do středoušní dutiny, kde běží pod sliznicí v sulcus tympanicus promontoria. Zde vytváří **plexus tympanicus**, který obsahuje i roztroušené postgangliové parasymptické neurony (gangl. tympanicum). Do **plexus tympanicus** přispívají i nn. caroticotympanici (postgangliová sympatická vlákna) z **plexus caroticus internus**. Senzitivní vlákna z **plexus tympanicus** inervují sliznici středoušní dutiny, antrum mastoideum, cellulae mastoideae a kostěný úsek tuba auditiva. Sympatická vlákna vstupující do pleteně jsou určena k inervaci slizničních cév (vazomotorická vlákna).

Převážná část parasympatických vláken z n. tympanicus prochází skrze **plexus tympanicus** bez interpolace a opouští středoušní dutinu jako n. petrosus minor. Nerv se klade do stejnojmenného žlábků na horní ploše pyramidy, prochází lebeční bází (durch das foramen lacerum nebo přes foramen ovale) a vstupuje do gangl. oticum, kam přivádí pregangliová vlákna z ncl. salivatorius inferior. Navazující postgangliová parasympatická vlákna vystupují z gangl. oticum a inervují gl. parotis.

Spojení n. tympanicus - **plexus tympanicus** - n. petrosus minor se označuje jako Jacobsonova anastomóza.

- **R.** communicans cum ramo auriculari nervi vagi je senzitivní spojka, která se spojuje s **r.** auricularis nervi X. Vede senzitivitu z boltce.

- **R.** communicans cum trunco tympanico (n. jugularis) je sympatická spojka, která vystupuje z gangl. cervicale superior.

- **R.** stylopharyngeus inervuje motoricky stejnojmenný sval.

- **Rr.** pharyngei jsou 3 -4 slabé větve, obsahující motorická a senzitivní vlákna. Ve výši m. constrictor pharyngis medius se spojují s větvemi n. vagus a se sympatickými větvíčkami z truncus sympathicus a vytvářejí **plexus pharyngeus**. Z této pleteně jsou motoricky inervovány mm. constrictores pharyngis (z n. IX. a z n. X.) a svaly patra (m. levator veli palatini, m. palatoglossus, m. palatopharyngeus má inervaci pouze z n. IX.). Senzitivní vlákna obsažená v **Rr.** pharyngei - spolu se senzitivními vlákny z n. X. - inervují sliznici hltanu.

- **R.** sinus carotici je sestupná větev (často zdvojená), která běží podél a. carotis interna a konečnými větvemi zásobuje sinus caroticus a glomus caroticum. Přijímá větvičky z n. vagus a z truncus sympathicus. V této větvi převažují senzitivní vlákna, odvádějící signály z baroreceptorů a z chemoreceptorů ve stěně sinus caroticus a z glomus caroticum.

Rr. tonsillares obsahují senzitivní a parasympatická vlákna. Na zevní straně patrových mandlí vytvářejí deteň (**plexus tonsillaris**), ze které je zásobena patrová mandle a její sliznice.

Rr. linguales se větví ve sliznici zadní třetiny jazyka. Obsahují vlákna senzitivní (dotykové čítí) vlákna chutová (pro chutové receptory zadní třetiny jazyka).

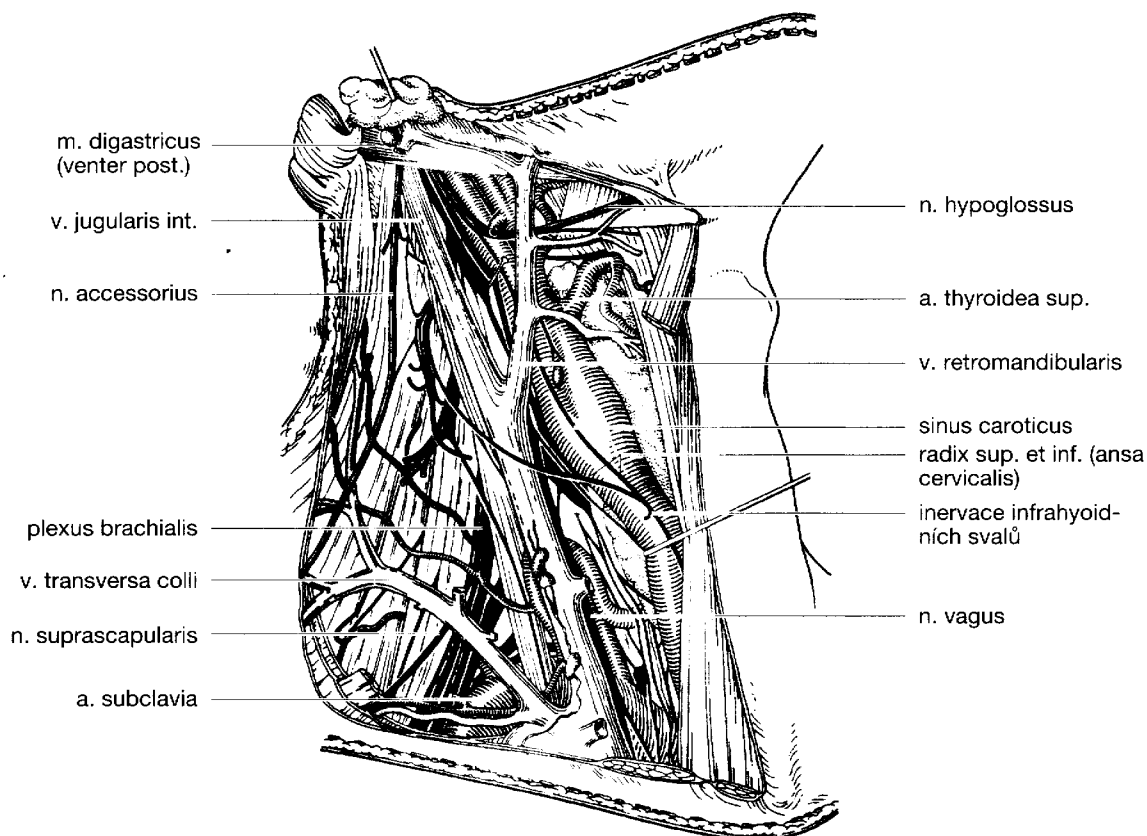
Funkce nervu vyplývá z jeho stavby. Motoricky inervuje svaly patra a hltanu, senzitivně hltan, patrové mandle, zadní třetinu jazyka, středoušní dutinu a k ní přilehlou část třetiny jazyka a cestou gangl. oticum inervuje gl. parotis (parasympatická, sekreční inervace).

Poškození n. glossopharyngeus vede k poruchám polykání (dysfagie), a jsou-li zasažena dostředivá vlákna (senzitivní a chuťová), dochází k poruchám vnímání chuti v zadní třetině jazyka a k hypestezii až anestezii příslušných inervačních oblastí. Poškození dostředivých vláken se může dále projevit snížením nebo vymizením dávivého reflexu. Porucha sekrečních vláken vede ke snížení sekrece gl. parotis.

Dráždění n. IX. vyvolává prudké, záchvatovité bolesti, které mají jednostranný charakter (neuralgie n. IX.). Bolesti vystřelují z tonuly do okolí a často také do zevního zvukovodu. Neuralgie n. tympanicus se projevuje bolestmi ve středouší a v tuba auditiva.

Nervus vagus - bloudivý nerv

N. vagus je **nejsilnějším** nervem postranního smíšeného systému. Většina jeho vláken je určena k inervaci orgánů hrudní a břišní dutiny. Nerv obsahuje vlákna somatomotorická, visceromotorická, viscerosenzitivní, somatosenzitivní a **speciální senzitivní** (chuťová) vlákna.



N. vagus a nervově-cévní krční svazek

Somatomotorická vlákna začínající v ncl. ambiguus a jsou určena k inervaci svalů hrtanu a hltanu. Visceromotorická (parasymptická) vlákna vystupují z **ncl. dorsalis nervi vagi** a jako pregangliová vlákna končí v orgánových gangliích trávicího ústrojí, dýchacích cest, srdce, velkých cév a dalších orgánů. Z těchto ganglií pak vycházejí krátká postgangliová vlákna, inervující orgánové efekторы.

Senzitivní vagová vlákna vystupují z orgánů (viscerosenzitivní vlákna), malé množství senzitivních vláken zásobuje kůži bolíce (somatosenzitivní vlákna). Buněčná těla všech senzitivních vláken n. vagus jsou uložena v **gangl. superius (jugulare) et inferius (nodosum)**.

N. vagus vystupuje **několika větvemi z boku mozkového kmene (laterálně od olivy)**. Kmen n. vagus vstupuje do foramen jugulare lebky, kde je na něm kulovité rozšíření - gangl. superius (jugulare). Po výstupu z lebeční báze sestupuje před v. jugularis interna a znovu se rozšiřuje do gangl. inferius (nodosum). Obě ganglia obsahují mateřské neurony senzitivní složky nervu. Krčními krajinami sestupuje bloudivý nerv mezi v. jugularis interna a a. carotis interna (kaudálněji a. carotis communis), dorzálně od cév zavzat do karotické vazivové pochvy (obr.). Do mediastina (mezihrudí) se dostává skrze apertura thoracis superior, přičemž pravý n. vagus sestupuje před a. subclavia, levý před arcus aortae (aortální oblouk).

Dále oba nn. vagi sestupují dorzálně od plicních hilů a přikládají se k jícnu. **Pravý n. vagus** běží po **zadní stěně jícnu**, **levý n. vagus** po jeho **přední stěně**. Pod úrovní plicních hilů se oba nervy rozpadají do longitudinálně orientované pleteně - **plexus oesophageus**. V pleteni dochází k výměně vláken mezi pravým a levým n. vagus.

Ve vzdálenosti 1-3 cm nad hiatus oesophageus se z pleteně konstituuje **truncus vagalis anterior et posterior**. Truncus vagalis anterior je pokračováním levého n. vagus a je uložen na přední ploše jícnu pod adventicií. Truncus vagalis posterior je pokračováním pravého n.

vagus a je vzdálen 0,5 -1 cm od zadní stěny jícnu.

Po průchodu hiatus oesophageus se oba trunci vagales větví k žaludku, k prevertebrálním sympatickým pletením (gangliím) a k orgánům dutiny břišní.

Truncus vagalis anterior vydává větev do omentum minus, které se dále větví do jader a k pyloru. Dalšíh několik větví sestupuje podél malého zakřivení žaludku a po jeho přední ploše jako **Rr.** gastrici anteriores (zpravidla nedosahují až k pyloru). Do sympatického **plexus coeliacus** vstupují větve z truncus anterior podél a. gastrica sinistra a podél a. hepatica.

Truncus vagalis posterior se po průchodu bránicí dělí na slabší **r.** gastricus a silnější **r.** coeliacus. **R.** gastricus se rozpadá na 4 - 6 větví - **Rr.** gastrici posteriores, které zásobují zadní plochu žaludku až po úroveň pylorického kanálu. **Rr.** coeliaci vstupují do **plexus coeliacus**.

Z **plexus coeliacus** pak vystupují vagová vlákna spolu s vlákny sympatiku a podél cév míří k orgánům dutiny břišní.

Inervace: · **R.** meningeus je senzitivní větev pro dura mater zadní lebeční jámy. Odděluje se v úrovni foramen jugulare z gangl. superius.

· **R.** auricularis je senzitivní větev odstupující z gangl. superius. Dostává spojky z n. IX. a z n. VII. Vstupuje do canaliculus mastoideus a probíhá tímto kanálkem až k výstupu ve fissura tympanomastoidea. Inervuje kůži zadní a spodní stěny meatus acusticus externus a horní část boltce.

· **Rr.** pharyngei jsou hlavní motorické nervy hltanu. Odstupují z gangl. inferius a procházejí mezi a. carotis interna et externa k hornímu okraji středního konstriktoru hltanu, kde se dále větví. Tyto větve spolu s **Rr.** pharyngei nervi IX. a s nn. pharyngei krčního sympatiku vytvářejí **plexus pharyngeus**. Z této pleteně jsou inervovány mm. constrictores pharyngis, m. stylopharyngeus, svaly měkkého patra (s výjimkou m. tensor palatini) a sliznice hltanu.

· **R.** glomus caroticum je tenká větev (nebo několik větví) odstupující z gangl. inferius nebo z **plexus pharyngeus**. Anastomózuje s větvičkami **r.** sinus carotici z n. IX. a s větvemi krčního sympatiku. Inervuje glomus caroticum.

· N. laryngeus superior je silnější větev odstupující z dolního okraje gangl. inferius. Dělí se na silnější **r.** internus a slabší **r.** externus.

· **R.** internus je senzitivní větev pro sliznici ve valleculae epiglotticae, pro sliznici v recessus piriformis pharyngis a pro sliznici hrtanu (až po úroveň plicae vocales). Proráží membrana thyrohyoidea (nebo prochází otvorem v lamina cartilaginis thyroideae), v recessus piriformis vyzdvihuje řasu (plica nervi laryngei) a rozpadá se na několik větví. Nejkaudálněji větévky anastomózuji s větvemi n. laryngeus inferior (**r.** communicans cum nervo laryngeo inferiore - tzv. Galenova anastomóza).

· **R.** externus je motorická větev sestupující podél a. thyroidea superior k hornímu pólu štítné žlázy. Vstupuje do m. cricothyroideus, který inervuje.

· N. laryngeus recurrens se v horním mediastinu odděluje z kmene n. vagus. Vpravo odstupuje v místě zkřížení n. vagus s a. subclavia, vlevo v místě zkřížení n. vagus s arcus aortae. Po vstupu oba nervy podbíhají tepny a dorzálně od nich stoupají po stranách průdušnice zpět do krční krajiny. Na úrovni dolního pólu štítné žlázy má nerv těsný vztah k a. thyroidea inferior a ve svém konečném úseku je uložen ve žlábku mezi průdušnicí a jícnem.

Za svého průběhu vydává n. laryngeus recurrens větve pro svalovinu a sliznici jícnu a průdušnice. Jeho konečný úsek - n. laryngeus inferior - zásobuje

všechny svaly laryngu (s výjimkou m. cricothyroideus), sliznici hrtanu (pod úrovní plicae vocales) a anastomózuje s n. laryngeus superior.

N. laryngeus recurrens je poslední větví bloudivého nervu, která obsahuje somatomotorická vlákna (volní inervace svalů). Všechny další vagové větve obsahují již pouze visceromotorická (parasympatická) a viscerosenzitivní vlákna.

· **Rr.** cardiaci mají parasympatická a senzitivní vlákna. Sestupují k srdci podél velkých krčních tepen, po arcus aortae a po aorta ascendens. Společně se sympatickými nn. cardiaci

vytvářejí smíšený **plexus cardiacus**. **Plexus cardiacus** se dělí na **plexus cardiacus superficialis** (mezi aortou a truncus pulmonalis) a **plexus cardiacus profundus** (mezi aortou a tracheou). Z těchto pletení se rozbíhají vlákna směřující podél koronárních cév do myokardu. Vagové větve pro **plexus cardiacus** se dělí podle místa odstupu z hlavního kmene na:

- **Rr. cardiaci cervicales superiores** - odstupují pod gangl. internus nervi vagi. Spojují se se sympatickými nn. cardiaci a končí v **plexus cardiacus profundus**;
- **Rr. cardiaci cervicales inferiores** - odstupují v polovině krčního úseku n. vagus. Pravý končí v **plexus profundus**, levý v **plexus superficialis**;
- **Rr. cardiaci thoracici** - oddělují se v mediastinu z n. mediastinus, z n. laryngeus recurrens nebo z kmene n. vagus pod odstupem tohoto nervu. Končí v **plexus profundus**.

Součástí **plexus cardiacus** jsou i drobná ganglia (ganglia cardiaca) obsahující postgangliové parasympatické neurony. Parasympatická vagová vlákna vystupující z pletení zásobují převážně myokard síní, tenké větve koronárních tepen a převodní systém. Nodus sinuatrialis je inervován převážně z pravého n. vagus, nodus atrioventricularis z levého n. vagus. Parasympatická vlákna vyvolávají zpomalení frekvence srdečních stahů, sympatická vlákna frekvenci zrychlují.

· **Rr. bronchiales** se oddělují pod odstupem n. laryngeus recurrens, v místě zkřížení n. vagus s příslušným bronchem. Inervují hladkou svalovinu a sliznici trachey a hlavních bronchů. Pokračují jako **Rr. pulmonales** do plicních hilů.

· **Rr. pulmonales** se podle vztahu k hlavním bronchům dělí na **Rr. pulmonales anteriores** a **Rr. pulmonales posteriores** (početnější). Jejich dalším větvením vzniká **plexus pulmonalis anterior** a **plexus pulmonalis posterior**, který je mohutnější. Do pletení vstupují i sympatická vlákna. Intrapulmonálně se **plexus** dělí na periarteriální pleteň (s převahou vláken sympatiku) a peribronchiální pleteň (s převahou vagových vláken). Peribronchiální pleteň obsahuje i drobná parasympatická ganglia, ve kterých končí pregangliová parasympatická vlákna. Postgangliová parasympatická vlákna zásobují hladkou svalovinu bronchů (**bronchokonstrikce**) a bronchiální žlázy.

Senzitivní vagová (viscerosenzitivní) vlákna zásobují sliznici bronchiálního stromu a hladkou svalovinu bronchů. Kromě toho senzitivní vagová vlákna zásobují malý okřesek viscerální pleury v okolí plicních hilů. Při plicních operacích je proto třeba viscerální pleuru v okolí hilu infiltrovat lokálním anestetikem a vyřadit reflexogenní zónu, která může i při šetrné preparaci vyvolávat kardiální reflexy, vedoucí až k **srdeční zástavě**.

· **Rr. oesophagei** odstupují v krční část jícnu z n. laryngeus recurrens, v hrudní části z trunci vagales a abdominální úsek jícnu je zásoben z **Rr. gastrici anteriores et posteriores**. Vagové větve spolu s větvemi sympatiku vytvářejí myenterickou a submukózní pleteň.

· **Rr. gastrici anteriores et posteriores** jsou pokračováním obou trunci vagales a větví se na přední a zadní ploše žaludku. Truncus vagalis anterior vytváří na přední ploše žaludku **plexus gastricus anterior**. Z této pleteně odstupují větve do žaludeční stěny (**Rr. gastrici**), k játrům (**Rr. hepatici**) a do gangl. (**plexus**) coeliacum(-us).

Vagová vlákna procházející skrze **plexus coeliacus** postupují dále spolu s vlákny sympatiku do periarteriálních pletení a do jednotlivých orgánů jako **Rr. pancreatici**, **Rr. lienales**, **Rr. renales**, **Rr. suprarenales** a **Rr. intestinales**. Vagová inervační oblast trávicí trubice končí ve flexura coli sinistra (Cannonův-Boehmův bod). Zbývající část colon je zásobena ze sakrálního parasympatiku.

Větve n. vagus, které inervují **trávicí trubici** a další orgány dutiny břišní, obsahují vlákna parasympatická (visceromotorická) a vlákna viscerosenzitivní. Parasympatická vlákna končí v gangliích myenterické pleteně a v orgánových parasympatických gangliích. Viscerosenzitivní vlákna zásobují sliznici, submukózu a svalovinu trávicí trubice.

Funkce bloudivého nervu jsou - vzhledem k inervační oblasti - rozsáhlé.

Spolu s n. IX. inervuje n. vagus motorictv svaly měkkého patra a hltanu. Výlučně z n. X. je

inervován hrtan. Parasympatická vlákna inervují hladkou svalovinu a žlázy trávicího traktu a dýchacích cest. Parasympatická vlákna dále inervují velké cévy a srdce. Co je důležité - vagus **snižuje frekvenci** srdečních stahů, snižuje krevní tlak a působí vazokonstrikci koronárního řečiště. ACh působí na muskarinové ACh receptory v srdci, které způsobují zvýšení kraslíkové propustnosti, hyperpolarizaci a zpomalení vzniku akčních potenciálů. Vagová viscerosenzitivní vlákna přicházejí z celé inervační oblasti a jsou součástí viscerálních reflexních oblouků. Dále zajišťují vnímání komplexních pocitů, jako je **hlad, nauzea** apod. Somatosenzitivní vlákna přivádějí signály z kůže zevního zvukovodu, z části bubínku a z boltce. N. vagus se podílí na přenosu chuťových signálů z epiglottis (příklopky hrtanové) a z přilehlé oblasti jazyka.

Klinicky vyšetřovanými reflexy vagové inervační oblasti jsou dávivý reflex (spolu s n. IX.) a reflex okulokardiální (tzv. trigeminovagový reflex). **Tlakem na oční bulby lze vyvolat bradykardii** (zpomalení srdečního tepu), což se využívá jako první pomoc při paroxysmální tachykardii (záchvatu zvýšeného tepu při arytmiích).

Při porušení n. X. dochází k obrně měkkého patra a svalstva hltanu (polykací obtíže - dysfagie) a k obrně svalů hrtanu (dysfonie až afonie). V oblasti parasympatické inervace se objeví i změny v srdeční činnosti - tachykardie při obrně nervu, bradykardie až srdeční zástava při dráždění nervu. Dráždění nervu může dále vést ke svalovým spazmům inervovaných svalů (laryngospazmu, ezofagospazmu a pylorosspazmu).

XI. Nervus accessorius - přídatný nerv

N. accessorius je čistě motorický, inervuje m. sternocleidomastoideus a m. trapezius. Vzniká spojením dvou částí, popisovaných jako **Radices** spinales a **Radices** craniales. Obě části se spojují ve foramen jugulare do jednotného kmene, který se dělí na **r. internus** (spojuje se s n. vagus) a **r. externus**, který pokračuje jako vlastní n. accessorius (viz obr. vagu).

Jádra: Neurony uložené v kaudálním pólu nucleus ambiguus vystlají axony do **Radices** craniales. Motoneurony uložené v dorzolaterální části předních míšních rohů v rozsahu segmentů C1-C6 vysílají axony do **Radices** spinales.

· **Radices** craniales, obsahující vlákna ncl. ambiguus, vystupují z medulla oblongata pod odstupem n. vagus. Spojují se s **Radices** spinales a po krátkém společném průběhu se oddělují a spojují se s n. vagus ív blízkosti gangly inferius). Tato vlákna vstupují do **Rr.** pharyngei a do n. laryngeus recurrens.

Radices craniales tedy představují odštěpenou složku n. vagus, která se po výstupu z ncl. ambiguus dostává do kmene n. vagus, oklikou přes n. accessorius.

· **Radices** spinales vystupují z laterálního obvodu krční míchy (C1 -C6) mezi výstupy předních a zadních kořenů krčních míšních nervů. Spojují se do jednotného kmene, který stoupá subarachnoideálně mezi lig. denticulatum a zadními míšními kořeny. Do lebky vstupuje skrze foramen magnum. Radix spinalis opouští lebku přes foramen jugulare, kde se spojuje s **Radices** craniales. Tímto spojením vzniká truncus nervi accessorii. **Radices** spinales mají četné spojky do předních i zadních kořenů krčních míšních nervů.

Inervace: Po výstupu z lebky vydává n. accessorius:

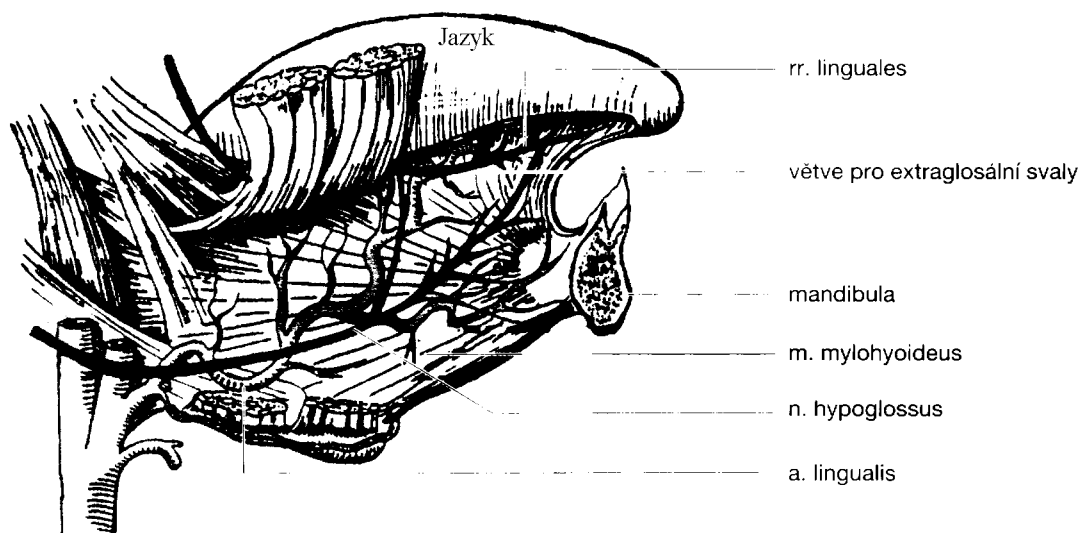
· **r. internus**, který se spojuje a n. vagus;

· **r. externus**, obsahující vlákna z **Radices** spinales. Probíhá kaudálně a laterálně před příčným výběžkem atlasu a zanořuje se do m. sternocleidomastoideus, který inervuje. Proráží sval, prochází horní částí trigonum colli laterale a vstupuje do m. trapezius, kde vydává **Rr.** musculares. Za svého průběhu přibírá spojky z krčních nervů (C3 a C4), které se rovněž podílejí na inervaci m. trapezius.

R. externus inervuje m. sternocleidomastoideus a podílí se na inervaci m. trapezius. **R. internus** inervuje svaly hrtanu - s výjimkou m. cricothyroideus.

XII. a poslední je Nervus hypoglossus - podjazykový nerv

N. hypoglossus je motorickým nervem jazyka. Inervuje intraglosální (nitrojazykové) svaly a



N. hypoglossus

dále m. genioglossus, m. hyoglossus a m. styloglossus. Pod lebeční bází se k němu přidávají motorická vlákna z prvních tří krčních nervů (C1-C3), která po odstupu z nervu zajišťují motorickou inervaci infrahyoidních svalů (obr. 1 l. 34).

Jádra: nucleus nervi hypoglossi je uložen pod kaudomediální částí IV. mozkové komory (trigonum hypoglossi). Vlákna z tohoto jádra probíhají ventrolaterálně mozkovým kmenem a vystupují z něj mezi oliva inferior a pyramides medullae oblongatae.

N. hypoglossus vystupuje z lebky skrze canalis nervi hypoglossi. Pod lebeční bází sestupuje laterálně od n. vagus a laterálně od krčních tepen. Obloukovitě zatáčí dopředu (arcus nervi hypoglossi), podbíhá zadní břicho m. digastricus a m. stylohyoideus a nad šlachou m. digastricus vniká do štěrbině mezi m. mylohyoideus a m. hyoglossus, kde se rozpadá na konečné větve, zásobující svaly jazyka.

N. hypoglossus má po svém výstupu z lebky anastomózy s n. vagus a s krčním sympatikem.

Inervace: · Radix superior ansae cervicalis (dříve r. descendens nervi hypoglossi): obsahuje vlákna z ansa cervicalis prima (obloučkovité spojení větví ventrálních kořenů C 1 a C2), která se spojuje s kmenem n. hypoglossus. V místě, kde n. XII. kříží a. carotis interna, se vlákna z ansa cervicalis prima oddělují a vytvářejí větev - radix superior ansae cervicalis. Tato větev sestupuje podél a. carotis communis až k m. omohyoideus, kde se spojuje s obdobným radix inferior ansae cervicalis. Vzniká z obloučku ansa cervicalis secunda - spojením míšních nervů C2 a C3 - viz také **plexus cervicalis**. Spojením radix superior a radix inferior vzniká obloučkovitá ansa cervicalis (dříve ansa cervicalis profunda, synonym. ansa nervi hypoglossi), ze které jsou inervovány infrahyoidní svaly.

· **Rr. linguales** představují terminální větvení přídatného nervu do intraglosálních svalů a do m. genioglossus, m. hypoglossus a m. styloglossus.

N. hypoglossus zajišťuje motorickou inervaci svalů jazyka a infrahyoidních svalů. Inervace infrahyoidních svalů je v podstatě zajišťována motorickými vlákny z **plexus cervicalis** (C1 - C3), která se s n. XII. spojují a jako radix superior ansae cervicalis jej opouštějí.

Poškození n. hypoglossus vede k obrně svalů na postižené straně. **Při vypláznutí** se jazyk uchyluje k nemocné straně ("ukazuje" na stranu léze).

Systema nervosum autonomicum-autonomní nervový systém (dříve a po staru vegetativní)

"Žaludeční vředy jsou nakažlivá choroba. Ti, kteří je už mají, dělají je druhým. "
(D. Radoviae, 1922-1984)

K autonomnímu, dříve vegetativnímu nervovému systému se řadí ty části centrálního a periferního nervstva, které **inervují hladkou svalovinu orgánů, cév, kůži, srdce a žlázy**. Název autonomní nervový systém (ANS) naznačuje, že funkce, které tento systém kontroluje, nejsou zpravidla ovlivnitelné vůlí (např. tonus a motilita hladkého svalstva, srdeční činnost, žlázová sekrece aj.). Podle funkčních účinků na jednotlivé orgánové systémy se ANS dělí na ***pars sympathica (sympatikus) a pars parasympathica (parasympatikus)***.

Podráždění **sympatiku** a následné vyplavení adrenergických mediátorů má za následek přípravu organismu k **útoku, obraně nebo útěku** (fight or flight). V takové situaci je nutné zrychlit srdeční akci, zvýšit krevní tlak, rozšířit koronární tepny, rozšířit bronchy a snížit aktivitu trávicího ústrojí.

Podráždění **parasympatiku** vede ke **snížení** srdeční frekvence (n.vagus, podle toho si to pamatujte), k poklesu krevního tlaku, ale ke zvýšení aktivity orgánů trávicího ústrojí. I když v některých orgánech je působení sympatiku a parasympatiku antagonistické, z hlediska potřeb celého organismu převažuje koordinované působení obou systémů, zajišťující funkční jednotu organismu.

Kromě sympatiku a parasympatiku se v poslední době vymezuje **třetí složka ANS**, tvořená mohutnými intramurálními pleteněmi trávicí trubice a označovaná jako enterický (intramurální) systém. **Enterický systém** je odpovědný za řízení pohybu a tonus *trávicí* trubice a za *sekreční aktivitu žláz*. Sympatikus a parasympatikus inervují jen část neuronů enterického systému a řada jeho funkcí zůstává zachována i po přerušení spojení mezi sympatikem a parasympatikem.

Organizace autonomního nervového systému

Sympatikus a parasympatikus jsou eferentním (od centra jdoucím, visceromotorickým) systémem drah, který zajišťuje spojení mezi CNS a periferními orgány (hladkou svalovinou stěny orgánů, cév a žláz). Na rozdíl od somatického eferentního (satomotorického) systému je přenos signálů v ANS **přerušen** v gangliích. Neurony, které vedou signály do ganglií, se považují za pregangliové a jsou uloženy v mozkovém kmeni a v míše. Neurony uložené v gangliích se považují za postgangliové.

Pregangliové neurony jak sympatiku tak i parasympatiku jsou cholinergní, tj. syntetizují acetylcholin na svých zakončeních. Jejich axony jsou *myelinizované (Rr. communicantes albi)*. **Postgangliové neurony sympatiku a parasympatiku se však liší mediátorovou výbavou**.

Postgangliová sympatická vlákna uvolňují **noradrenalin**, postgangliová parasympatická vlákna **acetylcholin** (vagus-tam také ACh objeven Otto Loewim okolo r. 1920). Pregangliové i postgangliové neurony však kromě klasických mediátorů produkují **v somatu** a transportují do zakončení i řadu peptidů a některé mají schopnost vytvářet plyný mediátor - oxid dusnatý (NO), který spouští fosforylační kaskádu. Postgangliové neurony obou systémů mají nemyelinizované axony, které však nekončí na cílových strukturách typickými synaptickými kontakty. Postgangliová vlákna se blízkostí cílových struktur bohatě větví a jsou na nich patrné rozšíření (varikozity), obsahující váčky s mediátorem.

Vzhledem ke vzdálenosti mezi varikozitami a efektorovými buňkami (buňkami hladkého svalu nebo žlázovými buňkami) účinky uvolněného mediátoru nastupují **s určitým zpožděním**, mediátor difunduje a může tak ovlivnit větší množství cílových elementů. Není zde pravých synapsí či plotének pro rychlou difuzi synaptickou štěrbinou a aktivaci receptorů. Pomalé účinky mediátorů jsou dále ovlivňovány modulačním efektem uvolňovaných neuropeptidů. Z takového uspořádání vyplývá, že účinky ANS jsou difuznější a odpověď v cílových orgánech je pomalejší než u somatického motorického systému. Při výkladu účinků ANS je třeba vzít také v úvahu, že hladká svalovina je ovlivňována i hormonálně (noradrenalin, adrenalin, gastrointestinální hormony aj.).

Sympatikus je mnohem **rozsáhlejší** a difuznější systém než parasympatikus. Téměř všechny

tkáně a orgány obsahují vlákna sympatiku. Naproti tomu výskyt **parasymptických** vláken je omezen pouze **na vnitřní orgány** - trávicí, dýchací a močopohlavní ústrojí, slinné žlázy a oční bulbus. Vezme, že končetiny (kůže, svaly, klouby) a tělní stěna neobsahují parasymptická vlákna. Parasymptikus jako celek je zaměřen na dlouhodobé udržení dynamické stability organismu. Naproti tomu sympatikus je více orientován na rychlou **mobilizaci** energetických zdrojů organismu.

Kromě rozdílných funkčních účinků a mediátorové výbavy se **oba systémy liší polohou výchozích (pregangliových) neuronů**.

Pregangliové neurony sympatiku jsou uloženy v míše v **nucleus intermediolateralis**, v segmentech **C8-L2-3**. Z těchto důvodů se sympatikus také označuje jako **thorakolumbální systém**.

Pregangliové neurony parasymptiku jsou uloženy:

v **mozkovém kmeni** v nucleus Edinger-Westphali,
nucleus salivatorius superior et inferior,
nucleus dorsalis nervi vagi

a v **sakrální míše** v nucleus intermediolateralis, v segmentech S2-S4. Proto se parasymptikus považuje za **kraniosakrální systém**.

Sympatikus a parasymptikus se dále **liši průběhem** svých vláken k cílovým orgánům.

Sympatikus vytváří periarteriální pleteně, které postupují do periferie jako **plexus autonomici**.

Parasymptikus vytváří své pleteně až ve stěnách inervovaných orgánů.

Dalším významným rozdílem je **poloha autonomních ganglií**. Ganglia **sympatiku** (paravertebrální, prevertebrální) jsou **vzdálena** od cílových orgánů. Naproti tomu ganglia **parasymptiku** jsou uložena v **blízkosti** orgánů nebo v jejich stěně (**intramurální ganglia**). Z toho vyplývá, že postgangliová vlákna sympatiku jsou zpravidla delší než postgangliová vlákna parasymptiku. (Srovnej vzdálenost mezi očním bulbem, sympatickým gangl. cervicale a parasymptickým gangl. ciliare.) (Obr.)

Autonomní ganglia

Autonomní ganglia jsou vřetenovité, ovoidní nebo tvarově nepravidelné útvary obsahující postgangliové neurony ANS, satelitní (plášťové) buňky, konečné úseky pregangliových vláken, průchozí vlákna a počáteční úseky postgangliových vláken. Na povrchu ganglií je vazivové pouzdro, ze kterého odstupují do nitra ganglia septa.

Neurony autonomních ganglií (o průměru 20 až 60 μm) jsou převážně multipolárního typu s variabilním počtem a délkou dendritů. Cytoplazma kromě obvyklých organel obsahuje jemné endoplazmatické retikulum a pigmentová zrna. Neurony jsou obklopeny pouzdrem satelitních (plášťových) buněk a jsou vzájemně odděleny pleteněmi autonomních vláken. **Postgangliová vlákna jsou bezmyelinová**.

Autonomní ganglia se podle charakteru převažujícího mediátoru dělí na parasymptická a sympatická.

Parasymptická ganglia obsahují převážně cholinergní neurony. Kromě nich však byly prokázány i neurony produkující peptidy. Tato ganglia se vyskytují ve dvou lokalizacích:

- parasymptická ganglia v **hlavové oblasti** - jsou uložena v blízkosti větví n. trigeminus (**gangl. ciliare, gangl. pterygopalatinum, gangl. oticum, gangl. submandibulare**). Tato ganglia slouží jako přepojovací stanice dvouneuronové parasymptické dráhy, která inervuje hladké svaly oční koule a slinné žlázy. Ganglii bez interpolace procházejí vlákna senzitivní a vlákna sympatická;

- parasymptická ganglia v **blízkosti orgánů** nebo ve stěně orgánů dutiny hrudní a břišní.

Sympatická ganglia se podle polohy dělí na ganglia paravertebrální a prevertebrální.

- Paravertebrální ganglia tvoří dva provazce podle páteře (trunci sympathici). Jsou spojena s hrudními a bederními míšními nervy spojkami (**Rr. communicantes albi et grisei**). Noradrenergní neurony těchto ganglií se liší skladbou koexistujících peptidů.

Vlákna vstupující do paravertebrálních ganglií mají buněčná těla v míše (ncl. intermediolateralis). Převažují vlákna cholinergní. Většina těchto vláken kromě acetylcholinu obsahuje i peptidy.

Eferentní vlákna vystupující z neuronů paravertebrálních ganglií (postgangliová vlákna) se stejně jako jejich buněčná těla liší mediátorovou a peptidovou výbavou. Převažují vlákna noradrenergní, obsahující různé kombinace peptidů.

Přes paravertebrální ganglia procházejí viscerosenzitivní myelinizovaná vlákna, která cestou *r. communicans albus* vstupují do míšního nervu. Mateřská buňka je uložena v gangl. spinale. Paravertebrální ganglia jsou uložena na přední stěně aorty jako součást mohutné pleteně - **plexus aorticus abdominalis**. Hlavním elementem těchto ganglií jsou noradrenergní neurony. Devadesát procent těchto neuronů obsahuje kromě noradrenalinu i nízké typy peptidů. Podle přítomnosti koexistujícího peptidu se tyto neurony dělí do několika kategorií a inervují rozdílné struktury (viz též enterický systém).

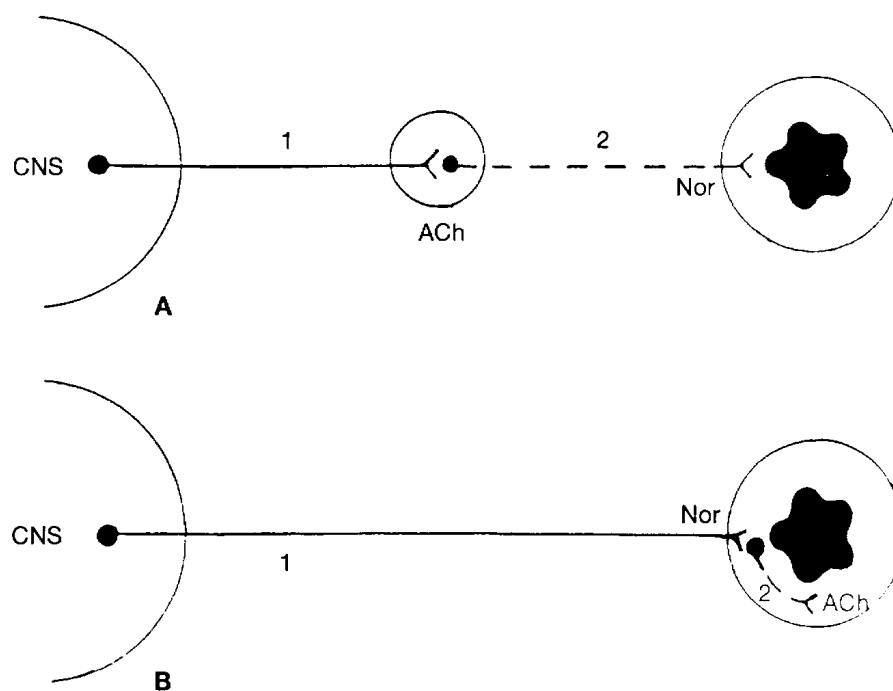
Aferentní vlákna přicházejí do ganglií z míchy (z ncl. intermediolateralis). Převažují vlákna cholinergní, ale vyskytují se i cholinergní vlákna s příměsí peptidů a vlákna obsahující pouze peptid_v. Do paravertebrálních ganglií se dostávají cestou nr : lanchnici.

Průchod viscerosenzitivní vlákna vydávají kolaterály k neuronům ganglií a dále pokračují do nn. splanchnici, do paravertebrálních ganglií a k příslušným spinálním gangliím.

Paravertebrální ganglia se významně liší od ganglií paravertebrálních tím, že dostávají kategorii aferentních (peptidergních) vláken ze střešní stěny (viz enterický systém). Eferentní vlákna vystupující z paravertebrálních ganglií míří cestou periarteriálních pletení do trávicí trubice. Tato vlákna jsou noradrenergní, ale většina z nich také obsahuje peptidy.

Mediátory v autonomním nervovém systému Pregangliové neurony ANS jsou cholinergní a na synapsích tedy uvolňují acetylcholin.

Většina pregangliových neuronů však kromě acetylcholinu obsahuje i neuropeptidy (enkefalin, somatostatin, neurotensin, substanci P, vazomotorní intestinální peptid a další). Neuropeptidy, které jsou na synapsích v různých kombinacích uvolňovány spolu s acetylcholinem, mají modulační vliv na synaptické děje. Acetylcholin se na membránách postgangliových neuronů váže na nikotinové receptory.



Základní rozdíly v uspořádání sympatiku (A) a parasympatiku (B)

1 – pregangliová vlákna, 2 – postgangliová vlákna, ACh – acetylcholin, Nor – noradrenalin

Postgangliové parasympatické neurony uvolňují rovněž Ach, který se váže na membránách buněk hladkého svalstva, srdečního svalu a žlázových buněk na muskarinové receptory, spojené s G-proteinovými fosforylačními kaskádami.

Postgangliové sympatické neurony uvolňují noradrenalin a podobně jako neurony cholinergní celou řadu peptidů.

Noradrenalin se váže na dva typy membránových receptorů: na α -adrenergní a na beta-adrenergní receptory. Vazba **na α -receptory** vyvolává například kontrakci hladké svaloviny cév, ductus deferens a m. dilatator pupillae. Vazba na **beta-receptory** vyvolává v myokardu zrychlení srdeční akce (tepové frekvence, kterou ACh z parasympatiky vagu naopak zpomaluje), ale naproti tomu relaxaci hladké svaloviny močového měchýře, dělohy a dýchacích cest.

Kromě cholinergních a noradrenergních neuronů obsahuje ANS další kategorii neuronů, které tyto klasické mediátory neobsahují, a proto se označují jako "**noncholinergní a nonadrenergní neurony**". Tyto neurony produkují a na synaptických zakončeních uvolňují neuropeptidy nebo adenosintrifosfát (ATP). Jde o tzv. **peptidergní a purinergní přenos**. U některých neuronů, i těch s klasickými mediátory bylo prokázáno uvolňování **plynného mediátoru - oxidu dusnatého (NO, tvoří se z argininu NO syntázami, difunduje do okolí a stimuluje guanylyl cyklázu, tvorbu cGMP, který aktivuje cGMP-dependentní proteinkinázy, které fosforylují to či ono, např. Ca kanály pro výlev mediátorů)**. Noncholinergní a nonadrenergní vlákna byla prokázána v trávicím a dýchacím ústrojí, ve stěně močového měchýře a v kavernózních tělesech samičího penisu (Viagra).

Senzitivní vlákna v autonomním nervovém systému

ANS obsahuje kromě eferentních neuronů a jejich axonů i vlákna afferentní, která vedou signály z orgánů do CNS (**viscerosenzitivní vlákna**). Buněčná **těla** viscerosenzitivních vláken jsou uložena, podobně jako u somatosenzitivních vláken, ve spinálních gangliích a v gangliích hlavových nervů. Periferní (dendritické) výběžky probíhají spolu se sympatickými a parasympatickými vlákny skrze vegetativní ganglia do cílových orgánů. Centrální výběžky (axony) vstupují do míchy (cestou zadních míšních kořenů) nebo do mozkového kmene (viscerosenzitivní vlákna obsažená v n. IX. a v n. X.).

Většina viscerosenzitivních vláken patří do kategorie tenkých senzitivních vláken (A-delta, C). Viscerosenzitivní vlákna začínají ve stěně orgánů volnými nervovými zakončeními, která mají funkci mechanoreceptorů (registrují napětí stěn dutých orgánů, popřípadě jejich kontrakce) nebo chemoreceptorů (látkové změny v orgánech, změny koncentrace kyslíku a oxidu uhličitého v cirkulující krvi). Viscerosenzitivní vlákna jsou kromě toho i dostředivou částí viscerálních reflexů, např. vasomotorických reflexů, vyprazdňovacích reflexů a reflexů kašle.

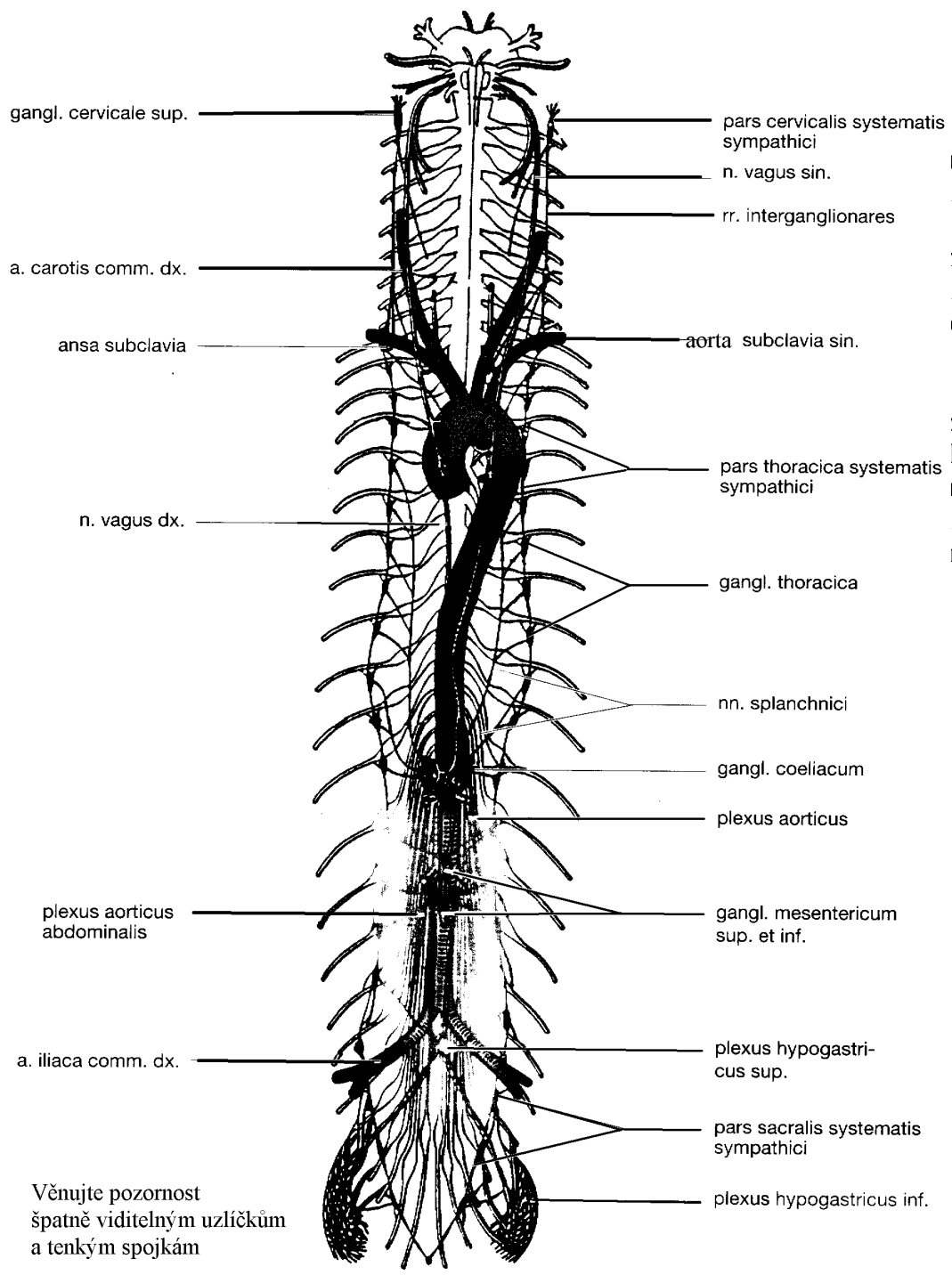
Volná nervová zakončení ve stěnách orgánů registrují i bolestivé podněty - tzv. orgánovou, viscerální bolest. Signály bolesti jsou vedeny viscerosenzitivními vlákny, která probíhají zpravidla sympatikem.

Výjimkou jsou signály bolesti z konečníku, z krčku dělohy a z močového měchýře, které jsou vedeny viscerosenzitivními vlákny, jež vstupují do parasympatických nn. pelvici a těmito nervy do sakrálních míšních nervů.

Naproti tomu signály bolesti z děložního fundu a z fundu močového měchýře vstupují do sympatického **plexus hypogastricus** a končí v segmentech Th1 l-12.

Orgánová bolest je zpravidla vyvolána náhlým rozpětím stěn dutých orgánů nebo jejich silnou a rytmickou kontrakcí (kolikovitě bolesti). Dalším faktorem vyvolávajícím bolest je orgánová ischemie (angina pectoris, infarkt myokardu).

Vzhledem k tomu, že většina viscerosenzitivních vláken prochází sympatikem, je možné orgánovou bolest vyřadit protětím příslušných sympatických nervů, například protětím nn.



Věnujte pozornost špatně viditelným uzlíčkům a tenkým spojkám

imbální
ateralis
míchu
tervu z
s albus
ráního

Kromě
linu na
lových
eurony
pouze
nějším)

Systema nervosum autonomicum – pars sympathica

Axony postgangliových neuronů opouštějí příslušné paravertebrální ganglion těmito cestami:

- **R. communicans griseus**, již zde asi stokrát připomenuta, je spojka, kterou se vrací postgangliová (bezmyelinová, proto šedá) vlákna zpět do míšního nervu. Míšním nervem a jeho větvemi se **sympatická vlákna** dostávají *k cévám a do kůže* (inervace kožních žláz, kožních cév a mm. erectores pillorum –vzpřimovače chlupů).

- **Rr. viscerales** jsou postgangliová vlákna, která míří k nejbližším cévám (**Rr. vasculares**), kde tvoří periarteriální pleteně, například **plexus caroticus internus, plexus subclavius**. Další skupinou viscerálních větví jsou **nn. splanchnici**, mířící k orgánům (např. cestou nn. cardiaci) nebo do prevertebrálních sympatických pletení a ganglií (např. n. splanchnicus major, nn. splanchnici lumbales).

- **Rr. interganglionares** jsou spojky mezi jednotlivými prevertebrálními ganglii. Obsahují pregangliové vzestupné nebo sestupné axony, které jsou připojeny ve vyšších i nižších gangliích na postgangliový neuron.

Truncus sympathicus - kmen sympatiku s paravertebrálními ganglii

Paravertebrální sympatická ganglia a jejich **Rr. interganglionares** tvoří párový provazec ganglií, sahající od lebeční báze až ke kostrči - **truncus sympathicus** (obr.).

Zpočátku počet paravertebrálních ganglií odpovídal počtu spinálních ganglií. Vzhledem ke **splývání** sousedních sympatických ganglií v prenatalním období jejich výsledný počet nepřevyšuje 22-23.

- **Na krku (cervix)** jsou vytvořena **tři ganglia: ganglion cervicale superius, medium et cervicothoracicum (STELLATUM)**. Gangl. stellatum je spojené gangl. inferius a gangl. thoracicum primum (v některých případech i gangl. thoracicum secundum). Poslední krční a první hrudní ganglia jsou od sebe oddělena asi ve 20 % případů. Krční ganglia nemají vytvořeny **Rr. communicantes albi** (s výjimkou gangl. stellatum). Pregangliové (myelinizované) axony se ke krčním gangliím dostávají cestou **r. communicans albus** ganglii stellati a vzestupnými **Rr. interganglionares**. Z krčních ganglií však odstupují **Rr. communicantes grisei** (bezmyelinové), které se spojují s krčními nervy. Krční ganglia jsou zavzata do prevertebrální fascie a promítají se před proc. transversi krčních obratlů.

V hrudníku má truncus sympathicus **10 - 11 ganglií -ganglia thoracica**. Jsou uložena před hlavičkami žeber, těsně při páteři. Truncus sympathicus prochází bránicí a v bederním úseku jsou na něm vytvořena ganglia lumbalia. Čtyři až pět ganglií leží na páteři, při mediálním okraji m. psoas major. Pravostranná ganglia jsou kryta dolní dutou žilou, levostranná jsou uložena laterálně od aorty. Hrudní i lumbální ganglia mají vytvořeny všechny větve (**Rr. communicantes albi et grisei, Rr. vasculares, nn. splanchnici, Rr. interganglionares**). Kromě toho mohou být lumbální ganglia pravé a levé strany spojena drobnými horizontálními spojkami.

- **Pánevní oddíl** sympatického kmene tvoří **čtyři ganglia sacralia**, uložena na os sacrum mediálně od foramina sacralia pelvina. Pod posledním sakrálním gangliem oba provazce splývají a ve výši Col (coccyx- kostrční, řec. kokix – kukačka, podle podoby s kukaččím zobákem) se vytváří **ganglion impar** (nestejně, nerovně, **liché**).

Poslední gangl. lumbale, ganglia sacralia a gangl. impar nemají vytvořeny **Rr. communicantes albi**, protože pregangliové neurony sympatiku zasahují pouze do segmentu L3. Pregangliová vlákna sestupují k těmto gangliím z vyšších lumbálních ganglií cestou intergangliových spojek. Obdobné uspořádání je u prvních dvou krčních ganglií.

Paravertebrálními sympatickými ganglii procházejí aferentní vlákna vedoucí orgánovou senzitivitu (**viscerosenzitivní vlákna**). Převažují viscerosenzitivní vlákna vedoucí signály **bolesti**.

A nyní ještě podrobněji.

Ganglia cervicalia - krční ganglia.

1. Ganglion cervicale superius

je největší z krčních ganglií. Leží ve výši příčných výběžků 2.-4. krčního obratle - na m. longus capitis. Uzlík je zavzat do fascia colli profunda. Ganglion zásobuje postgangliovými sympatickými vlákny hlavu, hrtan a hltan a podílí se na sympatické inervaci srdce. (Ganglion vzniklo splynutím čtyř ganglií, která byla vytvořena při odstupu krčních nervů C 1-C4.)
Inervace:

- **Rr. communicantes grisei** směřují do horních čtyř krčních nervů (C1-C4). Těmto větvím odpovídá i spojka do n. XII.

- *N. caroticus internus* jde k tepně a vytváří na ní **plexus caroticus internus**. Pleteň pokračuje i na intrakraniální větve a. carotis interna. Z **plexus caroticus internus** odstupují následující nervy:

- *nn. caroticotympanici* - prostupují stejnojmennými kanálky přední stěnou středoušní dutiny a přispívají do **plexus tympanicus**;

- *n. petrosus profundus* - odstupuje z intrakraniálního úseku **plexus caroticus internus**, prochází skrze synchondrosis sphenopetrosa, pod lebeční bází se spojuje s *n. petrosus major* (z n. VII) a formuje *n. conalis pterygoidei*. Tento nerv vstupuje do gangl. pterygopalatinum. Sympatická vlákna tímto gangliem pouze procházejí a vstupují do jeho eferentních větví:

- *radix sympathica ganglii ciliaris* - odstupuje z **plexus caroticus internus** a míří do gangl. ciliare;

- **Rr. orbitales** - oddělují se v očnici z **plexus ophthalmicus** (tj. z **plexus caroticus internus**). Inervují *m. orbitalis* - hladký sval překlenující fissura orbitalis inferior - a *mm. tarsales* - hladké svaly, které jdou od okrajů tarzálních plotének ke šlachám *m. levator palpebrae superior*, *m. rectus bulbi inferior* a *m. obliquus bulbi inferior*. Tarzální svaly napomáhají otevření štěrbin víček.

Poškození krčního sympatiku vede k obrně hladkých svalů očnice a očního bulbu. Objevuje se zúžení pupily (**mióza**) jako následek obrny *m. dilatator pupillae*, zúžení (pokles) štěrbin víček (**ptóza**) jako důsledek obrny *mm. tarsales* a vklesnutí (zapadnutí) očního bulbu (**enofthalmus**) pro obrnu *m. orbitalis*. Tato **triáda** příznaků se nazývá **Hornerův syndrom**.

- *N. (nn.) caroticus(-i) externus(-i)* vytváří(-ejí) periarteriální pleteň - **plexus caroticus externus**, která pokračuje po všech větvích tepny (např. **plexus facialis**, pl. *temporalis superficialis*, pl. *maxillaris atd.*). Samostatné větvičky odstupují z **plexus arteriae meningae mediae** a z **plexus arteriae facialis** jako:

- *radix sympathica ganglii otici* a

- *radix sympathica ganglii submandibularis*.

- **Rr. laryngopharyngei** jsou krátké větve, které se spojují s větévkami *n. IX.* a *n. X.* a spoluvytvářejí **plexus pharyngeus**. Oddělují se z nich větve, které se spojují s **Rr. sinus carotici nervi IX. et nervi X.** a inervují *sinus caroticus* a *glomus caroticum*.

- *N. cardiacus cervicalis superior* odstupuje z dolního pólu ganglia a sestupuje dorzálně od krčních cév k *arcus aortae* a k **plexus cardiacus**.

- **R. interganglionaris** spojuje gangl. cervicale medium s gangl. cervicale superius. Obsahuje vzestupná pregangliová vlákna přicházející z ncl intermediolateralis segmentů C8-Th1.

2. Ganglion cervicale medium

leží ve výši **5. krčního obratle**, v místě křížení *truncus sympathicus* s *a. thyroidea inferior* Je **nejmenší** z krčních ganglií a může chybět nebo může být rozděleno **do dvou částí**.

Inervace:

- **Rr. communicantes grisei** směřují do 4. a 5. krčního nervu.

- *N. caroticus communis* míří k tepně a vytváří na ní periarteriální pleteň (**plexus caroticus communis**).

- Spojky do **plexus thyroideus inferior** slouží inervaci **štítné žlázy** a příštítných žlázek.

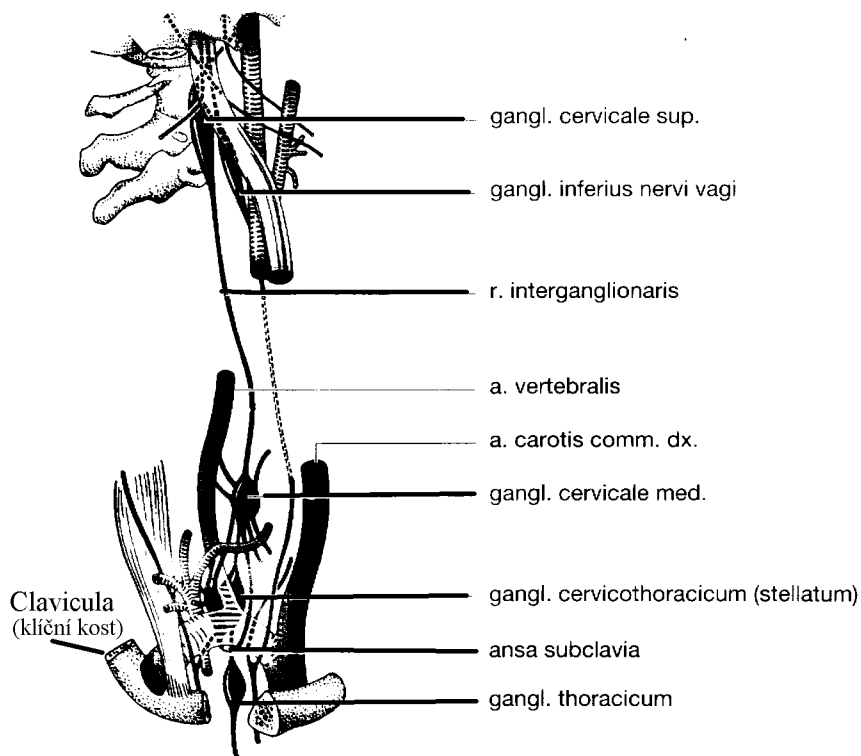
- *N. cardiacus cervicalis medius* sestupuje za velkými cévami a vstupuje do **plexus cardiacus**.

- **Rr. interganglionares** jsou spojky s gangl. stellatum, které obsahují vzestupná pregangliová vlákna končící v gangl. cervicale medium et superius.

3. Ganglion stellatum

leží před příčným výběžkem 7. krčního obratle, za a. subclavia a dorzálně od odstupu a. vertebralis.

Rr. interganglionares, které jej spojují s gangl. cervicale medium, jsou rozdvojeny. Část vláken běží dorzálně od **a. subclavia**, část ventrálně od tepny. Ventrální část nervu vytváří **okolo tepny klíčku** - ansa subclavia. Ganglion zásobuje horní končetinu, tepny krční míchy a mozkového kmene (periarteriální pleteně okolo a. vertebralis a jejích větví) a vysílá vlákna k srdci (obr.).



Pars cervicalis systematis sympathici

Inervace: · **Rr. communicantes albi** přivádějí pregangliová vlákna ze segmentu C8 a z horních hrudních segmentů (Th1-Th3).

- **Rr. communicantes grisei** vedou postgangliová vlákna do dolních krčních (C7-C8) a do horních hrudních nervů (Th1-Th3).

- **Plexus subclavius** reprezentuje několik větví odstupujících z ganglia a vytváří periarteriální pleteně, která zajišťuje sympatickou inervaci horní končetiny. Na **plexus subclavius** navazuje **plexus axillaris**, **plexus brachialis** atd. Z **plexus subclavius** odbočuje i **plexus thyroideus inferior**, zásobující štítnou žlázu.

- **N. vertebralis** je krátký nerv, který míří k odstupu a. vertebralis a vytváří **plexus vertebralis**. Navazující pleteně - **plexus basilaris** - zajišťuje sympatickou inervaci tepen zadní části Willisova okruhu.

- **N. cardiacus cervicalis inferior** sestupuje dorzálně od a. subclavia, do **plexus cardiacus**. (Může být nahrazen několika tenkými větvičkami z ansa subclavia).

- **Rr. interganglionares** spojují gangl. stellatum s gangl. cervicale medium a s druhým hrudním gangliem.

Ganglia thoracica - hrudní ganglia

Hrudní ganglia sympatického kmene jsou oválného nebo cípatého tvaru. Leží při páteři, před hlavičkami žeber. První hrudní uzlina může být samostatná, ale častěji splývá s posledním krčním gangliem a tímto spojením vzniká gangl. stellatum. Počínaje druhým hrudním gangliem jsou hrudní sympatická ganglia segmentově uspořádána a každé ganglion je uloženo kaudálněji od příslušného interkostálního nervu. Inervace:

- **Rr. communicantes albi** et grisei přivádějí pregangliová vlákna a odvádějí postgangliová vlákna do interkostálních nervů.

- **Rr. vasculares** vytvářejí pleteně podél aa. intercostales. Část vláken směřuje k aortě a vytváří **plexus aorticus**. (Ve srovnání se sympatickou pletenou břišní aorty je hrudní **plexus aorticus** vytvořen slabě.)

- **Nn. cardiaci thoracici** vystupují z 2.-5. hrudního ganglia jako tenké větve směřující mediálně a ventrálně. Kraniálně od plicních hilů vstupují do **plexus cardiacus profundus**.

- **Nn. pulmonales thoracici** vystupují z 2.-4. hrudního ganglia. Většina vláken vstupuje do **plexus pulmonalis posterior**, menší část do **plexus pulmonalis anterior**. Těmito pletenami vstupují sympatická

vlákna do plicních hilů a dále pak pokračují v peribronchiálních a v periarteriálních pleteních. Většina sympatických vláken je určena k inervaci hladké svaloviny plicních tepen, zbývající vlákna k inervaci bronchiálních žlázek.

- **Nn. splanchnici** jsou tvořeny pregangliovými axony, které bez přerušení procházejí paravertebrálními ganglii a vstupují do ganglií prevertebrálních, kde mají synaprické kontakty. Jsou určeny k inervaci břišních orgánů.

- **N. splanchnicus major** vzniká spojením větví 6. až 9. hrudního ganglia. Jako samostatný nerv sestupuje po bocích hrudních obratlů, proráží crus mediale bránice, stáčí se mediálně a vstupuje do **plexus coeliacus**. Pravý nerv probíhá za v. cava inferior, levý za levou nadledvinou.

- **N. splanchnicus minor** vystupuje z 9.-11. ganglia, probíhá laterálně od n. splanchnicus major a končí v **plexus coeliacus** a v **plexus renalis**.

- **N. splanchnicus imus (nejhlubší)** je nekonstantní větev z posledního hrudního ganglia, končí v **plexus renalis**.

- **Rr. interganglionares** spojují sousední ganglia. Probíhají v nich pregangliové i postgangliové axony ze sousedních ganglií.

Ganglia lumbalia - bederní ganglia

Bederní ganglia tvoří kaudální pokračování části truncus sympathicus. Čtyři až pět ganglií spojených intergangliovými spojkami leží mediálně od m. psoas. Pravostranná ganglia jsou dorzálně od v. cava inferior, levostranná jsou uložena mezi m. psoas a levým okrajem aorty.

Inervace: · **Rr. communicantes albi** et grisei přivádějí pregangliová vlákna a odvádějí postgangliová vlákna do lumbálních nervů.

- **Rr. vasculares** vytvářejí pleteně podél aa. lumbales. · **Nn. splanchnici lumbales**, podobně jako **nn. splanchnici thoracici**, obsahují převážně pregangliová vlákna. **Nn. splanchnici** z horních bederních ganglií vstupují do **plexus aorticus**; **nn. splanchnici** z dolních bederních ganglií vstupují do **plexus hypogastricus superior**.

- **Rr. interganglionares** vertikálně spojují sousední lumbální ganglia. Mohou být vytvořeny i slabé spojky mezi odpovídajícími uzlinami pravé a levé strany.

Rr. communicantes albi vstupují pouze do horních lumbálních ganglií z lumbálních nervů L1-L3. Do dolních lumbálních ganglií se pregangliová vlákna, podobně jako do sakrálních ganglií, dostávají intergangliovými spojkami. **Rr. communicantes grisei** vystupují ze všech lumbálních ganglií a vracejí postgangliová vlákna do lumbálních nervů.

Ganglia sacralia et ganglion impar - křížová ganglia a nepárové ganglion

Jde zpravidla o čtyři ganglia uložena na os sacrum, mediálně od foramina sacralia. Křížová

ganglia **nemají vytvořené Rr. communicantes albi** a pregangliová vlákna se k nim dostávají cestou **Rr. interganglionares**. Inervace:

- **Rr. communicantes grisei** odstupují ze všech sakrálních ganglií. Těmito spojkami se vracejí postgangliová vlákna do křížových nervů a zabezpečují tak sympatickou inervaci dolní končetiny.

- **Rr. vasculares** jsou postgangliová vlákna, která vytvářejí pleteně na parietálních větvích a. iliaca interna.

- **Rr. viscerales** se spojují s **plexus hypogastricus** a spolu s jeho vlákny běží k pánevním orgánům. Postgangliová vlákna ze sakrálních ganglií přispívají k sympatické inervaci pánevních orgánů a pánevních tepen. Jejich hlavní funkcí je ale sympatická inervace dolní končetiny cestou křížových nervů.

Plexus aorticus abdominalis

Na přední stěně abdominální aorty leží rozsáhlá autonomní pletěň - **plexus aorticus abdominalis**. Pletěň začíná pod bránicí kolem a. coeliaca, pokrývá celou břišní aortu a v místě její bifurkace pokračuje na promontorium (vyvýšení horní části křížové kosti) jako **plexus hypogastricus superior**.

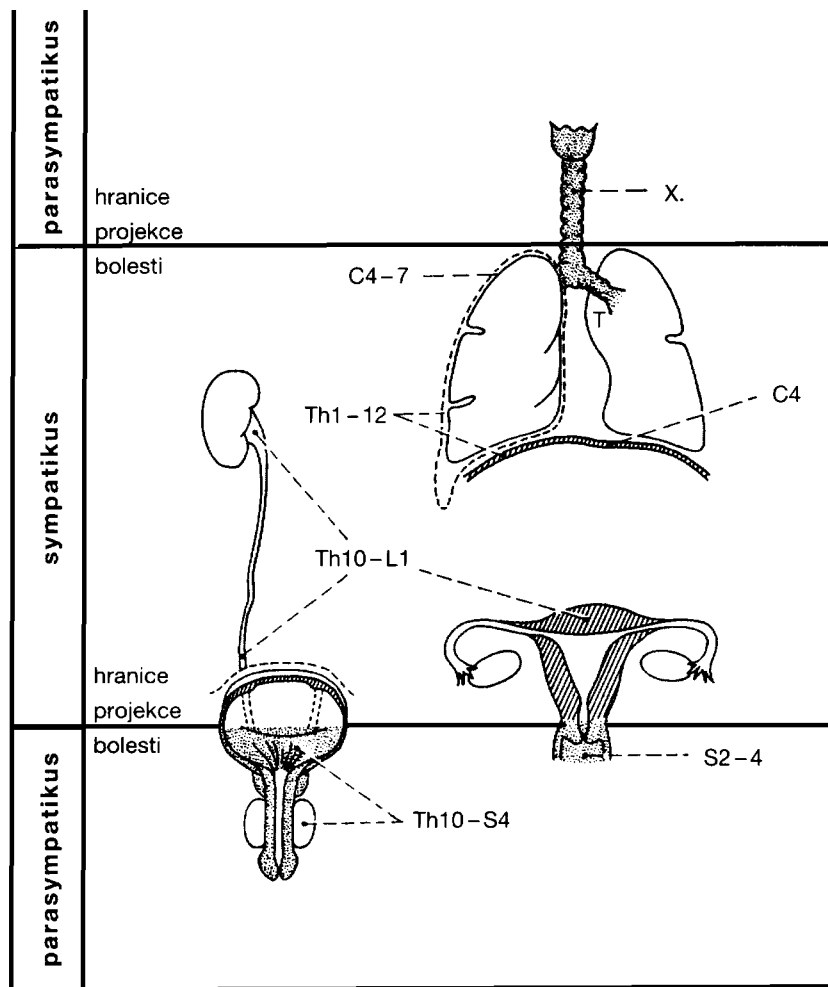
Prevertebrální ganglia, která leží při odstupu aortálních větví (jsou podle nich i pojmenována), jsou: ganglion coeliacum (párové), ganglion mesentericum superius (nepárové), ganglion aorticorenale (párové) a ganglion mesentericum inferius (nepárové).

Zdrojem aferentních vláken vstupujících do **plexus aorticus abdominalis** jsou:

- n. splanchnicus major, minor et imus hrudního sympatiku;

- nn. splanchnici lumbales;

- n. vagus - **Rr. coeliaci** odstupující od jícnových trunci vagales a vstupující do gangl. coeliacum. Vzhledem k přítomnosti vagových vláken je celý **plexus aorticus abdominalis** smíšený. Obsahuje kromě sympatických vláken i parasympatická vagová vlákna a vlákna viscerosenzitivní (obr.);



Dráhy orgánové bolesti

• **enterický systém** - tvoří vlákna vystupující z **plexus** myentericus a končící v prevertebrálních sympatických gangliích. V těchto vláknech byly prokázány peptidy a soudí se, že jsou součástí reflexních oblouků: střevo prevertebrální ganglia střevo.

Eferentní větve z **plexus** aorticus abdominalis vystupují z jeho ganglií nebo přímo z pleteně do periarteriálních pletení jednotlivých větví aorty. Jsou to: **plexus** coeliacus, **plexus** hepaticus, **plexus** lienalis, **plexus** pancreaticus, **plexus** gastricus, **plexus** mesentericus superior et inferior a další. Konečnými větvemi jsou **plexus** iliaci, jejich pokračování v **plexus** femorales a navazující periarteriální pleteně na dolní končetině. Další sympatická vlákna pro dolní končetinu přicházejí cestou míšních nervů, do kterých sympatická vlákna vstoupila jako **Rr. communicantes grisei** (viz ganglia lumbalia).

Plexus hypogastricus superior

Je přímým pokračováním **plexus** aorticus abdominalis. Začíná v oblasti bifurkace aorty na aa. iliaca communes. Z místa bifurkace pokračuje kaudálně na promontorium, kde se dělí na dvě části:

• n. praesacralis je horní nepárová část, která se pod promontoriem rozdělí na dolní párovou část

• n. hypogastricus dexter et sinister.

Plexus hypogastricus superior již neobsahuje vagová vlákna. Sympatická vlákna, která jsou v něm obsažena, pocházejí z **plexus** aorticus abdominalis a jeho ganglií a z lumbálních ganglií. Pletení je sympatikus rozváděn přímo do stěny pánevních orgánů nebo do **plexus** hypogastricus inferior a teprve touto pletení k pánevním orgánům.

Plexus hypogastricus inferior

Je pokračováním **plexus hypogastricus superior** (přesněji n. hypogastricus dexter et sinister) od místa, kde se k němu přidávají vlákna sakrálního parasympatiku (**Rr. communicantes nervorum sacralium**, dříve nn. erigentes).

Od tohoto místa je **plexus hypogastricus inferior** opět smíšenou pletením (podobně jako **plexus aorticus abdominalis**), obsahující vlákna sympatická, parasympatická a viscerosenzitivní. Pleteně je zprvu uložena po stranách rekta a ventrálně pokračuje v subserózním vazivu malé pánve k dalším orgánům. Tyto orgánové pleteně se popisují jako **plexus rectalis**, **plexus prostaticus**, **plexus deferentialis**, **plexus uterovaginalis** a **plexus vesicalis**. Při stěnách pánevních orgánů jsou do pletení vložena drobná ganglia pelvina. Obsahují postgangliové parasympatické neurony, které navazují na pregangliové neurony uložené v sakrálních segmentech (S2-S4, sakrální parasympatikus).

Pars parasympathica - parasympatická část autonomního nervového systému

Parasympatická část ANS se podle polohy výchozích (pregangliových) neuronů označuje jako "systém kraniosakrální". Pregangliové neurony jsou uloženy v parasympatických jádrech hlavových nervů (n. III, n. VII, n. IX. a n. X.) a v postranních rozích šedé hmoty sakrální míchy (S2-S4). Jejich axony se dostávají do periferie prostřednictvím hlavových nebo sakrálních nervů. Postgangliové neurony jsou uloženy v parasympatických gangliích hlavové oblasti (gangl. ciliare, gangl. submandibulare, gangl. pterygopalatinum, gangl. oticum), v parasympatických intramurálních gangliích (ve stěně trávicí trubice a ve stěně dalších orgánů břišní dutiny) a v ganglia pelvina (při stěnách pánevních orgánů).

Parasympatická ganglia jsou uložena v blízkosti cílových orgánů. Kromě parasympatických vláken vstupují do ganglií i vlákna sympatická a vlákna senzitivní.

Parasympatická vlákna mají v gangliích synaptické kontakty (pregangliový neuron má synaptické kontakty s postgangliovými neurony), zatímco sympatická vlákna gangliem procházejí bez přerušení. Každé parasympatické ganglion má:

- radix parasympathica,
- radix sympathica a
- radix sensitiva.

Eferentní větve parasympatických ganglií jsou vždy smíšené a obsahují všechny uvedené kategorie vláken.

Parasympatické dráhy

Dráha ncl. Edinger-Westphali (ncl. oculomotorius accessorius) n. oculomotorius - r. inferior nervi oculomotorii - radix parasympathica ganglii ciliaris - gangl. ciliare (synaptický kontakt) - nn. ciliares breves - m. sphineter pupillae a m. ciliaris.

Dráha zajišťuje zúžení zornice při osvětlení (miózu) a akomodaci oka při pohledu zblízka.

Dráha: ncl. salivatorius superficialis (ncl. parasympathicus nervi VII) - n. facialis - n. petrosus major - n. canalis pterygoidei - gangl. pterygopalatinum (synaptický kontakt) - eferentní větve ganglion pterygopalatinum (**Rr. nasales posteriores superiores**, **Rr. nasales posteriores inferiores**, n. palatinus major, nn. palatini minores).

Další odbočka parasympatické dráhy směřuje z gangl. pterygopalatinum: **Rr. pterygopalatini** - n. maxillaris - n. zygomaticus - **Rr. communicans cum nervo lacrimali** - n. lacrimalis - gl. lacrimalis.

Postgangliová parasympatická vlákna inervují žlázy dutiny nosní, žlázy patra a slznou žlázu. Dráždění parasympatiku vede ke zvýšení sekrece uvedených žláz a k slzení.

Dráha ncl. salivatorius superior (ncl. parasympathicus nervi VII) - n. facialis - chorda tympani - n. lingualis - gangl. submandibulare (synaptický kontakt) - eferentní větve gangl. submandibulare (**Rr. glandulares**), spojky vedoucí zpět do n. lingualis, zajišťující

parasympatickou inervaci žlázek jazyka.

Postgangliová parasympatická vlákna inervují gl. submandibularis, gl. sublingualis a drobné žlázy jazyka.

Prostřednictvím parasympatické inervace se zvyšuje sekrece řídkých (serózních) slin.

Dráha ncl. salivatorius inferior (ncl. parasympathicus nervi IX.) - n. glossopharyngeus - n. tympanicus - **plexus** tympanicus - n. petrosus minor - gangl. oticum (synaptický kontakt) - eferentní větve gangl. oticum (**r.** communicans cum nervo auriculotemporalis) - n. auriculotemporalis **Rr.** glandulares glandulae parotis (**r.** communicans cum nervo buccali) - slinné žlázy tváře

Postgangliová parasympatická vlákna inervují gl. parotis a slinné žlázy vnitřní strany tváře.

Parasympatikus zvyšuje produkci slin v uvedených žlázách.

Dráha ncl. dorsalis nervi vagi - n. glossopharyngeus – **Rr.** pharyngei et **Rr.** tonsillares - parasympatická ganglia ve stěně hltanu (synaptický kontakt) - žlázy hltanu a tonzila

Dráždění parasympatiku zvyšuje sekreci žlázek v hltanu.

Dráha: ncl. dorsalis nervi vagi n. vagus - **Rr.** pharyngei, - **Rr.** cardiaci cervicales (superiores et inferiores),-- **Rr.** bronchiales, -**Rr.** pulmonales, -**Rr.** gastrici,- **Rr.** coeliaci

Po průchodu skrz ganglia coeliaca vstupují parasympatická vagová vlákna spolu s vlákny sympatiku do **plexus** aorticus abdominalis a do periarteriálních pletení. V průběhu uvedených větví nebo ve stěnách jsou uložena malá parasympatická ganglia s postgangliovými neurony.

Parasympatikus ovlivňuje ve své inervační oblasti žlázovou aktivitu a činnost hladkého svalstva orgánů.

Dráha ncl. intermediolateralis sakrální míchy (S2-S4) - přední kořeny křížových nervů - sakrální míšní nervy - **r.** communicans albus cum **plexus** hypogastrico inferiore (nn. erigentes) - **plexus** hypogastricus inferior a jeho větve (**plexus** rectalis, **plexus** prostaticus, **plexus** vesicalis, **plexus** uterovaginalis atd.) b ganglia pelvina (synaptický kontakt) - cílové orgány (colon descendens et sigmoideum a pánevní orgány)

Enterický systém

Jako enterický systém se označují nervová ganglia a nervové pleteně uložené **ve stěně trávicí trubice od kardie až po horní okraj m. sphincter ani internus**. Enterický systém je odpovědný za **koordinovanou motilitu žaludku a střeva**, kterou se transportuje trávenina do canalis analis. Dále reguluje produkci HCl v žaludku, sekreci střevní šťávy, sekreci některých gastrointestinálních hormonů, transport iontů ve sliznicích, průtok krve trávicí trubicí a růst a obnovu slizničních buněk.

Z řady experimentů je zřejmé, že enterický systém je do značné míry **autonomní** a jeho hlavní funkce jsou zachovány i po přerušení spojení se sympatikem a parasympatikem.

Enterický systém má charakter **komplikované neuronální sítě**.

Stavba enterického systému. Systém se skládá z řady elementů:

- z **enterických neuronů**, uložených v gangliích a v intergangliových spojkách ve stěně trávicí trubice. Množství těchto neuronů je **srovnatelné s počtem neuronů v míše**;
- z vystupujících vláken, tj. z dendritických výběžků pseudounipolárních neuronů uložených ve spinálních gangliích a v gangl. inferius (nodosum) nervi vagi. Patří sem i axony neuronů uložených v enterickém systému a končící v prevertebrálních autonomních gangliích;
- ze vstupujících vláken, tj. axonů sympatických a parasympatických neuronů uložených v autonomních gangliích a vagových vláken;
- z **enterické glie**.

Enterický systém se skládá ze **dvou základních pletení - myenterické a submukózní**. Pleteně jsou složeny z ganglií obsahujících enterické neurony a glií a z intergangliových spojek obsahujících nervová vlákna. Obě pleteně jsou vzájemně propojeny.

· **Myenterická (Auerbachova) pleteň** je uložena **mezi** longitudinální a cirkulární vrstvou hladké **svaloviny**. Je mohutná a její ganglia jsou větší než u submukózní pleteně. Asi 70 %

neuronů myenterické pleteně inervuje hladkou svalovinu žaludku a střeva, zbývajících 30 % neuronů inervuje submukózní pletěň a sliznici. Většina neuronů myenterické pleteně vysílá axony aborálním směrem a inervuje cirkulární svalovinu. Inervace longitudinální svaloviny je slabší.

- **Submukózní (Meissnerova)** pletěň obsahuje méně neuronů než pletěň myenterická. Ganglia jsou menší a jsou spojena slabšími intergangliovými spojkami. Většina neuronů této pleteně inervuje submukózu a mukózu a jen asi 10 % neuronů vysílá axony zpět do myenterické pleteně.

Převážná část neuronů v obou pleteních je **cholinergních**. Proto se dosud používají ve farmakologii stahy kousků střev (*taenia coli*) pro bioassay (biologické stanovení) acetylcholinu.

Enterické neurony mají oválné až eliptické buněčné tělo a proměnlivý počet dendritických výběžků. Podle morfologických kritérií se dělí do několika kategorií. Neurony s dlouhými axony mají funkci enterických motoneuronů a inervují cirkulární a longitudinální svalovinu. Neurony s krátkými axony jsou považovány za interneurony.

Vlákna **vystupující** z enterického systému jsou dendritické výběžky neuronů uložených v **gangliích n. vagus** (zejména gangl. inferius) a ve spinálních gangliích.

Vagová viscerosenzitivní vlákna inervují cirkulární i longitudinální svalovinu a zasahují do submukózy a do mukózy. **Vagová vlákna nevedou signály bolesti.**

Viscerosenzitivní vlákna, jejichž buněčná těla jsou uložena ve spinálních gangliích, opouštějí stěnu žaludku a střeva cestou periarteriálních pletení. Procházejí prevertebrálními ganglii a dále postupují cestou splanchnických nervů do paravertebrálních ganglií. Skrz **r. communicans albus** jdou do příslušného (segmentového) spinálního ganglia.

Plexus myentericus dále vydává **peptidergní vlákna (neurořenašecem je ATP nebo adenosin, receptory typu P1)**, která opouštějí trávicí trubici a končí v prevertebrálních gangliích. Tato vlákna jsou součástí reflexních oblouků střeva -prevertebrální ganglia - střeva. Vlákna **vstupující** do enterického systému mají následující zdroje:

N. vagus - do enterické pleteně vstupují pregangliová vlákna, která mají terminace v gangliích myenterické pleteně. **Nejsou příliš početná**, takže vagový vliv musí být zprostředkován dalšími spoji uvnitř enterického systému. Prevertebrální *sympatická vlákna* mají původ v gangl. coeliacum, v gangl. mesentericum superius et inferius. Jde o axony sympatických (adrenergních) postgangliových neuronů. Většinou jsou bezmyelinová a do stěny střeva se dostávají cestou periarteriálních pletení. Končí v myenterické i v submukózní pleteni a na stěně cév trávicí trubice.

Ganglia pelvina - z těchto drobných ganglií, uložených v **plexus pelvicus**, vystupují postgangliová parasympatická (cholinergní) vlákna inervující orgány **urogenitálního systému** a aborální část trávicí trubice (colon descendens et sigmoideum a rectum, části tlustého střeva). Končí převážně v myenterické pleteni.

Enterická glie jsou buňky, které mají oválná těla (o délce 20-40 μm) s několika málo větvičkami se výběžky. Na rozdíl od Schwannových buněk, výběžky enterické glie obalují vždy **skupinu** nervových vláken. Mají původ v neurální liště a některé cytochemické reakce ukazují na jejich určitou podobnost s astrocyty.

Enterický systém není určen pouze k inervaci trávicí trubice. Podílí se i na inervaci a tedy i na regulaci funkcí orgánů uložených mimo trávicí trubici, ale vývojově i funkčně s ní svázaných.

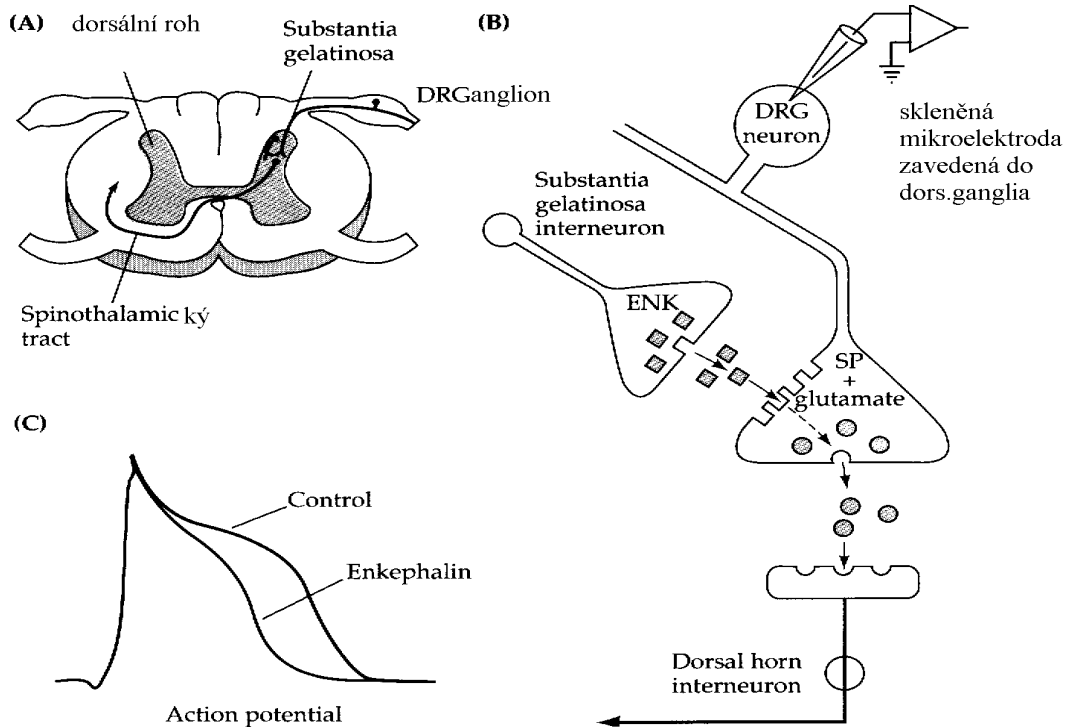
- *Projekce z enterického systému do žlučníku* (enterovezikální projekce) vychází z peptidergních neuronů myenterické pleteně duodena. Vlákna této projekce končí v intramurální nervové pleteni žlučníku.

- *Enteropankreatická projekce* vystupuje z peptidergních neuronů myenterické pleteně žaludku a duodena. Vlákna této projekce končí v drobných pankreatických gangliích. Z těchto ganglií jsou enervovány aciny zevně sekretorické složky pankreatu i Langerhansovy ostrůvky.

Podle současných názorů je enterický systém relativně nezávislý a vysoce integrovaný systém, regulující velké množství funkcí trávicí trubice a přidružených orgánů. Myenterická a submukózní ganglia již nejsou považována (podobně jako autonomní ganglia) za jednoduché přepojovací stanice rozvádějící povely z CNS do efektorů trávicího ústrojí.

Signály z CNS jsou přenášeny do ganglií enterického systému sympatickými a parasympatickými dráhami. Dalším důležitým vstupem do ganglií jsou signály z receptorů uložených ve stěně trávicí trubice. Tyto receptory mají charakter mechanoreceptorů, chemoreceptorů a termoreceptorů a průběžně generují informace o stavu trávicí trubice a jejího lumina. Signály z CNS (sympatikus, parasympatikus) a z periferních receptorů jsou v gangliích převáděny do sítí interneuronů, které kontrolují aktivitu enterických motoneuronů. Motoneurony enterického systému představují finální dráhu k systému efektorů a mohou je aktivovat i inhibovat. Efektorový systém je představován hladkou svalovinou, sekrečními a resorpčními epiteley, cévami a enteroendokrinními buňkami.

Nervové elementy enterického systému obsahují kromě klasických mediátorů i velké množství peptidů, které mají modulační vliv a významně ovlivňují činnost efektorových soustav (substance P a K, enkefaliny, endorfiny, somatostatin, bradykinin, angiotensin aj.).



Modulace bolestivé dráhy enkefalinem. Pseudonipolární neuron v gangliuzadních rohů míchy vylučuje v reakci na bolestivé podráždění substanci P a glutamát. Podnět se v substantia gelatinosa Rolandi přepíná na interneurony a jde spinothalamickým traktem do talamu jako vjem bolesti. Interneuron v s.g.R, když vylučuje enkefalin, inhibuje tento bolestivý přenos snížením výlevuglutamátu, neb enkefalin zužuje DRG-neuronový akční potenciál, na jehož tvaru a amplitudě závisí doba vtoku Ca do zakončení a výlev váčků.

Jako příklad si uveďme modulaci synapse substancí P při regulaci bolesti (obr.)

Paraganglia

Jako paraganglia se označují okrouhlá nebo oválná tělíska obsahující jako hlavní složku paragangliové (chromafinní) buňky. Paraganglia jsou derivátem neurální lišty a mají těsné vztahy ke gangliím autonomního systému a k tepenným kmenům.

Stavba paraganglií. Paraganglia se skládají ze dvou základních typů buněk:

Paragangliové buňky chromafinní buňky jsou oválné elementy (o délce 10-15 μm) s organelovou výbavou sekrečních buněk. Hojná chromafinní granula obsahují katecholaminy (noradrenalin, dopamin). Na jejich povrchu byly prokázány synaptické kontakty. Dnes častý modelový systém pro studium kvantového vylučování látek z váčků.

Podpůrné buňky mají oválné tělo, z něhož vybíhají cytoplazmatické výběžky, obalující jednotlivé paragangliové buňky nebo jejich skupinky.

Paraganglia jsou bohatě vaskularizována a jejich kapiláry jsou fenestrované.

Většina paraganglií je prokazatelná už v prenatalním období. Postnatálně dochází k jejich atrofii nebo dezintegraci vrůstající vazivovou tkání. V následujícím textu budou popsána pouze paraganglia s dobře definovanou funkcí a paraganglia, která mohou být zdrojem nádorového bujení.

Glomus caroticum

Glomus caroticum (paraganglion intercaroticum **Kohn**) je oválné tělísko červenohnědé barvy o velikosti 3 x 2 x 2 mm, uložené v *bifurkaci a. carotis communis*. Tělísko je zásobeno několika malými tepnami (větvičkami z *a. carotis interna*, z bifurkace nebo z *a. pharyngea ascendens*). Glomus caroticum je inervován hlavně z n. IX. (**r. sinus carotici**). Kromě toho dostává větvičky z n. X. a z gangl. cervicale superior. Většina vláken, která vstupují do glomus caroticum, jsou vlákna senzitivní a jejich buněčná těla jsou uložena v gangliích n. IX. Zakončení těchto vláken byla prokázána na povrchu chromafinních buněk. Mechanismus, který vyvolává vzruchovou aktivitu v aferentních vláknech, je spouštěn **poklesem pO_2** , což má za následek změny ve vyplavování katecholaminů. Tím dochází k podráždění nervových zakončení a výsledná vzruchová aktivita je odváděna do ncl. solitarius.

Aortikopulmonální tělísko. Aortikopulmonální tělísko (paraganglion supracardialis) je nekonstantní skupina několika drobných tělísek uložených ve vazivové tkáni mezi obloukem aorty a bifurkací truncus pulmonalis a na přední ploše aorta ascendens. Tělísko má funkci chemoreceptoru a je inervováno z n. X. V oblasti hlavy a krku byla popsána další tělíska při odstupu n. tympanicus, v adventicii bulbus venae jugularis internae, v submukóze promontoria, podél r. auricularis nervi vagi, v gangliích n. vagus (nebo v jejich blízkosti) a v laryngu. Funkce těchto tělísek není známa.

Zuckermandlův orgán V r. 1901 popsal E. Zuckermandl při odstupu a. mesenterica inferior útvar podkovovitého tvaru, dosahující délky až 3 cm. Postnatálně toto tělísko atrofuje a po 14. roce věku není mikroskopicky prokazatelné.

Drobnější útvary obsahující paragangliové buňky byly nalezeny v retroperitoneálním prostoru v blízkosti břišní aorty. Drobná paraganglia jsou rovněž rozptýlena v autonomních pleteních inervujících pánevní orgány.

Paraganglia v dutině břišní a pánevní nemají pravděpodobně funkci chemoreceptorů, ale uplatňují se podobně jako dřev nadledvin při sekreci katecholaminů.

Nádory vyrůstající z paragangliové tkáně jsou většinou **benigní** (nezhoubné) a jmenují se paragangliomy. Zpravidla nejsou funkční (chybí sekrece katecholaminů). Paragangliomy byly popsány prakticky ve všech místech výskytu paragangliové tkáně, ale zřetelně převažují paragangliomy vyrůstající z glomus caroticum.