

# SOMATosenzorické systémy

## SENZORY A JEJICH OBEcnÁ CHARAKTERISTIKA

Informace z vnitřního i zevního prostředí ve formě fyzikálních nebo chemických **podnětů (stimulů)** musí být přeměněna na **nervové vzruchy**, které jediné mohou být přenášeny a zpracovány nervovou soustavou. Fyzikální nebo chemický stimul je nejdříve převeden na generátorový potenciál (transdukce) a ten pak transformován na akční potenciál vedený dále podél axonů. K příjmu stimulů, jejich transdukci na generátorový potenciál a jeho transformaci na akční potenciály slouží specializované struktury, **senzory**.

**Obecné senzory** jsou roztroušeny v lidském těle, zatímco **specifické senzory** jsou součástí specializovaných **smyslových orgánů**. Po zpracování informace je nervovou soustavou vydán pokyn k **efektorům**, strukturám, které vykonávají reakci organismu na podněty.

Jednotlivé senzory jsou pod vlivem četných stimulů v rozmanité formě fyzikální nebo chemické energie. Každý typ senzoru má nejvyšší citlivost pouze pro určitou kvalitu stimulu označovanou také jako **adekvátní stimul nebo podnět**. Podle kvality adekvátního stimulu, který na senzor působí z vnějšího nebo vnitřního prostředí lze hovořit o **mechanosenzorech, termosenzorech, nocisenzorech, chemosenzorech, fotosenzorech** a pod. Zvláštní skupinu tvoří propriocepční senzory (**propriosenzory**), které poskytují CNS informaci o stavu pohybového aparátu. Podle intenzity odpovědi na stimuly v čase rozlišujeme senzory s **rychlou a pomalou adaptací**. **Senzory s rychlou adaptací (fazické senzory)** reagují na stimuly pouze na začátku a konci působení stimulu. **Senzory s pomalou adaptací (tonické senzory)** reagují na stimuly po dlouhou dobu jejich působení. Mezi oběma krajními typy sensorů existují senzory s přechodným typem adaptace.

Každý senzor obsahuje vlastní **nervovou komponentu** doplněnou **pomocnými strukturami** z modifikovaných gliových buněk a buněk jiného původu (vazivové, svalové buňky). Některé typy sensorů mohou být koncentrovány jen v určitých regionech, kde společně s pomocnými strukturami vytvářejí **speciální smyslové orgány**.

**Somatické senzory** jsou rozloženy v těle bez výrazné koncentrace v určitém regionu. V rámci somatických sensorů lze vyčlenit skupinu **viscerálních sensorů**, které pro CNS zabezpečují informace z viscerálních orgánů a krevního oběhu. Mezi somatickými a viscerálními senzory

nebyly zjištěny žádné zásadní strukturální ani fyziologické rozdíly, proto lze pro jejich označení použít termín **somatoviscerální senzory**.

Nervová komponenta je v senzorech zastoupena ve třech modifikacích (typech):

A/ **Dendritická zóna aferentních axonů**, která je součástí různých typů somatoviscerálních sensorů, přičemž zbývající část aferentního axonu zabezpečuje přenos informace do CNS. Dendritická zóna je charakteristická nakupením většího množství mitochondrií. Pseudounipolární neuron představuje první neuron odpovídající nervové dráhy.

B/ **Primární smyslová buňka** je specializovaná nervová buňka, ve které dochází k přeměně stimulů na nervový vzruch, a jejíž axon přenáší informace ve formě akčního potenciálu na následný neuron. Čichové buňky, tyčinky a čípky sítnice jsou primární smyslové buňky a v odpovídajících nervových drahách jsou počítány jako první neurony v pořadí.

C/ **Sekundární smyslová buňka** je specializovaná buňky pro příjem a transdukcii stimulů na receptorový potenciál. Ten je předáván na přiléhající dendritickou zónu neuronu, který zabezpečuje další přenos nervového vzruchu. Příkladem sekundárních smyslových buněk jsou chuťové buňky nebo vláskové buňky v Cortiho orgánu. V nervových drahách jsou jako první neurony v pořadí počítány až neurony, které zajišťují přenos nervových vzruchů.

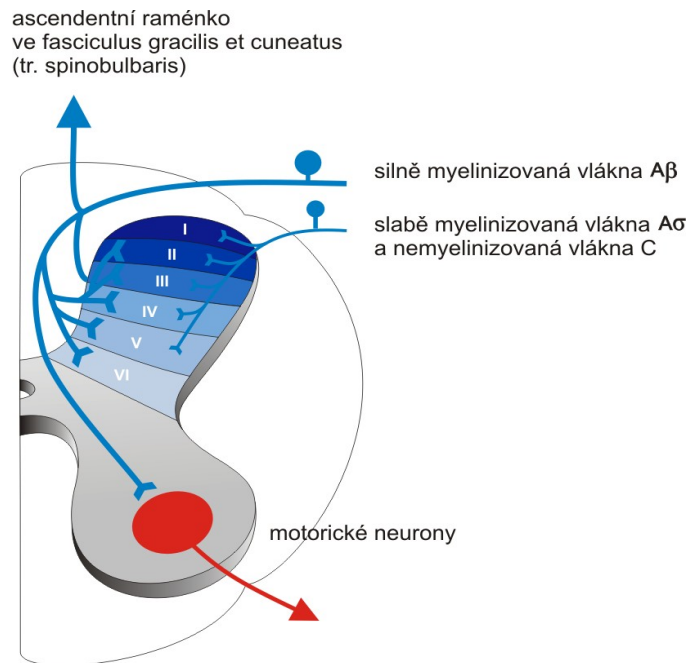
## **SOMATOVISCERÁLNÍ SENZORY**

Somato- a viscerosenzorické informace jsou vedeny aferentními axony pseudounipolárních neuronů, jejichž těla leží převážně v **gangliích spinálních a hlavových nervů**. Periferní raménka aferentních axonů začínají ve tkáních (kůže, svalový aparát, kloubní pouzdro, stěna cévy nebo orgánu) jako dendritické zóny, které jsou obklopené pomocnými strukturami z modifikovaných Schwannových buněk nebo buněk Merkelových a vaziva. Dříve byly tyto komplexy dendritických zón a pomocných struktur označovány jako „senzitivní nervová zakončení“. Vezmeme-li však v úvahu směr vedení informace podél aferentních axonů, nelze hovořit o „zakončení“. Pro označení uvedených struktur je proto vhodněji používat termín „somatické nebo viscerální senzory“, termín, který není v rozporu s fyziologií percepce a odpovídajících nervových drah. Stavba jednotlivých typů somatoviscerálních sensorů byla probrána v histologii. Propriosenzory budou zmíněny v kapitole Reflexy.

## **VSTUP AFERENTNÍCH AXONŮ DO MÍCHY**

Každý dorzální i ventrální kořen spinálního nervu je složen z 6 - 8 svazků nervových vláken (**fila radicularia**), která vstupují či vystupují z každého segmentu míchy. Svazky centrálních ramének pseudounipolárních neuronů vstupují do míchy v určitém uspořádání. Mediálně vstupují silně myelinizované axony (**typ A**) vedoucí různé modality somatosenzorického cití, jen v malé míře však cití bolesti a tepla. Část těchto vláken končí na neuronech šedé hmoty stejného míšního segmentu, informace jsou převáděny do všech zón (laminae), převážně však do **lamina III a IV** (substantia gelatinosa a ncl proprius). Část nervových vláken, která vedou informace ze svalových vřetének, končí na motoneuronech v **lamina IX**, které vydávají axony pro inervaci **extrafuzálních svalových vláken** a vytvářejí tak přímý míšní (myotatický) reflexní oblouk. Větší část silně myelinizovaných aferentních axonů vstupuje do bílé hmoty zadních provazců, kde se dělí na **ascendentní a descendentní raménka**. Většina descendentních ramének končí v šedé hmotě sousedních kaudálnějších segmentů. Nejdelší descendentní raménka tvoří samostatný svazek bílé hmoty označovaný v dolní polovině míchy jako **fasciculus septomarginalis**, v horní polovině míchy je označován jako **fasciculus interfascicularis** (je uložen mezi fasciculus gracilis a cuneatus). Ascendentní raménka tvoří **fasciculus gracilis et cuneatus**, cestou kterých dosahují **ncl. gracilis** a **ncl. cuneatus** (jádra zadních provazců) v prodloužené míše.

Laterálně vstupují do míchy nemyelinizované nebo jen slabě myelinizované axony **typu C a A $\delta$** . Tato vlákna prostupují přes bílou hmotu označovanou jako **tr. dorsolateralis (Lissauer)** a dělí se v ascendentní a descendentní raménko. Většina aferentních axonů typu A $\delta$  a C končí



Obr. XX. Zjednodušené schéma vstupu a organizace napojení silně a slabě myelinizovaných axonů a C axonů v míše.

v šedé hmotě stejného nebo sousedního míšního segmentu, menší část z nich však rozvádí informace až čtyři segmenty od místa svého vstupu do míchy. Axony typu A $\delta$  a C, které vedou převážně informace o bolesti a teplotě, končí ve vstupním míšním segmentu na lamina I, a hlavně na **lamina II** a V. Neurony uložené v **lamina I a V** vydávají axony, které procházejí bílou hmotou **commissura alba ventralis** na druhou stranu, kde tvoří **tr. spinothalamicus**.

### **AFERENTNÍ SYSTÉMY, KTERÉ PŘEVÁDĚJÍ SOMATOSENZORICKÉ INFORMACE Z TRUPU A KONČETIN DO VYŠŠÍCH STRUKTUR CNS**

Somatosenzorické informace jsou k vyšším strukturám CNS (včetně kůry telencefala) vedeny dvěma na sobě nezávislými systémy somatosenzorických drah - **lemniskální systém**, který je označován také jako **systém zadních provazců**, a **anterolaterální systém**. V obou případech jsou **první neurony** (pseudounipolárního typu) uloženy ve spinálních gangliích. Aferentní axony těchto neuronů se dělí na periferní raménka procházející nervy k cílové tkáni (např.

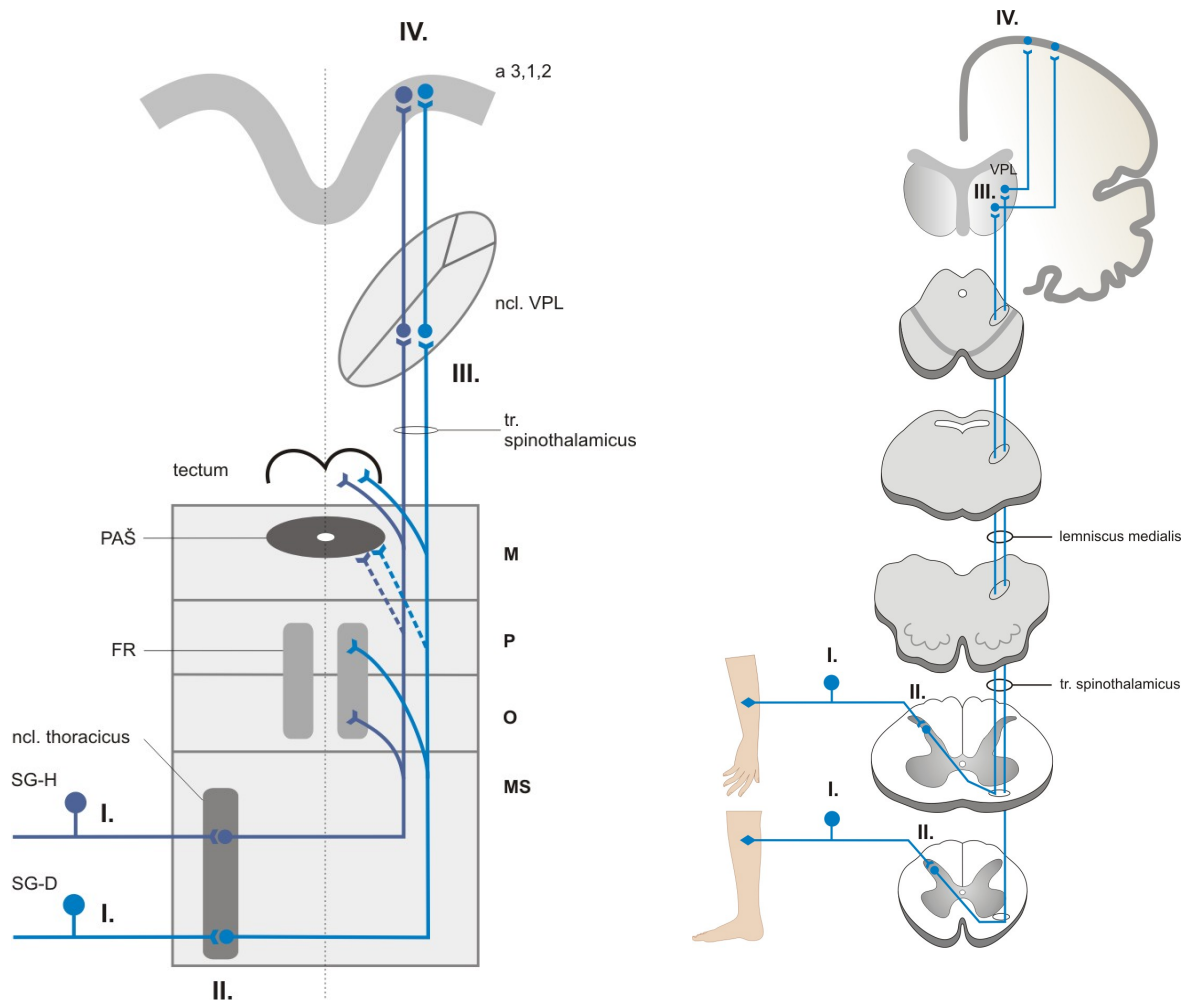
kůže), kde se nachází jejich dendritická zóna jako součást různých typů somatických senzorů. Centrální raménka aferentních axonů tvoří dorzální kořeny spinálních nervů, které vstupují do míchy.

Většina somatosenzorických modalit je vedena oběma systémy, přičemž ve fylogeneticky starším **anterolaterálním systému** převládá vedení informací o percepci s **malou rozlišovací schopností** (např. nociceptivní informace - teplo, chlad, bolest). Ve fylogeneticky mladším **lemniskálním systému** jsou převáděny hlavně informace, které mají výraznou diskriminační povahu (s velkou rozlišovací schopností) a část propriocepce z horních končetin. Částečné překrývání modalit vedených v obou hlavních somatosenzorických systémech má klinický význam. Při poškození jednoho z nich může druhý systém částečně nahradit vedení chybějící modality.

Oba systémy somatosenzorických drah projikují kontralaterálně do primární a sekundární somatosenzorické kůry, ke křížení mediální roviny však dochází na různé úrovni. U **anterolaterálního systému** přechází nervová vlákna kontralaterálně **na úrovni míchy**, u **lemniskálního systému** se tak děje až v **prodloužené míše**.

## ANTEROLATERÁLNÍ SYSTÉM

Touto dráhou jsou převáděny informace o taktilním kožním čítí s malou rozlišovací schopností, to je čítí tepla, chladu a nocicepce.



Obr. ... Schéma spojů anterolaterálního systému. První neurony v pořadí jsou ve spinálních gangliích segmentů pro dolní a horní končetiny a části trupu (SG-D, SG-H). Druhé neurony v pořadí vydávají axony, které končí zejména v ncl. ventralis posterolateralis (ncl. VPL), odkud je projekce ke kortikálním neuronům v area 3, 1, 2. Část axonů II. neuronů nebo jejich kolaterály končí také na neuronech formatio reticularis (FR), periaqueduktální šedé hmotě (PAŠ) nebo v tektu. MS – spinální mícha; O – oblongata; P – pons; M – mezencefalón.

První neurony této dráhy tvoří pseudounipolární neurony ve spinálních gangliích. Aferentní axony těchto neuronů jsou **slabě myelinizované** (vlákna typu A $\delta$ ) nebo **nemyelinizované** (C vlákna). Neurity prvních neuronů se buď přímo nebo přes interneurony přepojují na druhé neurony této dráhy, které tvoří **ncl. proprius** lokalizovaný převážně v **lamina IV a V**. Neurity těchto druhých neuronů přecházejí na druhou stranu přes **commissura alba** a končí zejména

na neuronech thalamických jader (zejména v ncl. ventralis posterolateralis), takže rostrálním směrem tvoří **tr. spinothalamicus**. Tr. spinothalamicus se nachází jak ve funiculus anterior, tak i funiculus lateralis. Většina vláken tr. spinothalamicus končí na neuronech **ncl. ventralis posterolateralis thalami**. Neurity těchto v pořadí třetích neuronů procházejí přes zadní raménko **capsula interna** a končí v **somesthetické kůře** parietálního laloku v **gyrus postcentralis (area 3, 1, 2)**.

Z **tr. spinothalamicus** vedou kolaterály rovněž do **ncl. posteriores thalami**, kde dochází k integraci somatosenzorických, zrakových a sluchových signálů. Další kolaterály **tr. spinothalamicus**, které končí v **ncl. intralaminare thalami**, převádějí somatosenzorické impulsy pro aktivační ascendentní systém.

Část axonů druhých neuronů při průchodu mozkovým kmenem končí na neuronech retikulární formace (FR) prodloužené míchy a mostu (**tr. spinoreticularis**), šedé hmoty lokalizované kolem aquaeductus Sylvii ve středním mozku (**tr. spinomesencephalicus**) nebo v tektu (**tr. spinotectalis**).

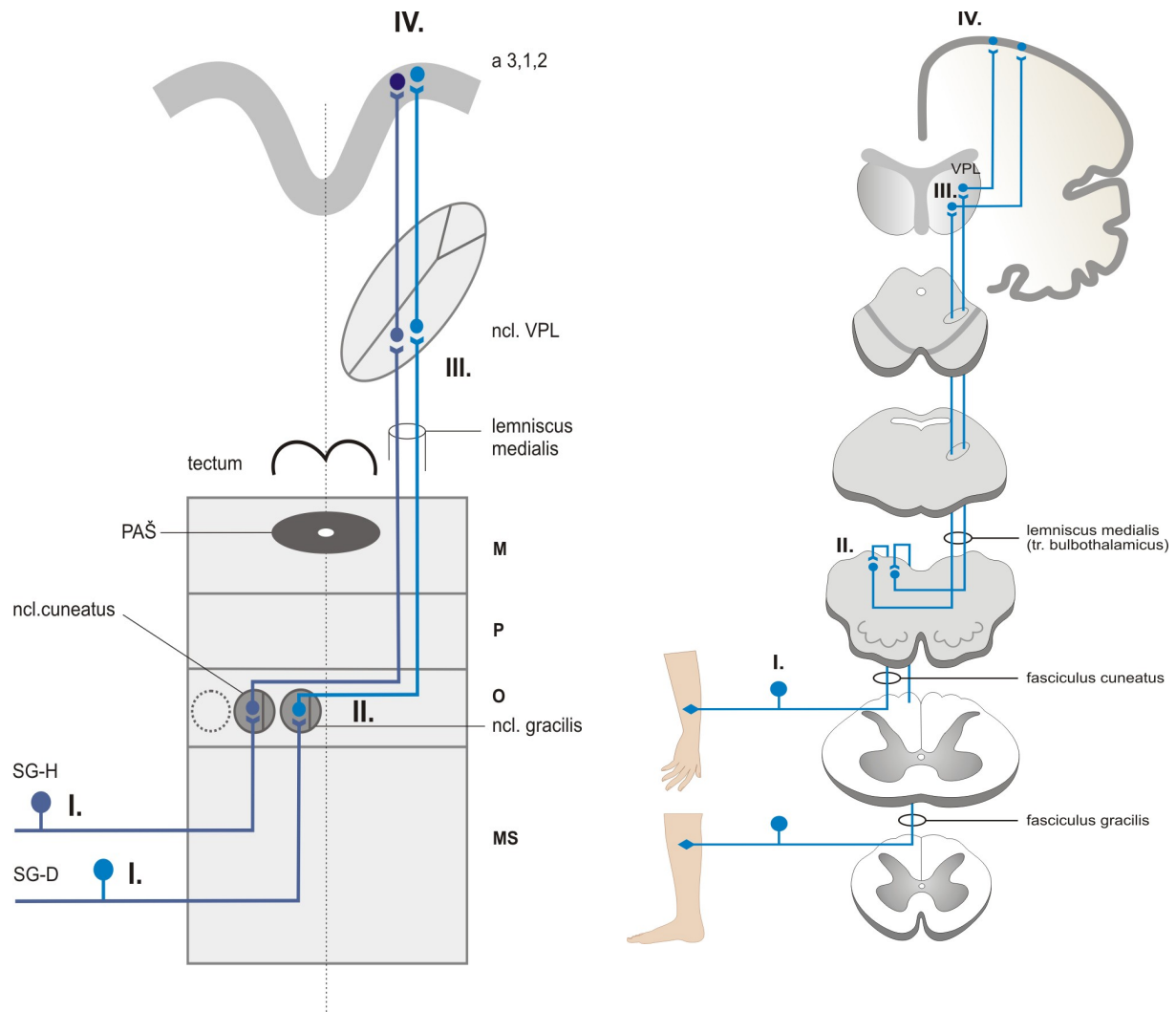
## **LEMNISKÁLNÍ SYTÉM - SYSTÉM ZADNÍCH PROVAZCŮ**

Lemniskální systém převádí informace o jemném taktilním čítí (čítí s velkou rozlišovací schopností), vibracích a vědomé propriocepci (kinesthesii). Na rozdíl od anterolaterálního systému, kde dochází ke křížení nervových vláken již na úrovni míchy, v systému zadních provazců k takovému křížení dochází v kaudální polovině prodloužené míchy. Dráhy diskriminačního taktilního čítí a vědomé propriocepce z dolních končetin se odlišují, proto je dráha kinesthesie uvedena odděleně v kapitole o proprioceptivních drahách.

První neurony v pořadí této dráhy tvoří pseudounipolární neurony, jejichž velká somata se nacházejí ve spinálních gangliích. Aferentní axon těchto neuronů je silně myelinizovaný a dendritická zóna jejich periferních ramének je součástí převážně opouzdrěných typů somatoviscerálních sensorů (Paciniho a Meissnerových tělísek).

Aferentní axony, které vstupují do míchy na úrovni **lumbosakrálních segmentů** vydávají ascendentní raménka, která tvoří **fasciculus gracilis** a větším dílem dosahují **ncl. gracilis** v prodloužené míše. Ascendentní raménka aferentních axonů, které vstupují do míchy v **horních hrudních a v krčních míšních segmentech**, tvoří bílou hmotu zadních provazců, **fasciculus cuneatus**, a dosahují **ncl. cuneatus** prodloužené míchy. Menší podíl vstupujících

**Obr. Xxx.** Schéma spojů lemniskálního systému. První neurony v pořadí jsou ve spinálních gangliích segmentů prodlouží a horní končetiny a části trupu (SG-D, SG-H). Druhé neurony v pořadí (ncl. gracilis et cuneatus) vydávají axony, které končí zejména v ncl. ventralis posterolateralis (ncl. VPL), odkud je projekce ke kortikálním neuronům v area 3, 1, 2. PAŠ - periaqueductální šedá hmota; MS – spinální mícha; O – oblongata; P – pons; M – mezencefalón.



aferentních axonů se přepojuje na míšní neurony v úrovni vstupních segmentů.

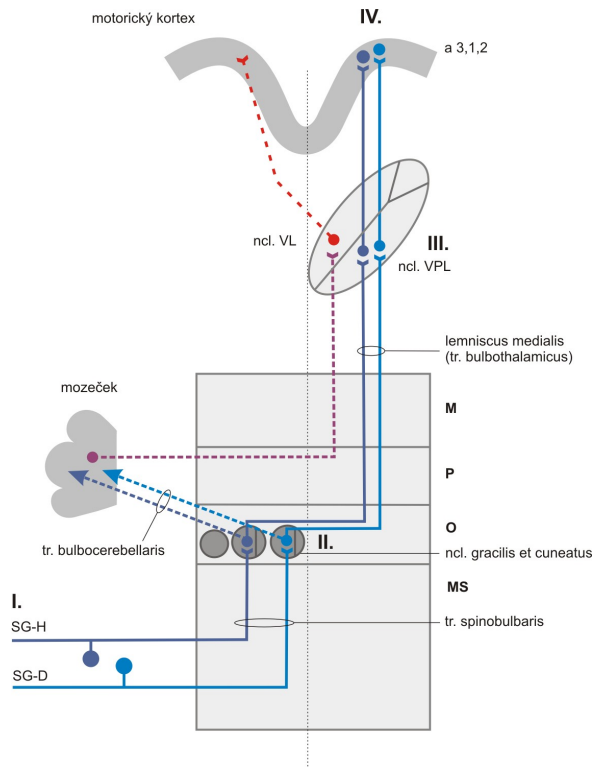
Axony druhých neuronů dráhy, které tvoří ncl. gracilis a cuneatus kříží ventrálně střední rovinu (**fibrea arcuatae interna**) v místě označovaném jako **decussatio lemniscorum** a pokračují do thalamu jako **lemniscus medialis (tr. bulbothalamicus)**. Vlákná v lemniscus medialis mají somatotopické uspořádání, nervová vlákna z dolních končetin jsou uložena ventrálně, z horních končetin dorzálně.

Po přepojení na třetí neurony v pořadí, které leží zejména v **ncl. ventralis posterolateralis thalami** jsou informace převáděny do kůry **gyrus postcentralis (area 3, 1, 2)**.



## DRÁHY PŘEVÁDĚJÍCÍ PROPRIOCEPTIVNÍ INFORMACE

Proprioceptivní informace z pohybového aparátu (ze svalových a Golgiho šlachových vřetének, ale také z kloubních mechanosenzorů) jsou zpracovávány na třech úrovních: i/ v



**Obr. Xxx.** Schéma spojů pro vedení informací o statické propriocepti. První neurony v pořadí jsou ve spinálních gangliích segmentů pro dolní a horní končetiny (SG-D, SG-H). Od oblongaty (O) jsou spoje pro vnímanou statickou propriocepti vyznačeny plnou linkou, pro nevnímanou přerušovanou linkou. MS – spinální mícha; O – oblongata; P – pons; M – mezencefal; ncl. VPL - ncl. ventralis posterolateralis.

**míšních segmentech** (viz kapitola Míšní reflexy), ii/ v **mozečku** pro jemnou koordinaci pohybového aparátu a iii/ v **kůře telencefala**. Do kůry telencefala jsou převáděny proprioceptivní informace o přesné pozici jednotlivých částí těla, o rozsahu a směru pohybu a dále například informace o tvaru, velikosti a váze předmětů svíraných v dlani. Pro vnímanou propriocepti se informace do kůry dostávají přes thalamus, informace pro nevnímanou propriocepti jsou do kůry předávány z mozečky. Všechny proprioceptivní informace jsou nutné pro správně vytvoření kortikálních povelů k motorické akci. Dále je třeba odlišit **statickou a dynamickou složku propriocepce**. Statická propriocepce představuje informace o pozici jednotlivých částí těla, zatímco dynamická složka (kinestezie) souvisí s pohyby těla a

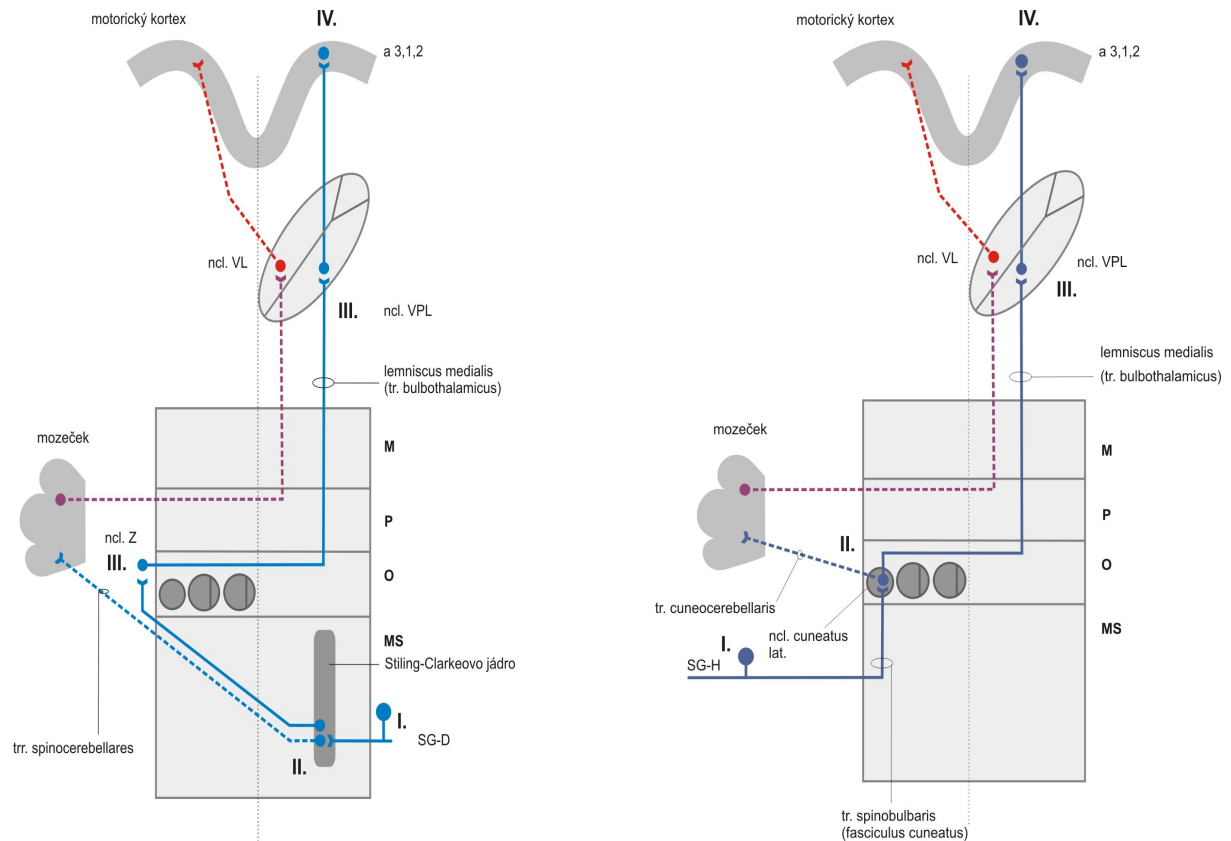
končetin.

**Dráha pro statickou složku propriocepce (obr. )** je vedena přes retikulární zóny ncl. gracilis a cuneatus, centrální raménka prvních neuronů běží tedy v sestavě lemniskálního systému (fasciculus gracilis et cuneatus) pro dolní i horní končetiny obdobně. Po přepojení v bulbárních jádrech (**ncl. gracilis et cuneatus**) jsou informace vedeny axony druhých neuronů do thalamu (ncl. ventralis posterolateralis) a odtud projikovány do kůry gyrus postcentralis (area 3, 1, 2) (**vnímaná statická propriocepce**). Část druhých neuronů v ncl. gracilis et cuneatus této dráhy vydává axony, které jsou vedeny do mozečku cestou **tr. bulbocerebellaris**. Po zpracování informace v kůře mozečku se informace dostává přes motorické jádro thalamu (**ncl. ventrolateralis**) do motorické kůry telencefala (**nevnímaná statická propriocepce**, která je využita pro řízení motoriky).

**Dráha kinestetických proprioceptivních informací** ze svalových vřetének (obr. ) je rozdílná pro dolní a horní končetiny. Silně myelinizovaná centrální raménka pseudounipolárních neuronů **sakrálních a lumbálních spinálních ganglií** (propriocepce z dolních končetin a z kaudální části trupu) jsou součástí **fasciculus gracilis** a končí na neuronech **Stilling-Clarkeova jádra** (toto jádro je vytvořeno v rozsahu **C8-L3**). Neurity v pořadí druhých neuronů jsou vedeny ipsilaterálně jako **tr. spinocerebellaris posterior**, malá část vláken se kříží ve vstupních segmentech míchy a tvoří **tr. spinocerebellaris anterior**. Obě dráhy končí na neuronech kůry spinálního mozečku. Z mozečku přes motorické jádro thalamu (ncl. ventrolateralis) se informace dostává do motorické kůry telencefala (nevnímaná kinestésie, která je využita pro řízení motoriky).

Část druhých neuronů v pořadí této dráhy, které leží ve Stilling-Clarkeově jádře, vydává axony k **ncl. Z** (Brodalovo a Pompeianiho jádro nacházející se rostrálně od ncl. gracilis). Toto jádro obsahující těla třetích neuronů v pořadí vydává axony, které kříží střední rovinu a přidávají se k lemniscus medialis. Jeho cestou se dostávají k neuronům v ncl. posterior thalami, které informaci projikují do kůry gyrus postcentralis (area 3, 1, 2) (vnímaná kinestésie).

**Obr.XX.** Dráha kinestetických proprioceptivních informací z dolních (A) a horních (B) končetin První neurony v pořadí jsou ve spinálních gangliích segmentů pro dolní a horní končetiny (SG-D, SG-H). Od oblongaty (O) jsou spoje pro vnímanou dynamickou propriocepci vyznačeny plnou linkou, pro nevnímanou přerušovanou linkou. MS – spinální mícha; O – oblongata; P – pons; M – mezencefal; ncl. VPL - ncl. ventralis posterolateralis.



A.

B.

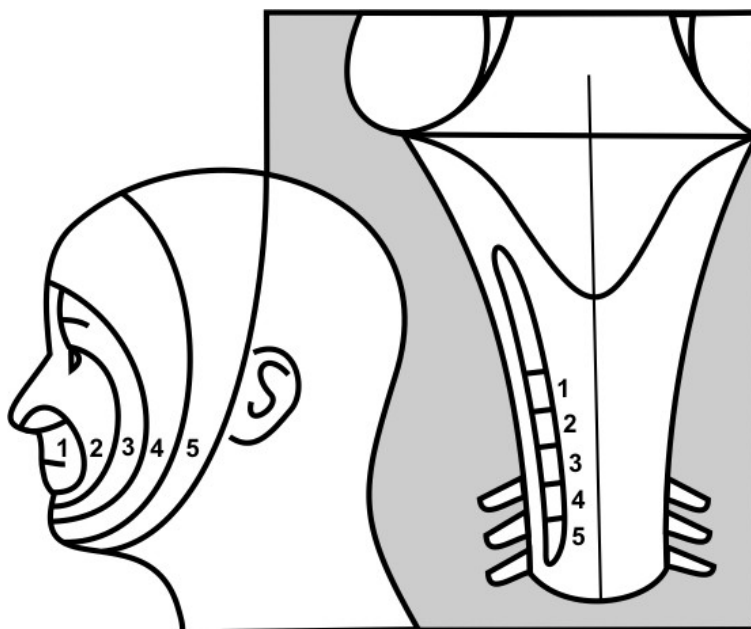
Centrální raménka pseudounipolárních neuronů, které převádějí kinestetické proprioceptivní informace z kraniální části trupu a z horních končetin (**neurony v krčních a horních hrudních spinálních gangliích**), jsou součástí **fasciculus cuneatus** a přepojují se na druhé neurony v pořadí tvořící **ncl. cuneatus lateralis**. Neurity v pořadích druhých neuronů tvoří **tr. cuneocerebellaris** a končí na neuronech spinálního mozečku.

Část neuronů tvořících ncl. cuneatus lateralis vydává neurity, které po překřížení pokračují do **lemniscus medialis** a vedou kinestetické informace z horních končetin do thalamu (ncl. ventralis posterolateralis). Odtud pokračují tyto informace stejnou cestou jako informace z dolních končetin.

## TRIGEMINÁLNÍ SYSTÉM

Podobně jako na trupu a končetinách lze také v případě somatosenzorické inervace kůže hlavy rozlišit určitou laminaci (dermatomy) podle větví n. trigeminus a spinálních nervů (). Na rozdíl od dermatomů spinálních nervů nedochází v hraničních oblastech dermatomů n. trigeminus k jejich výraznému překrývání.

Kromě inervace kůže zabezpečují větve n. trigeminus také somatosenzorickou inervaci sliznice dutiny ústní a nosní, paranazálních sinusů, zubů a dura mater. Malá oblast kůže a větší díl sliznice jsou somatosenzoricky inervovány rovněž z n. facialis, glossopharyngeus a vagus. Centrální raménka aferentních axonů těchto nervů převádějící somatosenzorické informace z hlavy se podílejí na vytvoření tr. spinalis n.V. a končí podobně jako aferentní axony n. V.

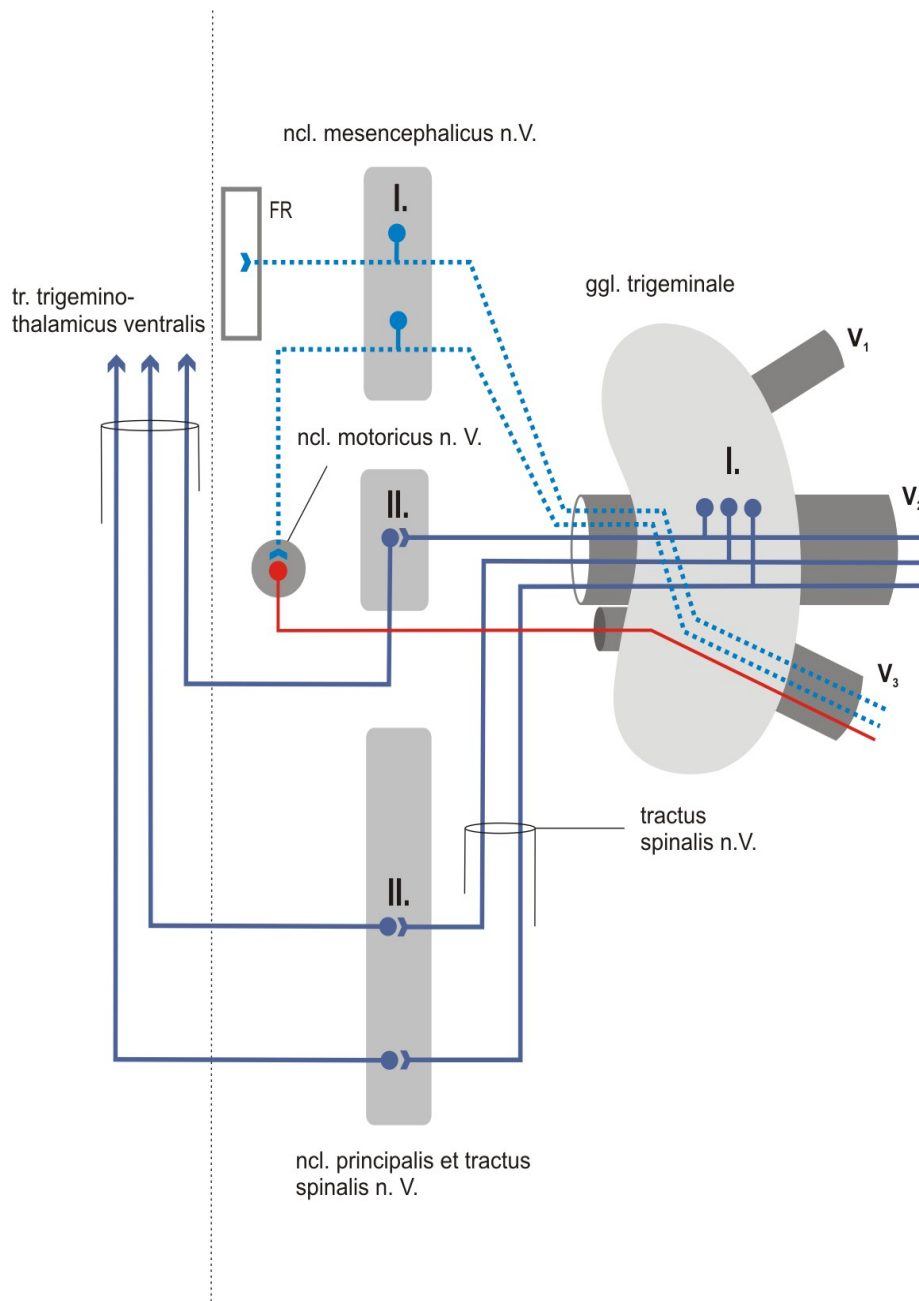


**Obr. .** Mapa dermatomů n. trigeminus inervujících kůži obličejové části hlavy a jejich projekce do ncl. spinalis n.V.

### Rozložení prvních a druhých neuronů trigeminálního systému

První neurony trigeminálního systému zabezpečující aferentaci hrubé citlivosti a bolesti leží v **ganglion trigeminale** (Gasseri), **ganglion geniculi n. VII.** a v **ganglion superius n. IX. a X.** První neurony pro diskriminační cití jsou uloženy pouze v ganglion Gasseri. Centrální raménka aferentních axonů v n. trigeminus tvoří rozsahem jeho větší **pars sensitiva** ukazuje schéma rozložení prvních a druhých neuronů pro n. trigeminus.

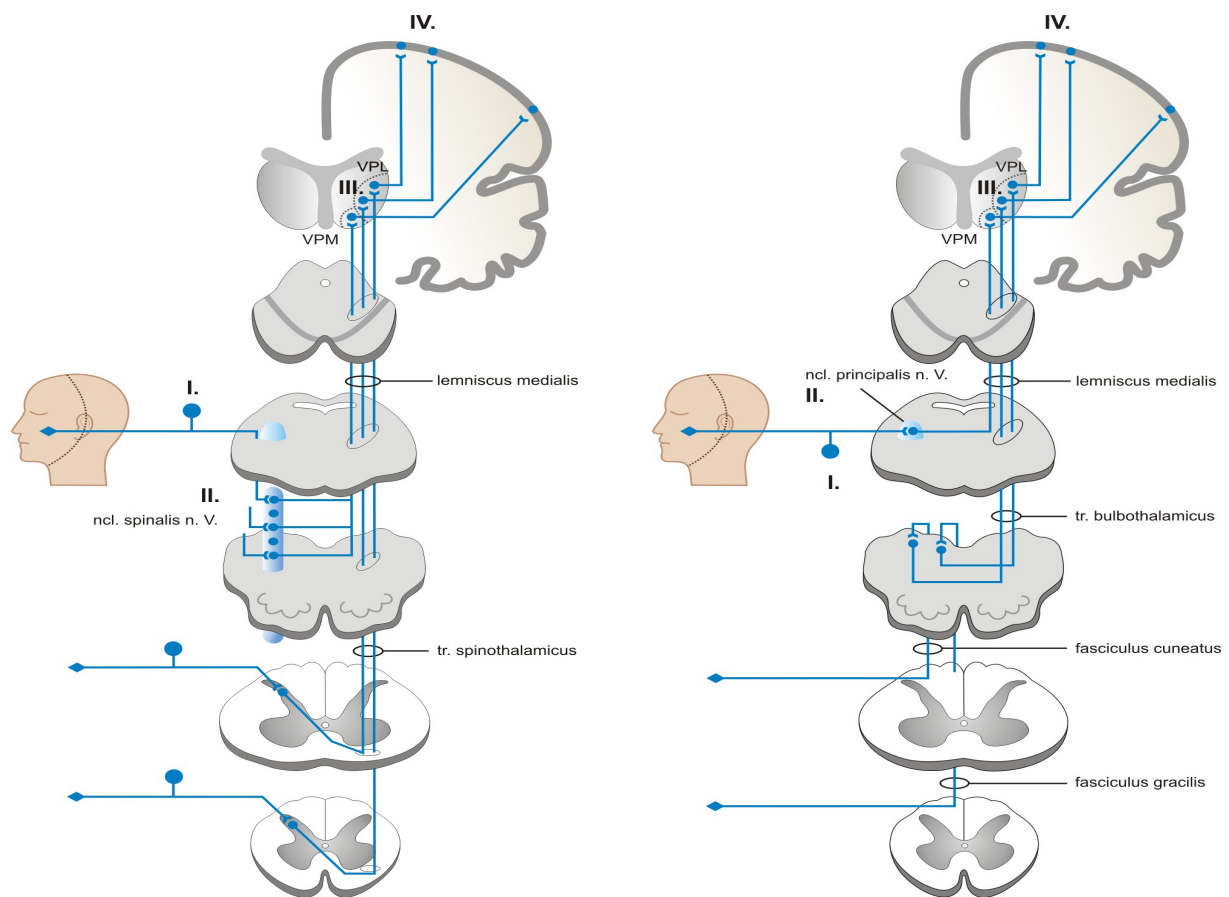
Aferentní axony, které převádějí **informace o bolesti a teplotě** se podílejí na vytváření sestupujícího **tr. spinalis n. trigemini** a postupně končí na druhých neuronech v pořadí, které tvoří **ncl. (tractus) spinalis n. trigemini**, konkrétně jeho **pars caudalis**. Tato část jádra se nachází v kaudální části prodloužené míchy a v prvních dvou segmentech krční míchy (C2).



Obr. XX. Schéma rozložení prvních a druhých neuronů trigeminálního systému a jejich propojení.

Úsek jádra v krční míše přijímá aferentaci jak z trigeminálního systému, tak i z krčních spinálních nervů podílejících se na somatosenzorické inervaci hlavy, má buněčnou stavbu

obdobnou lamina I-IV v míše. Celý ncl. tractus spinalis n.V. leží **mediálně od odpovídajícího traktu**. Neurony, jejichž postavení lze srovnat s neurony lamina V míchy jsou uloženy v retikulární formaci v těsné blízkosti ncl. spinalis n.V. Axony neuronů, které tvoří ncl. spinalis n.V - pars caudalis a přiléhající FR **kříží střední rovinu** v prodloužené míše a pokračují rostrálně v **tr. trigeminothalamicus ventralis**. Dosahují **ncl. ventralis postero-medialis thalami**, kde se informace přepojují na třetí neurony v pořadí a jsou rozváděny cestou **tr. thalamocorticalis** do somestetické kůry (gyrus postcentralis; a 3, 1, 2).



A. B.  
**Obr. XX.** Schéma spojů trigeminálního systému pro protopathické (A) a diskriminační (B) cití. Pro znázornění rozdílů je do každého schématu zakomponována dráha pro odpovídající spinální systém.

Aferentní axony, které převádějí informace o hrubé a jemné (diskriminační) kožní citlivosti sestupují rovněž v tr. spinalis n. trigemini a postupně končí na neuronech tvořících pars interparialis a oralis ncl. (tractus) spinalis n. trigemini nebo v úrovni mostu končí přímo na samostatném jádru ncl. principalis n. trigemini (pouze pro diskriminační cití). Axony neuronů těchto jader kříží střední rovinu a jdou kontralaterálně do thalamu (ncl. ventralis

posteromedialis) ve svazku tr. trigemino-thalamicus ventralis. Malá část neuronů v ncl. principalis vydává axony, které nekříží střední rovinu a do thalamu se dostávají cestou tr. trigeminothalamicus dorsalis.

První neurony pro **propriocepci** z okohybných, žvýkacích a mimických svalů leží v **ncl. mesencephalicus n. trigemini** a tvoří tak nejrostrálněji uložené neurony vznikající z gangliové lišty. **Periferní raménka (!)** aferentních axonů těchto neuronů procházejí bez přerušení **ganglion trigeminale**. Centrální raménka převádějí proprioceptivní informace buď přímo na motoneurony v **ncl. motorius n.V.** nebo po přepojení na neuronech ve FR mostu se axony již druhých neuronů v pořadí přidávají k tr. trigeminothalamicus ventralis a jdou do thalamu a kůry. Aferentní axony části neuronů tohoto jádra mají svou dendritickou zónu ve svalových a šlachových vřeténkách **okohybných svalů**. Axony jsou vedeny cestou příslušných okohybných nervů a přidávají se k n. ophthalmicus.

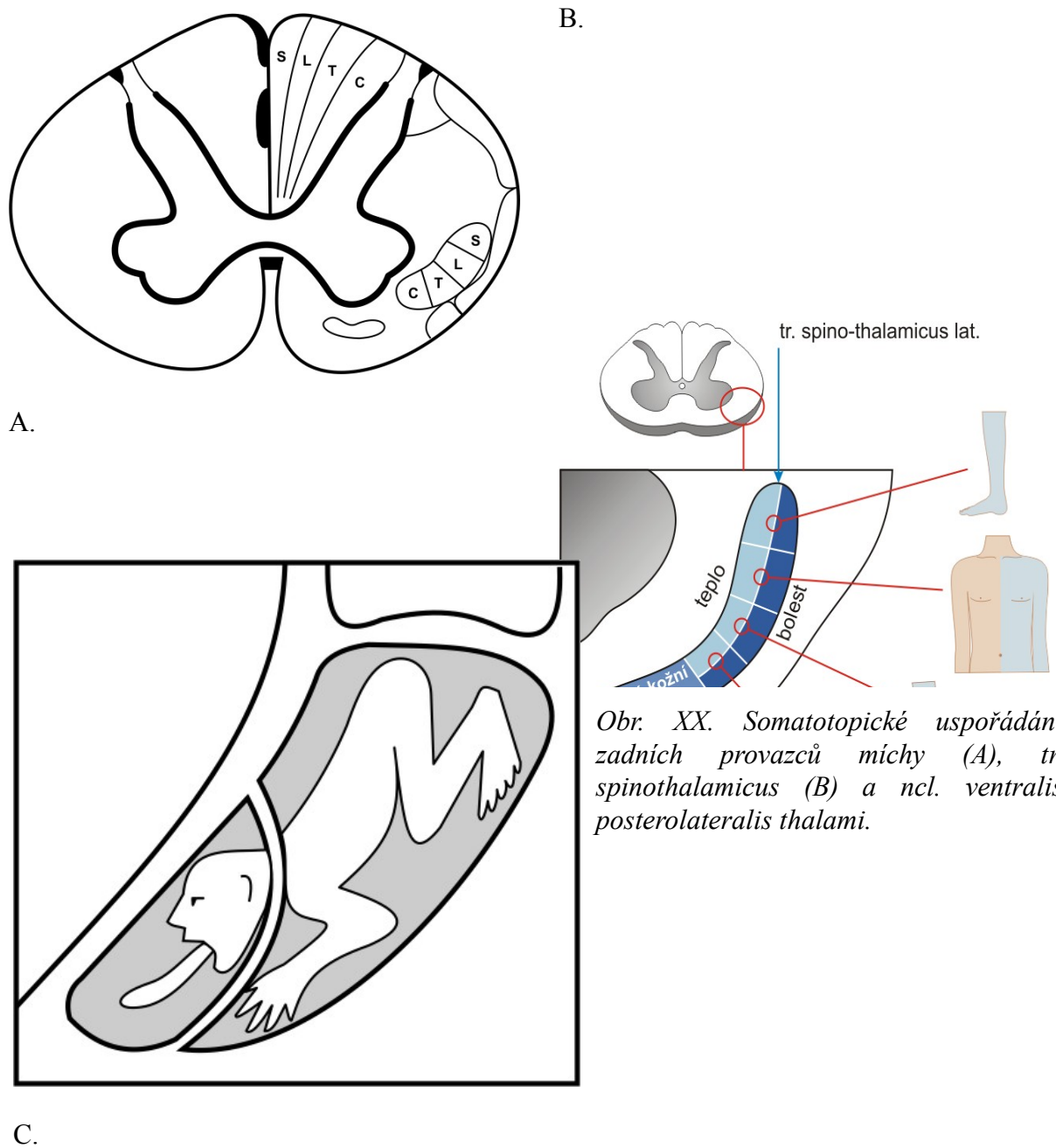
---

*Anatomická poznámka - Motorická -branchiomotorická- vlákna n. trigeminus, která jdou do periferie cestou n. mandibularis, inervují svaly vznikající z materiálu kolem mandibulárního žaberního oblouku (m. masseter, mm. pterygoideus lat. et med., venter anterior m. digastrici, m. mylohyoideus, m. tensor veli palatini a m. tensor tympani).*

---

## **SOMATOTOPICKÉ USPOŘÁDÁNÍ SOMATOTOPICKÝCH DRAH**

Významnou charakteristikou aferentních drah je jejich **somatotopické uspořádání**, což bylo ilustrováno již na vstupu aferentních axonů do míchy. Jako příklad uvádíme somatotopické uspořádání vláken zadních provazců (fasciculus gracilis a cuneatus) a **tr. spinothalamicus**. V zadních provazcích jsou vlákna ze **sakrálních míšních segmentů** uložena nejmediálněji, směrem laterálním následují **segmenty lumbální, thorakální a cervikální**. V tr. spinothalamicus je somatotopické uspořádání v dorzoventrálním směru. Somatotopické uspořádání aferentních drah se využívá v neurochirurgii při řešení úporných bolestivých stavů. Vzhledem k tomu, že se jedná o nevratné řešení, používají se tyto techniky v současnosti jen výjimečně.



Obr. XX. Somatotopické uspořádání zadních provazců míchy (A), tr. spinothalamicus (B) a ncl. ventralis posterolateralis thalami.

## Kortikální reprezentace somatosenzorických informací a její uspořádanost

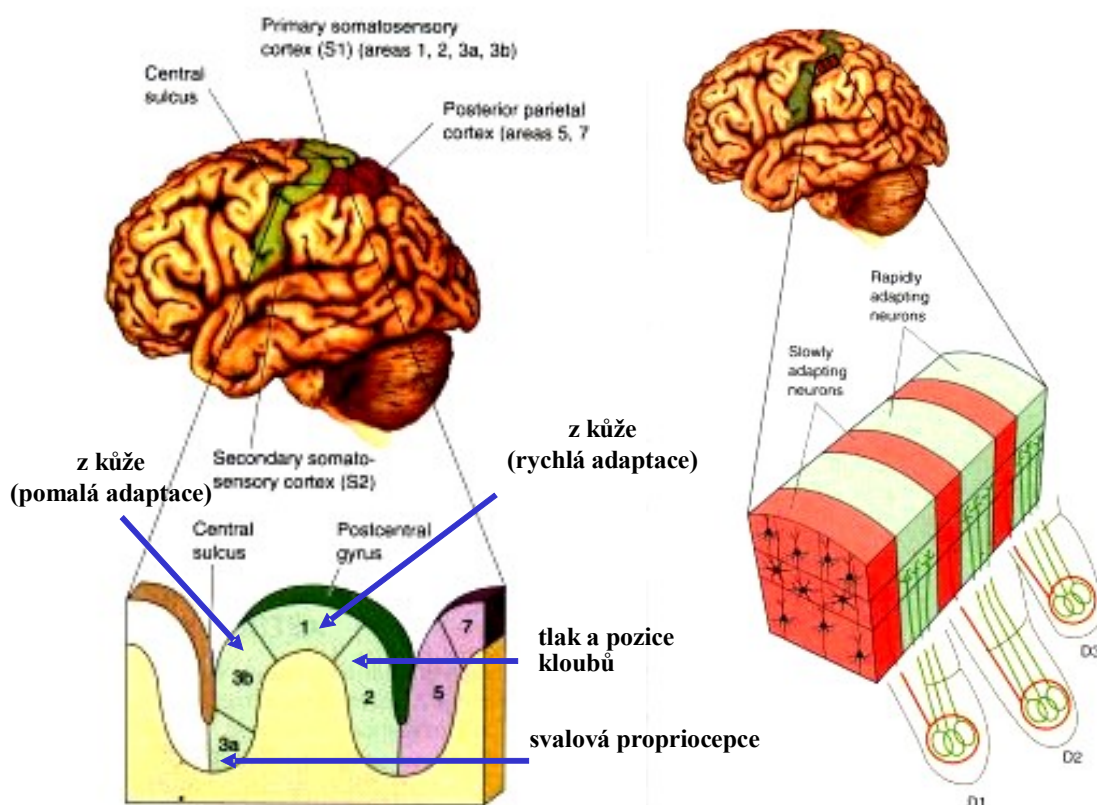
Somatosenzorická kůra má vysoce specifické uspořádání do jednotlivých sloupců. Brodmannova **area 3a** přijímá převážně informace ze svalových vřetének, zatímco **area 3b** z pomalu a rychle se adaptujících somatosenzorických nervových formací (SNF) v kůži. **Area 1** dostává informace z rychle se adaptujících SNF kůže a **area 2** ze SNF registrujících pozici



kloubů a tlak v hlubokých tkáních. **Area 5, 7** již patří zadnímu parietálnímu kortexu.

Každá Brodmanova area somatosenzorického kortexu je dále organizována **vertikálně a horizontálně**.

**Vertikálně** je kortex uspořádán do **sloupců**, které jsou orientovány od povrchu kůry k bílé hmotě. Každý sloupec přijímá specifickou submodalitu. Na schématu jsou pro ilustraci uvedeny sloupce přijímající informace z rychle (**RA**) a pomalu (**SA**) se adaptujících taktilních SNF. Pro každou část těla jsou jednotlivé sloupce seskupeny k sobě. Horizontálně je **somatosenzorický kortex** organizován do lamin, které přijímají určité informace a projikují je opět do určitých struktur mozku. Například **lamina II a III** vysílá informace do ipsilaterální S-II a kontralaterální S-I a do motorické kůry. **Lamina IV** přijímá informace z thalamu. **Lamina V** vysílá informace do bazálních ganglií, mozkového kmene a míchy, zatímco **lamina VI** pouze do thalamu.



Obr. XX. Kortikální reprezentace somatosenzorických informací a jejich uspořádanost.