

UNIVERSITAS CAROLINA PRAGENSIS

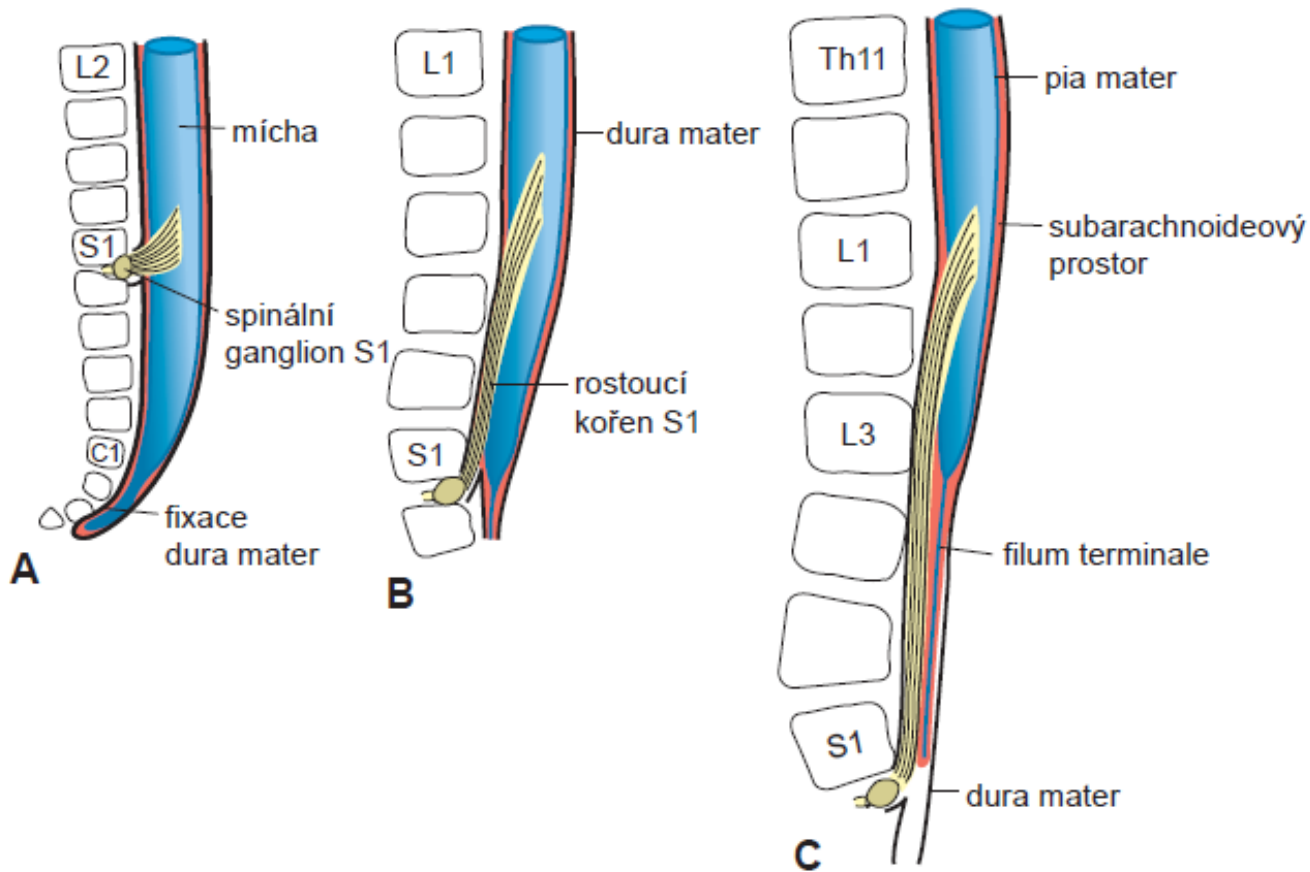
Univerzita Karlova v Praze – 1. lékařská fakulta



Mícha: stavba, dráhy, její obaly a cévy.

Anatomický ústav

Autor: Ondřej Naňka
Obor: lékařství



Obr. 17.13 Kaudální konec míchy a jeho poloha vzhledem ke kaudálnímu konci pátevního kanálu v průběhu vývoje. **A.** 3. měsíc. **B.** 5. měsíc. **C.** Novorozenec.

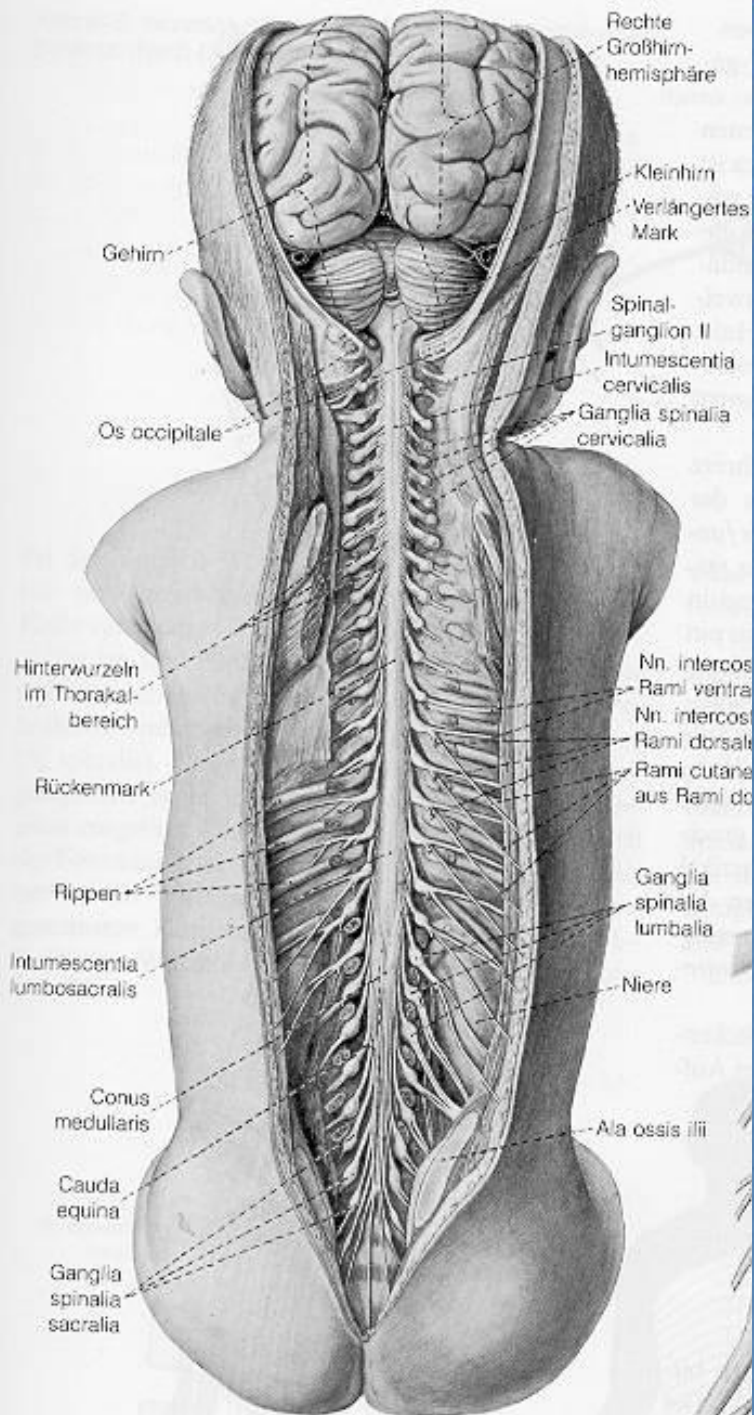
Za vývoje probíhá mícha zpočátku v celé délce pátevního kanálu a poloha míšních segmentů se kryje s polohou těl jednotlivých obratlů. Později roste páteř rychleji než mícha a kaudální část kanálu vyplňují jen míšní kořeny, které tvoří cauda equina. U novorozence sahá kaudální konec míchy do úrovně L3, u dospělého končí mícha mezi L1 a L2.

Hřbetní mícha, **medulla spinalis**

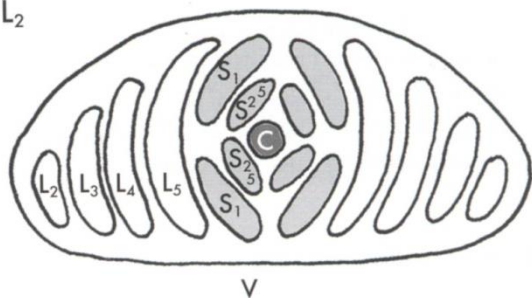
Mícha začíná u okraje **foramen magnum**. Od **medulla oblongata** ji odděluje **decussatio pyramidum** a končí zaobleným koncem, **conus medullaris**. Z něj vybíhá **filum terminale**, tvořené neuroglií a vazivem **pia mater**, které pokračuje k **saccus durae matris**, do kterého se upíná ve výšce **S2**.

Na míše jsou patrná ztlustění, **intumescentia cervicalis et intumescentia lumbalis**, podmíněná motoneurony pro svaly končetin.

Vpředu je na míše po celé délce zářez, **fissura mediana anterior**, vzadu ve střední čáře mělký žlábek, **sulcus medianus posterior**. Na bocích míchy nacházíme 2 podélné žlábků: vpředu odstupují kořenová vlákna, **fila radicularia**, tvořící přední míšní kořen, **radix anterior** a v zadním žlábků zadní kořen, **radix posterior**. Na zadním kořenu leží v úrovni **foramen intervertebrale** **ganglion spinale**, podmíněné senzitivními pseudounipolárními neurony, jejichž axony vstupují zadními kořeny do míchy.

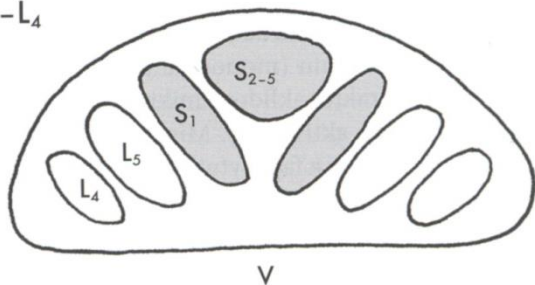


L₁-L₂



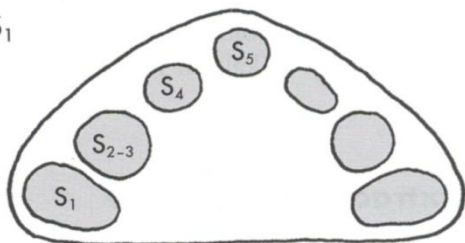
V

L₃-L₄



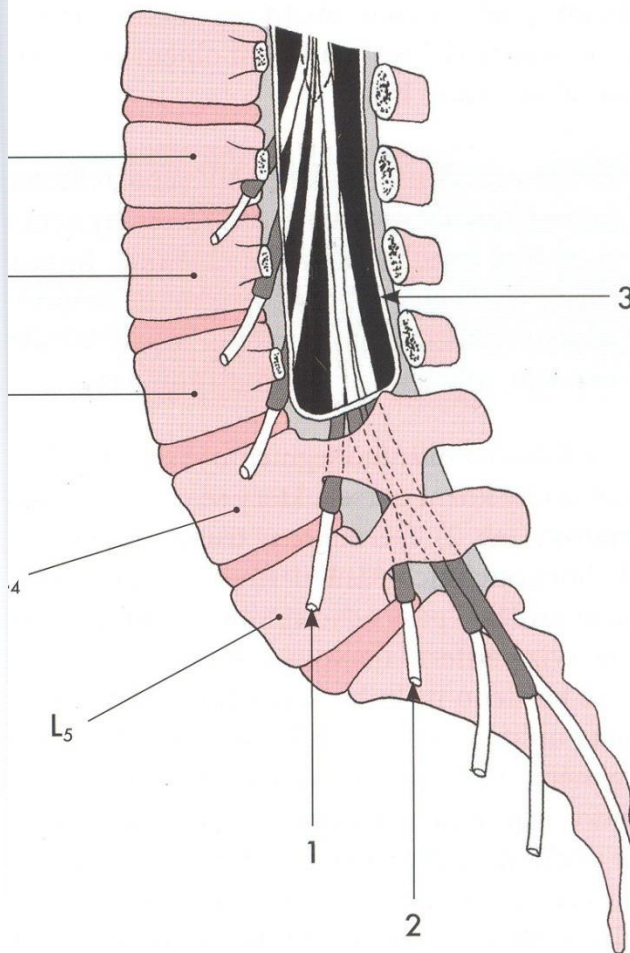
V

L₅-S₁



V

Obr. 6B. Rozložení lumbálních a sakrálních kořenů cauda equina ve výši jednotlivých lumbálních meziobratlových plotének. Šedě vyznačeny sakrální kořeny, bíle lumbální kořeny. C = conus medullaris, V = ventrálně



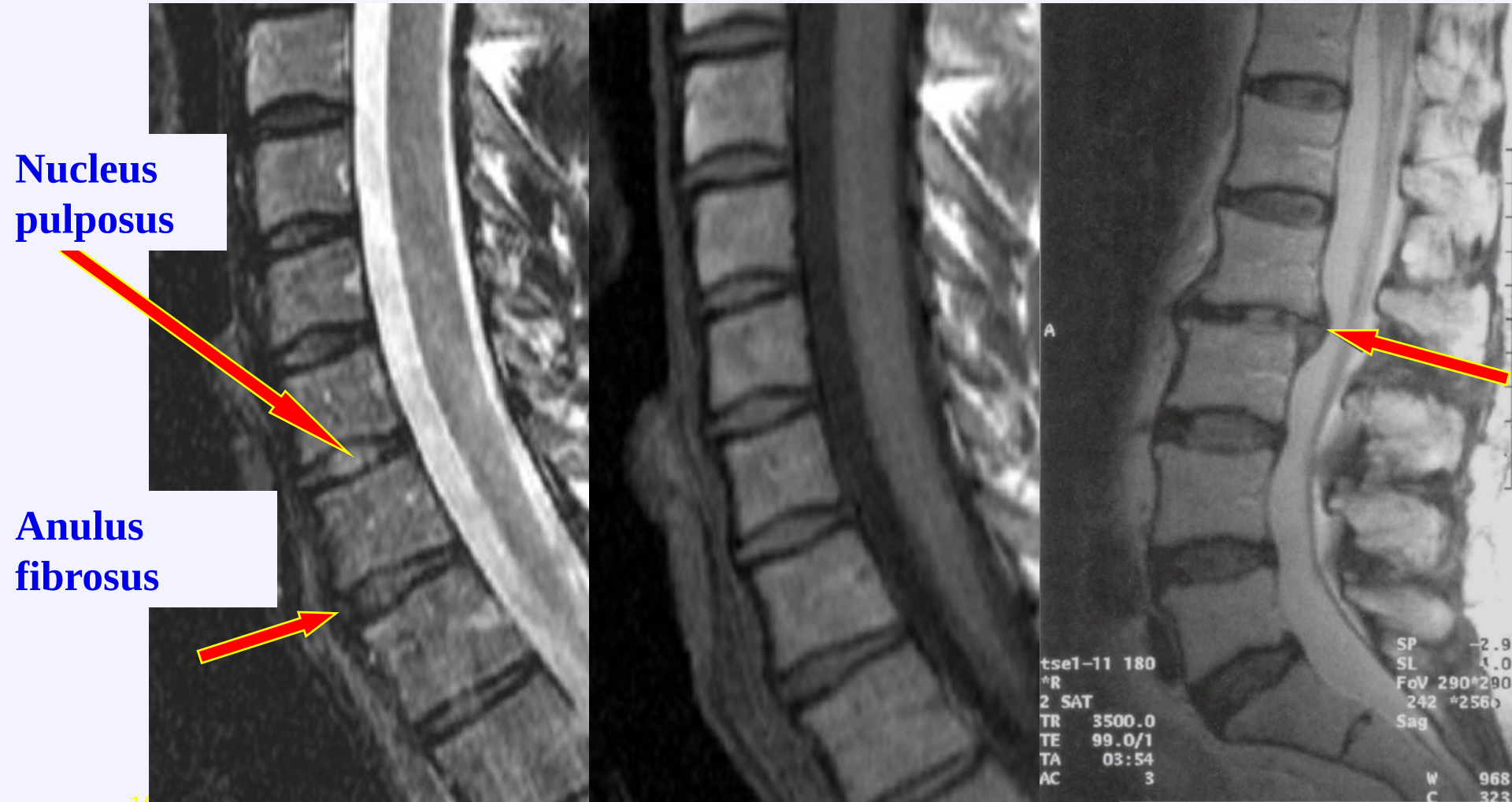
13. Topografické vztahy míšních kořenů a meziobratlových plotének v lumbosakrálním oddílu páteře. 1 - míšní nerv L₄ po výstupu z foramen intervertebrale mezi L₄ a L₅, 2 - míšní nerv L₅ po výstupu z foramen intervertebrale mezi L₅ a S₁, 3 - dura mater spinalis. L₁-L₅ - těla obratlů

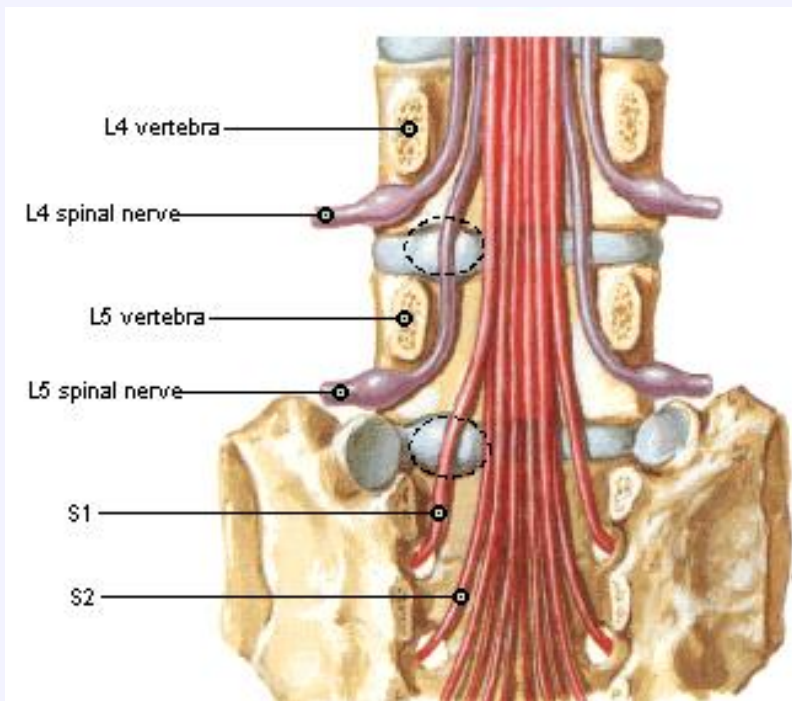


Zobrazení plotének + diskovertebrálního komplexu

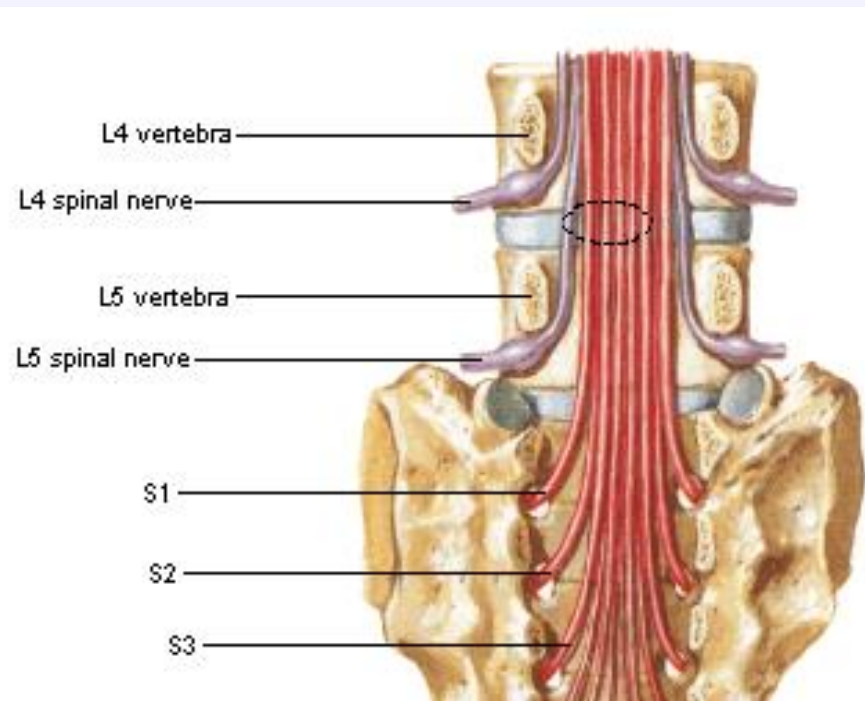
T2W/TSE

T1W/SE

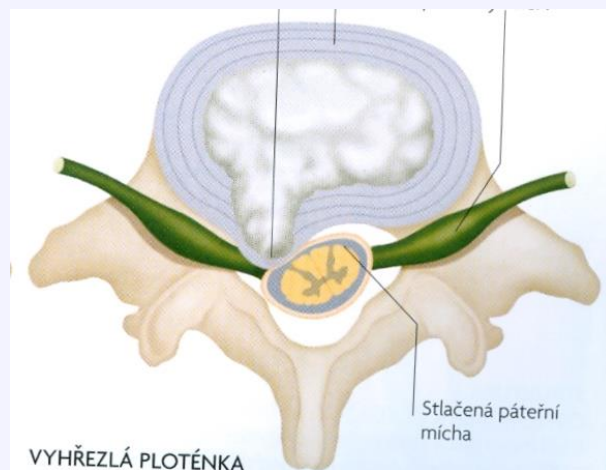


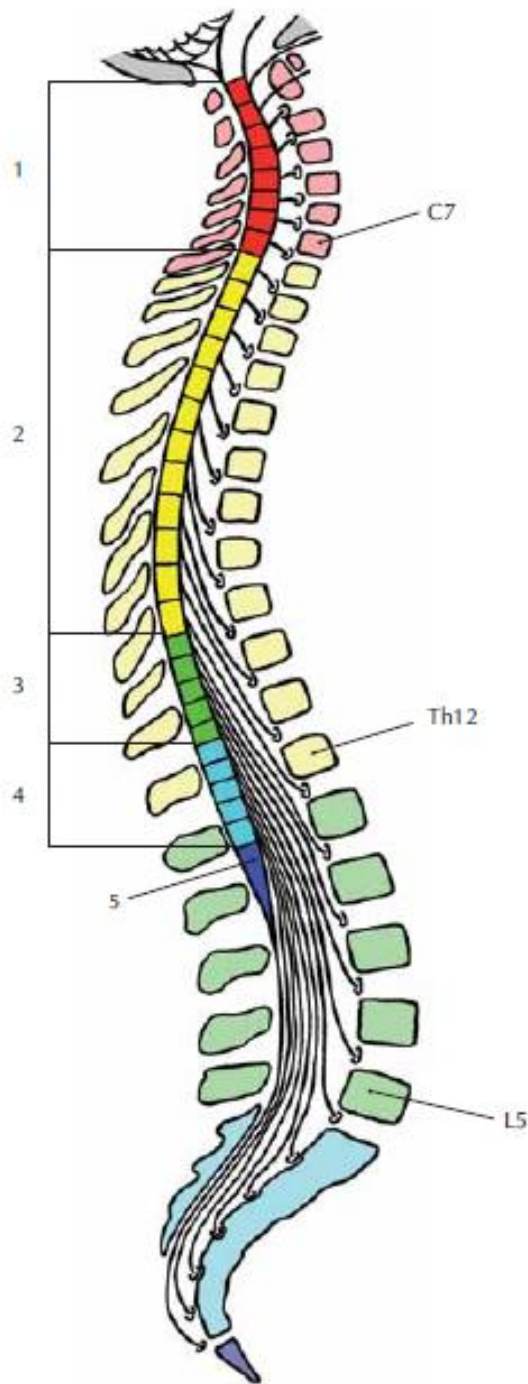


Laterální protruze



Mediální protruze





Vertebromedulární topografie

Vzájemná poloha míšních segmentů
a těl obratlů v dospělosti

Obratlové tělo

C1 - C4

C5 - C6

C7 - Th8

Th9 - Th10

Th11

Th12 - L1

L2

Míšní segment

C1 - C4

C5 - C7

C8 - Th11

Th12 – L3

L4 – L5

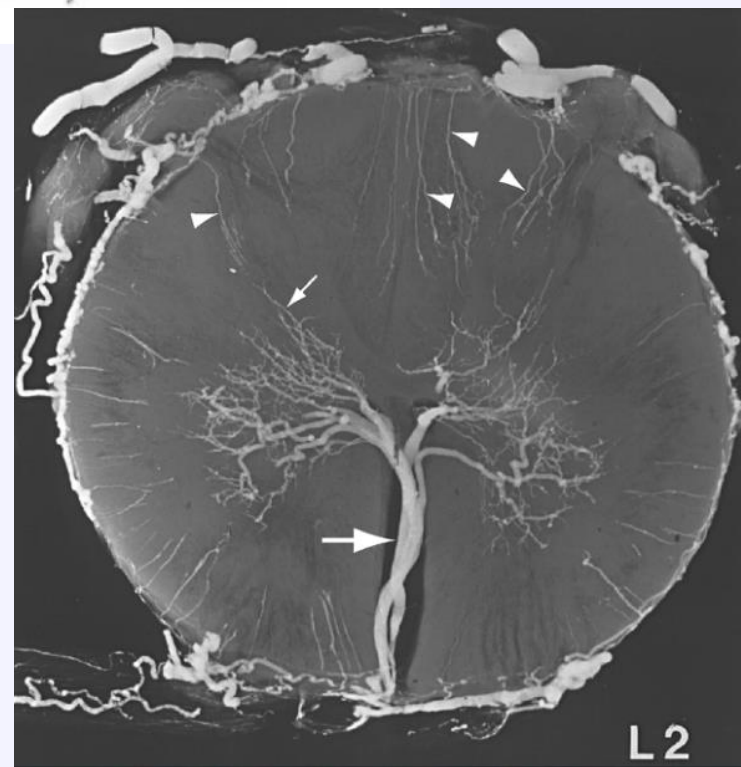
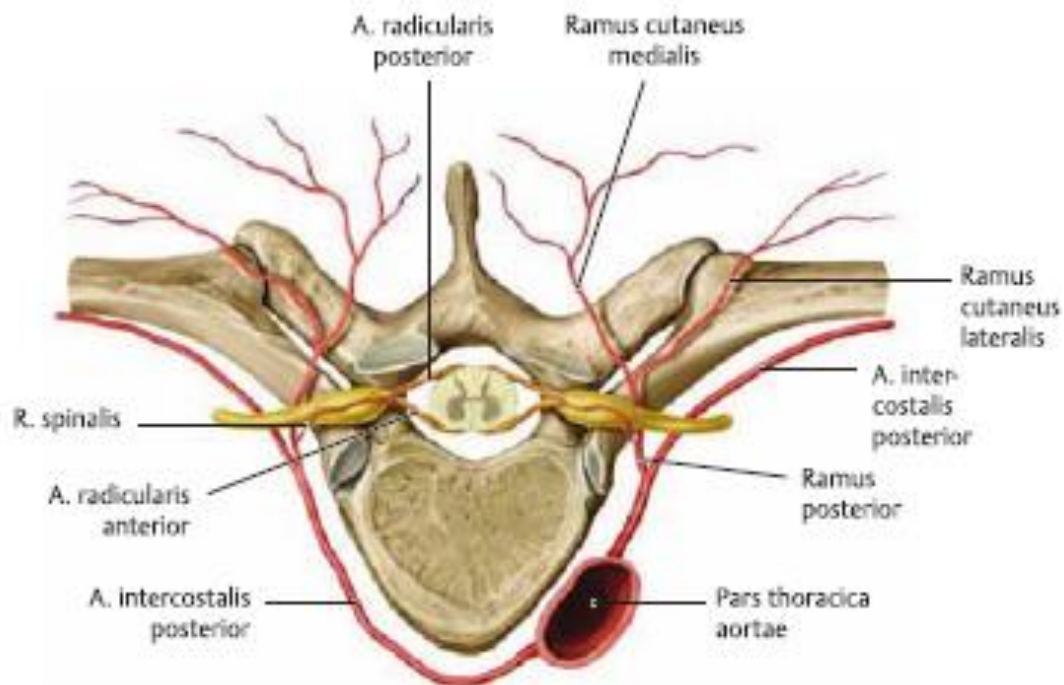
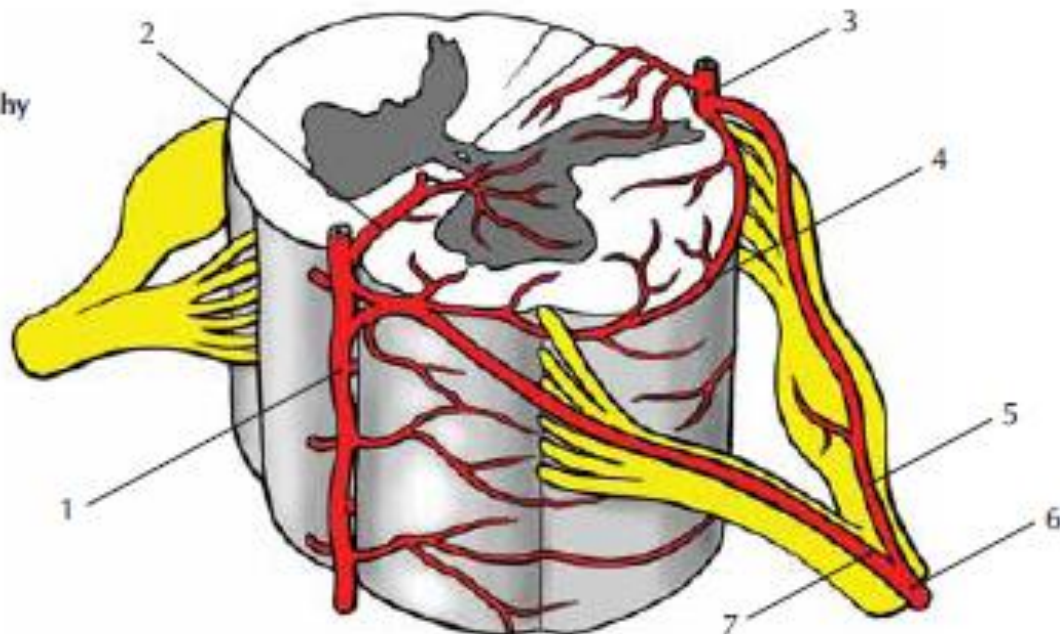
S1 – S5

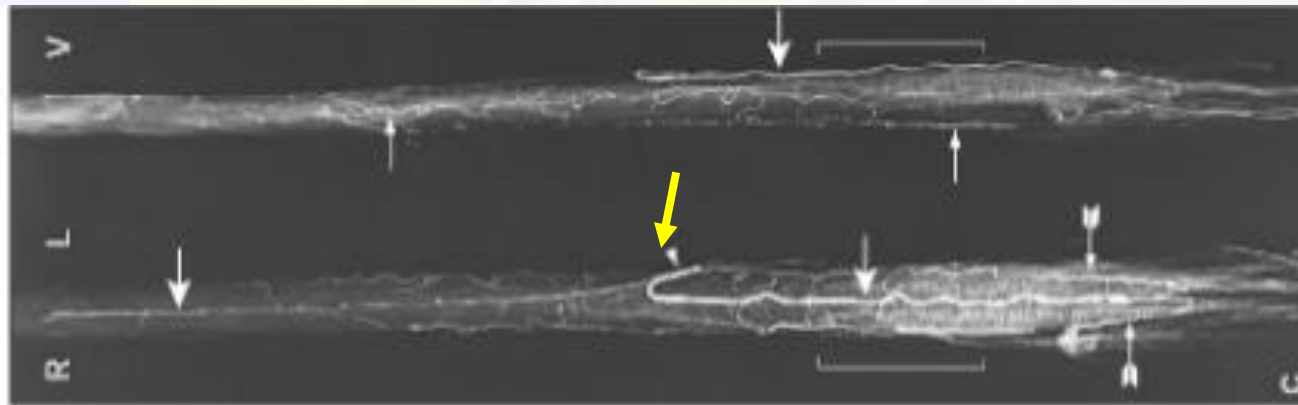
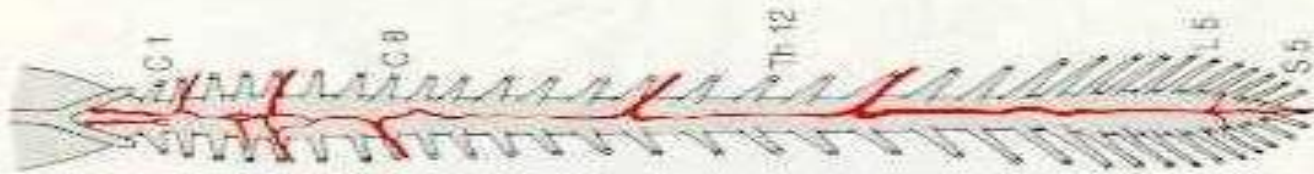
Co

Lumbální punkce L3/4 L4/5

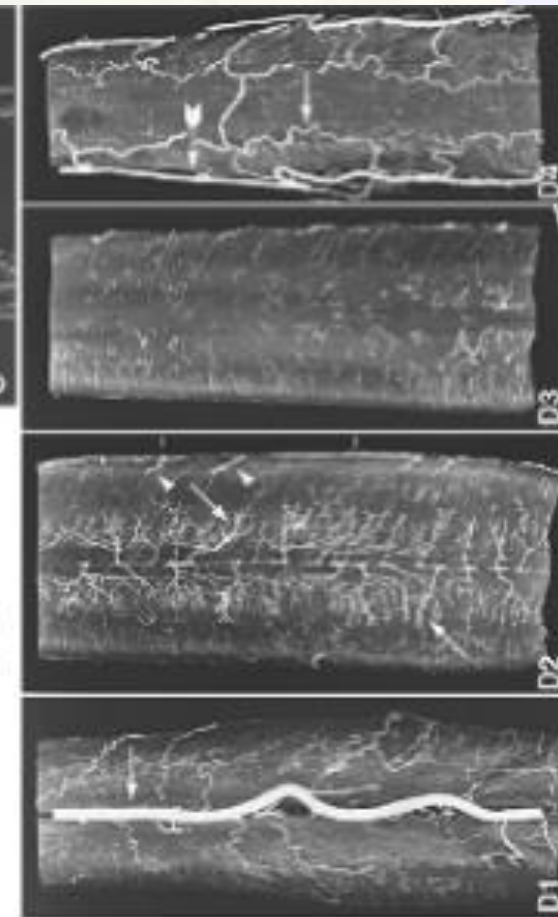
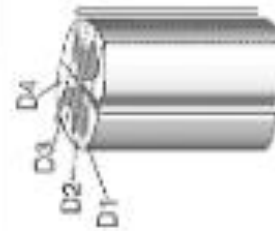
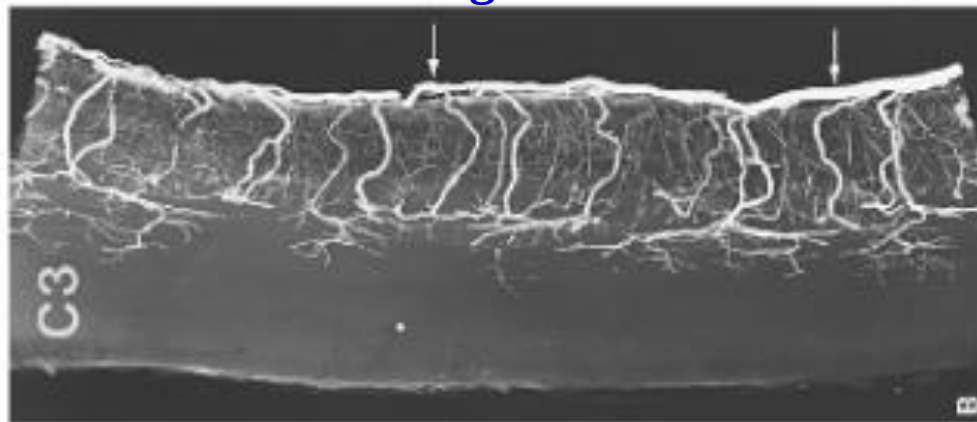
Obr. 16.3. Cévní zásobení míchy

- 1 – a. spinalis anterior
- 2 – a. sulcomarginalis
- 3 – a. spinalis posterior
- 4 – vasocorona – horizontální propojení předních a zadních spinálních tepen
- 5 – a. radicularis post.
- 6 – r. spinalis
- 7 – a. radicularis ant.





a. radicularis magna – Adamkiewiczova tepna



Míchu zásobují **rr. spinales** z větví a. subclavia a z větví aorta descendens (aa. intercostales posteriores, aa. lumbales, a. iliolumbalis, aa. sacrales laterales). Vstupují do páteřního kanálu skrze foramina intervertebralia. Dalším zdrojem jsou v kraniálním úseku krční míchy **aa. spinales**, které jsou přímými větvemi z intrakraniálního úseku a. vertebralis a do páteřního kanálu vstupují skrze foramen magnum.

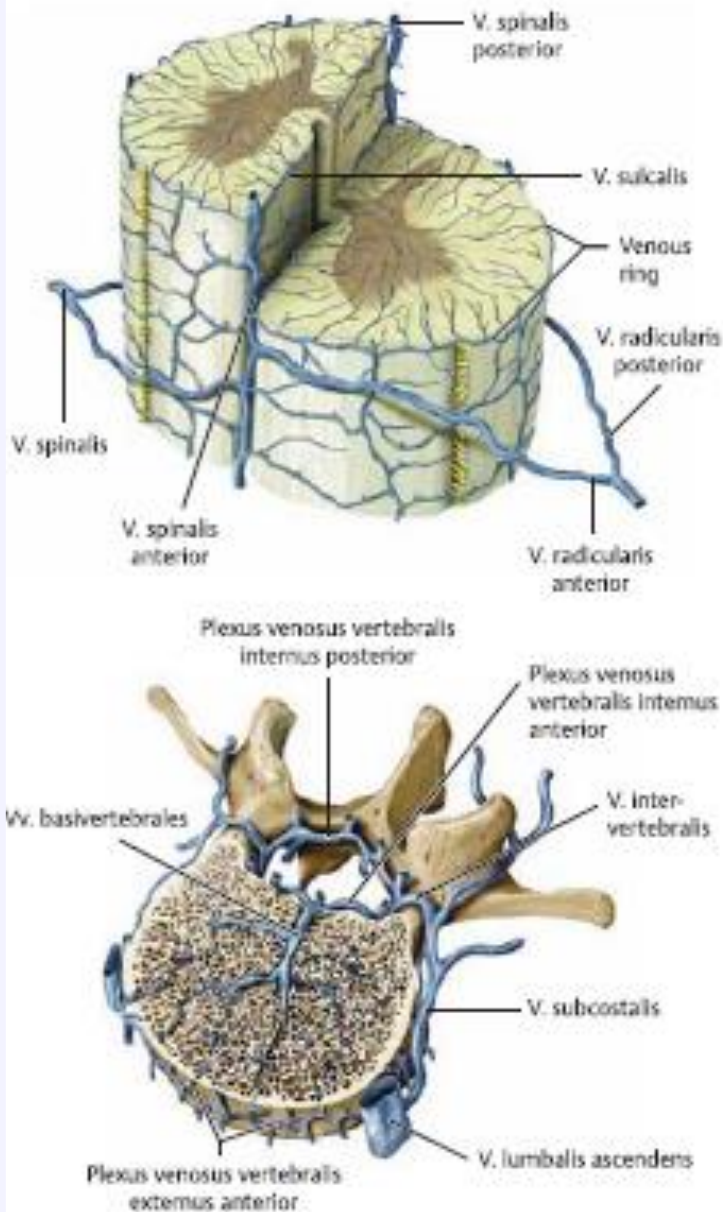
Rr. spinales vydávají jednak větve ke stěnám páteřního kanálu (r. postcentralis a r. prelaminaris), jednak se větví podle míšních kořenů (a. radicularis anterior et posterior) a dosahují k míše jako **aa. medullares segmentales**. Jsou zpočátku vytvořeny podél každého míšního nervu (31 párů), ale ještě v průběhu prenatálního vývoje, kdy páteř roste rychleji než mícha, se počet větví, které dosahují k míše, redukuje takže nejsou zachovány v každém segmentu. Zbývající rr. spinales zásobují pouze míšní kořeny, míšní obaly a stěny páteřního kanálu. Počet a lokalizace aa. medullares segmentales (aa. radiculomedullares anteriores et posteriores) je značně variabilní a není možné formulovat obecně platné schéma jejich uspořádání.

Na povrchu míchy se aa. medullares segmentales větví na slabší ascendentní a silnější descendentní větve a vytvářejí vpředu **a. spinalis anterior** uloženou při fissura mediana anterior a vzadu obvykle dvě **aa. spinales posteriores**, které leží při odstupu radix posterior z míchy (obr.1). Z větví a. spinalis anterior jsou zásobeny přední 2/3 míchy, z aa. spinales posteriores zadní 1/3.

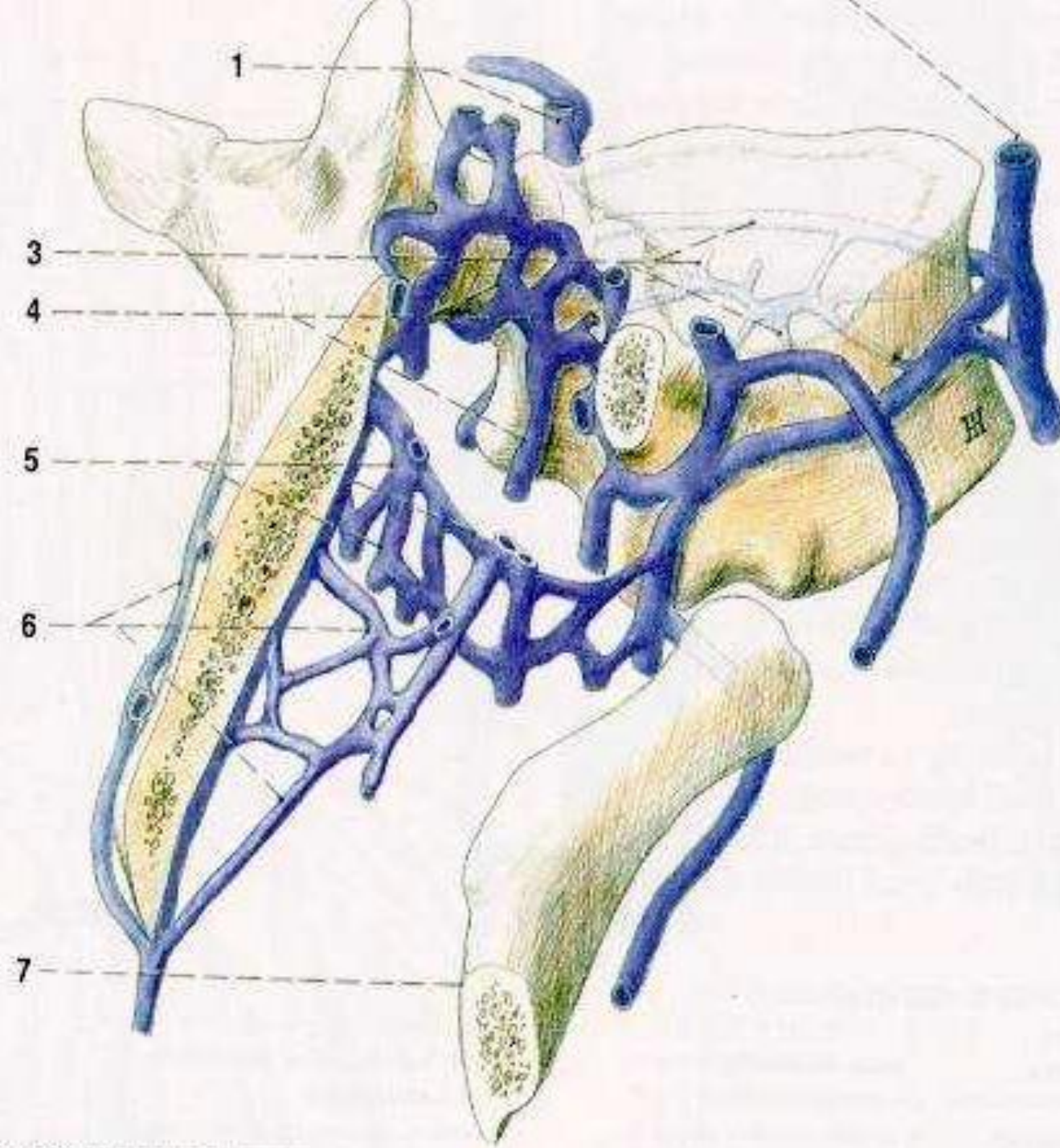
Aa. spinales navzájem anastomosují v transversální rovině a z těchto příčných spojek vznikají na obvodu míchy **vasocoronae**. Z nich odstupují do bílé hmoty **aa. periphericae**. Kromě toho jsou aa. spinales spojeny více či méně početnými anastomosami orientovanými kraniokaudálně, ale ne vždy tak vzniká kontinuální propojení v celé délce míchy.

Z aa. spinales anteriores vstupují do fissura mediana anterior **aa. sulcocommissurales**, které střídavě zásobují pravou a levou polovinu míchy nebo se dělí v pravou a levou větev. Je vytvořeno 200 až 250 aa.

sulcocommissurales. Jsou rozloženy nerovnoměrně, v oblasti intumescencí jsou četnější. Jejich terminální kapilární síť je hustší v šedé hmotě než v bílé a je propojena v transversální rovině, ale nikoliv mezi segmenty.

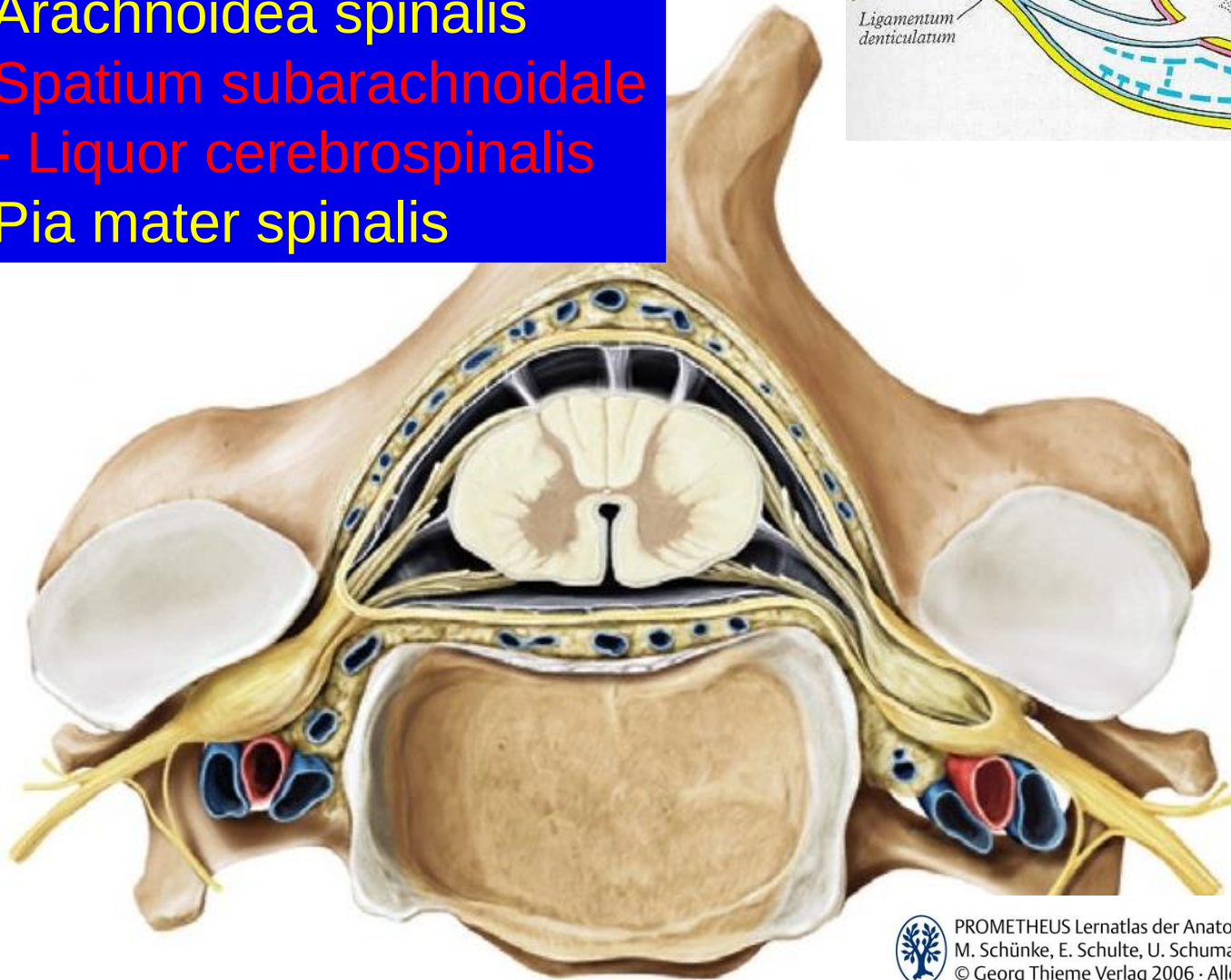
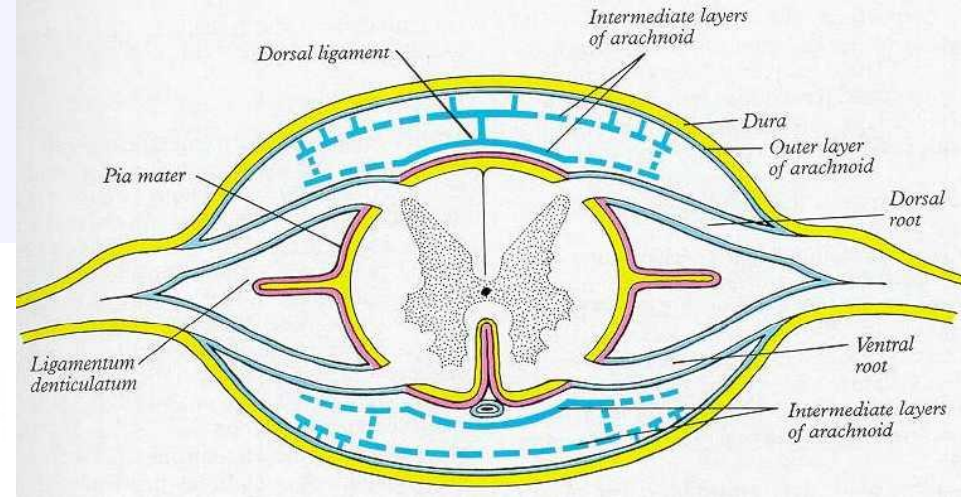


Žilní odtok – průběh vén v míše a na jejím povrchu je obdobný průběhu arterií. Podél míšních kořenů je žilní krev odváděna nezávisle na průběhu arterií do plexus venosi vertebralis interni od baze lebeční po kostrč. Jsou to tenkostěnné žíly bez chlopní zavzaté do tukového vaziva v epidurálním prostoru. Přes foramina intervertebralia jsou spojeny s plexus venosi vertebrales externi, ze kterých odtéká krev do segmentálních žil v jednotlivých částech trupu.



Epidurální prostor obsahuje ***plexus venosi vertebrales interni anteriores et posteriores*** a variabilní množství tukového vaziva, které je často lalůčkovitě uspořádáno. V sakrálním kanálu převažuje svým objemem nad žilními pleteněmi. Do předních venózní pletení ústí ze zadní plochy obratlových těl ***venae basivertebrales***.

Endorhachis
Spatium epidurale
Dura mater spinalis
Spatium subdurale
Arachnoidea spinalis
Spatium subarachnoidale
- Liquor cerebrospinalis
Pia mater spinalis



Zevním obalem míchy je ***saccus durae matris spinalis***, který kaudálně končí ve výši S2. Podél spinálních nervů rukávovitě vybíhá do kořenových pochev, které slepě končí v úrovni foramen intervertebrale.

Prostor mezi stěnami páteřního kanálu a durálním vakem je **epidurální (peridurální) prostor, *spatium epidurale***. Vpředu je zpravidla méně objemný než vzadu. Obsahuje ***plexus venosi vertebrales interni anteriores et posteriores*** a variabilní množství tukového vaziva, které je často lalůčkovitě uspořádáno. V sakrálním kanálu převažuje svým objemem nad žilními pleteněmi. Do předních venózní pletení ústí ze zadní plochy obratlových těl ***venae basivertebrales***.

Na vnitřní plochu durálního vaku naléhá ***arachnoidea*** a je s durou v kontaktu. Subdurální prostor je pouze virtuální.

Subarachnoideový prostor, ***spatium subarachnoideum***, mezi arachnoideou a pia mater je vyplněný mozkomíšním mokem. Arachnoidea vybíhá podél míšních nervů do durálních kořenových pochev a její neurothel přechází na periferní nervy jako perineurální epithel.

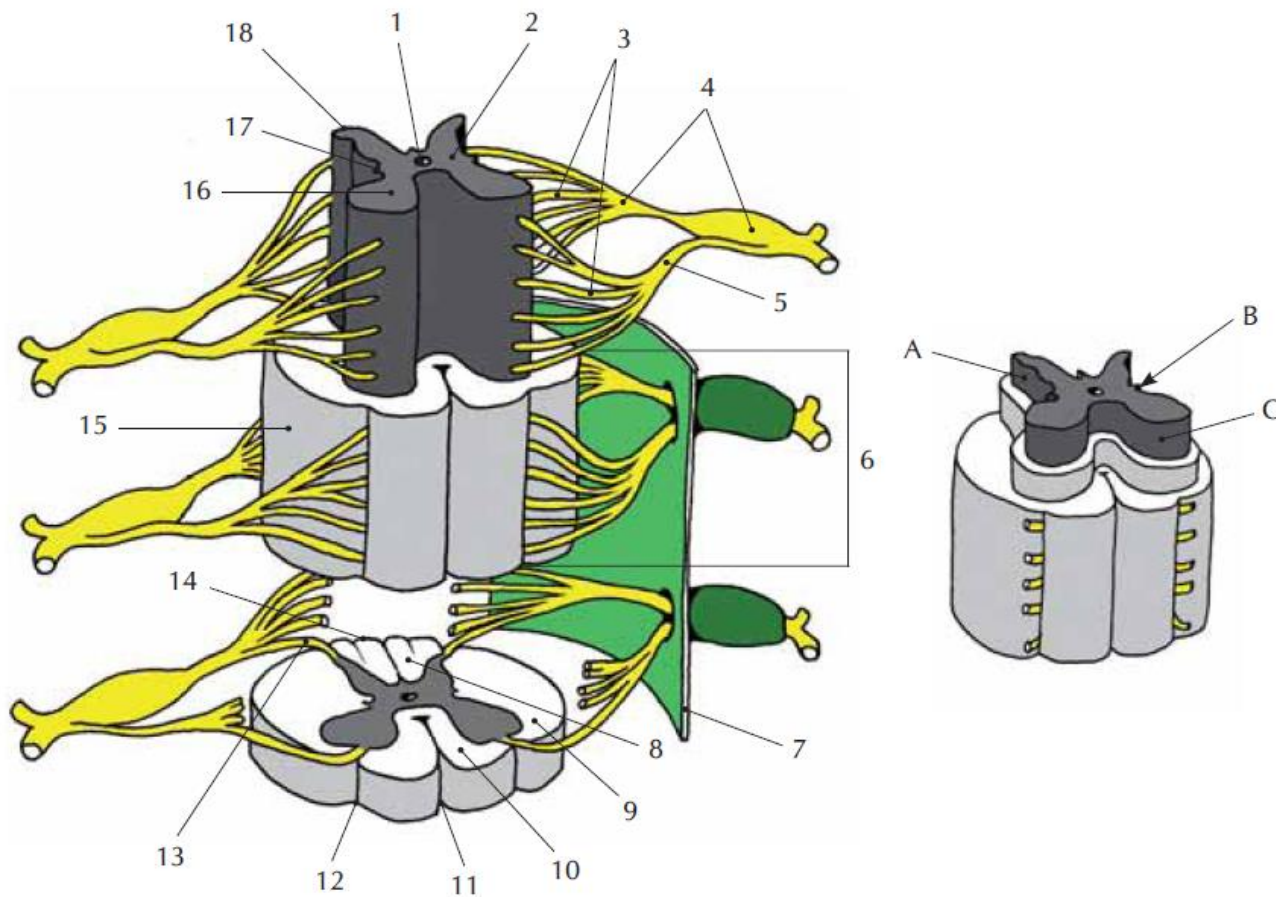
Pia mater adhezuje k povrchu míchy. Od pia mater k arachnoidei odstupuje mezi jednotlivými předními a zadními kořeny laterálně 20-23 cípovitých výběžků vaziva, které tvoří **lig. denticulatum**. Ligg. denticulata fixují míchu v páteřním kanálu při pohybech páteře.

Epidurální prostor páteřního kanálu je místem, do něhož je možné aplikovat lokální anestetika, která přes durální kořenové pochvy pronikají k míšním kořenům (**epidurální analgezie**).

Foramina vertebralia spolu s vazy a zadními plochami meziobratlových disků ohraničují páteřní kanál, ***canalis vertebralis***. Sahá od foramen magnum po hiatus sacralis. V krční a bederní části má tvar trojúhelníku s vrcholem vzadu, v hrudním úseku je oválný a v canalis sacralis je ventrodorzálně oploštělý. Přední ohraničení tvoří obratlová těla a meziobratlové ploténky, na kterých probíhá lig. longitudinale posterius, a v sakrální oblasti srostlá těla sakrálních obratlů. Zadní ohraničení tvoří obratlové oblouky, jejich laminae a lig. interarcualia (flava) a v úrovni S4 se páteřní kanál otevírá do hiatus sacralis.

Páteřní kanál se do stran otevírá při odstupu artikulárních výběžků do párových meziobratlových otvorů, ***foramina intervertebralia***. Zde vystupují spinální nervy a podél nich k míše přicházejí z nejbližších arterií rr. spinales, které se dělí na přední a zadní radikulární větve.

Páteřní kanál obsahuje míchu s obaly. Mícha končí v úrovni meziobratlové ploténky L1-2. Kaudálně leží v páteřním kanálu míšní kořeny a *filum terminale*. Vzhledem k rozdílné délce páteře a míchy se poloha míšních segmentů nekryje s polohou obratlů.



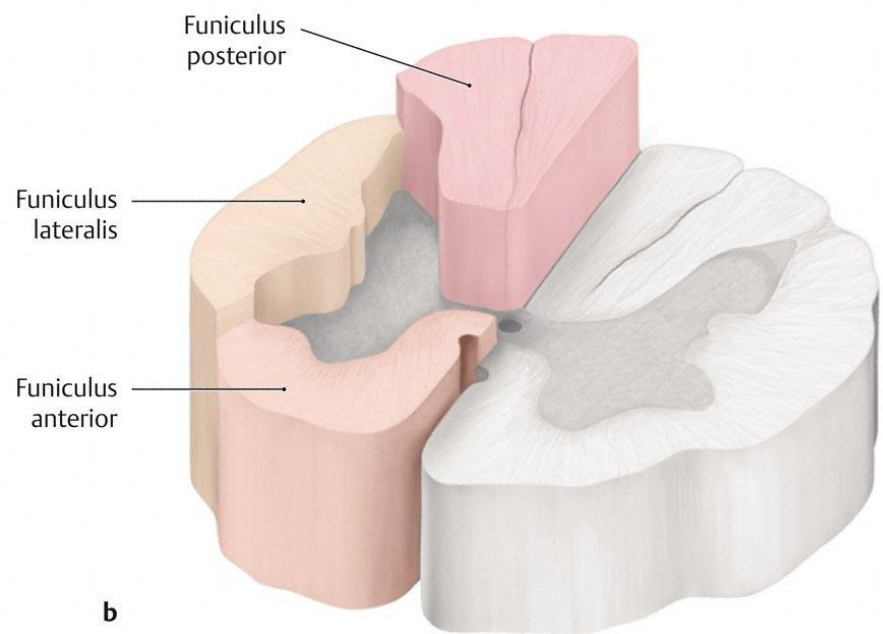
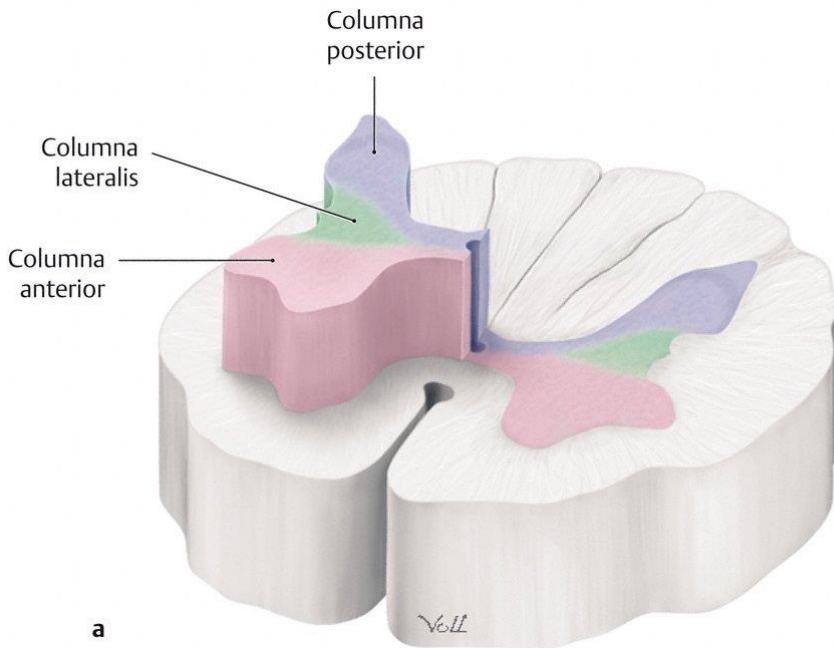
Obr. 16.9. Mícha, prostorové schéma

- 1 – canalis centralis
- 2 – substantia grisea
- 3 – fila radicularia
- 4 – zadní kořen s ganglion spinale
- 5 – přední kořen
- 6 – míšní segment
- 7 – saccus durae matris

- 8 – funiculus posterior
- 9 – funiculus lateralis
- 10 – funiculus anterior
- 11 – fissura mediana anterior
- 12 – sulcus anterolateralis
- 13 – sulcus posterolateralis
- 14 – fissura mediana posterior

- 15 – substantia alba
- 16 – cornu anterius
- 17 – cornu laterale
- 18 – cornu posterius
- A – columna posterior
- B – columna lateralis
- C – columna anterior





marks

me.de/prometheus

A Weiße Substanz (Substantia alba) des Rückenmarks

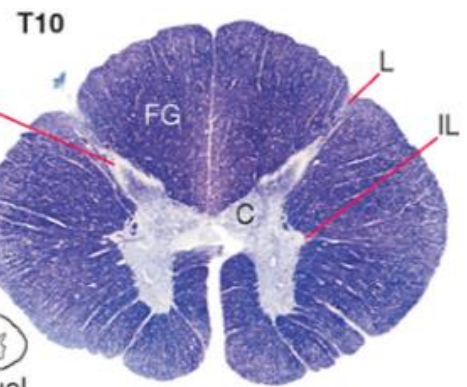
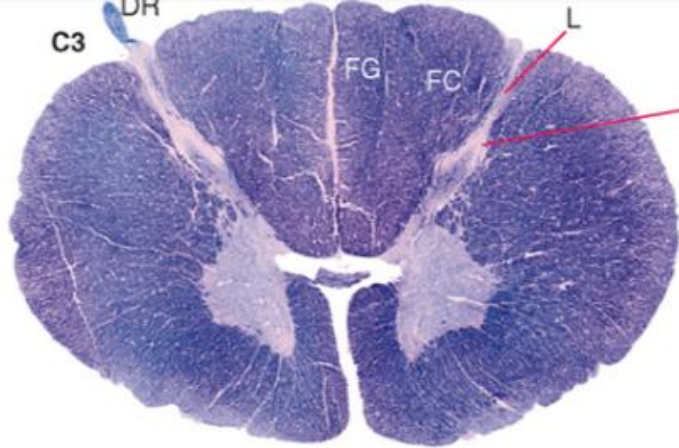
b Schrägansicht von links kranial und ventral

Bílá hmota je tvořena svazky vláken. Lze v ní vymezit svazky vláken, které mají společný průběh, a zakreslit je pak jako tzv. **dráhová pole**. V těchto dráhových polích lze vymezit somatotopickou projekci a organizaci podle kvalit cití.

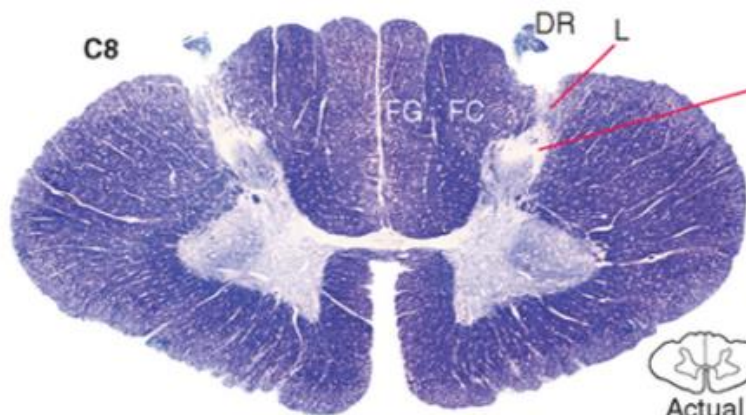
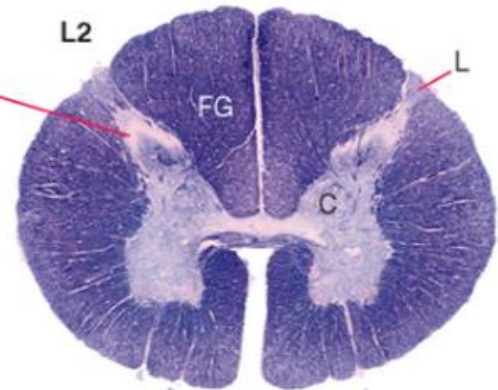
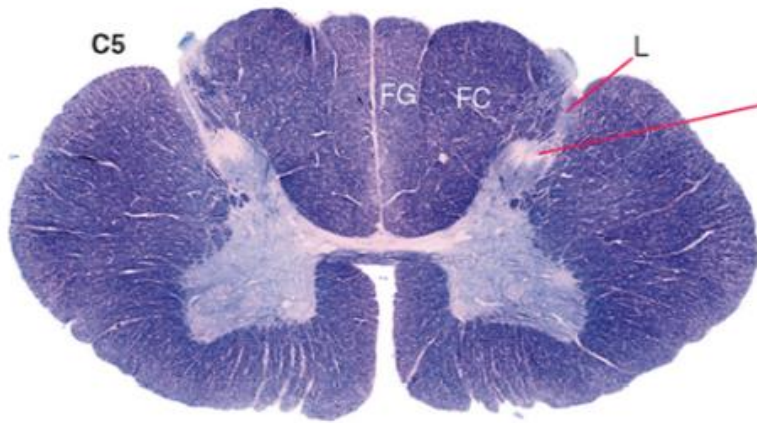
A Graue Substanz
a Schrägansicht von links kranial und ventral



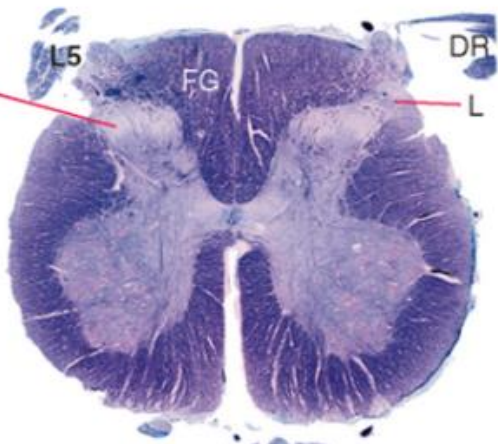
PROMETHEUS
M. Schünke
© Georg Thieme



Actual size



Actual size

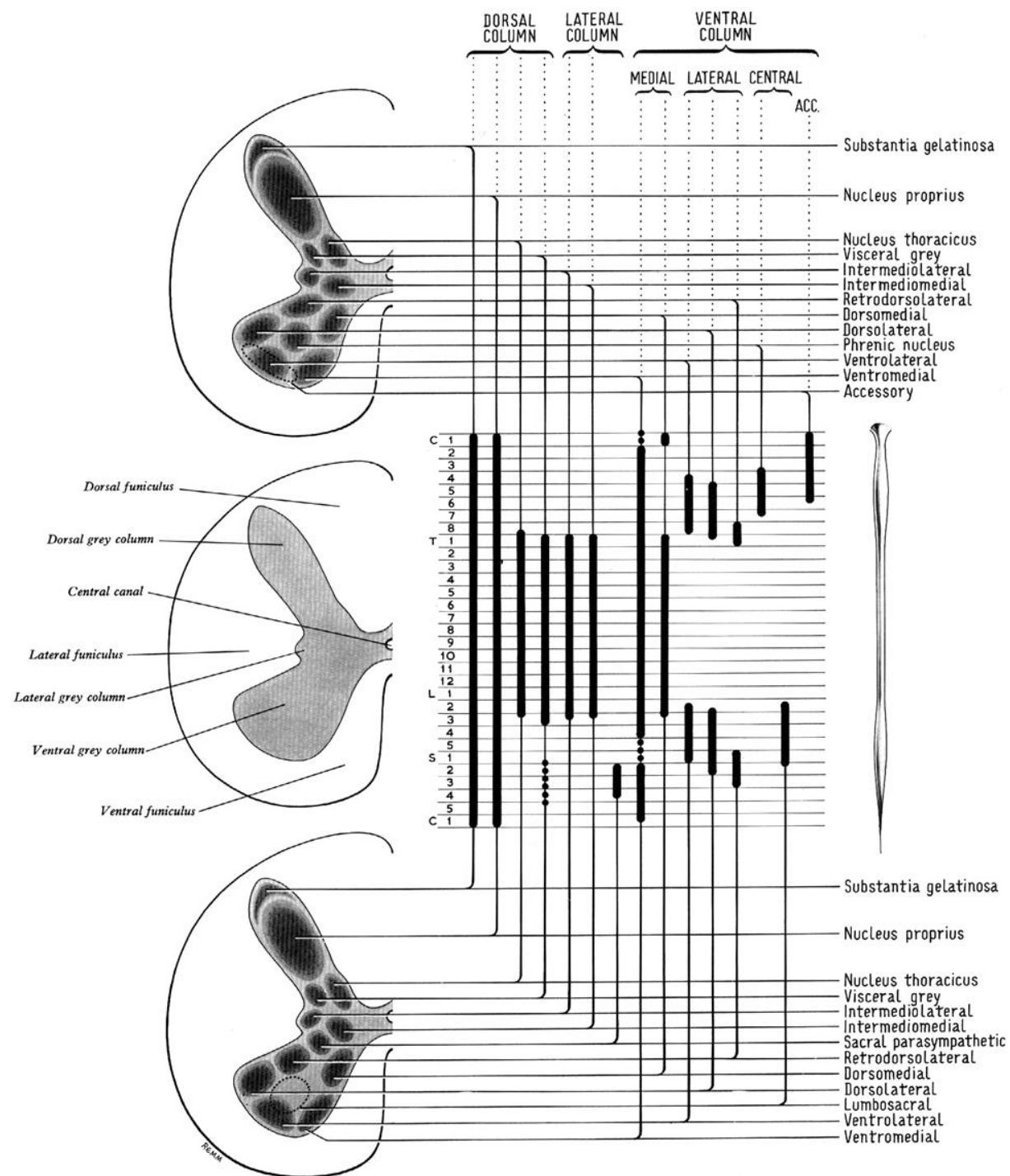


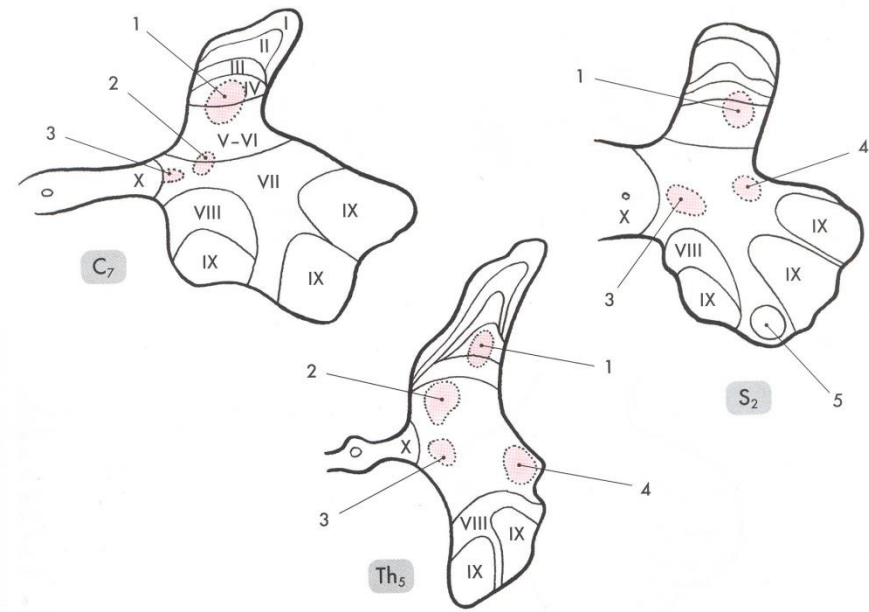
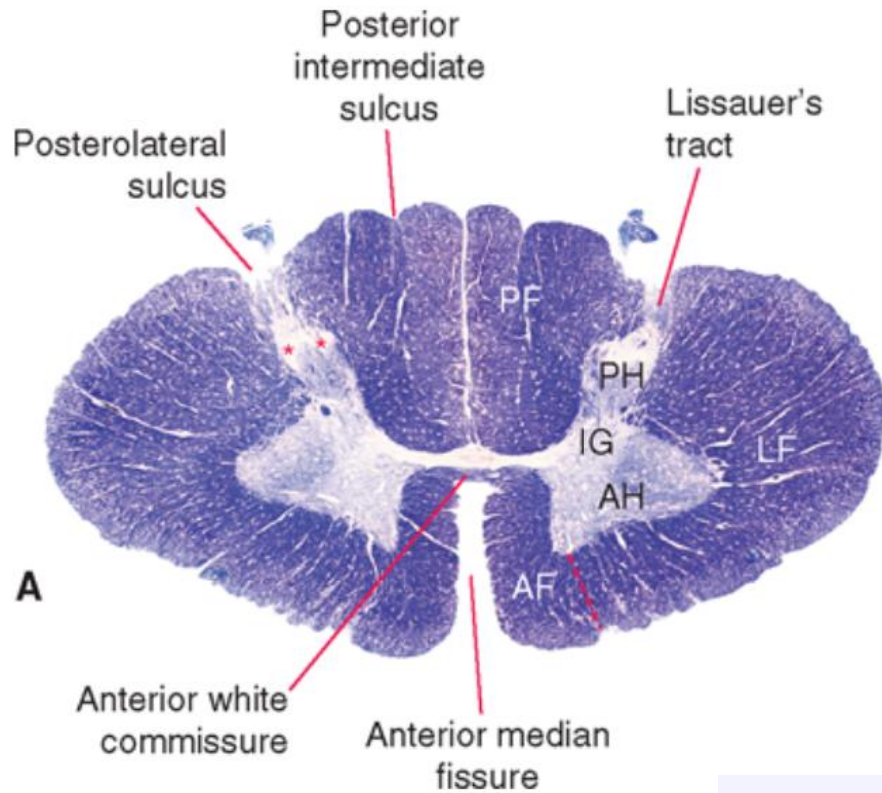
Šedá hmota, **substantia grisea** vybíhá v přední rohy míšní, **cornua anteriora**, postranní rohy, **cornua lateralia**, a zadní rohy, **cornua posteriora**. Mezi předními a zadními rohy je **zona intermedia**. Uprostřed probíhá tenký, místy obliterovaný **canalis centralis**. **Substantia alba** na povrchu míchy je tvořena nervovými vlákny členěnými na provazce, **funiculi anteriores**, **funiculi laterales et funiculi posteriores**. V zadních provazcích lze rozlišit mediální **fasciculus gracilis** a laterální **fasciculus cuneatus**.

Z míchy odstupuje 31 párů míšních nervů (C1-8, Th1-12, L1-5, S1-5, Co), které vznikají spojením předních a zadních kořenů. Úsek míchy, ze kterého odstupuje jeden pár míšních nervů je **míšní segment**.

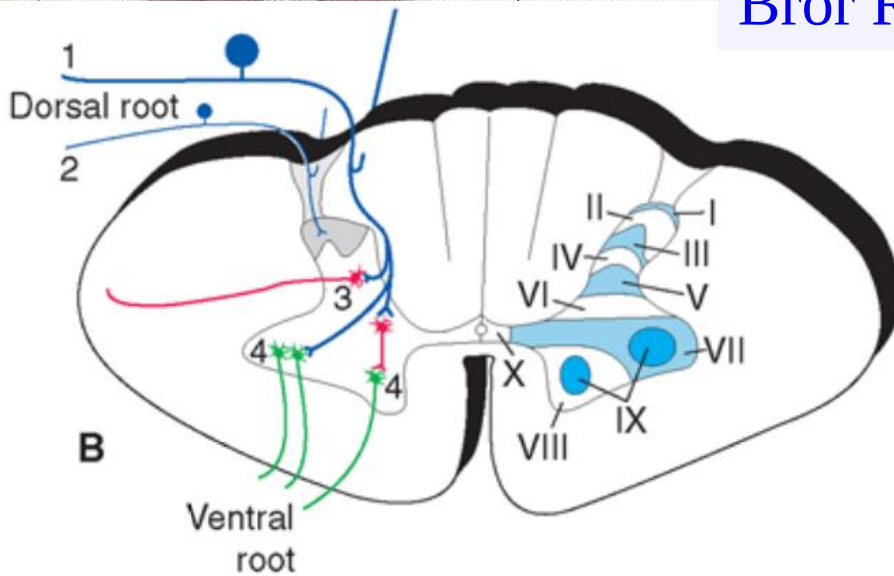
Mikroskopická stavba

Šedou hmotu lze rozdělit do jednotlivých jader, která jsou tvořena nahromaděním těl neuronů. Dnes se užívá členění šedé hmoty na podélně orientované pásy procházející celou délkou míchy, tzv. **Rexedovy laminy (1952)**. Laminy zohledňují kontinuitu neuronů v průběhu celé míchy a ne pouze v jednom segmentu. **Lamin je celkem 10, číslují se I.–X.,** pro jednotlivé dráhy je pak typický začátek či konec v určité lamině. V předních rozích míšních v lamina **VIII.–IX. leží alfa a gama motoneurony a interneurony.** V postranních rozích míšních se nachází **ncl. intermediolateralis s pregangliovými neurony vegetativního nervového systému.** V zadních rozích míšních se nachází tzv. relé buňky, které přepojují například terminace senzitivních vláken přicházejících zadním míšním kořenem (lamina I.–VI.).





Obr. 16. Rozdílná úprava Rexedových lamel v krční (C₇), hrudní (Th₅) a sakrální (S₂) míše. 1 - nc. proprius, 2 - nc. dorsalis (Stilling-Clark), 3 - nc. intermediomedialis, 4 - nc. intermediolateralis, 5 - Onufrovo jádro. I-X = Rexedovy lamely



Bror Rexed, 1952

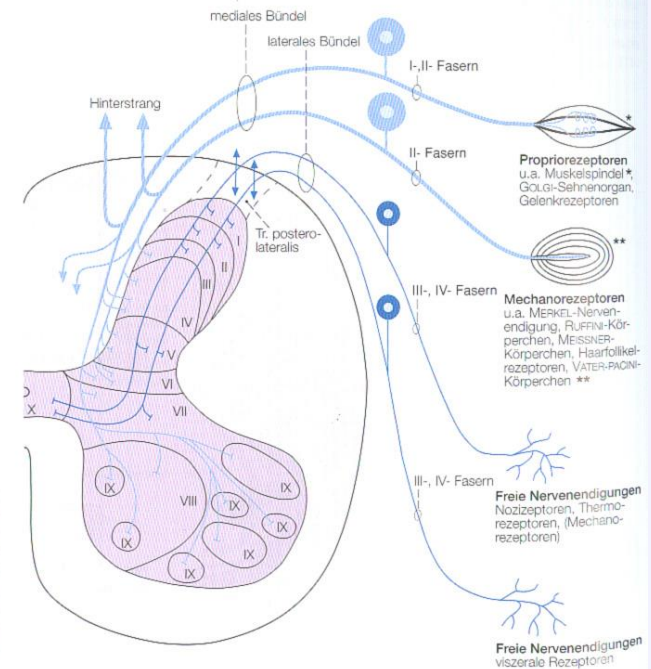
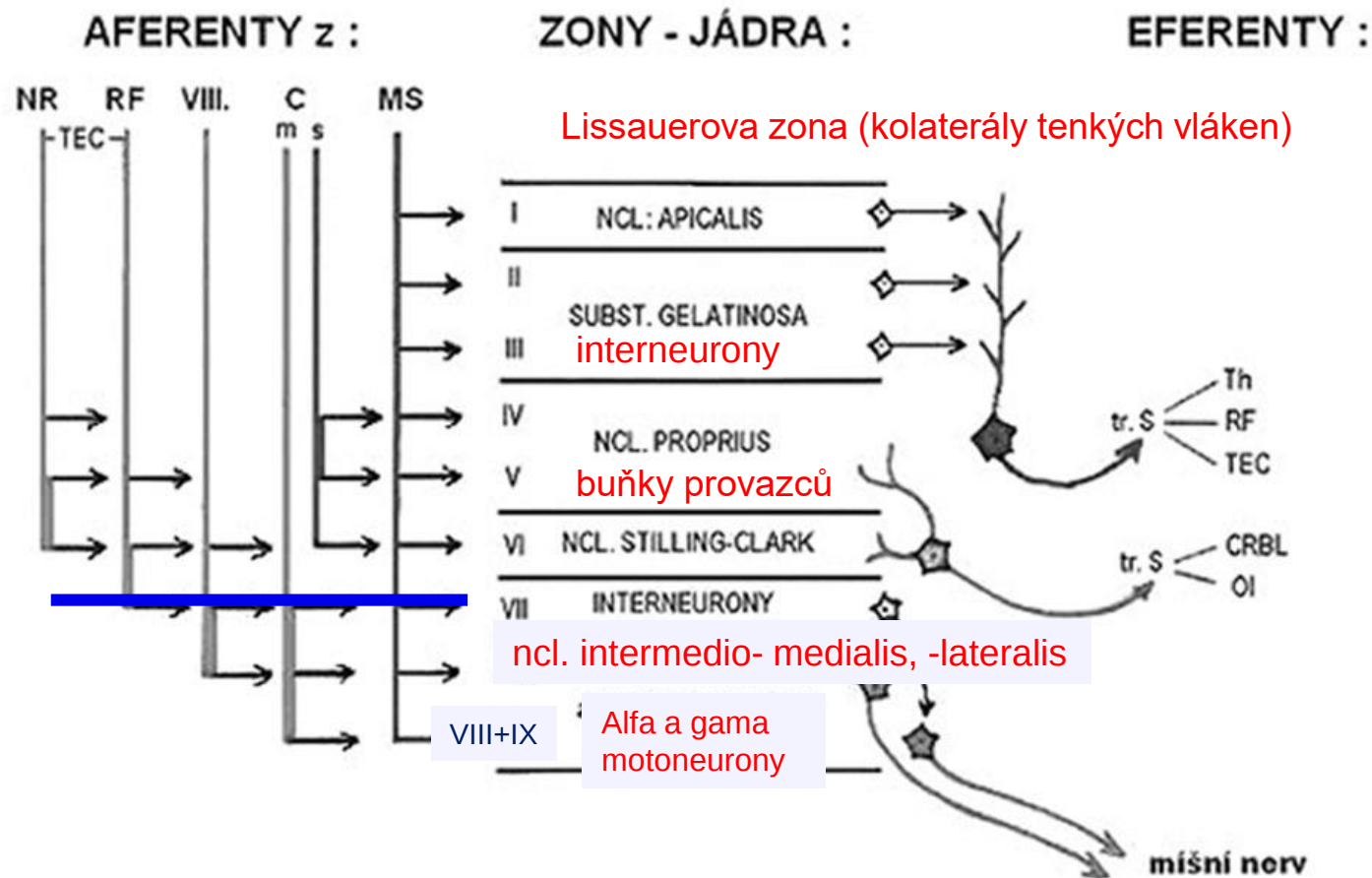


Abb. 12.4-34 Rezeptive Verbindungen und hauptsächliche laminäre Terminationen im Rückenmark von medialem und lateralem Bündel der Hinterwurzel (unteres zervikales Rückenmark). Die Primärafferenzen von Propriorezeptoren und Mechanorezeptoren bilden nach Abgabe von Kollateralen die Hinterstränge. Weitere Einzelheiten im Text.



Obr. 3.: Srovnání Rexedovy nomenklatury s klasickou nomenklaturou jader (střední část obrázku) a schematické zakreslení terminací aferentních, descendentních drah (vlevo) a začátky eferentních, ascendentních drah míšních (vpravo).

Cm – motorická kůra, Cs – sensitivní kůra, MS – sensitivní míšní nerv vstupující zadními kořeny do medulla spinalis, NR – ncl. ruber, RF – formatio reticularis, TEC – tectum, tr. S-Th, S-RF, S-TEC, S-CRBL, S-OI = tractus spino-thalamicus, spino-reticularis, spino-tectalis, spino-cerebellaris, spino-olivaris, VIII. – vestibulární jádra. I – X – Rexedovy laminy

Typy míšních neuronů

Buňky provazců (relé buňky) IV+ V – v zadních rozích a z. intermedia – převádí senzitivní signály z neuronů spinálních ganglií.

Interneurony – inhibiční a excitační. Převaha v z. intermedia, nižší práh dráždění, vyšší aktivita, vydávají propriospinální

kolaterály (víceneuronové

Renshawovy buňky –

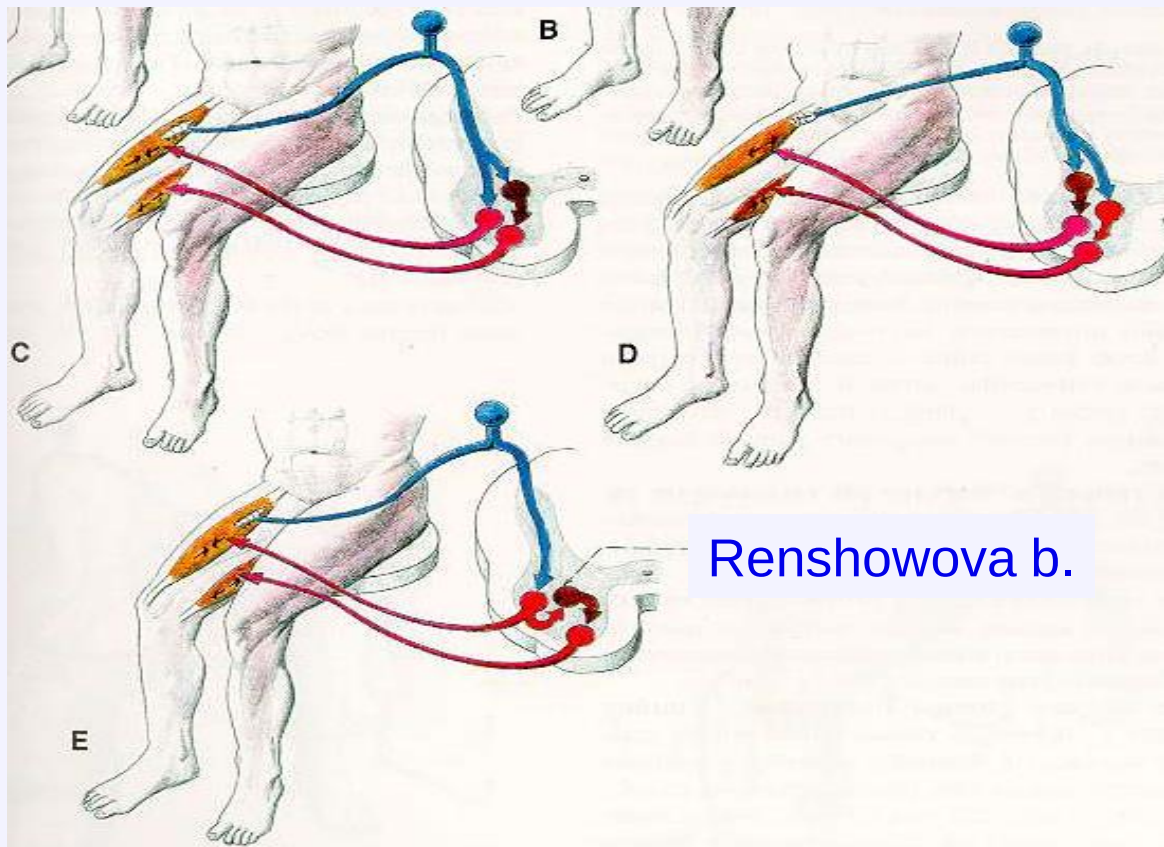
inhibiční interneurony
blízko motoneuronů

(glycin).

Aktivovány
kolaterálou z axonu
motoneuronu, event.

další vydávají kolatarálu
k motoneuronu

antagonisty (reciproční
inervace).



Motoneurony (MN)

Alfa – MN v předním rohu

Mediální skupina (ncl. dorsomedialis a ventromedialis)

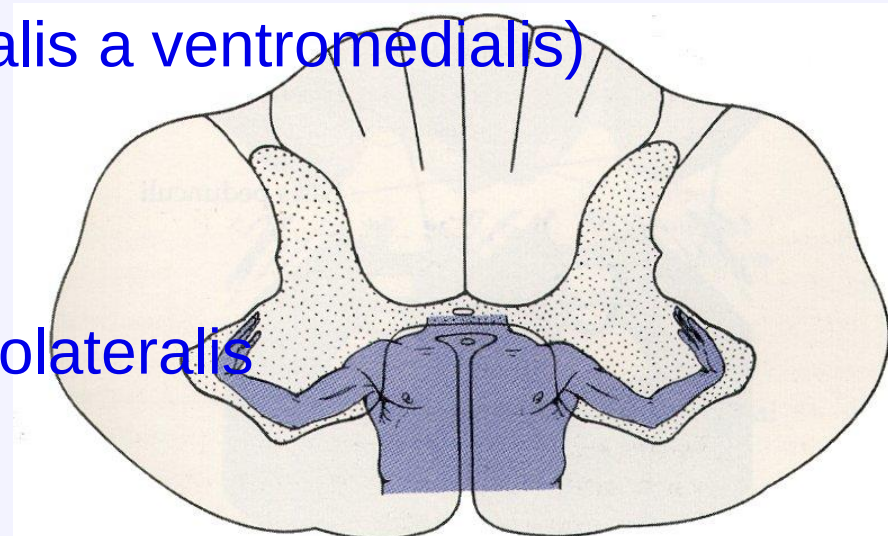
V celém rozsahu, axiální svaly

Laterální skupina

ncl. centralis, ventrolateralis a dorsolateralis

Intumescence, svaly končetin

Prox. svaly ventrálněji a výše

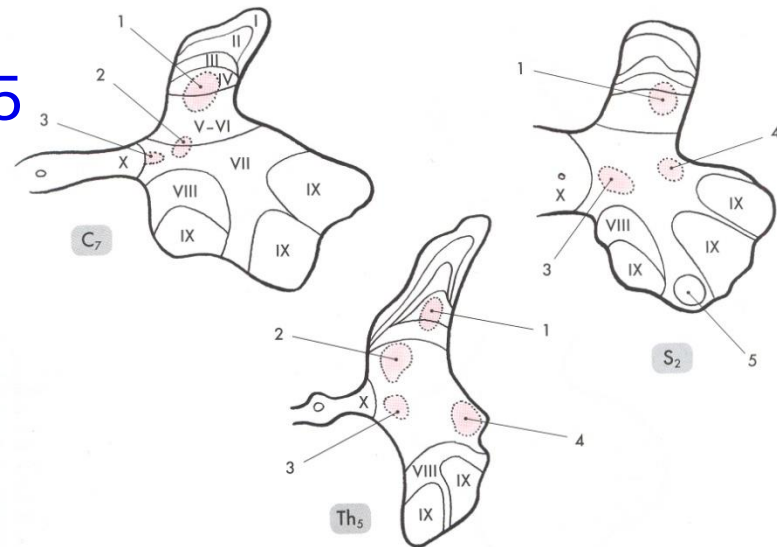


Ncl. phrenicus – ventromediálně C3-5

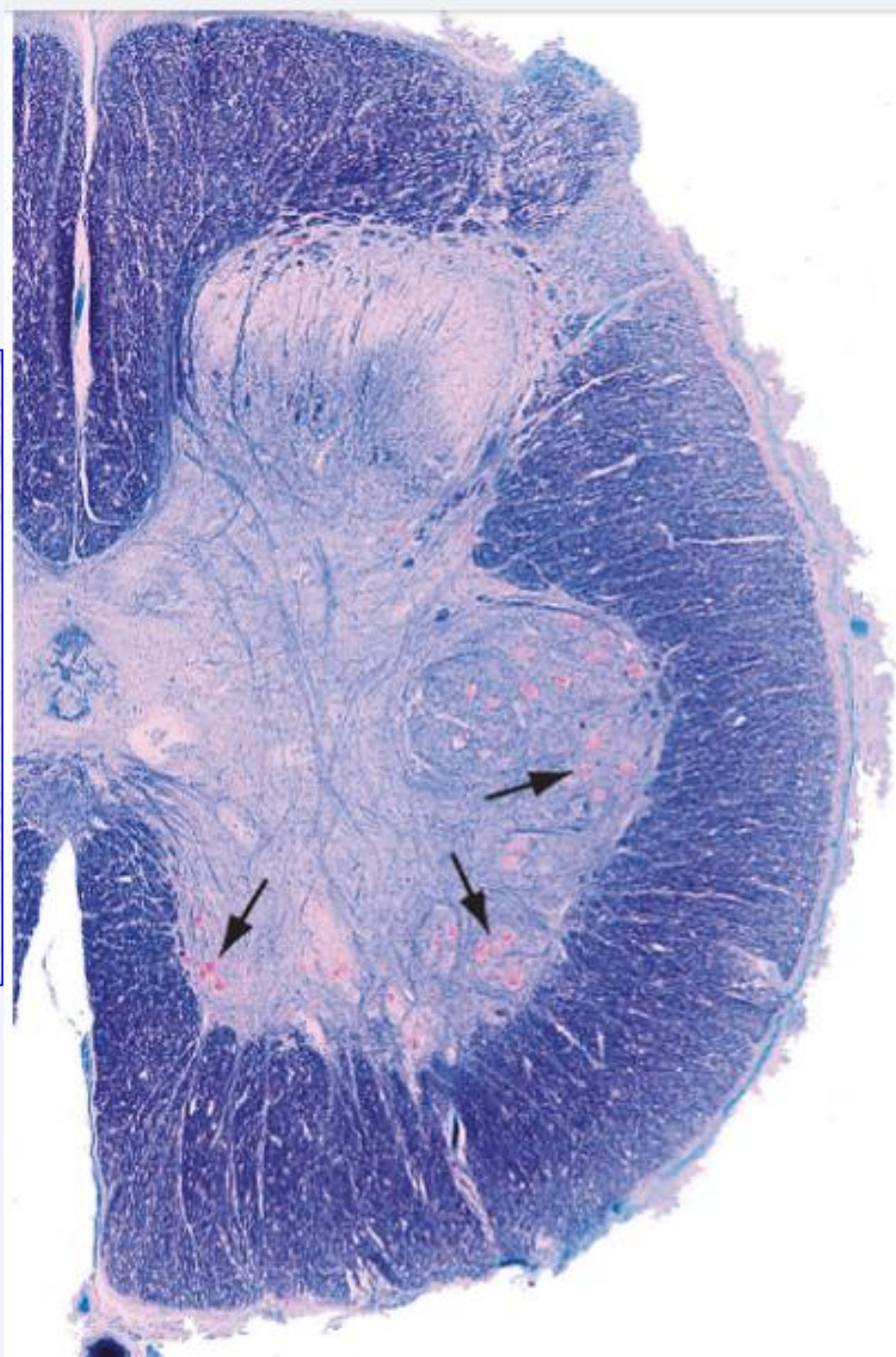
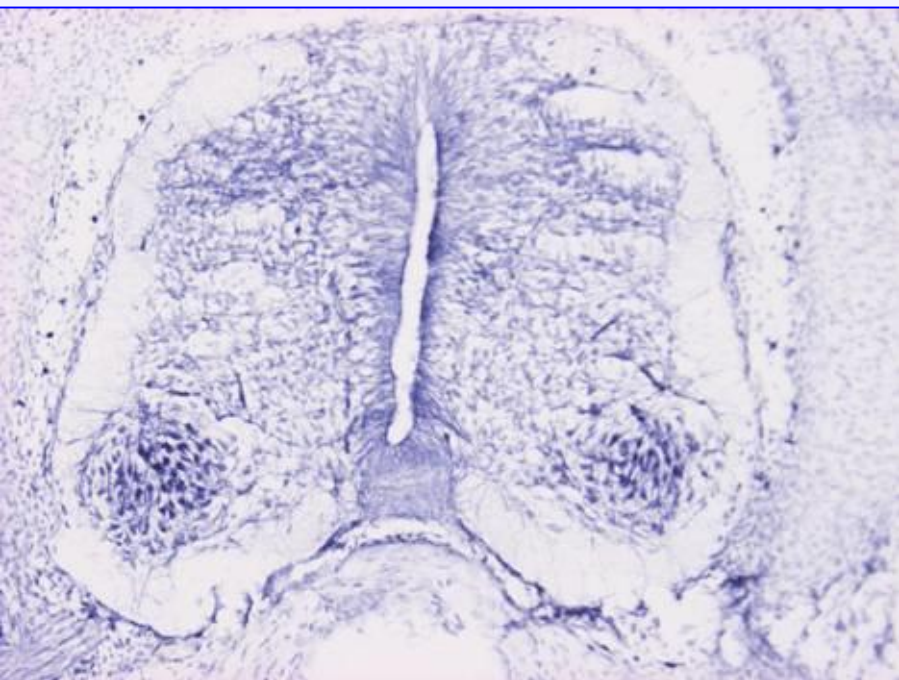
Ncl. accessorius spinalis – C1-5

Onufovo jádro – S2-3 – sfinktery a svaly perinea

Ploténka, Ach, extrafusální vlákna



Obr. 16. Rozdílná úprava Rexedových lamel v krční (C7), hrudní (Th5) a sakrální (S2) míše. 1 - nc. proprius, 2 - nc. dorsalis (Stilling-Clark), 3 - nc. intermediomedialis, 4 - nc. intermediolateralis, 5 - Onufovo jádro. I-X = Rexedovy lamely



Gama – MN

menší, uloženy mezi alfaMN –
zakončeny na intrafusálních vláknech
Nastavují tonus intrafusálních vláken
a tím ovlivňují aferentaci z vřeténka.
Jsou ovlivňovány přes interneurony, z
RF a CRBL.

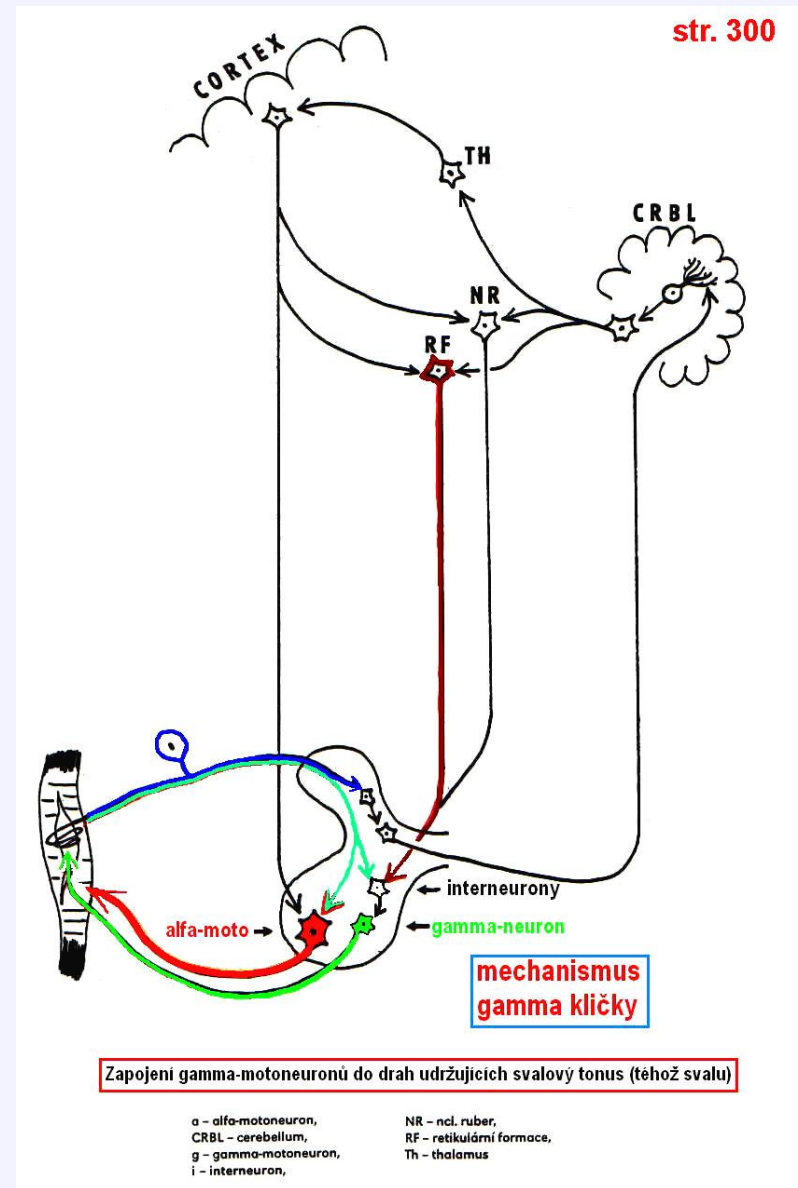
Drážděním se zvýší aktivita vřetének
a ty působí na aktivitu alfa MN

Motorická jednotka

Visceromotoneurony

(ncl. intermediolateralis)
C8-L2 – SYM, S2-4 PARA,

Cholinerní přenos



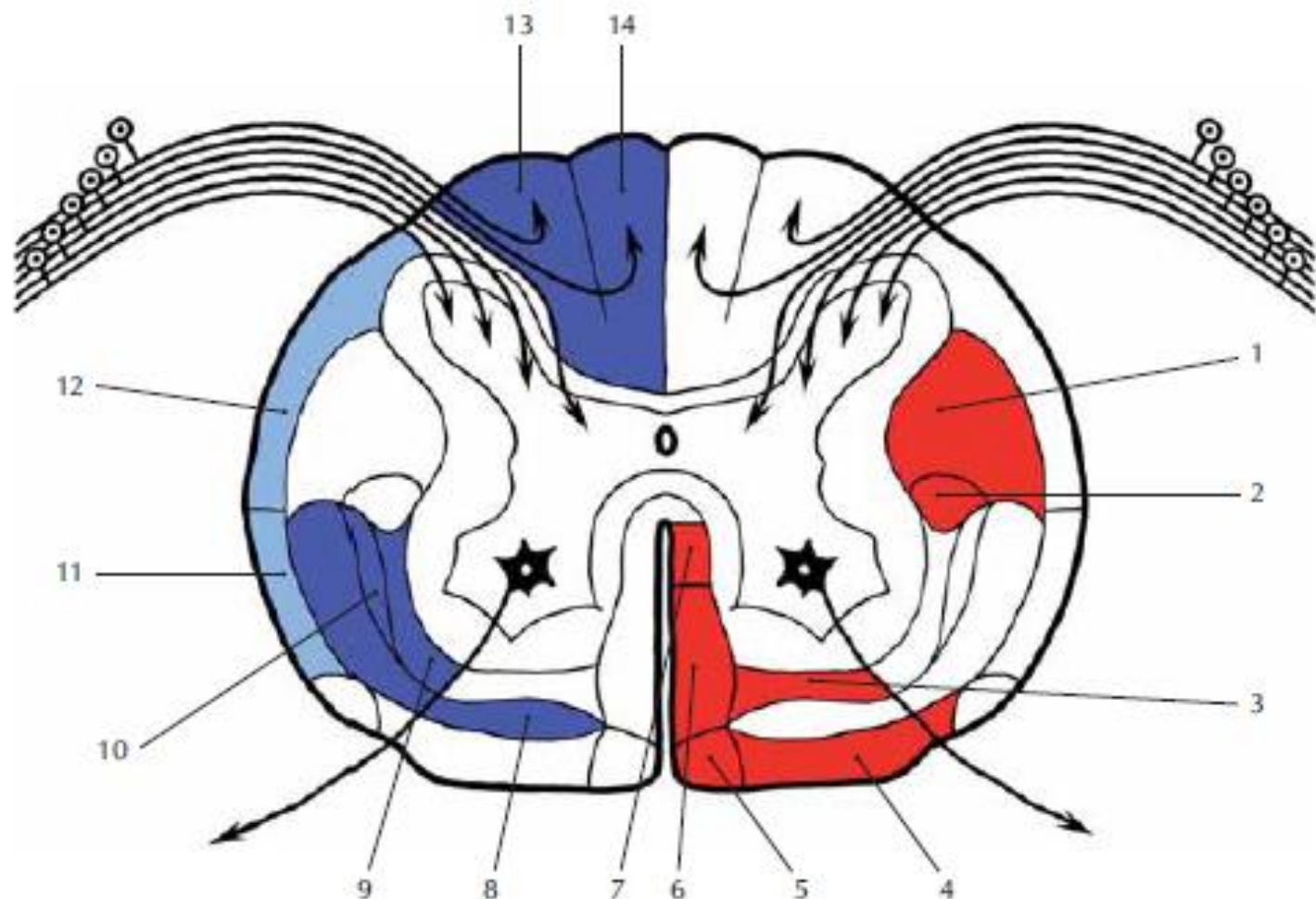
Vlákna předních míšních kořenů obsahují myelinizovaná eferentní, motorická vlákna různých tlouštěk, která se dělí do tří skupin :

Vlákna A α - jsou neurity alfa- motoneuronů uložených v předních míšních rozích. Mají tloušťku 12 – 20 μm , rychlost vedení 72 – 120 m/sec a inervují extrafuzální svalová vlákna.

Vlákna A γ - jsou neurity gama - motoneuronů. Jsou tenčí (2 – 8 μm), rychlost vedení je 12 – 48 m/sec a inervují svalová vlákna uložená ve svalových vřetencích (intrafuzální vlákna).

Vlákna B – jsou tenké neurity (do 3 μm) buněk uložených v nucleus intermediolateralis míšní šedi. Rychlost vedení je 6 – 18 m/sec. V předních kořenech nervů C 8 – L 2/3 patří tato vlákna sympatiku, v předních kořenech S 2 – S 4 jsou součástí parasympatiku. Tato vlákna vstupují do autonomních ganglií jako vlákna pregangliová.

Jako **vlákna C** se označují postgangliová autonomní vlákna, jsou velmi tenká (0.2 – 2 μm) a rychlost vedení je 0.5 – 2 m/sec..(průměr axonu v μm x 6 = rychlost vedení v m/sec)



Obr. 16.11. Průřez míchou, vyznačena dráhová pole v bílé hmotě, v šedé hmotě znázorněna poloha somatomotoneuronů a zakončení senzitivních neuronů (červeně – motorické dráhy, modře – senzitivní dráhy, světle modře – míšní aferentace pro mozeček)

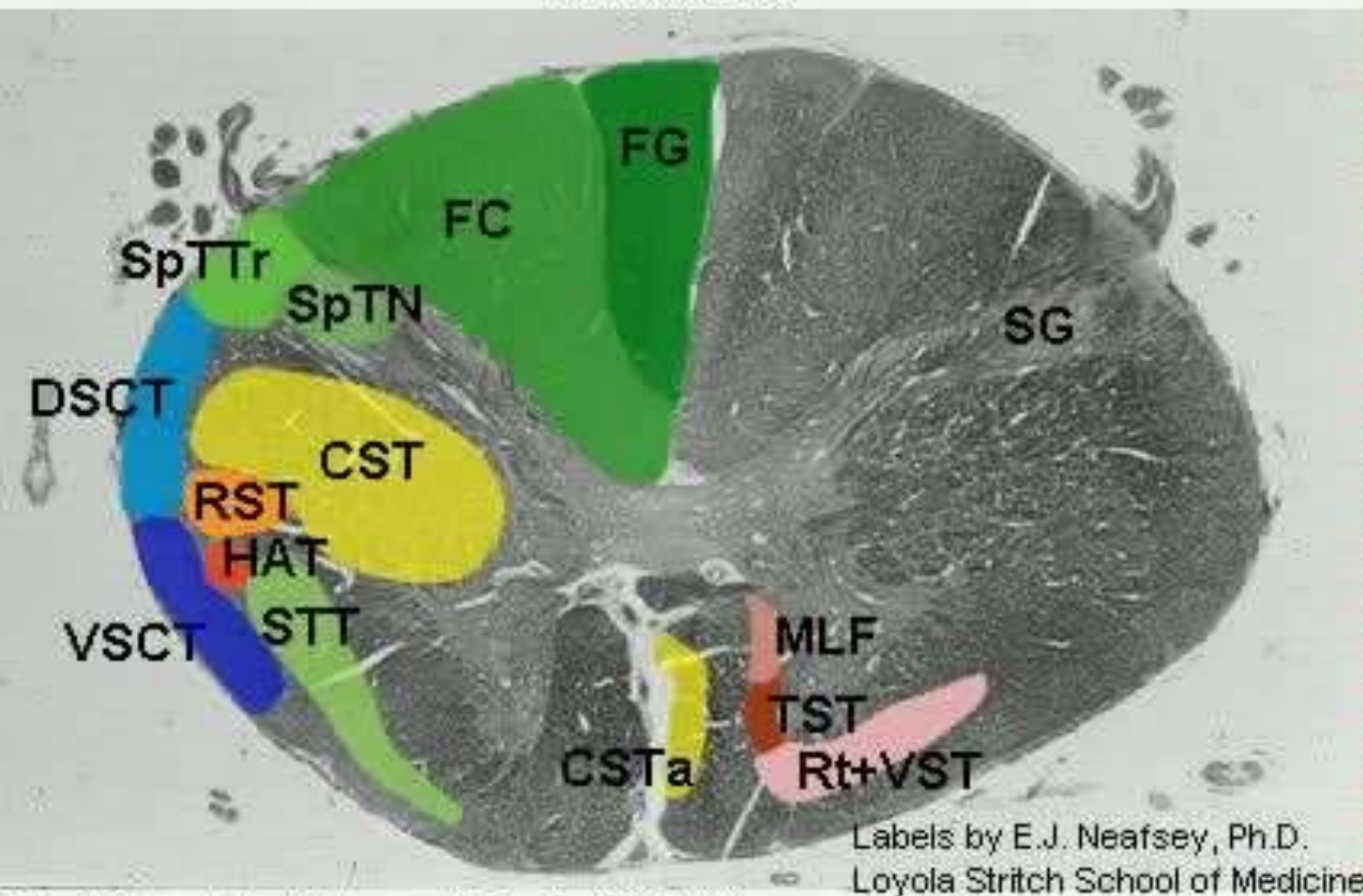
Motorické dráhy

- 1 – tr. corticospinalis lateralis (pyramidová dráha)
- 2 – tr. rubrospinalis
- 3 – tr. reticulospinalis
- 4 – tr. vestibulospinalis
- 5 – tr. tectospinalis
- 6 – tr. corticospinalis ventralis
- 7 – fasciculus longitudinalis medialis

Senzitivní dráhy

- 8 – tr. spinothalamicus, anterolaterální systém
- 9 – tr. spinoreticularis, anterolaterální systém
- 10 – tr. spinotectalis, anterolaterální systém
- 11 – tr. spinocerebellaris ventralis
- 12 – tr. spinocerebellaris dorsalis
- 13 – fasciculus cuneatus, dráha zadních provazců
- 14 – fasciculus gracilis, dráha zadních provazců

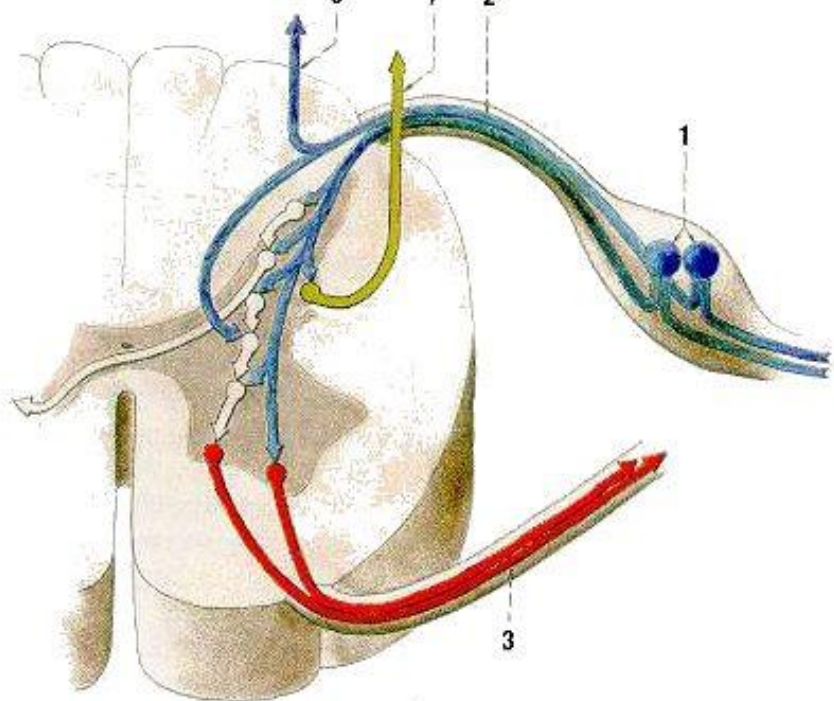
Slide 40



Labels by E.J. Neafsey, Ph.D.
Loyola Stritch School of Medicine

Míšní reflexy

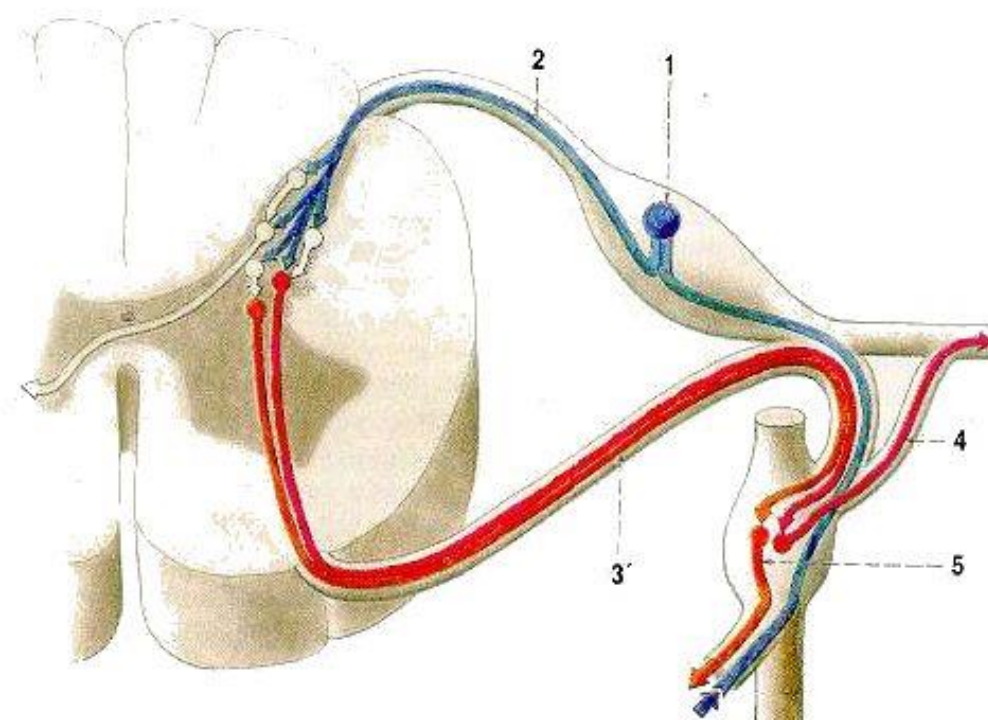
Sensitivní dráhy



receptor - dostředivé
rameno - míšní centrum
odstředivé rameno -
efektor

somatický míšní reflex

viscerální míšní reflex
- interneurony -



Reflexy se dělí podle receptorů, jejichž stimulací se vybaví

proprioceptivní

monosynaptické – napínací vřeténkový

bisynaptické - šlachový - reciproční inervace

polysynaptické - segmentální

- polysegmentální

visceroceptivní - dráždění peritoneálních receptorů

exteroceptivní - z receptorů pro bolest a dotek -

flexorové, extensorové, zkřížené extensorové

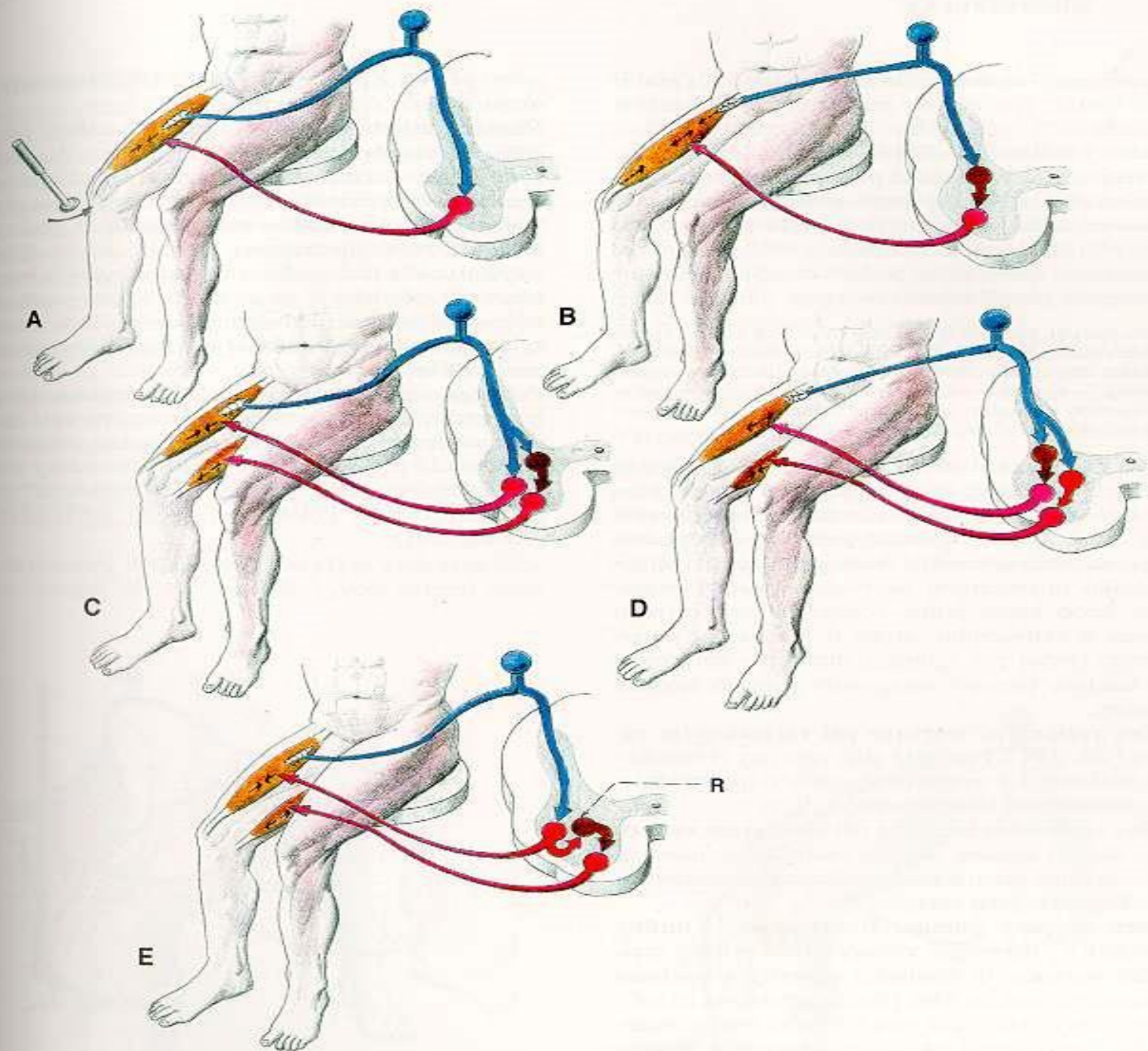
Propriorecepční reflexy
velice krátká reflexní doba

uplatňuje se při nich sumace

nepodléhají únavě

nepodléhají korové kontrole

projevují se jako nekoordinované pohyby
bicipitový C5,6, tricipitový C7, patelární L2-4,
triceps surae (r. Achillovy šlachy S1,2)



Exteroreceptorové reflexy

reakční doba je delší

uplatnění sumace je ještě větší

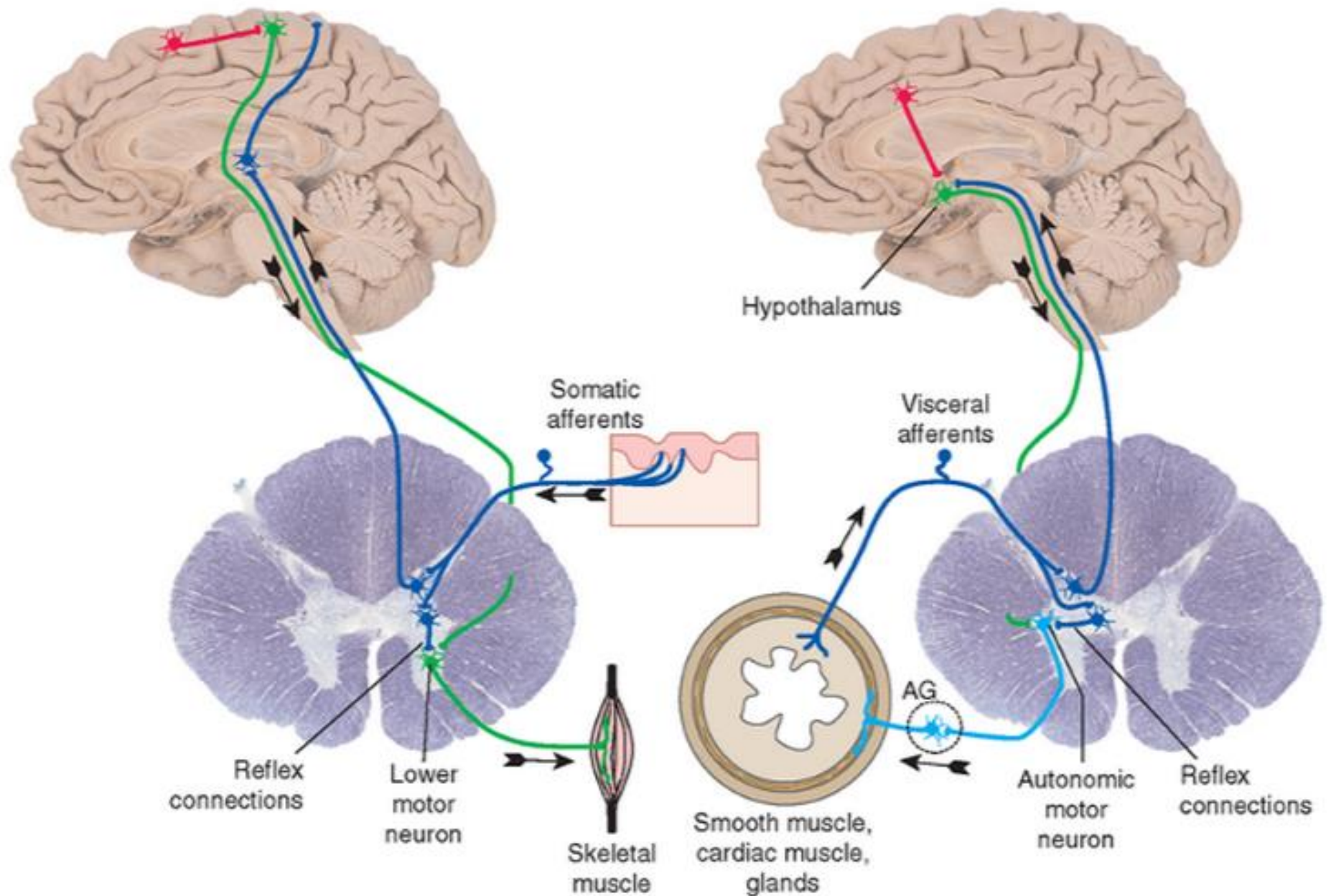
podléhají rychleji únavě

jsou řízeny mozkovou kůrou přímo

projevují se jako koordinované pohyby
na koordinaci se podílí více interneuronů

břišní reflexy, kremasterový, zkřížený
extensorový reflex

Somatic vs. visceral reflex arc



Sensitivní dráhy - převod vzruchů z receptorů
sensitivní zakončení - jednoduchá
- obklopená gliovými buňk
- s vnitřním sloupcem a

pouzdrům

informace o podnětu obsahuje údaj o modalitě,
intensitě, lokalizaci, trvání

mechanorecepce - registrace působení
mechanických sil

propriocepce - protažení svalu - svalová vřeténka,
Golgiho tělíska ve šlaše

bolest

chlad a teplo

viscerosensitivita - pH, pO₂, pCO₂, tlak, tah

Receptory–struktury, které mechanismem transdukce mění různé podněty na elektrický signál

Transdukce mechanických podnětů na elektrický signál (sensorická transdukce) je základním mechanismem periferního cití.

Podstatou **transdukce** je převod mechanických sil (např. deformace a natažení kůže) na elektrický signál, který se šíří primárním aferentním vláknem do CNS.

Mechanická deformace zakončení nervového vlákna v receptoru (např. ve Vater- Paciniho tělísku) vede k aktivaci jeho membránových iontových kanálů s následnou depolarizací membrány a ke vzniku akčního potenciálu.

Klasifikace receptorů

A) podle lokalizace (exteroreceptory, visceroreceptory, proprioreceptory),

B) podle funkce (mechanoreceptory, nociceptory, termoreceptory)

1. Mechanoreceptory se člení na:

a) kožní - uložené v bazální části epidermis a v dermis. Jsou opouzdřené (Vater-Paciniho tělíska, Meissnerova tělíska) nebo neopouzdřené (Merkelovy buňky a receptory vlasových folikulů.

Meissnerovo tělísko, rychle se adaptuje reaguje na dotek, slabý poklep

Receptory okolo vlasového folikulu, rychle se adaptují reagují na pohyb po povrchu kůže, ohnutí chlupu

Vater – Paciniho tělísko, rychle se adaptují, reagují na vibrace (60 – 300 Hz)

Merkelova buňka, pomalu se adaptuje, reaguje na dotyk a tlak

Ruffiniho tělísko, pomalu se adaptuje, reaguje na tah

b) hluboké mechanoreceptory – jsou uloženy v dermis, ve svalových fasciích, v periostu, v mesenterích a v parodontu. Patří k nim Vater-Paciniho a Ruffiniho tělíska. Reagují na tlak, vibrace, natažení kůže a na pohyby zubů.

c) receptory v pohybovém aparátu

- svalová vřeténka, šlachová (Golgiho) tělíska a kloubní receptory. Označují se termínem proprioreceptory.

2. Nociceptory (receptory bolesti) v kůži a dalších tkáních, ze kterých lze vyvolat bolest, jsou to volná nervová zakončení

3. Termoreceptory (tepla, chladu) jsou to volná nervová zakončení

Klasifikace receptorů podle stavby

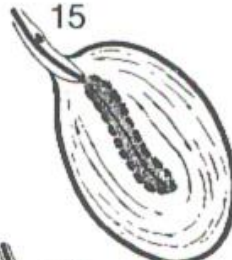
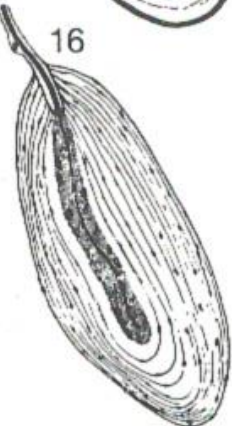
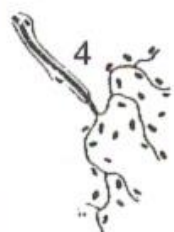
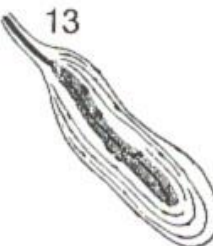
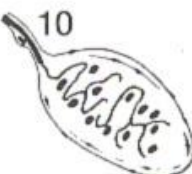
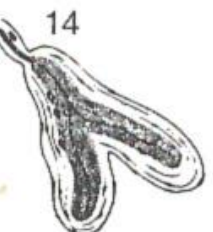
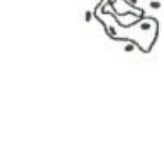
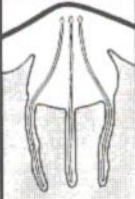
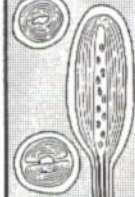
endings equipped with the inner core		endings equipped with auxiliary cells		free endings
 		 		
		 		
		 		

Abbildung 5: Klassifikation sensibler Nervenendigungen aus POLACEK (1966). 1 – einfache freie Nervenendigung, 2 – verzweigte freie Nervenendigung, 3 – Merckelsche Nervenendigung, 4, 5, 6 und 7 – verschiedene Typen von Ruffinischen Körperchen („spray-like endings“), 8 – Muskelspindel, 9 – Grandry'sches Körperchen, 10 – Meissnersches Körperchen, 11 – „spray-like“ Endigung mit konzentrischen terminalen Schwannschen Zellen, 12 – Golgi-Mazzonisches Körperchen, 13 – paciniformes Körperchen, 14 – verzweigtes paciniformes Körperchen, 15 – Herbst'sches Körperchen, 16 – Pacinisches Körperchen.

Endings	Structure	Localization	Synonyms
Free nerve endings		Epidermis: stratum granulosum	
---Type I---			
Merkel nerve endings		Epidermis: stratum basale	Brown bodies Ivigo corpuscles Merkel cell-neurit complex
Simple bulboid nerve endings		Dermis stratum papillare	Papillary nerve endings Free nerve endings of the dermis
---Type II---			
Dendritic bulboid nerve endings		Hair, sinus hair: mesenchymal sheath; ridged skin: stratum papillare	Hair: palisade NE SH: lanciform NE RS: Meissner's corpuscles Ruffini end-bulbs Dogiel end-bulbs Genital corpuscles
Simple encapsulated corpuscle with inner core		Dermis: below the epidermal cone	Krause end-bulbs Golgi-Mazzoni corpuscles Mucocutaneous end-organs Paciniform corpuscles Innominate corpuscles
---Type III---			
Pacinian corpuscles		Deep layers of the dermis	Vater-Pacini corpuscles Rauber's end-organs

Klasifikace receptorů podle stavby a lokalizace

Abbildung 6: Klassifikation
sensibler Nervenendigungen
aus HALATA (1975).

Kožní mechanoreceptory a podněty, které je aktivují

Typy kožních mechanoreceptorů	typy podnětů
Meissnerovo tělísko , rychle se adaptující	dotek, slabý poklep
Receptory vlasového folikulu , rychle se adaptující	pohyb po povrchu kůže, ohnutí chlupu, vlasu
Vater – Pacciniho tělísko , rychle se adaptující	vibrace (60 – 300 Hz)
Merkelova buňka , pomalu se adaptující	dotyk, tlak
Ruffiniho tělísko , pomalu se adaptující	natažení kůže, vaziva

Rychle se adaptující receptor tvoří akční potenciály jen na začátku a konci působení podnětu. Pomalu se adaptující receptor vysílá akční potenciály po celou dobu působení podnětu (je to vlastně neadaptující se receptor).

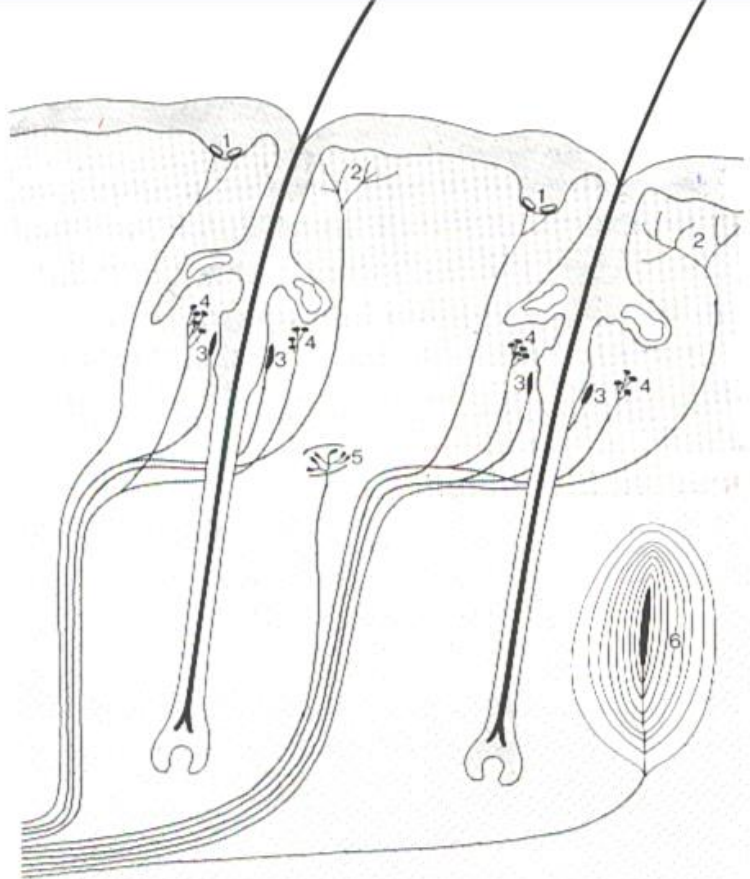


Abbildung 61: Schematische Darstellung der Innervation der behaarten Haut. Die Epidermis zwischen den Haarfollikeln enthält die sogenannten Tastscheiben oder auch Pinus-Scheiben (1). In der Papillarschicht liegen freie Nervenendigungen (2). Die Lanugohaare sind meistens durch lanzettförmige Nervenendigungen (3) und Pilo-Ruffini Komplexe (4) innerviert. In der Tiefe der Dermis liegen zwischen den Haarfollikeln Ruffinische Körperchen (5) und im Fettpolster die Vater-Pacinischen Lamellenkörperchen (6) (aus HALATA, 1990a).

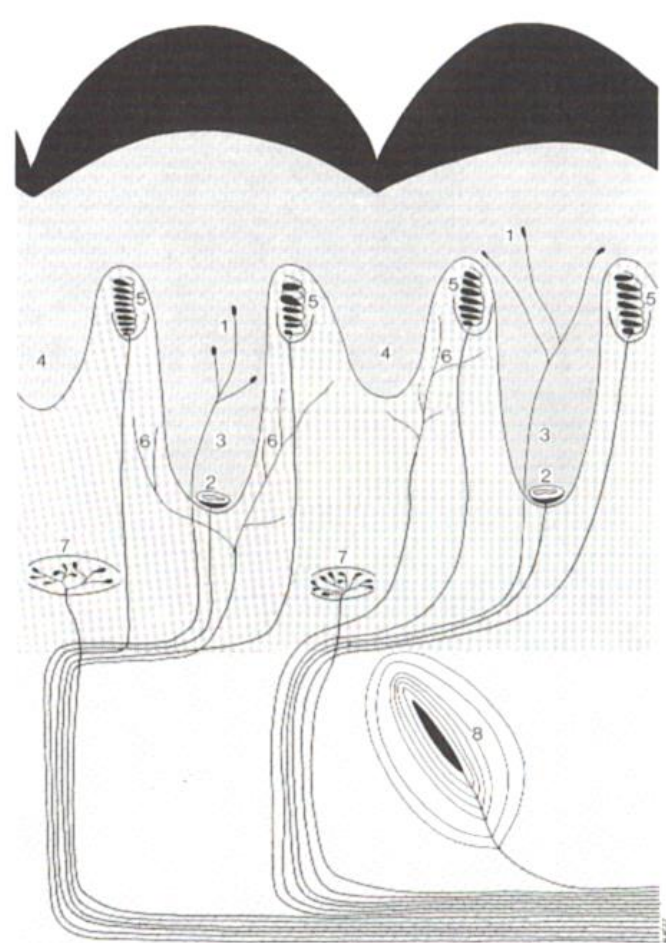


Abbildung 56: Schematische Darstellung der Innervation der Leistenhaut. Die freien Nervenendigungen in der Epidermis (1) liegen überwiegend in den Drüsenleisten. Die Merkelschen Nervenendigungen (2) findet man in der Basalschicht der Drüsenleiste. In den Bindegewbspapillen zwischen den Drüsen- (3) und Haftleisten (4) befinden sich Meissnersche Körperchen (5). Die freien Nervenendigungen (6) liegen in der Papillarschicht der Dermis, die Ruffinischen Körperchen (7) in der Retikularschicht. Große Vater-Pacinische Körperchen (8) findet man im Panniculus adiposus (aus HALATA, 1990a).

Distribuce a typy receptorů v ochlupené kůži a v kůži s hmatovými lištami

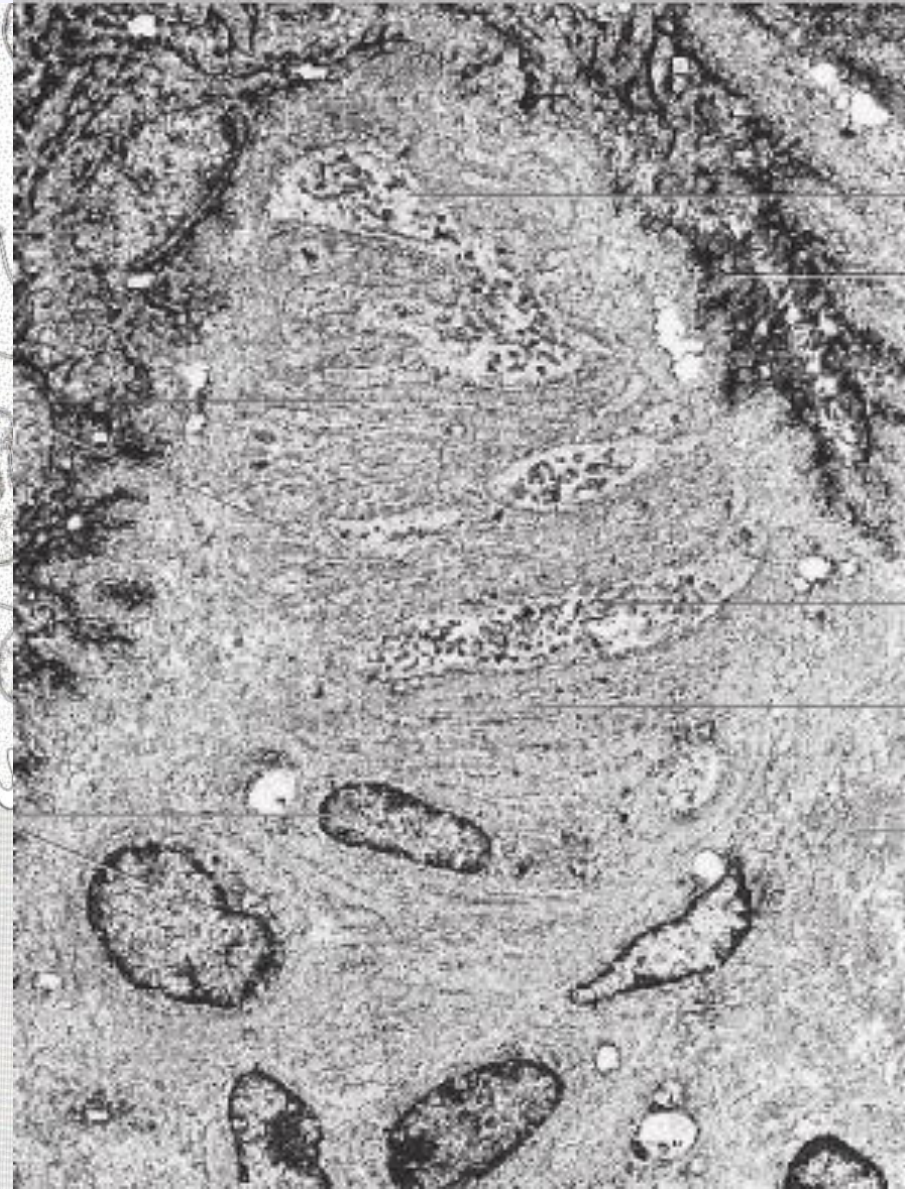
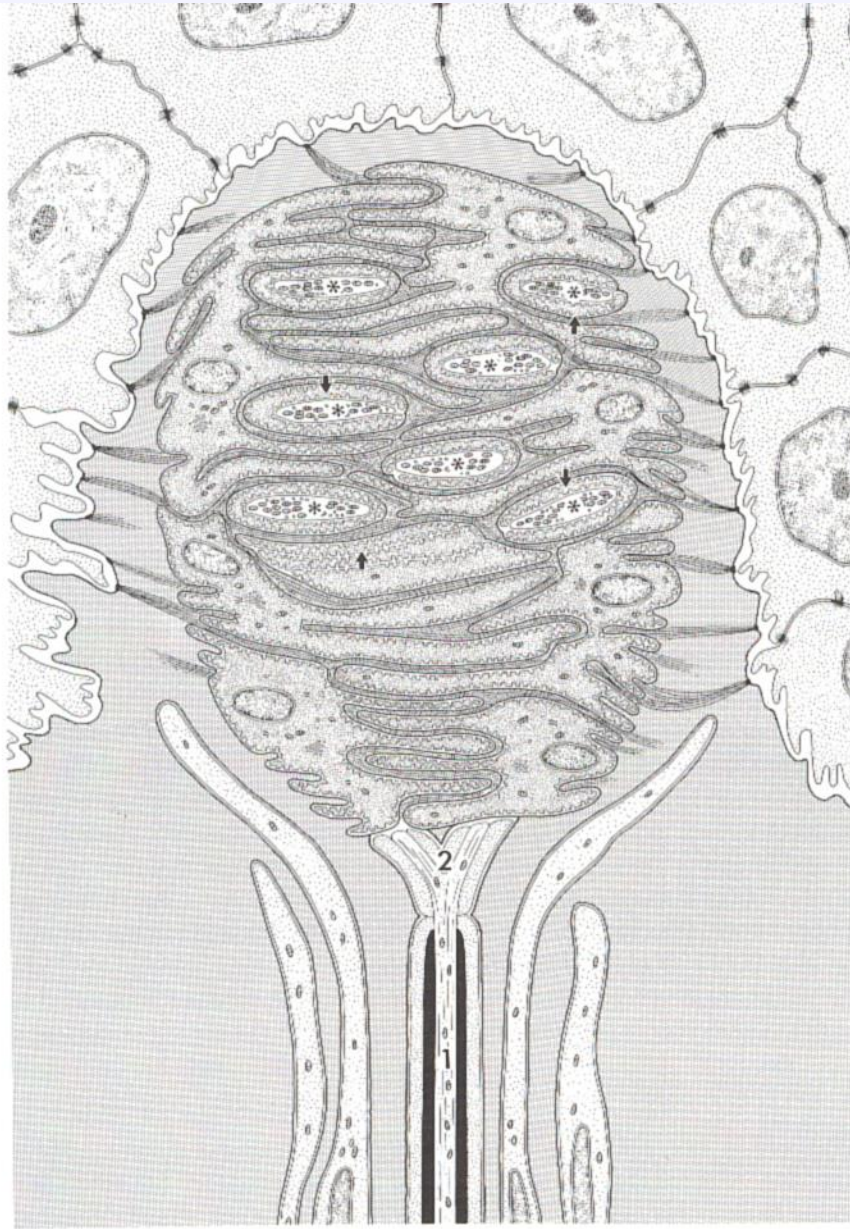


Abbildung 24: Halbschematische Darstellung eines Meissnerschen Körperchens in der Papillarschicht der Leistenhaut. Das afferente Axon (1) ist markhaltig und verzweigt sich (2). Die marklosen Äste weisen terminale Verdickungen auf (*), die von dünnen Ausläufern der terminalen Schwannschen Zellen (Pfeile) umgeben sind. Die Zellkerne der Schwannschen Zellen liegen in der Peripherie des Körperchens. Bündel kollagener Fibrillen der Papillarschicht ziehen durch die Spalten zwischen den terminalen Schwannschen Zellen hindurch und fixieren das Körperchen in seiner Lage. In Anlehnung an ANDRES und VON DÜRING, 1973 und HALATA, 1975.

Meissnerovo tělísko

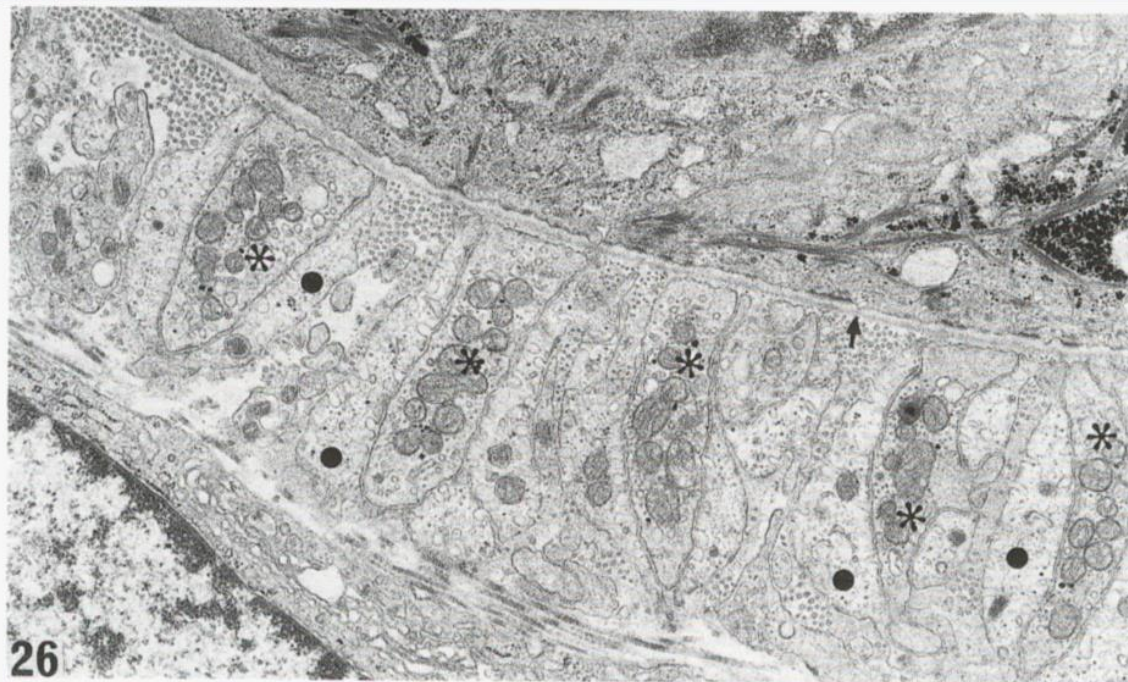


Abbildung 26: Lanugohaar aus dem oberen Abschnitt des Planum nasale der Hauskatze im Querschnitt. Die lanzettförmigen Nerventerminalen (*) enthalten Ansammlungen von Mitochondrien und haben Kontakt mit der Basallamina des Haarfollikels (Pfeile). Die zytoplasmatischen Lamellen der Schwannschen Zellen (Punkte) weisen Mikrovesikulationen auf. Hauskatze (*Felis silvestris* f. *catus*); EM Bild, 11400 X.

Lancetovitá nervová zakončení na vlasovém folikulu

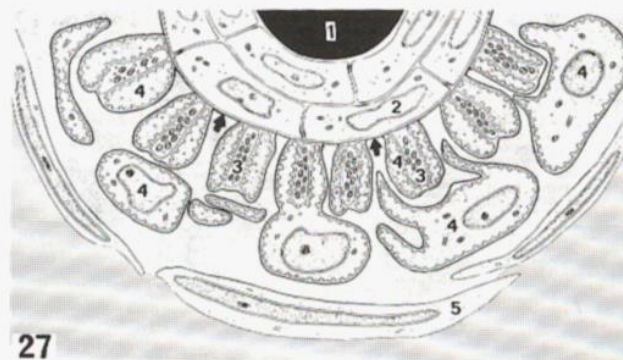


Abbildung 27: Halbschematische Darstellung der Palisaden von lanzettförmigen Nervenendigungen eines Lanugohaares im Querschnitt. 1 – Haarschaft, 2 – basale Schicht des Haarfollikelepithels, 3 – Nerventerminalen, 4 – Schwannsche Zellen mit ihren zytoplasmatischen Lamellen, 5 – Fibroblasten der Bindegewebskapsel des Haarfollikels, (Pfeile) – Basallamina.

Vater-Paciniho tělísko

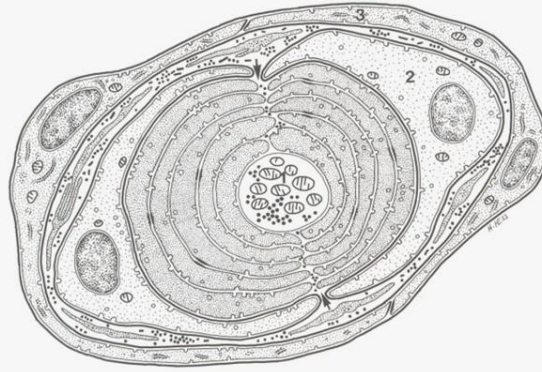


Abbildung 32: Halbschematische Darstellung eines kleinen Pacinischen Körperchens im Querschnitt. 1 – terminales Axon, 2 – Schwannsche Zellen, 3 – perineurale Kapsel, (Pfeile) Längsspalten des Innenkolbens.

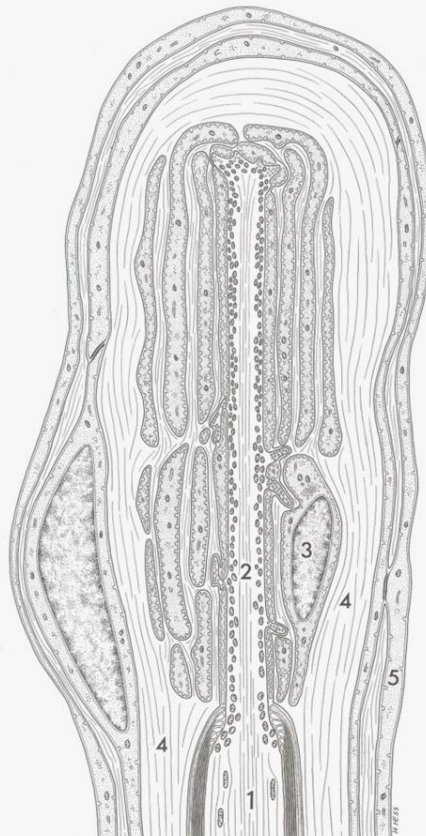
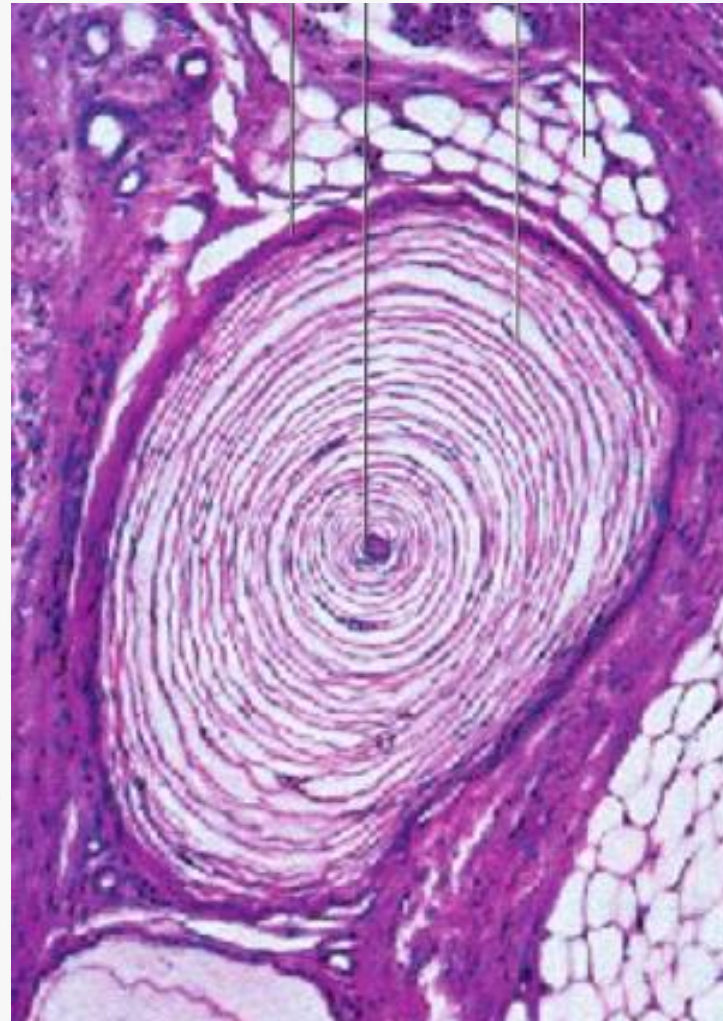


Abbildung 33: Halbschematische Darstellung eines kleinen Pacinischen Körperchens im Längsschnitt. 1 – markhaltiges Axon, 2 – terminales Axon, 3 – terminale Schwannsche Zelle mit ihren zytoplasmatischen Lamellen, 4 – Subkapsularraum mit kollagenen Fibrillen, 5 – perineurale Kapsel.



kann es zu einer Verzweigung des Innenkolbens

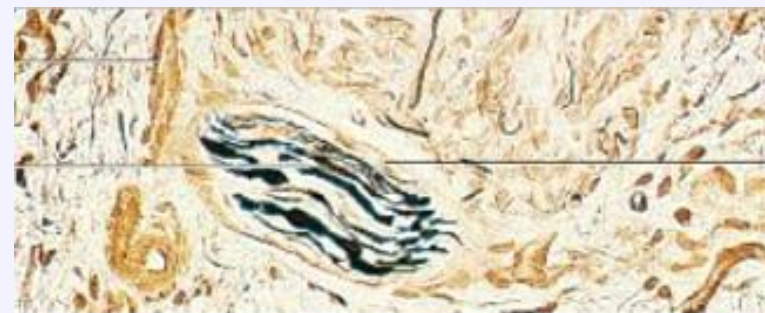
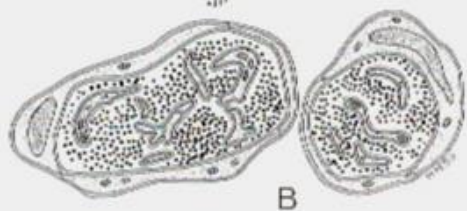
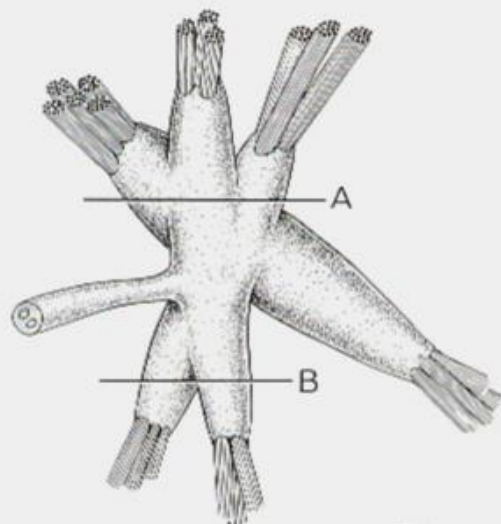
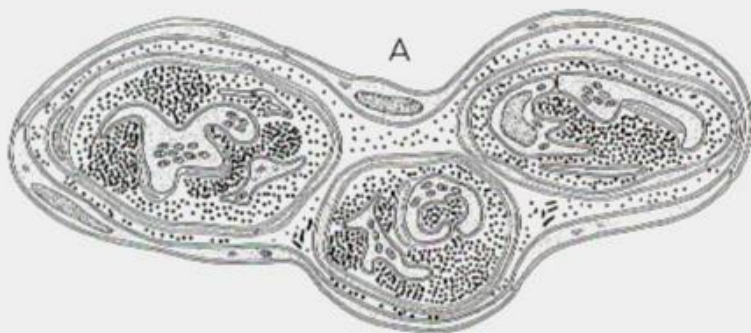
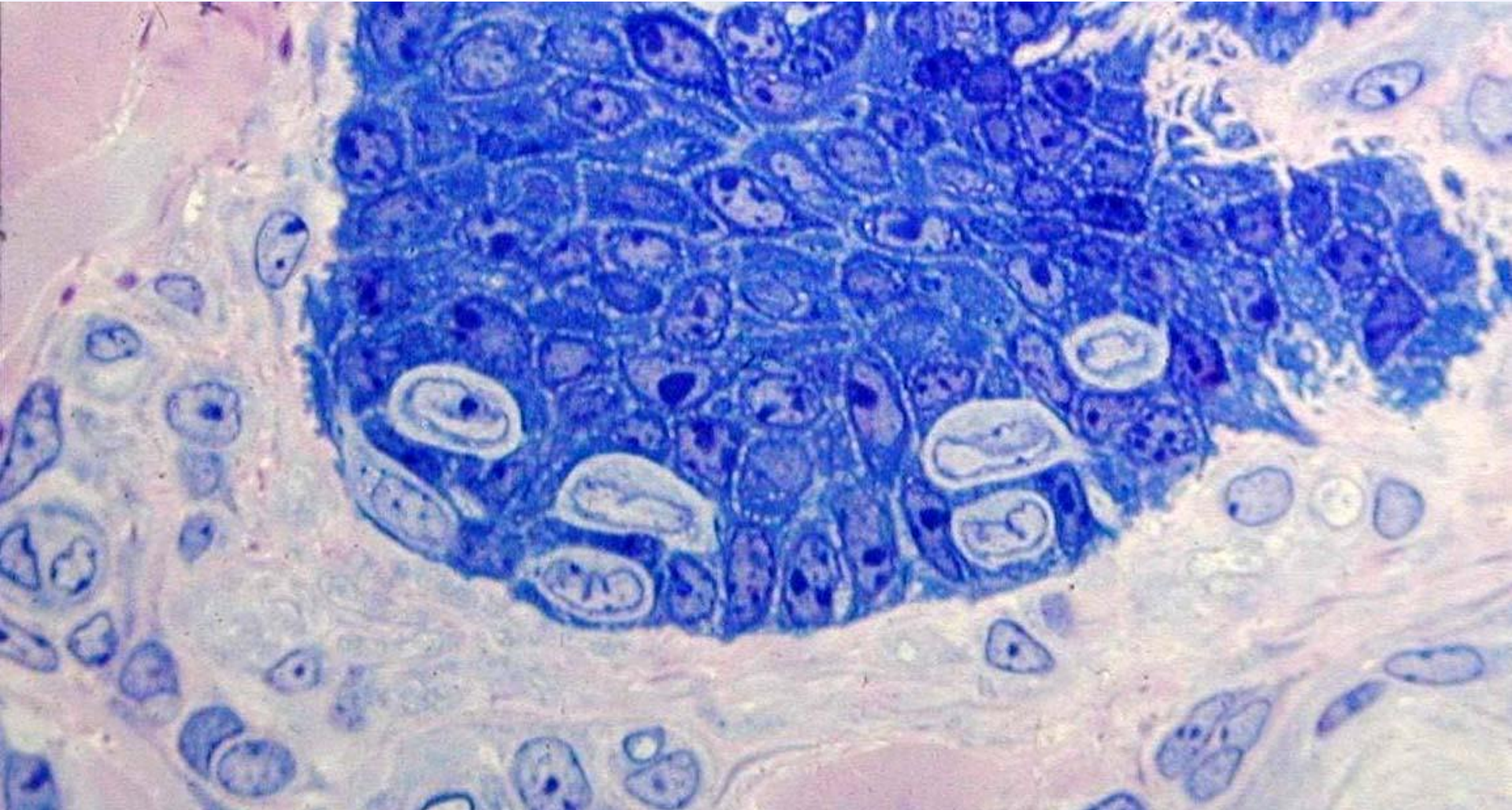
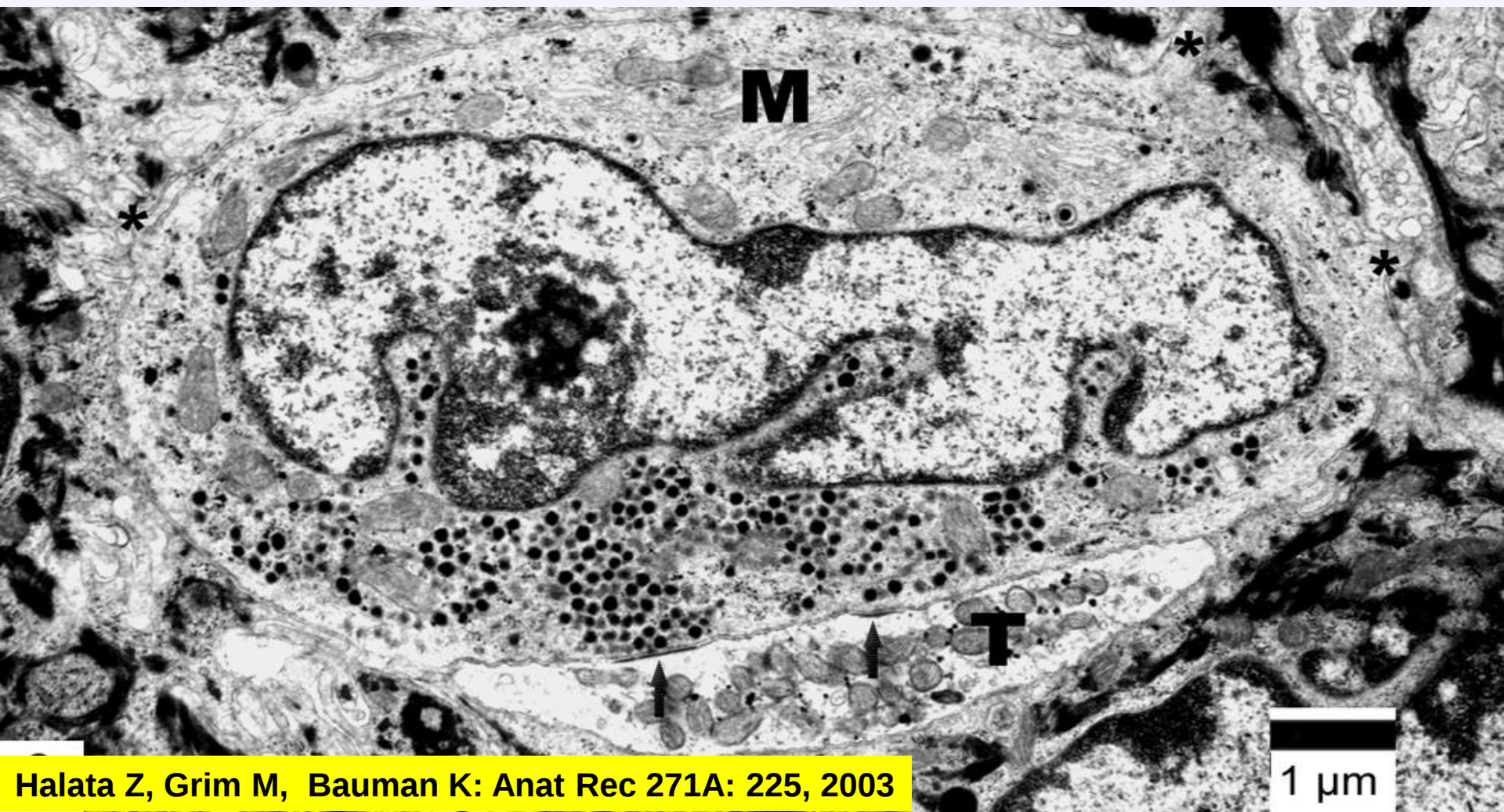


Abbildung 39: Halbschematische Darstellung eines Ruffinischen Körperchens aus der Gelenkkapsel. Das Körperchen besteht aus drei Zylindern, deren Längsachse parallel zur Richtung der kollagenen Fasern des Stratum fibrosum verläuft. Zwei afferente markhaltige Axone innervieren das Körperchen. A und B – Querschnitte durch die Zylinder. 1 – perineurale Kapsel, 2 – Nerventerminalen. Aus HALATA und MUNGER (1980b).

Ruffiniho tělísko

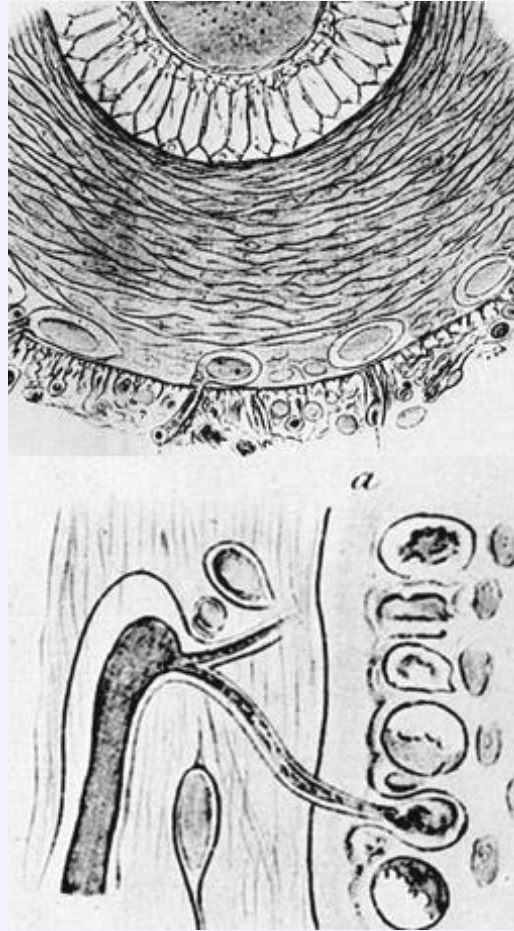
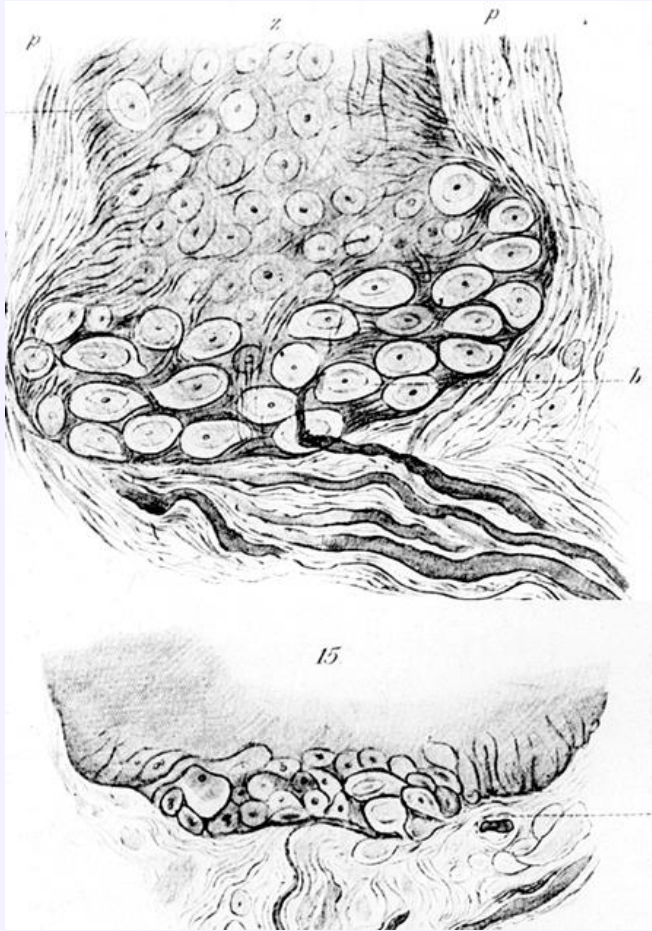
Merkelovy buňky – pomalu se adaptující receptory pro převod taktilního čítí





**Merkelovy buňky tvoří 3.6 - 5.7 % z buněk str. basale
v epidermis (Fradette et al., 2003)**

F. S. Merkel (1875): „Tastzellen“ of the skin of birds and mammals



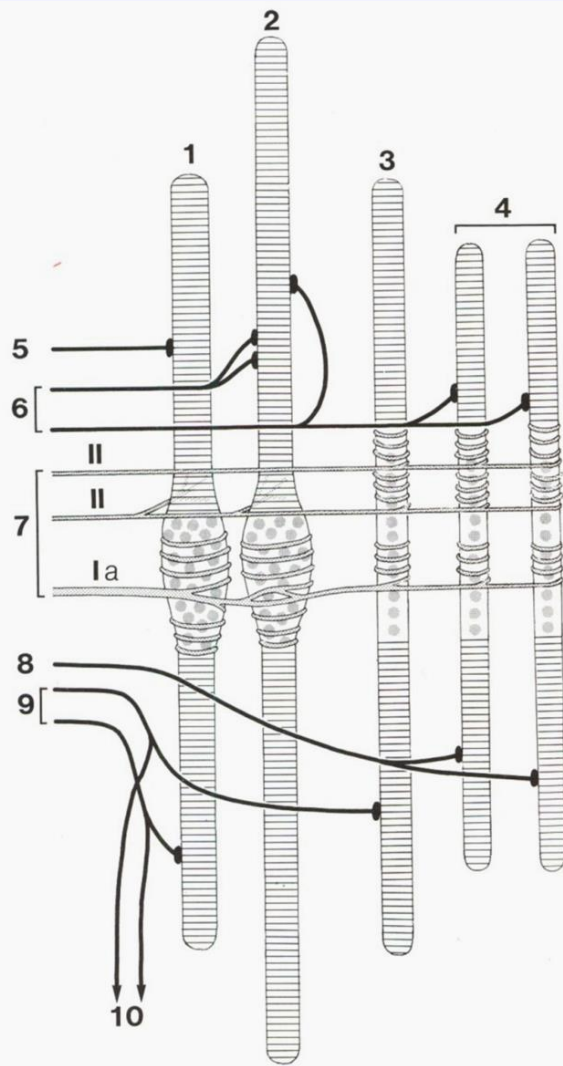


Abbildung 51: Muskelspindel – afferente und efferente Axone – Schematische Darstellung, bearbeitet nach Gray's Anatomy. 1 – statische Kernsackfaser, 2 – dynamische Kernsackfaser, 3 – lange Kernkettenfaser, 4 – kurze Kernkettenfasern, 5 – dynamische-efferente Nervenfasern, 6 – statische-efferente Nervenfasern, 7 – afferente Nervenfasern, 8 – statische β -efferente Nervenfasern, 9 – dynamische β -efferente Nervenfasern, 10 – Kollateralen für extrafusale Muskelfasern (in Anlehnung an „Gray's Anatomy“ 35th Edition, Longman 1973).

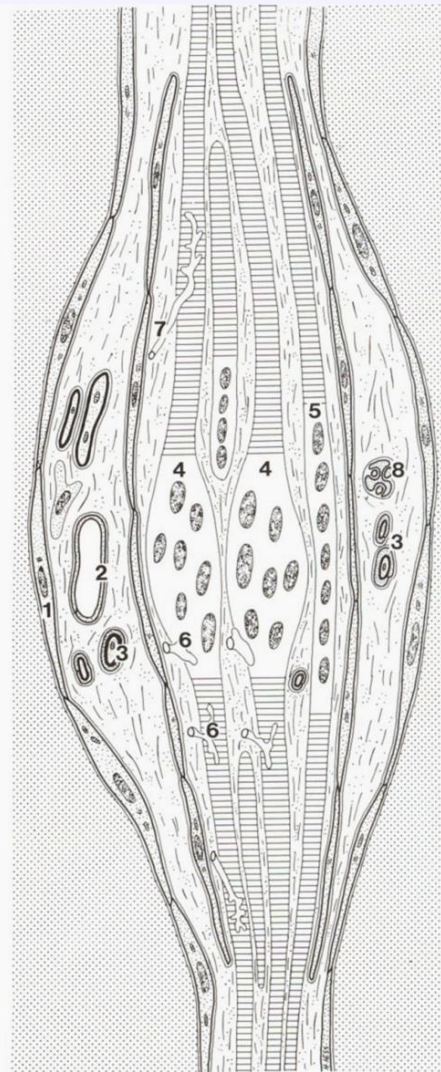
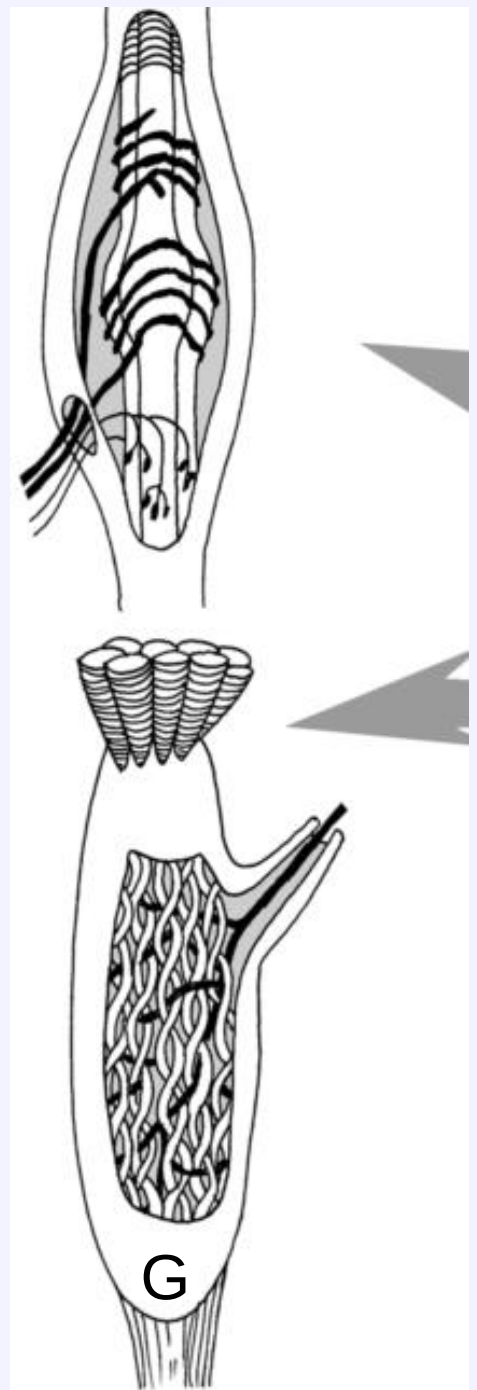


Abbildung 52: Muskelspindel in einem Längsschnitt – Halbschematische Darstellung. 1 – perineurale Kapsel, 2 – Kapillare, 3 – myelinisierte Nervenfasern, 4 – Kernsackfaser, 5 – Kernkettenfaser, 6 – sensible Nervenendigungen, 7 – motorische Nervenendigungen, 8 – marklose Axone.

Svalové vřeténko a Golgiho šlachové tělísko



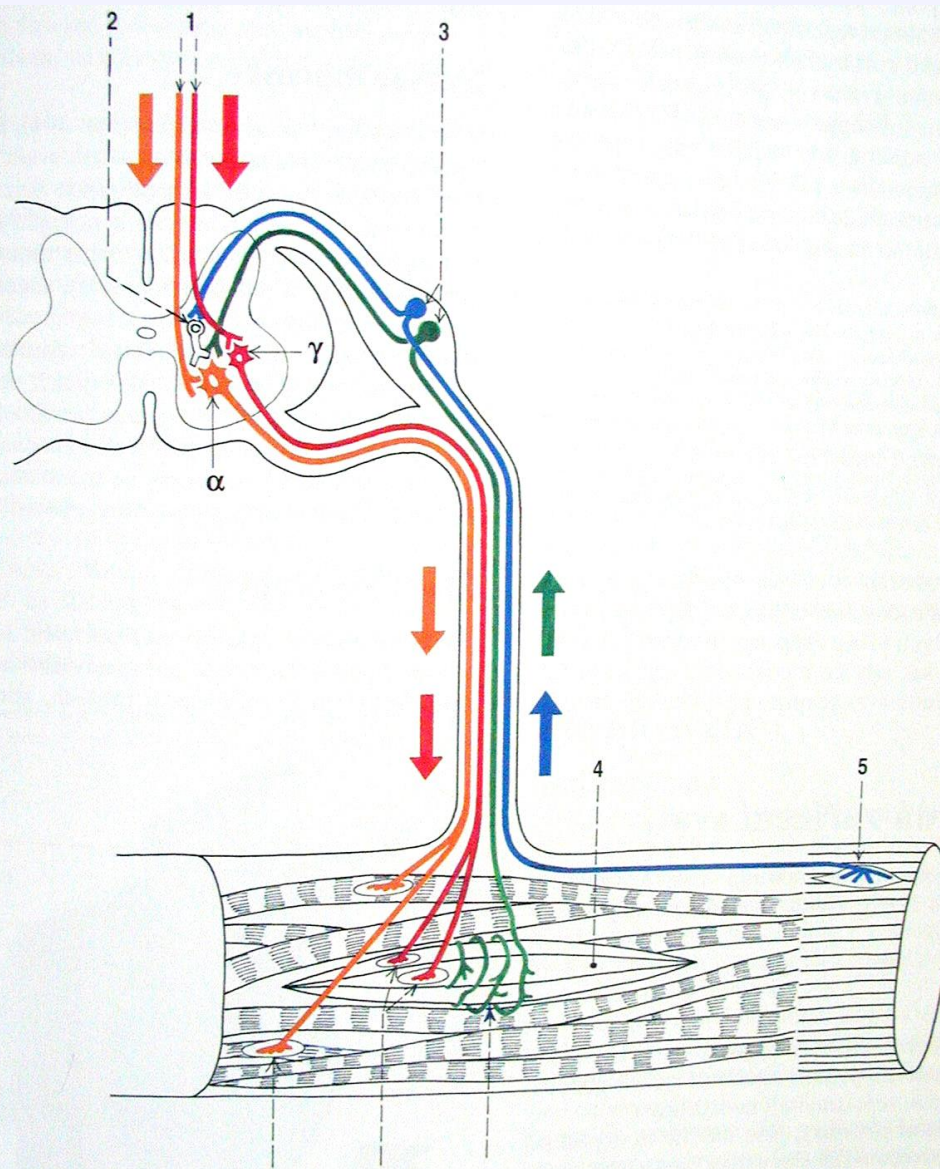


Fig. 5 A quail muscle spindle from the plantaris muscle of a quail leg grafted on the chick. Note typical quail nuclei in intrafusal fibres (arrows). $\times 1875$



Svalové vřeténko

Anat Embryol (1999) 199:349–355 1999 Miloš Grim · Jirina Zelená · Zdenek Halata Petr Valášek · Viktor Szeder · Gabriela Jerábková: Development of mechanoreceptor numbers in embryonic chick-quail chimeras

Typ vláken	A α Vlákna Ia, Ib	A β Vlákna II	A δ Vlákna III	C Vlákna IV
μm	12-20	5-12	2-5	0,3-1,3
m/s	76-120	30-70	12-30	0,5-2,3
Citlivost na anestetika	malá	malá	malá	velká
Citlivost k hypoxii	střední	střední	střední	malá
Funkce	Propriocepce	Dotyk, tlak	Bolest, teplo	Bolest, postgangl. sympatická

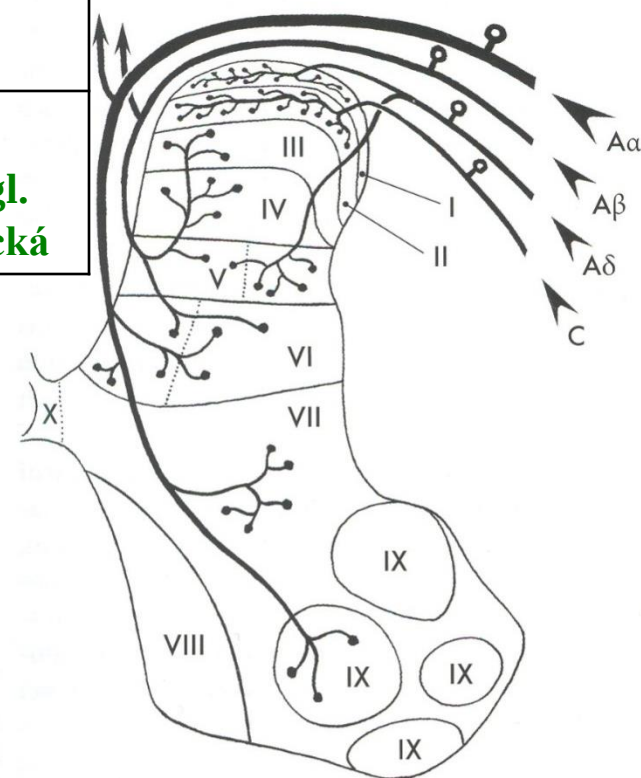
Somatosensitivní vlákna přivádějí signály z receptorů kůže a z receptorů pohybového aparátu

Vlákna A α (Ia a Ib) jsou silná myelinizovaná vlákna.

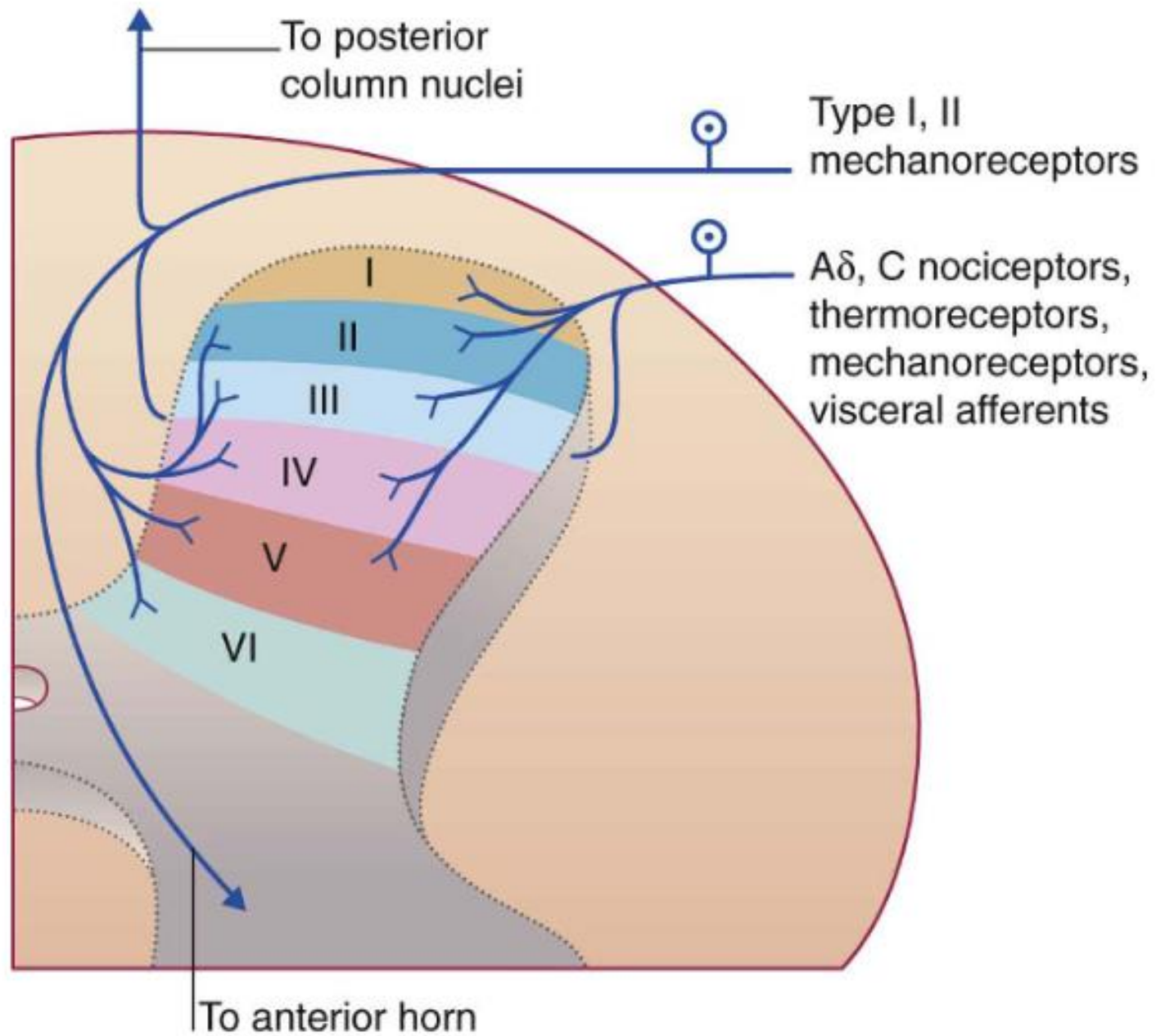
Signály ze svalových vřetének (z primárních zakončení a z Golgiho šlachových tělísek.

Vlákna A β (II) jsou tenčí. Vedou signály ze svalových vřetének (sekundární zakončení) a z kožních mechanoreceptorů.

Vlákna A δ (III) a C (IV) (vlákna C, 0.2 – 1.5 mm) jsou slabě myelinizovaná, nebo bezmyelinová vlákna. Signály z volných nervových zakončení (nociceptory, thermoreceptory) a z kožních mechanoreceptorů.



Obr. 19. Zakončení vláken zadního míšního kořene v míšní šedi. Tenká vlákna (A δ , C) končí v lamina I, II a V. Silná vlákna (A α a A β) končí v celém rozsahu zadního míšního rohu a zasahují do lamina VII a IX. Upraveno podle P. Brodala (1998)



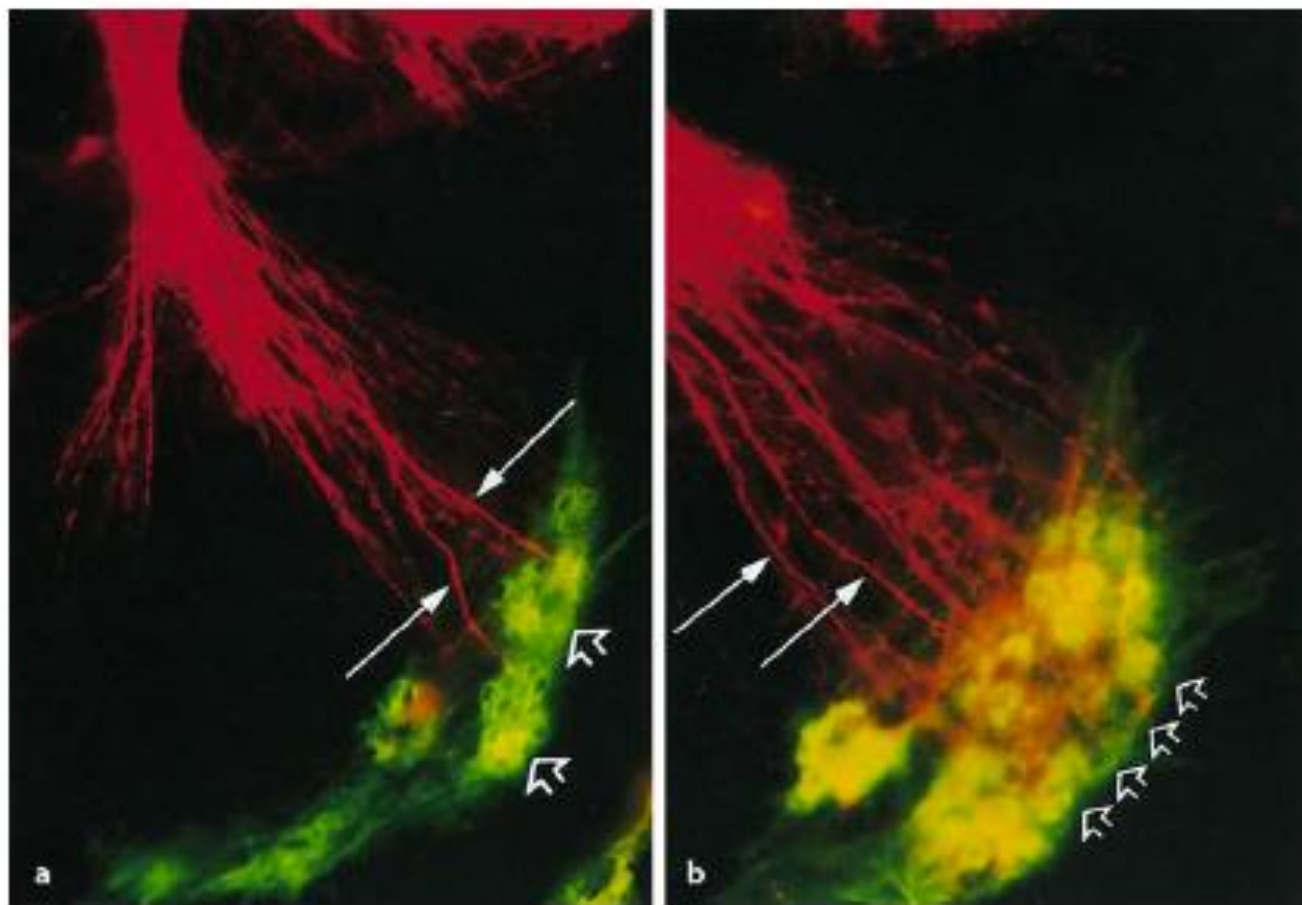


Fig. 6.12 Development of dorsal root projections as found by carbocyanine labelling in rat embryos. Ia-afferent fibres were stained with 1,1'-dioctadecyl-3,3,3',3'-tetramethylindocarbocyanine perchlorate (*Dil*) and motoneurons with 4,4'-di-hexadecyl aminostyryl *N*-methylpyridinium iodide (*DiA*). At E17 (**a**), Ia fascicles (*long arrows*) have reached motoneurons somata (*open arrows*). At P2 (**b**), predominantly unbranched Ia

fascicles (*long arrows*) reach the motoneuron pool. Terminal branching (*orange*) is on motoneuron somata. *Open arrows* indicate the border between motoneurons and the developing funiculi. (Reproduced with permission from Snider et al. 1992, *J. Neurosci.* 12:3494–3508; copyright 1992, Wiley-Liss Inc, a subsidiary of John Wiley & Sons, Inc.)

Sensitivní dráhy

ascendentní dráhy z míchy a kmene do vyšších
etází mozku

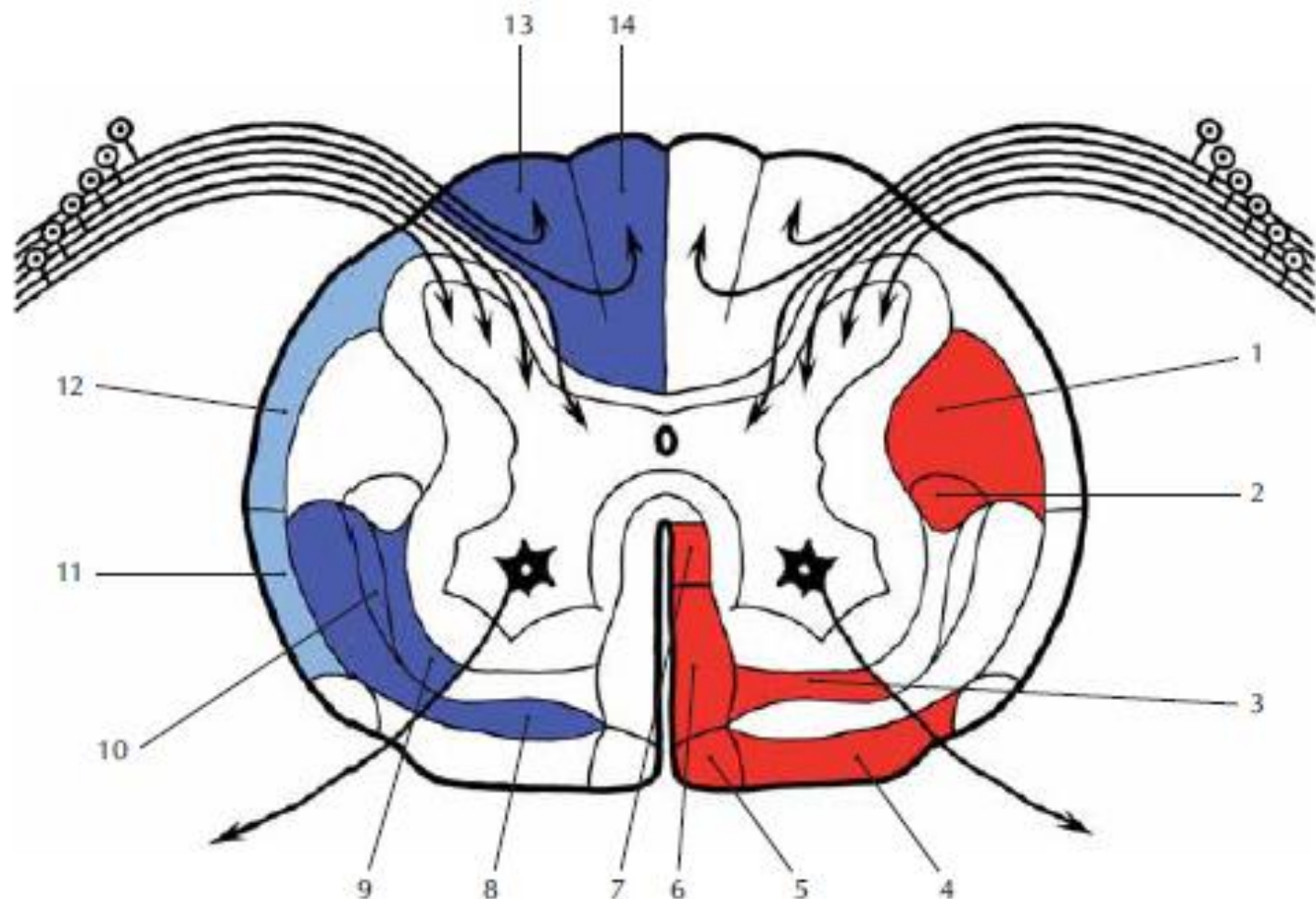
míšní - končetiny, trup a zadní část hlavy
(kmenové - z hlavových nervů - z obličeje)

část vláken odbočuje do CRBL a tvoří nepřímé
sensitivní dráhy - nevnímáme tyto podněty

existují dva hlavní systémy

anterolaterální systém

lemniskový systém



Obr. 16.11. Průřez míchou, vyznačena dráhová pole v bílé hmotě, v šedé hmotě znázorněna poloha somatomotoneuronů a zakončení senzitivních neuronů (červeně – motorické dráhy, modře – senzitivní dráhy, světle modře – míšní aferentace pro mozeček)

Motorické dráhy

- 1 – tr. corticospinalis lateralis (pyramidová dráha)
- 2 – tr. rubrospinalis
- 3 – tr. reticulospinalis
- 4 – tr. vestibulospinalis
- 5 – tr. tectospinalis
- 6 – tr. corticospinalis ventralis
- 7 – fasciculus longitudinalis medialis

Senzitivní dráhy

- 8 – tr. spinothalamicus, anterolaterální systém
- 9 – tr. spinoreticularis, anterolaterální systém
- 10 – tr. spinotectalis, anterolaterální systém
- 11 – tr. spinocerebellaris ventralis
- 12 – tr. spinocerebellaris dorsalis
- 13 – fasciculus cuneatus, dráha zadních provazců
- 14 – fasciculus gracilis, dráha zadních provazců

Lemniskový systém - dráha zadních provazců tr. spino - bulbo - thalamo - corticalis

Kahlerovo pravidlo

1.N - pseudounipolární buňka ve spinálním gangliu, zadní provazce, kolaterály

2.N - nc. gracilis, nc. cuneatus medialis
cestou lemniscus medialis (dekusace) do thalamu (ncl. ventralis posterolateralis, VPL), odbočky do CRBL

3.N - tr. thalamo- corticalis (S1, area 3,1,2,)

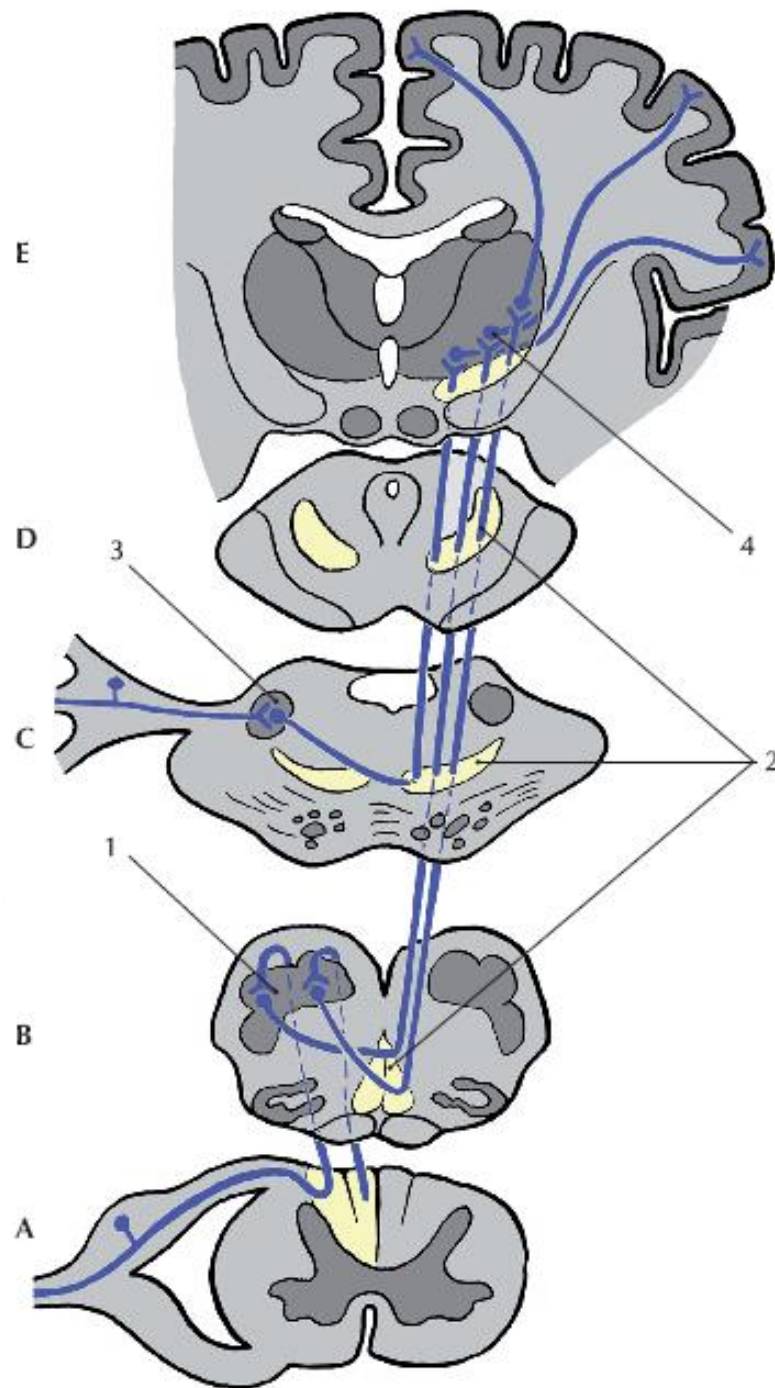
sensitivní korové okrsky - sloupcovité uspořádání -
receptorově specifické

laminární uspořádání projikujících buněk

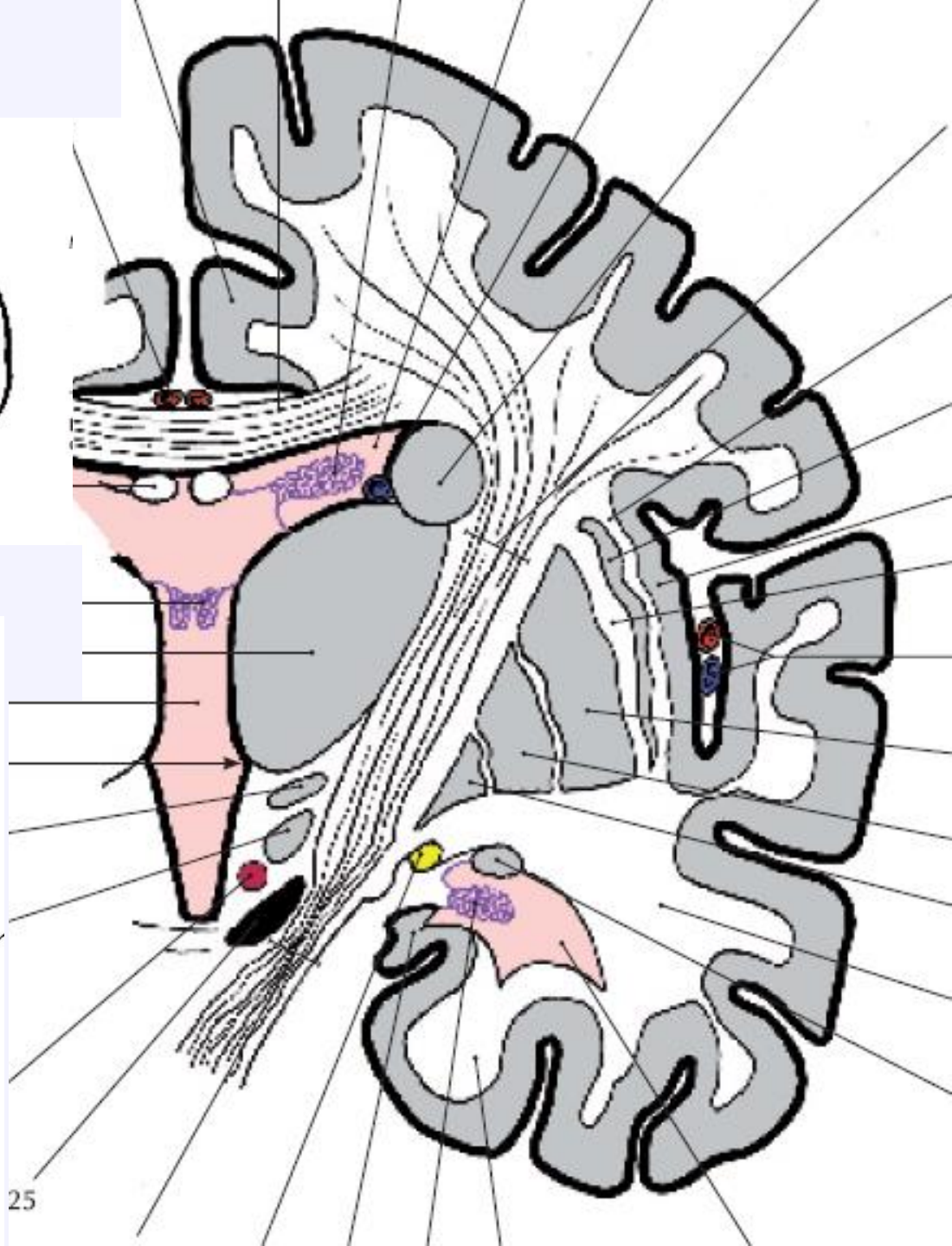
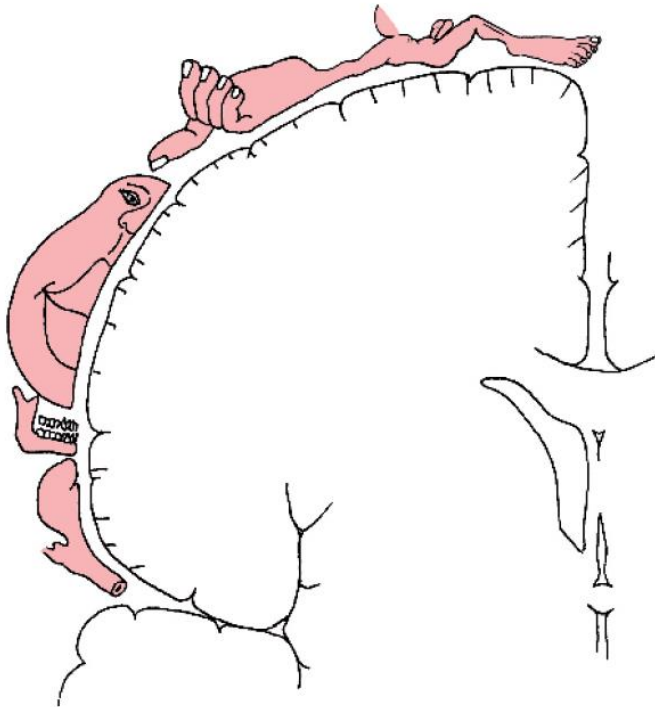
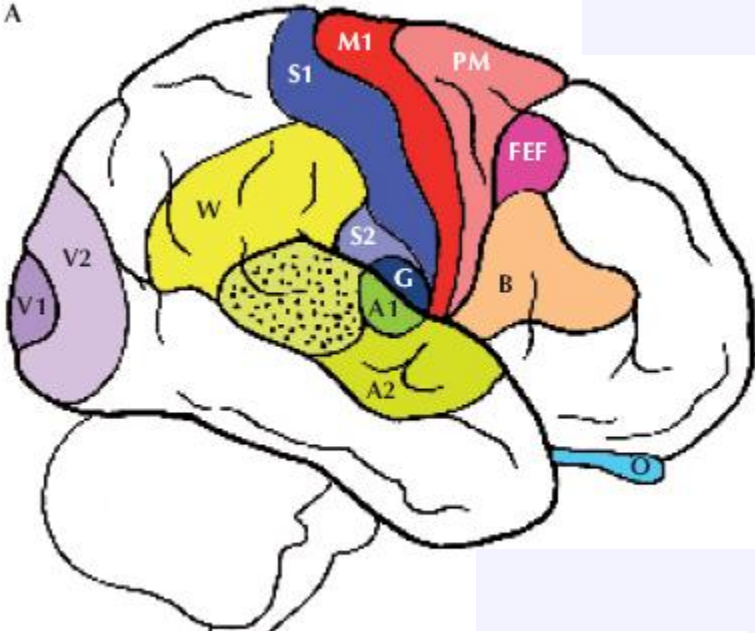
somatotopické uspořádání

hmatové čítí, diskriminace, poloha končetin

Kříží se až v kmeni, sekundární vlákna se kříží v míše

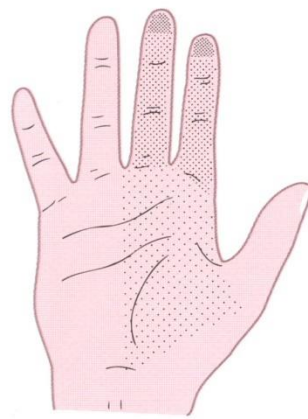


A

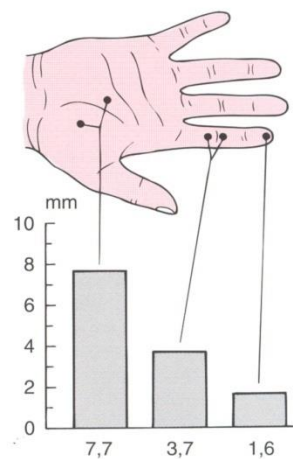




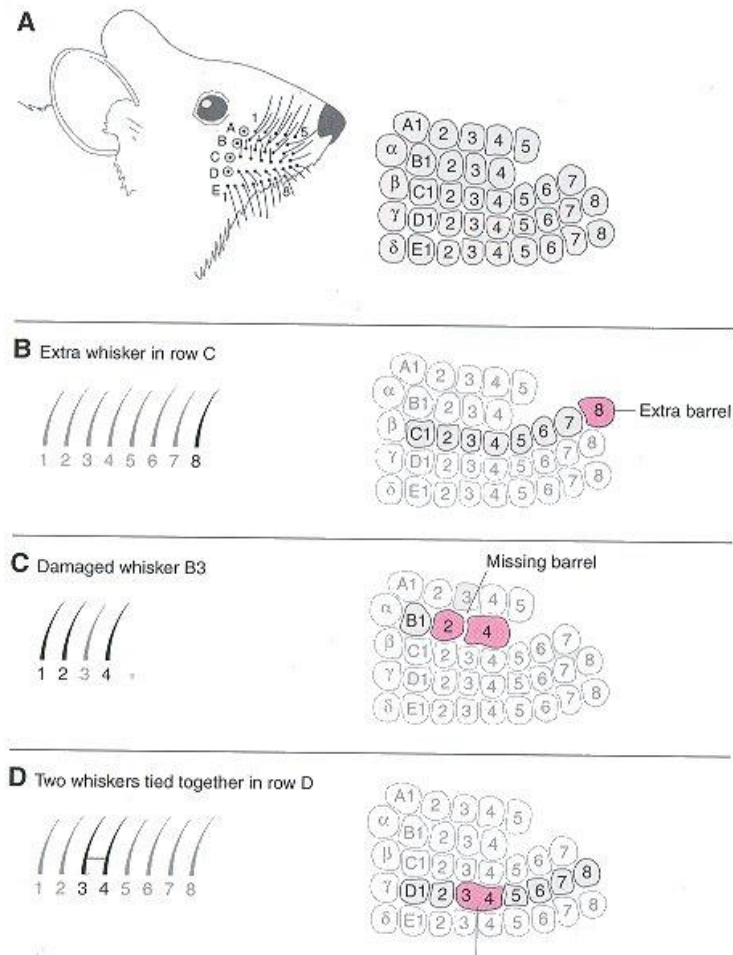
receptivní pole



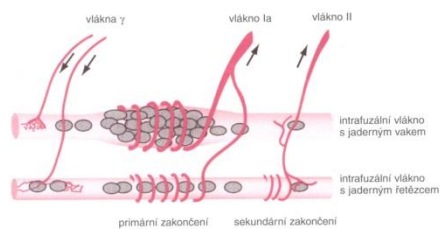
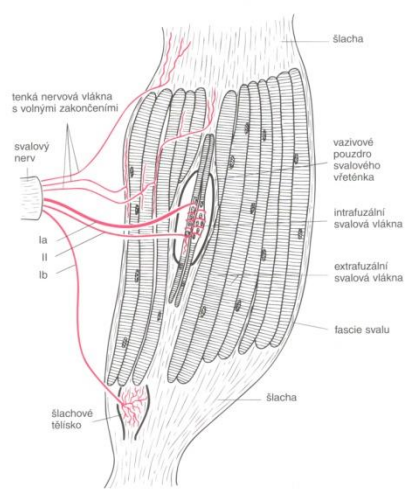
hustota senzoričkých jednotek



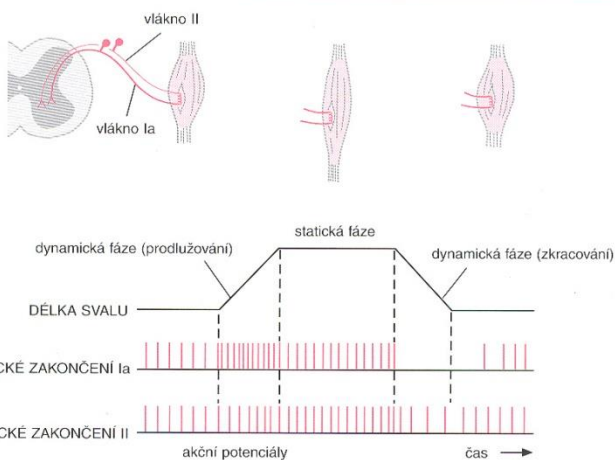
práh rozlišení dvou bodů



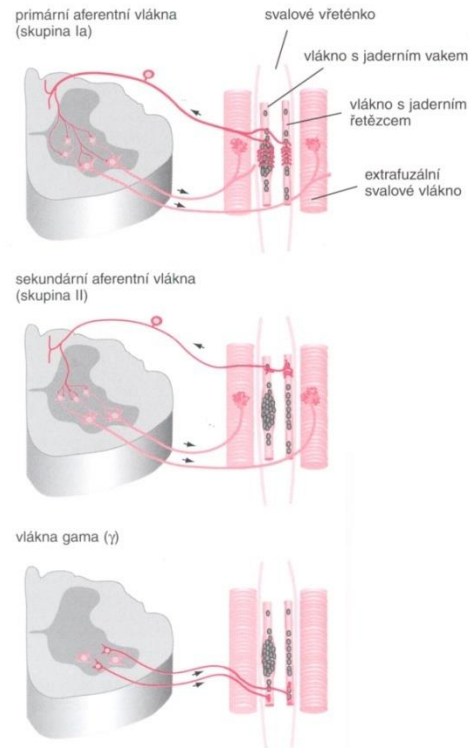
Obr. 6.4. Senzorická inervace kosterního svalu. Velikost receptoru je vzhledem ke svalu nadsazená. Protože je svalové vřetenko zakončeno do vaziva ve svalu, které přechází do šlachy, je napínáno, kdyžli je napínán celý sval. Volná nervová zakončení ve svalu jsou funkčně z velké části nociceptory



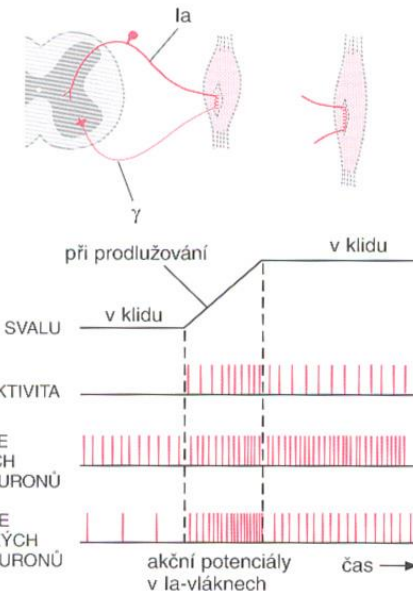
Obr. 6.5. Svalové vřetenko. Schematické znázornění dvou druhů intrafuzálních svalových vláken a jejich inervace. Modifikováno podle: Matthews, 1964



Obr. 6.7. Funkční vlastnosti svalového vřetenka. Primární i sekundární sensorická zakončení signalizují statickou délku svalu (statická citlivost), kdežto změny v délce svalu (pohyby) a jejich rychlost (dynamická citlivost) signalizují pouze primární zakončení. Graf je založen na záznamech z jednotlivých vláken zadních kořenů anestezované kočky. Změny frekvence impulzů vláken typu Ia a II mohou pak souviset se statickou délkou svalu (statická fáze) a protažením či zkrácením svalu (dynamické fáze). Frekvence akčních potenciálů ve vláknech zadních kořenů je znázorněna hustotou vertikálních čar v dolních dvou řádcích (svalové vřetenko v tomto pokusu není pod vlivem γ -motoneuronů)



Obr. 6.6. Inervace svalového vřetenka. Na **hoře**: rychle vedoucí vlákna typu Ia končí monosynapticky na α -motoneuronech v předním rohu. Je to reflexní oblouk, který umožňuje rychlý stah svalu vyvolaný poklepem na šlachu (monosynaptický neboli fázický napínací reflex). Ia-aferynty končí také na interneuronech a vydávají vzestupné a sestupné kolaterály do zadních provazců. **Uprostřed**: vlákna typu II končí na interneuronech v columnae intermedia a v předním rohu. **Dole**: malé γ -motoneurony jsou obsaženy mezi velkými α -motoneurony v předním rohu



Obr. 6.8. Působení γ -motoneuronů na svalové vřetenko. Stejný pokus jako na obr. 6.7 až na to, že vedle záznamu aktivity Ia-vláken izolovaných v zadních kořenech mohou být elektricky drážděny γ -axony izolované v předních kořenech. Je patrné, že pokud se nemění délka svalu a γ -vlákna nejsou simulována, nejsou v Ia-vlákních registrovány žádné výboje. Stimulace statických γ -vláken (která inervují vřetenko, z něhož vedou Ia-vlákna) má za následek výboje v Ia-vlákních i při neměnění se klidové délce svalu; prodlužování svalu na novou klidovou délku je provázáno zvýšením frekvence výbojů na novou stabilní úroveň. Stimulace dynamických γ -vláken zvyšuje frekvenci výbojů v Ia-vlákních zejména během prodlužování svalu

Anterolaterální systém

Tr. spino-thalamicus

- 1.N - pseudounipolární buňka spinálního ganglia
- 2.N - Rexedova zona I, IV, V, do druhostraných předních a bočních provazců a jimi až do thalamu
- 3.N - z thalamu do kůry

bolest, ostrá, pronikavá, řezavá

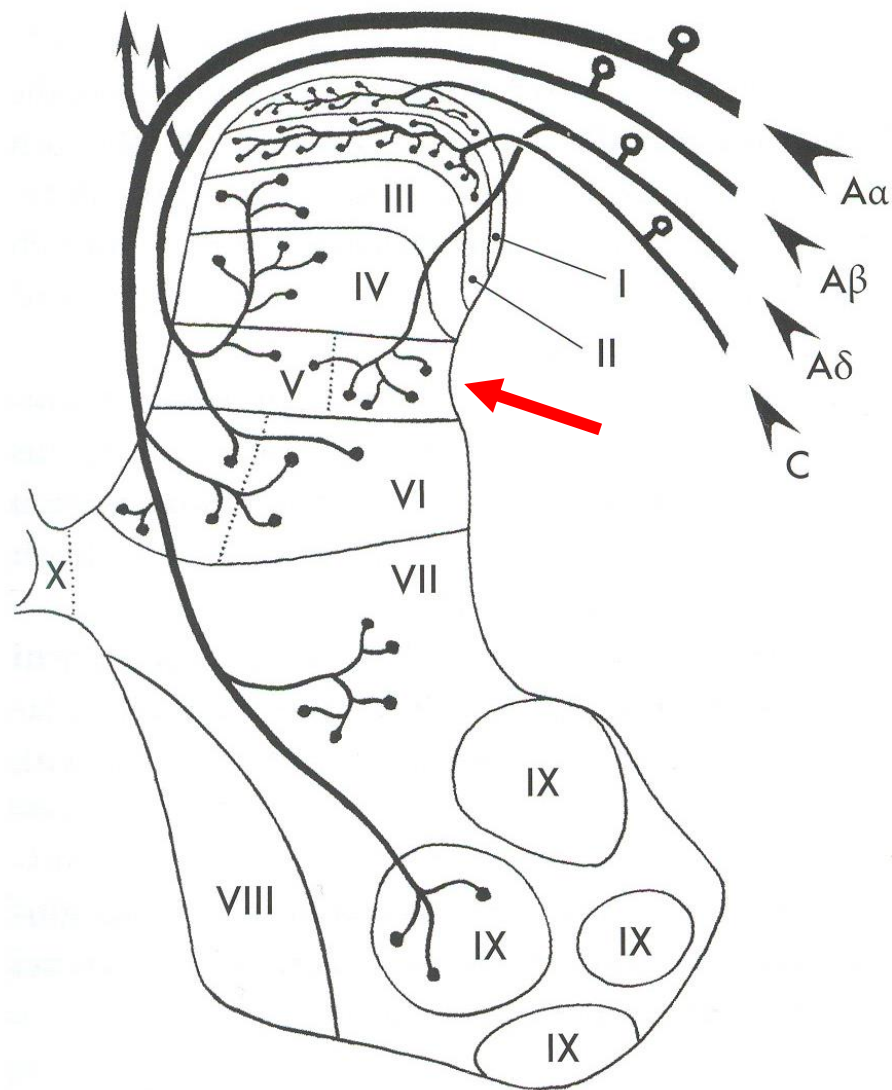
Tr. spino-reticularis

- 1.N - dtto
- 2.N - Rexedova zona V, VII, do druhostran. předních a bočních provazců a jimi až do mediálních jader RF
- 3.N - RF – thalamus (odbočky do hypothalamu)
- 4.N. thalamus - kůra

pomalá tupá, špatně lokalizovaná bolest - vývojově starší

Vrátková teorie (gate control theory)

Bolestivý podnět podráždí vlákna tenká **A-delta** a **C vlákna**, ale i silnější vlákna **A-beta** pro mechanorecepci. Neurony v lamina I a V mají konvergentní vstupy z obou. Vlákna A-beta inhibují nociceptivní neurony v lamina V, zatímco A-delta + C vlákna mají excitační vliv. Aktivita ve vláknech A-beta tak tlumí přenos bolestivých signálů (uzavírání vrátek).



Obr. 19. Zakončení vláken zadního míšního kořene v míšní šedi. Tenká vlákna ($A\delta$, C) končí v lamina I, II a V. Silná vlákna ($A\alpha$ a $A\beta$) končí v celém rozsahu zadního míšního rohu a zasahují do lamina VII a IX. Upraveno podle P. Brodala (1998)

Tr. spino-reticularis

1.N - dtto

2.N - Rexedova zona V,VII, - nekříží se – anterolaterální projekce, vede do aktivního ascendentního systému RF

3.N - RF – thalamus IL

4.N. thalamus – kůra frontální a parietální

bdělost

Tr. spino-tectalis

1.N - dtto

2.N - Rexedova zona IV,V, v krční oblasti - kříží se – anterolaterální projekce, vede do hlubokých vrstev colliculorum sup. a do periferie coll. inf.

Tr. spino-mesencephalicus

podobně jako předchozí, zakončena v mesRF, SGC, ncl. parabrachialis (dále do amygdaly) propojení bolestivého podnětu s emoční reakcí

Tr. spino-hypothalamicus

odbočky ze Spi-Th – aktivace endokrinní a kardiovaskulární odpovědi na bolest

Tr. spino-cerebellaris dorsalis

1.N - dtto

2.N - Rexedova zona V, VI v hrudní a bederní - **nekříží** se – stoupají postranními provazci, do CRBL přes corpus restiforme do lobus ant. (mechová vlákna)

Tr. spino-cerebellaris ventralis

1.N - dtto

2.N - Rexedova zona V, VI v bederní a sakrální - **kříží** se – stoupají postranními provazci, do CRBL přes brachia conjunctiva do lobus ant. (mechová vlákna)

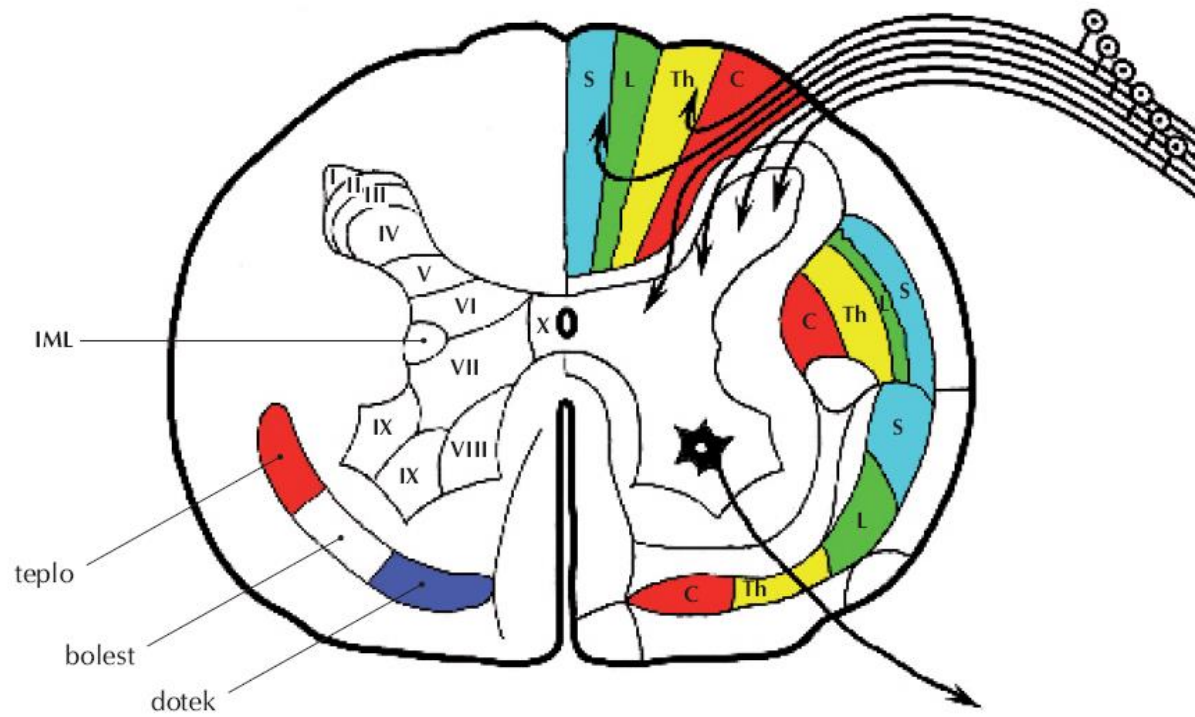
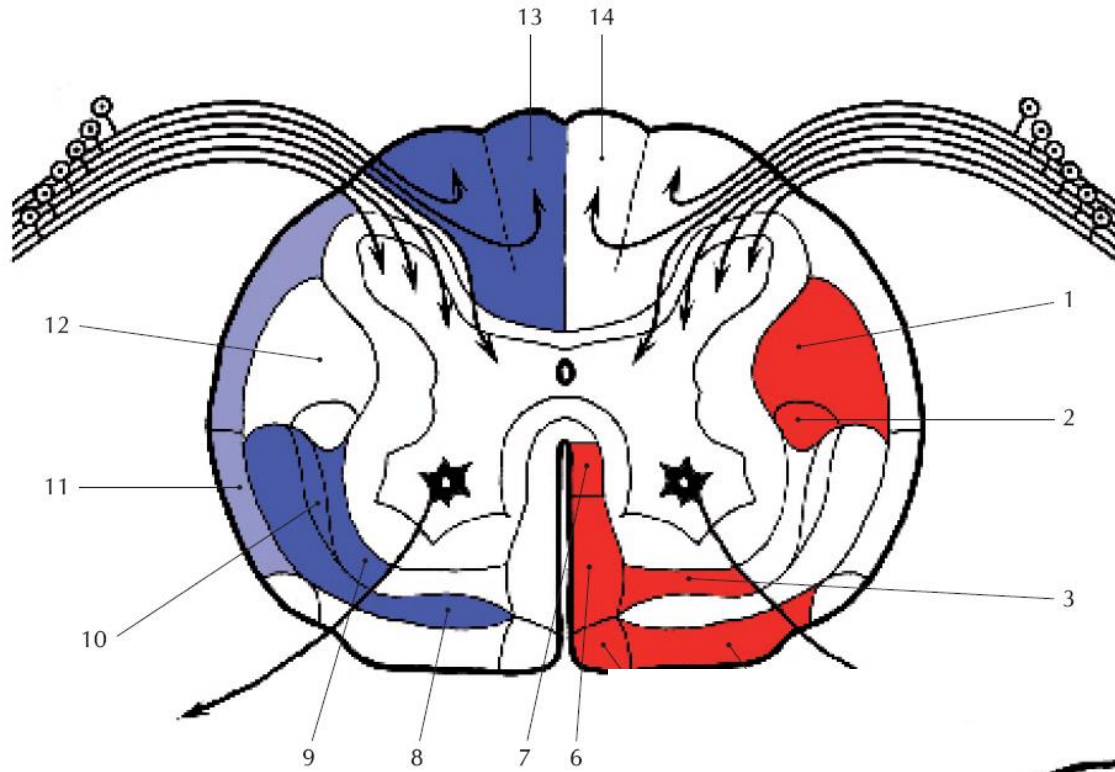
propriocepce z DK

Tr. spino-cuneo-cerebellaris

propriocepce z **HK**, **nezkříženě**, přes zadní provazce a ncl. cuneatus lat.

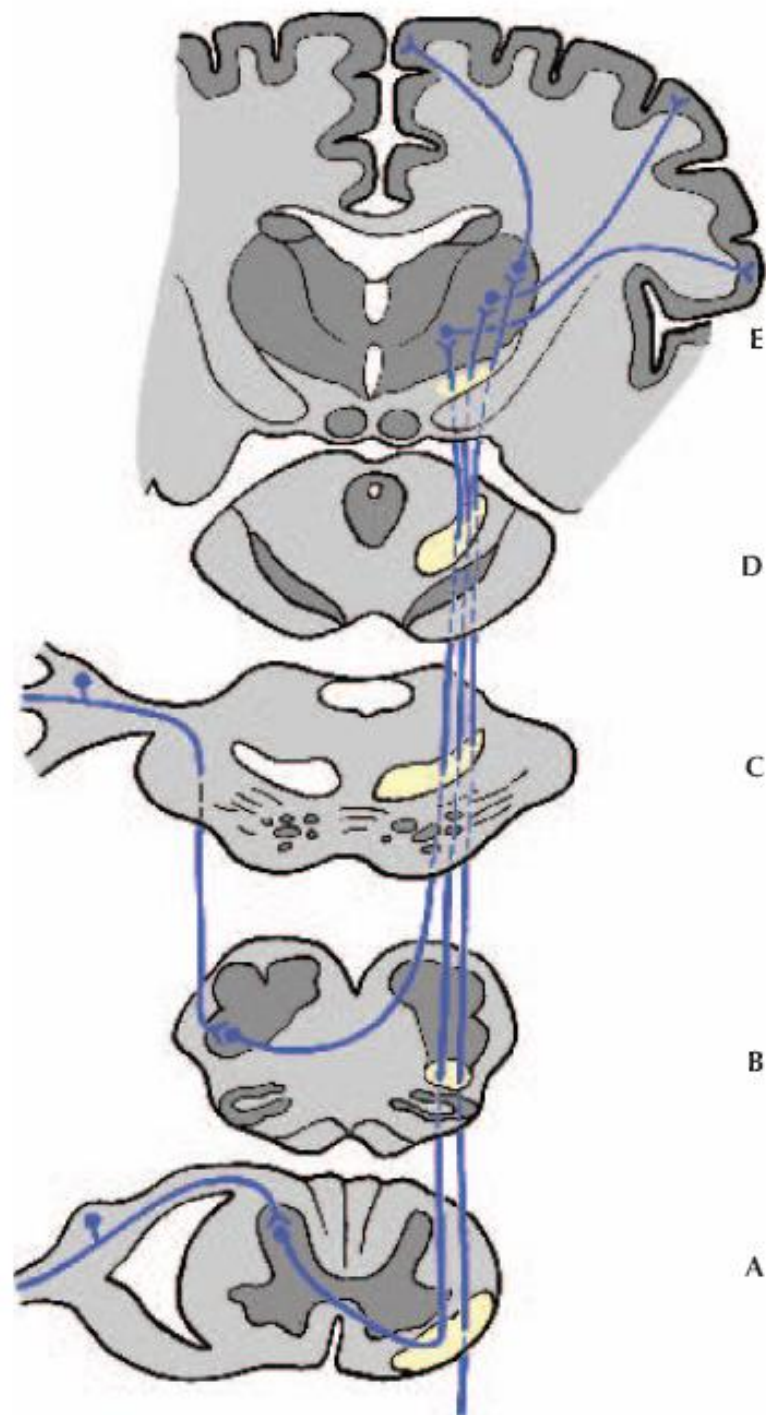
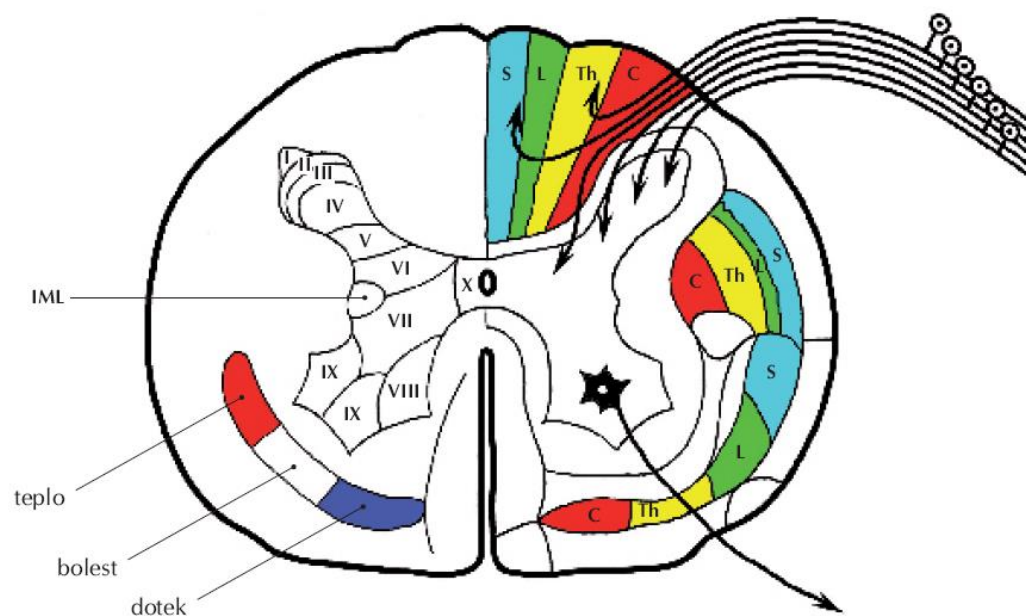
Tr. spino-olivaris

idem propriocepce pro olivu



Průběh anterolaterálního systému

Kříží se již v daném
míšním segmentu



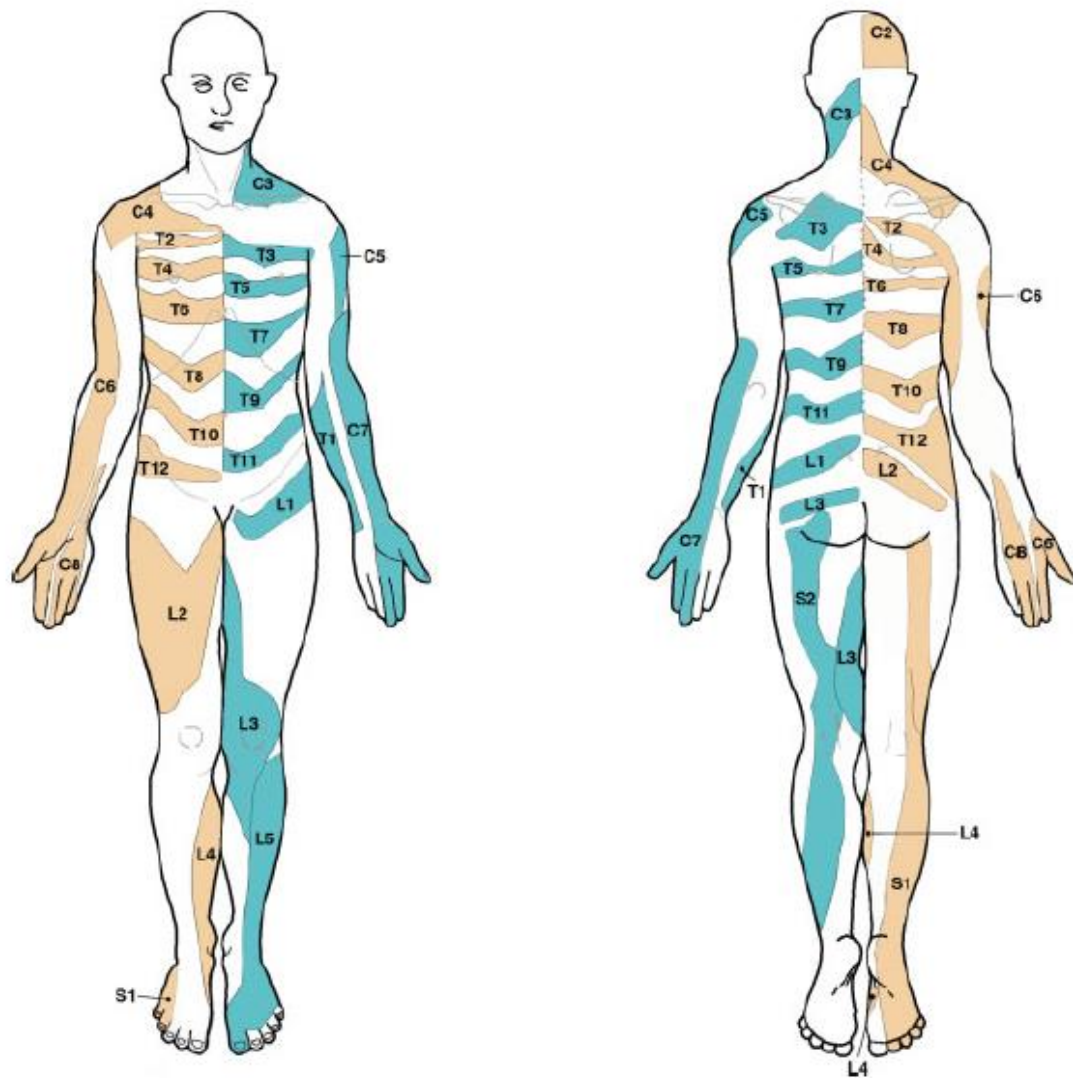
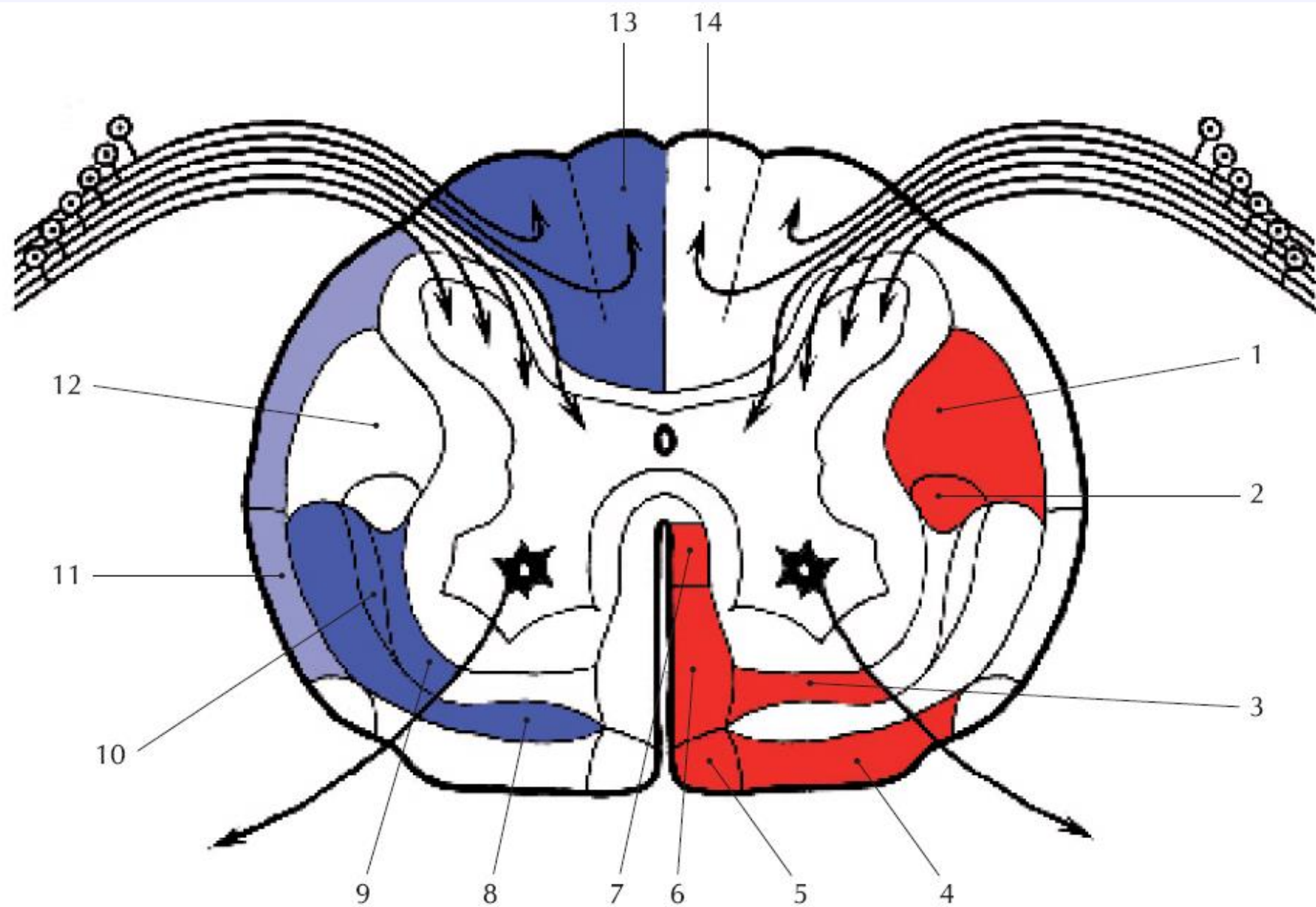


Fig. 4. The evidence-based dermatome map representing the most consistent tactile dermatomal areas for each spinal dorsal nerve root found in most individuals, based on the best available evidence. The dermatomal areas shown are NOT autonomous zones of cutaneous sensory innervation since, except in the midline where overlap is minimal, adjacent dermatomes overlap to a large and variable extent. **Blank regions indicate areas of major variability and overlap.** S3, S4, and S5 supply the perineum but are not shown for reasons of clarity.

Dermatom -
kožní oblast
inervovaná z
jednoho míšního
nervu (z jednoho
zadního míšního
kořene)



Motorické dráhy

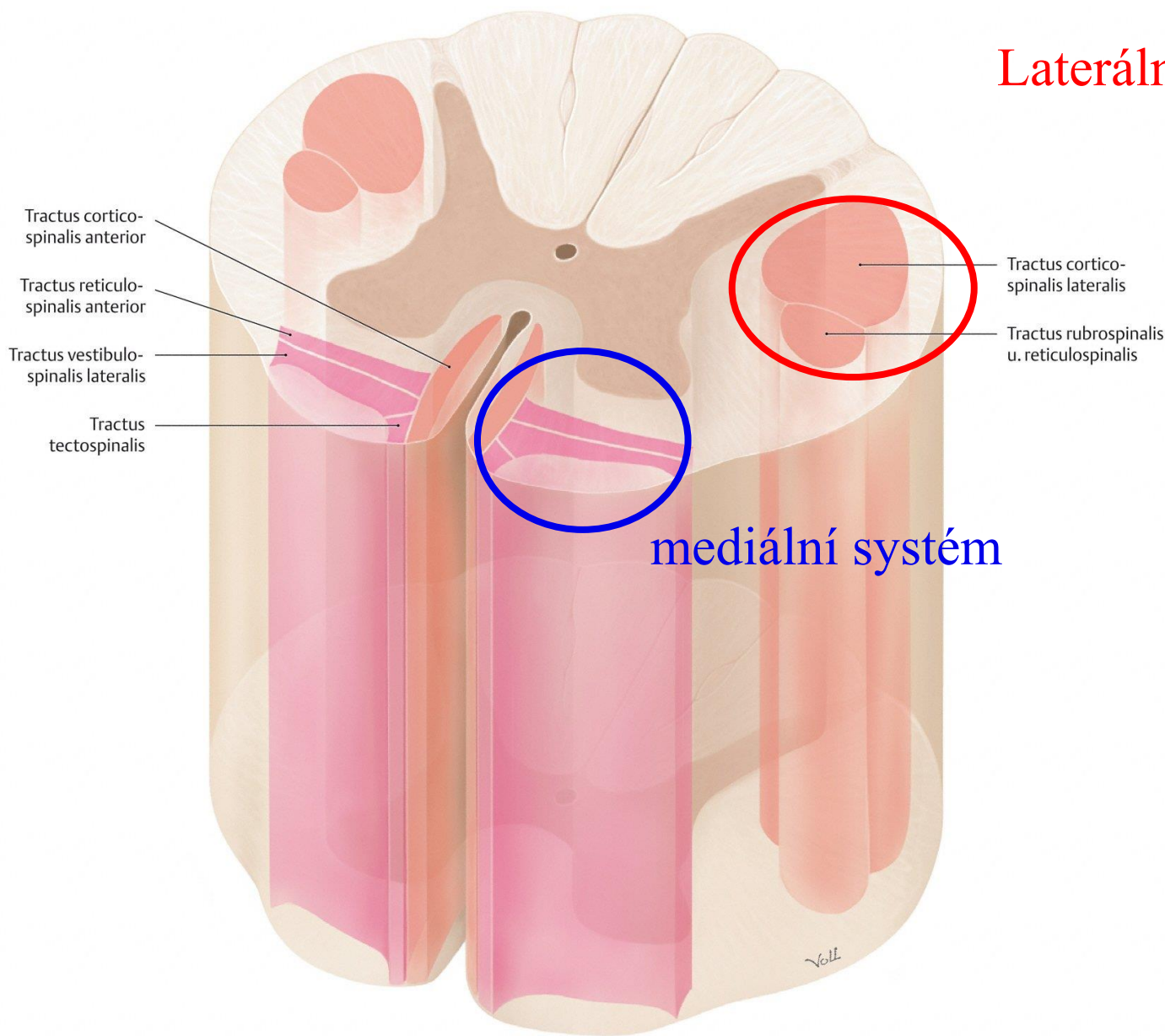
Motorické systémy

zajišťují volní a mimovolní motorickou aktivitu

- a) podle informací dodaných sensitivními a sensorickými systémy,
- b) podle motivací zpracovaných limbickým systémem.

Podkladem mimovolní motoriky je reflexní aktivita

Funkční systémy motorických drah



Funkční systémy motorických drah

laterální systém - zkřížený, tvořen zkříženou složkou **tr. Co-Spi. lat., NR-Spi.**

M1, aktivuje motoneurony laterální poloviny předních míšních rohů. Provádí jemnou motoriku, při níž se uplatňují motoneurony malých skupin, doplňuje základní motoriku.

Funkční systémy motorických drah
mediální systém - zkřížený i nezkřížený,
všechny kmenové dráhy krom tr. NR-Spi
a tr. Co-Spi ant.

Začátek v M 1, M2, FEF
aktivuje míšní motoneurony v mediální části
předních rohů. Provádí základní hrubou
motoriku, aktivuje motoneurony velkých skupin
svalů, antigravitační svalstvo.

3. systém

zkřížený a nezkřížený, tvořen tr. RF-spinalis (tr. raphe - spi a coeruleo-spinalis), končí v předních rožích míšních a i basi zadního. V systému tr. reticulospinalis i noradrenergní a serotoninergní vlákna.

Zajištění vlivu nadřazeného limbického systému na motoriku (mimovolní emoční motorika).

Motorické dráhy - sestupné jednoneuronové a víceneuronové dráhy, které z **korové** a **kmenové** úrovně ovládají motoneurony, přímo nebo přes interneurony. Řídí a regulují motoriku celého těla. Každá sestupná dráha je tvořena souborem vláken různé tloušťky. Končí na **alfa- a gama - motoneuronech**, **interneuronech** a **viscerálních motoneuronech**.

Kmenové motorické dráhy odpovídají na sensitivní podněty, které přišly do jader ze sensitivních drah či na podněty z kůry.

Korové dráhy jsou podkladem volní hybnosti.

Korové motorické dráhy

přímé - tr. cortico - spinalis

tr. cortico - nuclearis

nepřímé - na ně navazují kmenové dráhy

tr. cortico - rubralis

tr. cortico - tectalis

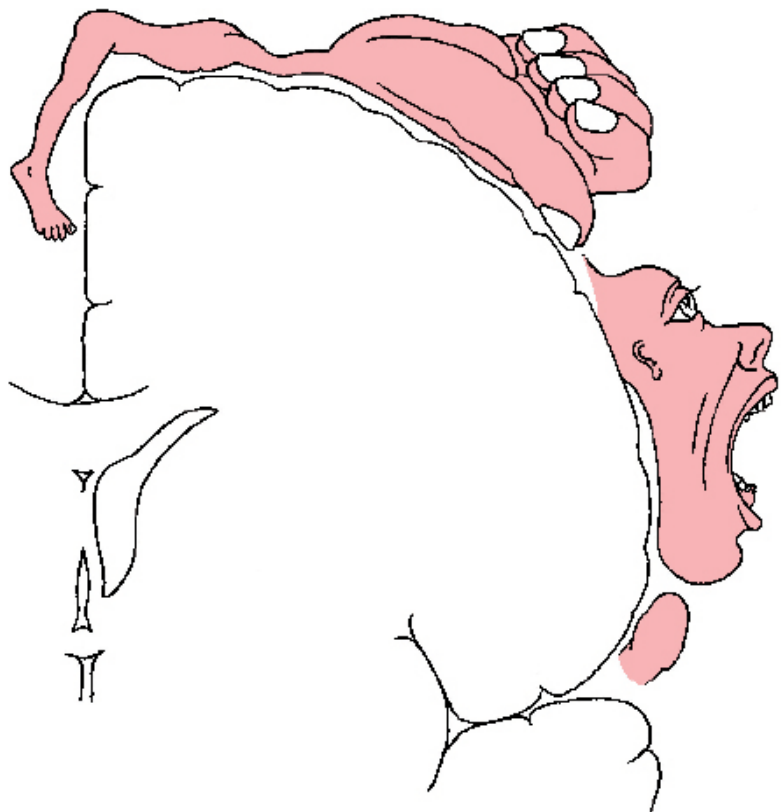
tr. cortico - reticularis

tr. cortico - intersticio - vestibularis

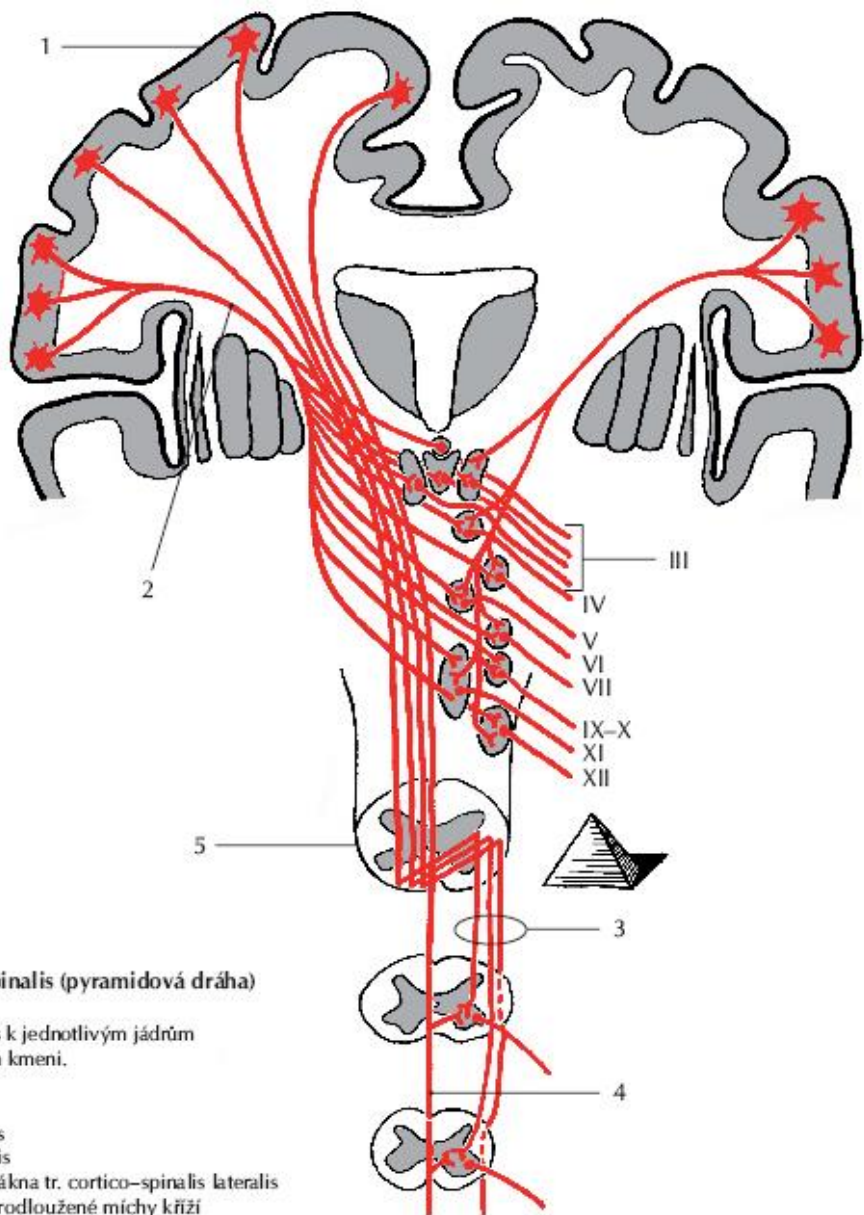
Tractus cortico - spinalis

jednoneuronová dráha z kůry k míšním segmentům,
končí na motoneuronech předních rohů,
interneuronech a neuronech base zadních rohů.
Začíná v **M 1, 2 a S 2, V.** vrstva, sestupuje skrze
capsula interna, v jejím crus posterius. V
mesencephalu jde v crura cerebri, pak přes pons jako
roztržštěné pyramidy, pak se vytváří pyramidy, a
dráha se zčásti kříží.

Pokračuje jako **zkřížený tr. cortico-spinalis
lateralis** a **nezkřížený tr. cortico- spinalis anterior**,
končí u míšních neuronů.



Obr. 16.32. Korová topografická reprezentace motorických okřků (tzv. motorický homunkulus) – podle Penfielda a Rasmussena, 1948



o-spinalis (pyramidová dráha)

leares

↳nuclearis k jednotlivým jádrům
mozkovém kmeni.

lis

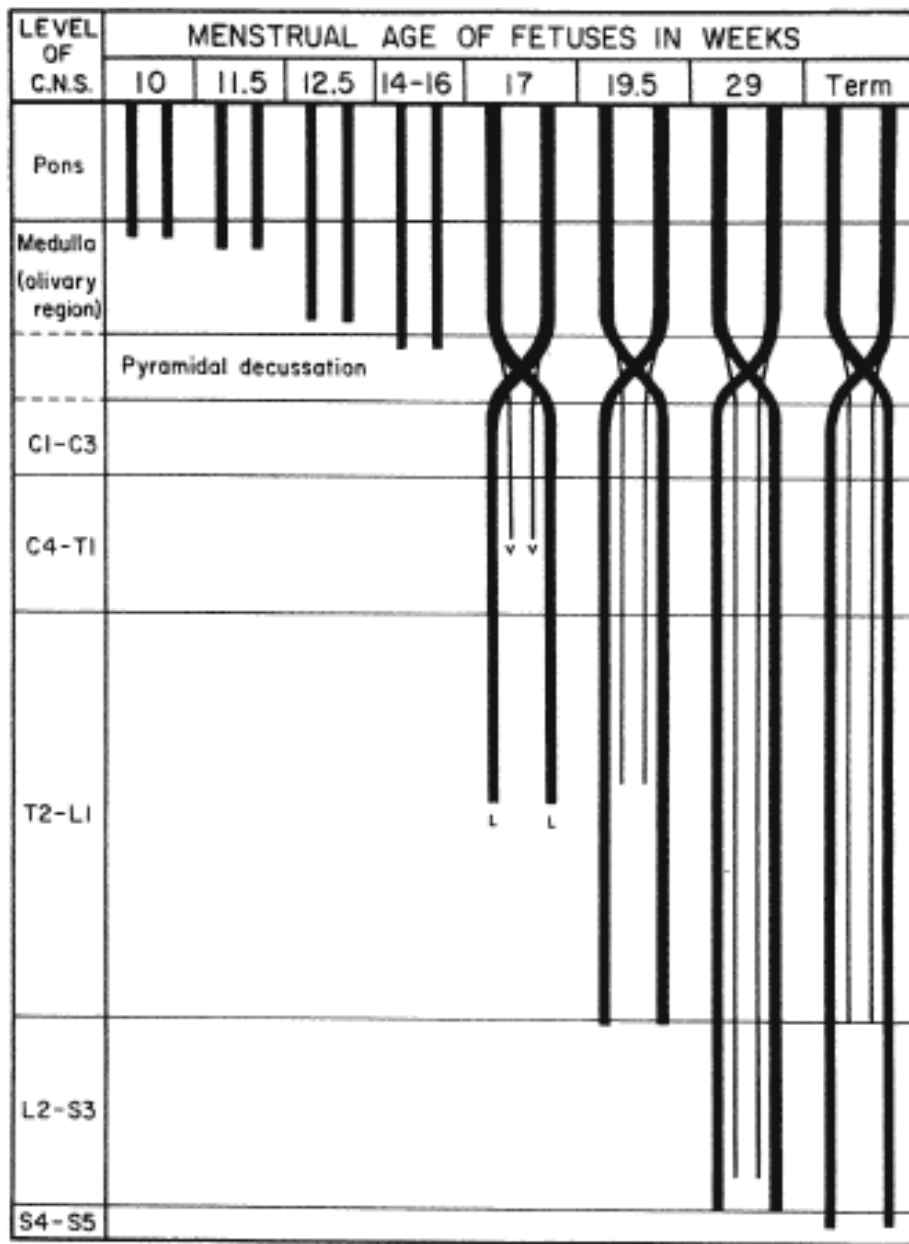
eares

alis lateralis

alis ventralis

midum (vlákna tr. cortico-spinalis lateralis

míchy a prodloužené míchy kříží



**Postup vrůstání vláken
pyramidové dráhy do míchy**

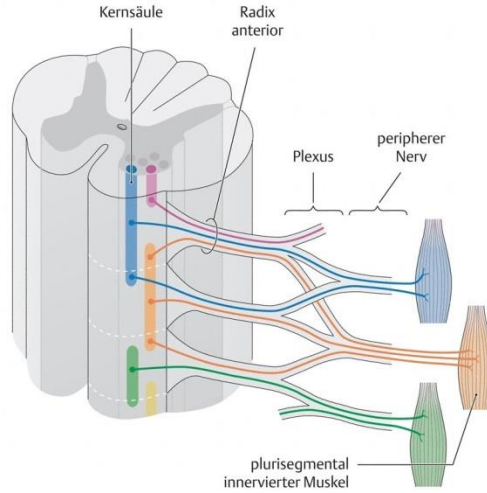
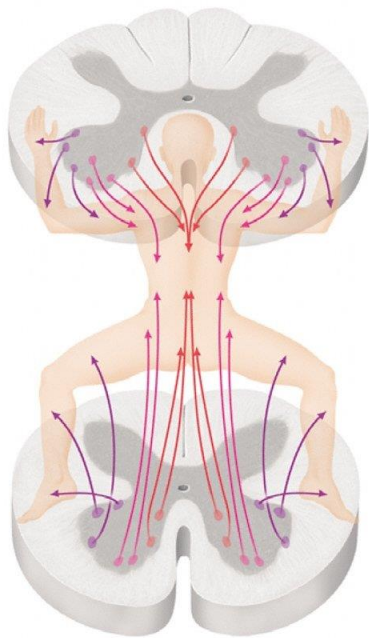
**Vlákna z M1 končí v lamina VII-IX,
vlákna z S v zadních rozích**

**Část přímo na motoneuronech (IX), část
na interneuronech (VII)**

Zkřížená složka – distální svaly

Nezkřížená složka –posturální svaly

Fig. 1.34 The outgrowth of the human corticospinal tracts
(after Humphrey 1960)



A Prinzip der Organisation der Zellsäulen in der Vordersäule des Rückenmarks

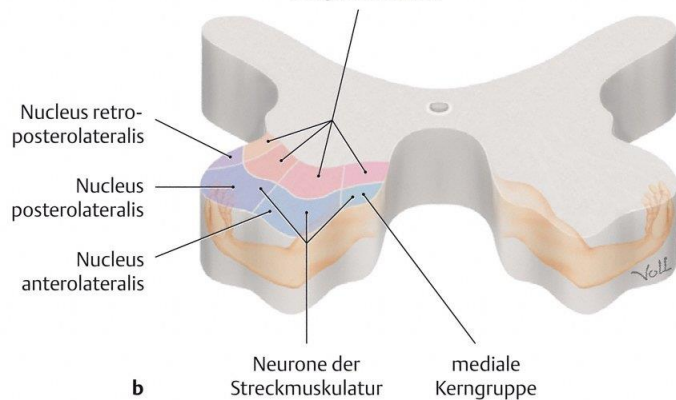


PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie · Kopf und Neuroanatomie
M. Schünke, E. Schulte, U. Schumacher. Illustrator: M. Voll
© Georg Thieme Verlag 2006 · Alle Rechte vorbehalten · www.thieme.de/prometheus

B Somatotopische Gliederung des Vorderhorns

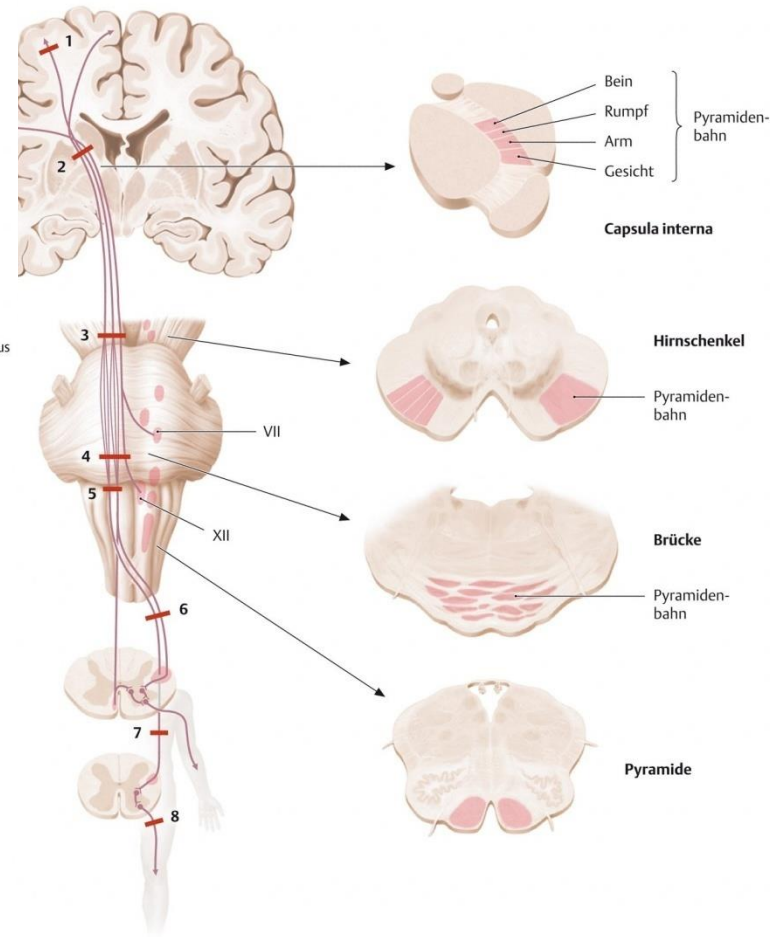
a Somatotopische Gliederung der Kernsäulen im Vorderhorn des gesamten Rückenmarks

neurone der Beugemuskulatur



B Somatotopische Gliederung des Vorderhorns

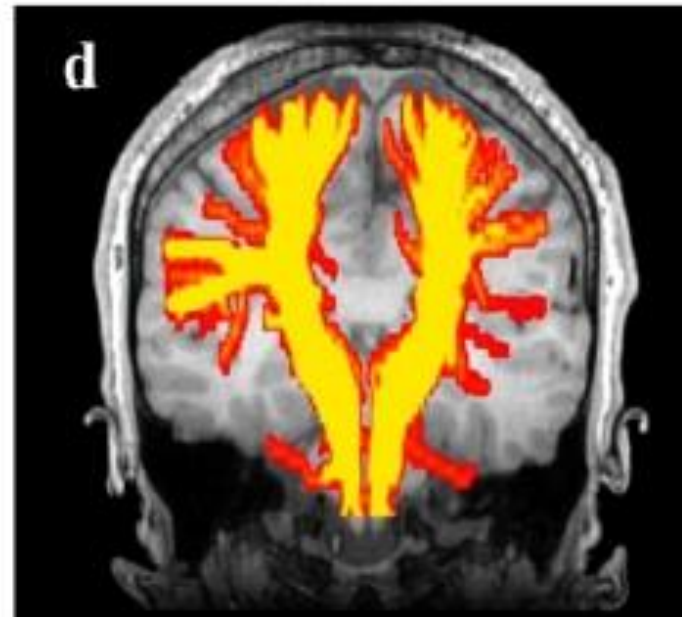
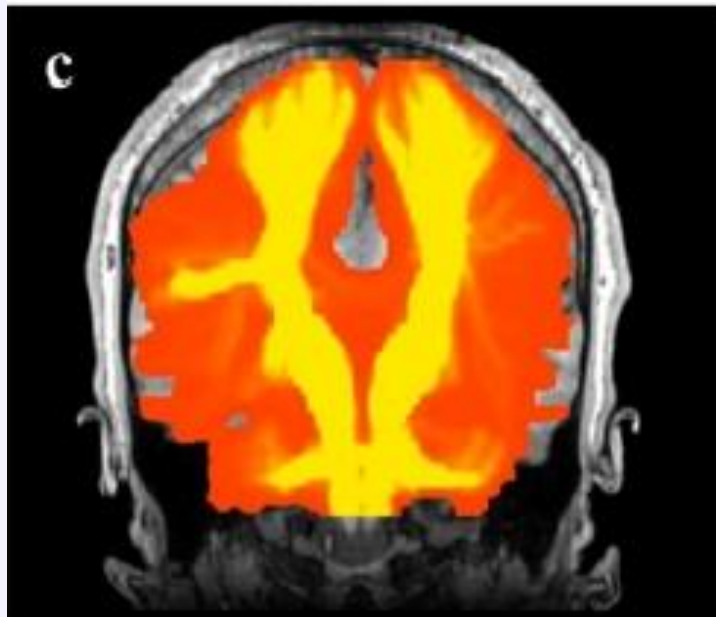
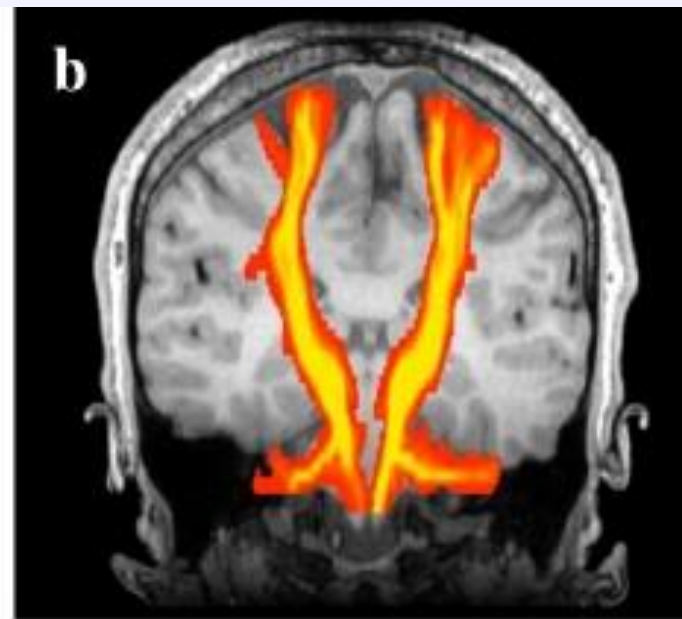
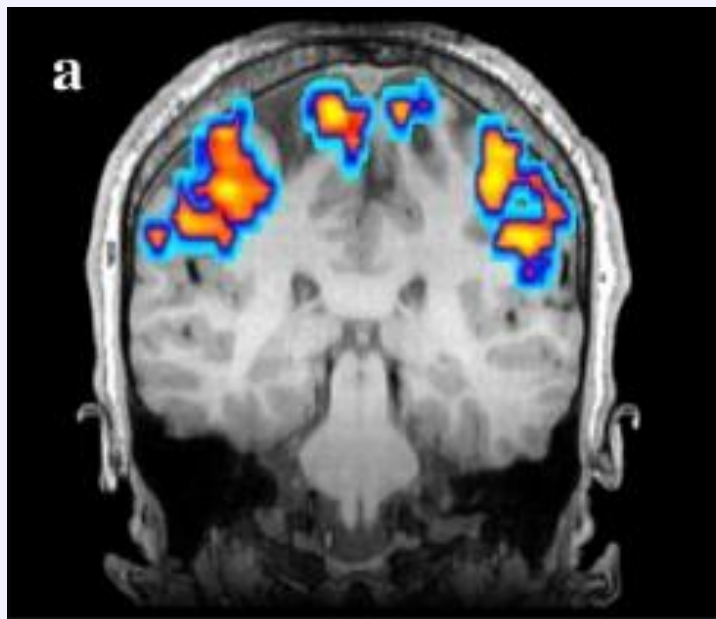
b Somatotopische Gliederung der Kernsäulen im Vorderhorn des Zervikalmarks



B Läsionen der zentralen motorischen Bahnen und ihre Folgen



PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie · Kopf und Neuroanatomie
M. Schünke, E. Schulte, U. Schumacher. Illustrator: M. Voll
© Georg Thieme Verlag 2006 · Alle Rechte vorbehalten · www.thieme.de/prometheus



Difussion tensor imaging – traktografie tr. cortico-spinalis.

Tr. cortico - nuclearis

Obdoba tr. Co-Spi., přímá dráha k jádrům hlavových nervů, z korové i sensitivní oblasti. V capsula interna prochází v genu, v crura cerebri mediálně od pyramidové dráhy, dál sestupuje kmenem k jádrům hlavových nervů. Končí u jader okohybných nervů, V., VII., IX+X., XI., XII. Vedou i kontrolní vlákna, z S oblastí.

Kmenové motorické dráhy

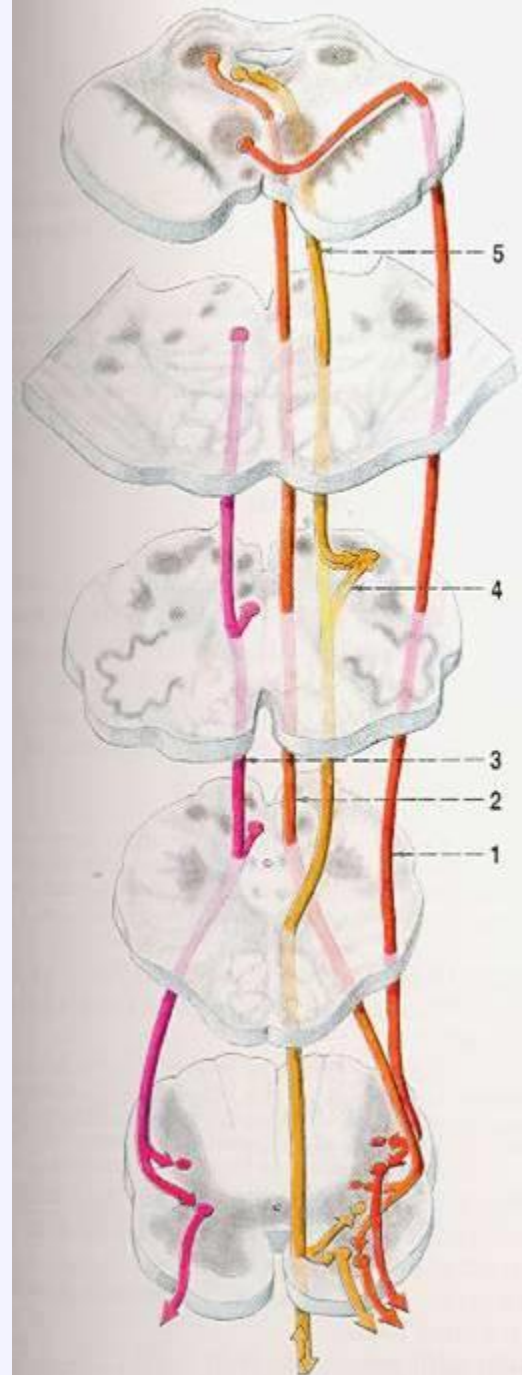
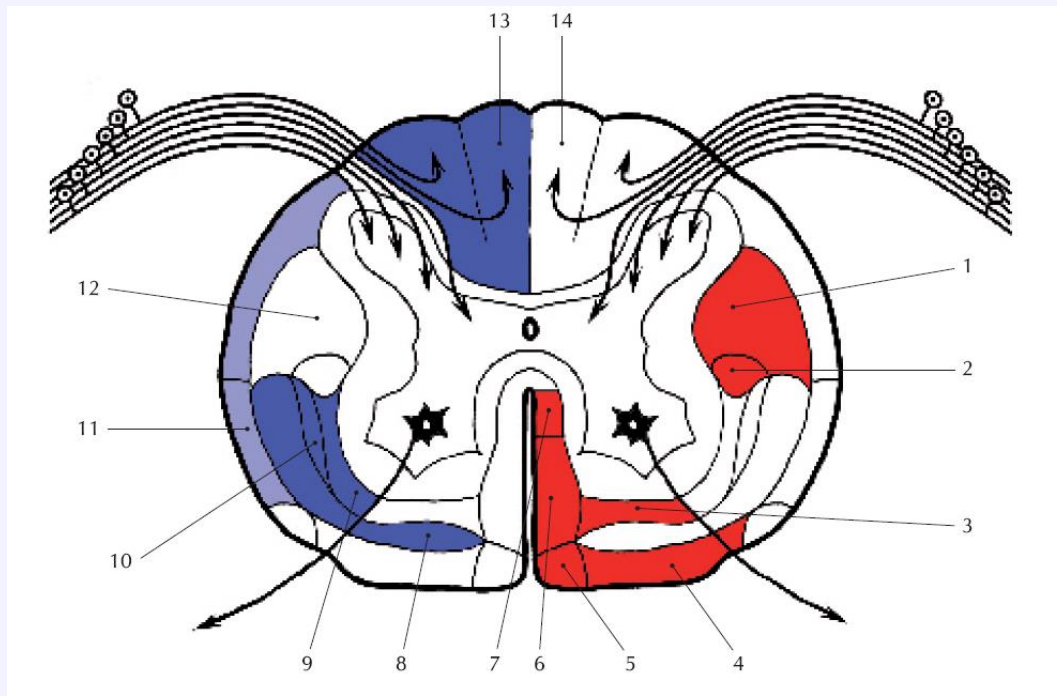
tr. rubro - spinalis

tr. tecto - spinalis

tr. reticulo - spinalis

tr. vestibulo - spinalis

tr. intersticio - spinalis



Kmenové motorické dráhy

Tr. NR – spinalis

NR, decussatio tegmenti ventralis, later. provazce,
nejvíce v krční míše V-VII

excitační vliv na proximální svaly končetin a
motoneurony flexorů. Převádí nejen vlivy korové,
ale i mozečkové.

Tr. tecto – spinalis

v hlubokých vrstvách colliculus superior, dec. teg.
dorsalis, končí v horních krčních segmentech
míšních IV-VII, motorika hlavy a krku v návaznosti
na zrakové a sluchové podněty.

Kmenové motorické dráhy

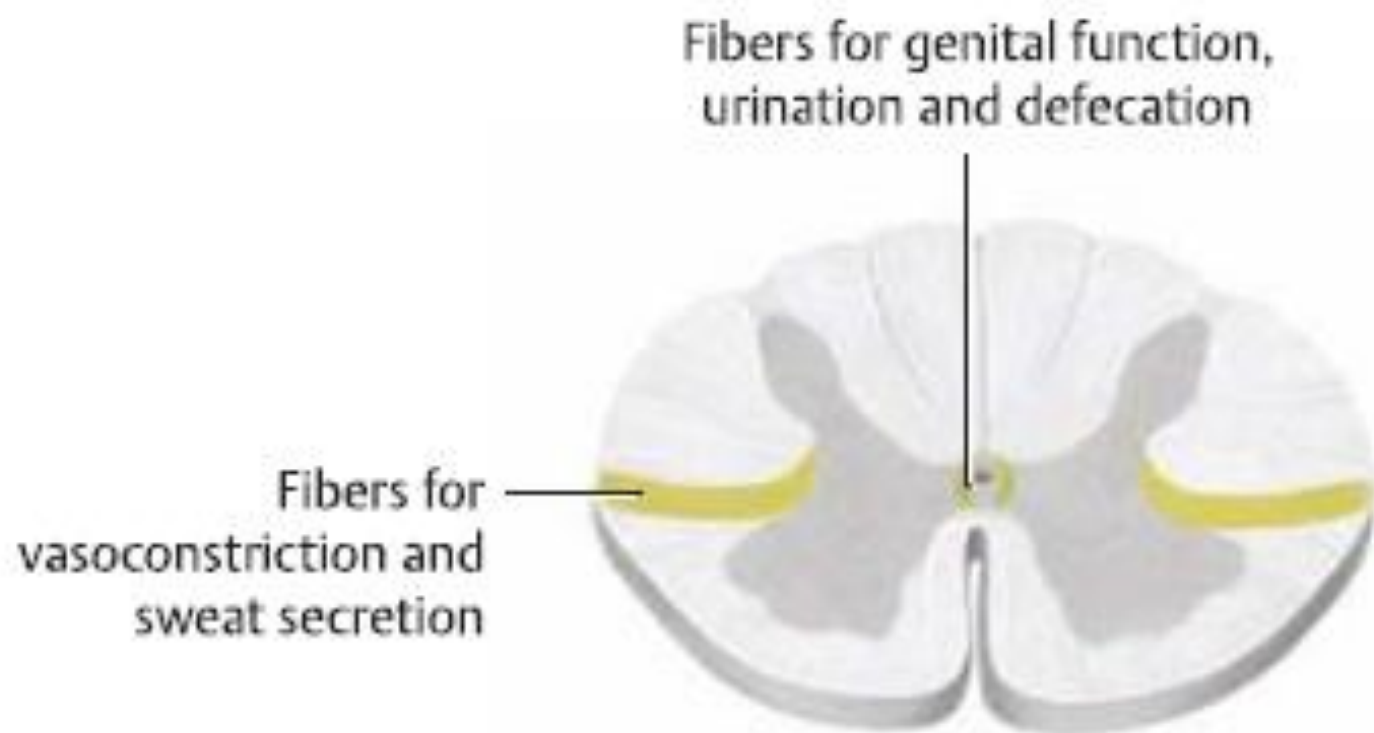
Tr. reticulo – spinalis

Začíná ve všech systémech RF, zkřížená i nezkřížená složka, přední a lat. provazce, končí ve všech oddílech míchy, V- VIII, šíjové a zádové svaly, extensory

Tr. vestibulo – spinalis

z ncl. vestibularis lateralis, nezkřížená, přední provazce, v celém rozsahu míchy VII-VIII, převádí do míchy impulsy z vestibula a mozečku. Ovlivňuje napětí axiálního svalstva zodpovědného za vzpřímené držení těla.

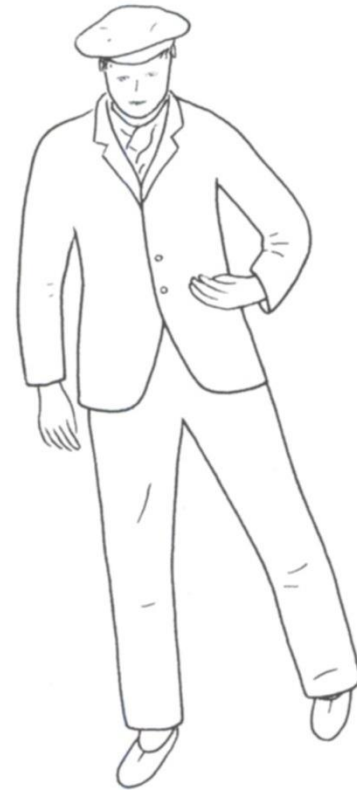
Fig. 42.2 Autonomic tracts in the spinal cord



Postižení míchy

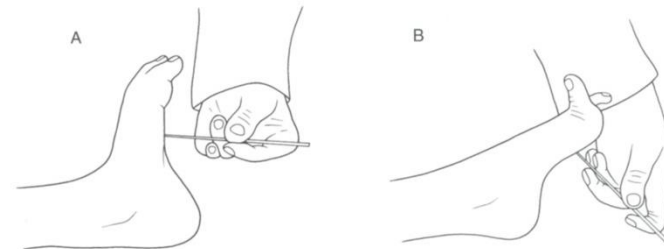
Postižení motoneuronu v míše nebo v kmeni - snížení až ztráta svalového tonu, snížení šlachových a napínacích reflexů, atrofie svalů z nečinnosti.

Postižení motorické dráhy - omezení nebo nemožnost volního pohybu, zvýšený svalový tonus, napíací a šlachové reflexy také. Svaly v trvalém napětí. Povrchové reflexy jsou vyhaslé. Objevení atypického plantárního reflexu - Babinski

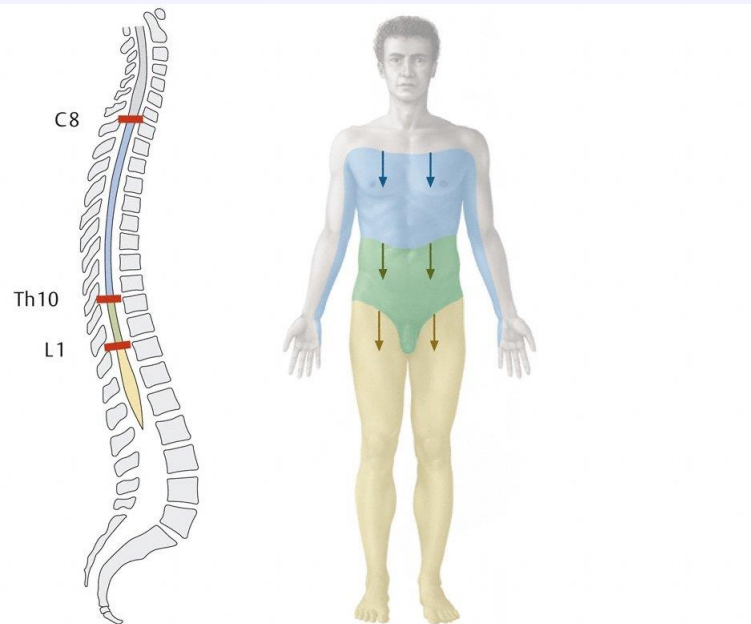


Obr. 12.11. Hemiplegie na levé straně. Všimněte si charakteristického postavení horní končetiny s flexí v lokti a zápěstí. Paretická dolní končetina při pokusu o nakročení vykonává polokruhovitý pohyb (cirkumdukce)

Obr. 12.12. Inverze plantárního reflexu při centrální paréze (Babinského příznak). A: normální plantární reflex se vybavuje podrážděním kůže chodidla (od paty k prstům) a odpovědí je plantární flexe všech prstů. B: u pacienta s centrální parézou (poškození pyramidové dráhy) je při podráždění kůže chodidla patrná dorzální flexe palce

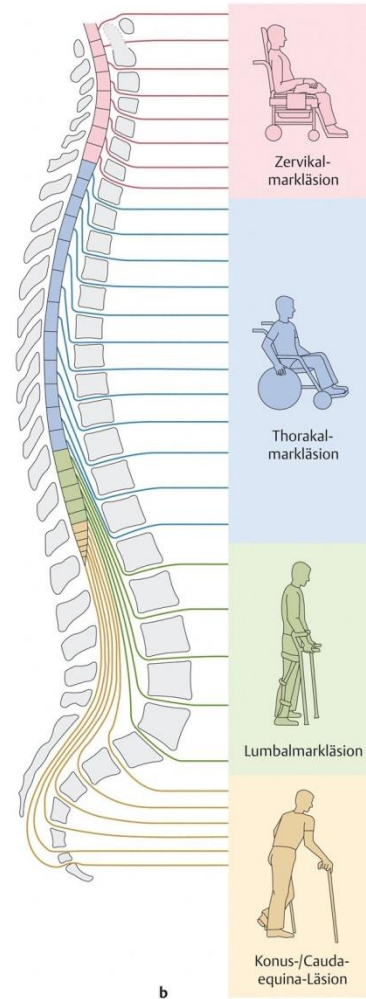
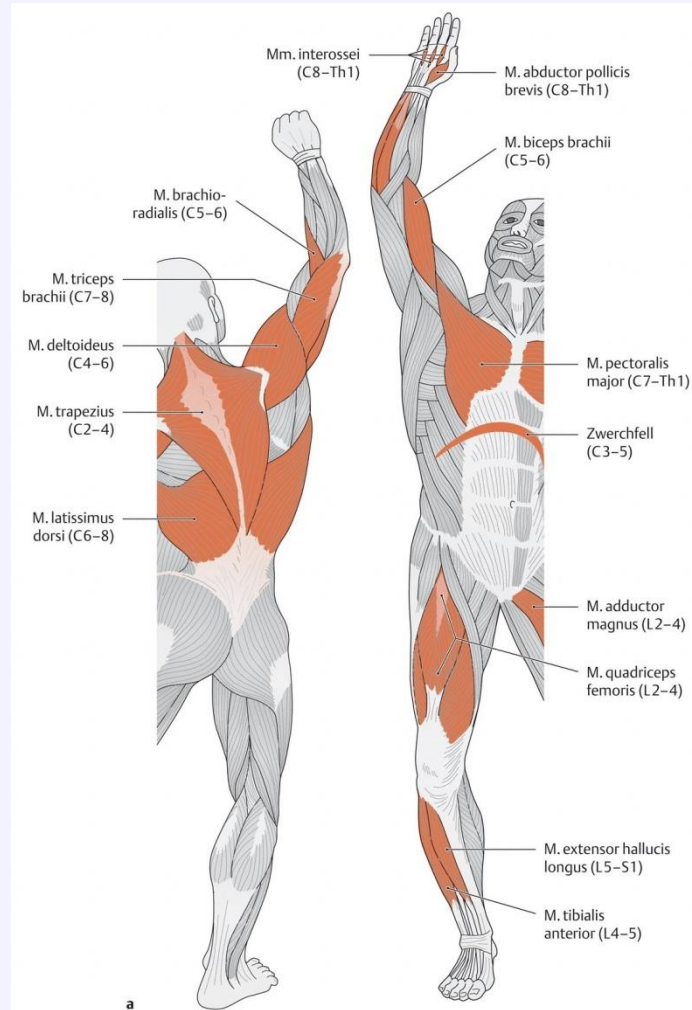


Transversální míšní leze



A Ausfallerscheinungen bei Querschnittslähmungen auf unterschiedlicher Höhe des Rückenmarks

PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie · Kopf und Neuroanatomie
M. Schünke, E. Schulte, U. Schumacher. Illustrator: M. Voll
© Georg Thieme Verlag 2006 · Alle Rechte vorbehalten · www.thieme.de/prometheus



C Höhendiagnostik von Rückenmarksläsionen

a Muskeln und Rückenmarkssegmente | b Unterschiedlicher Grad der Behinderung in Abhängigkeit von der Höhe der Querschnittslähmung

PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie · Kopf und Neuroanatomie
M. Schünke, E. Schulte, U. Schumacher. Illustrator: M. Voll
© Georg Thieme Verlag 2006 · Alle Rechte vorbehalten · www.thieme.de/prometheus

Brown-Séquardův syndrom:

Přerušení tr. corticospinalis lat.:

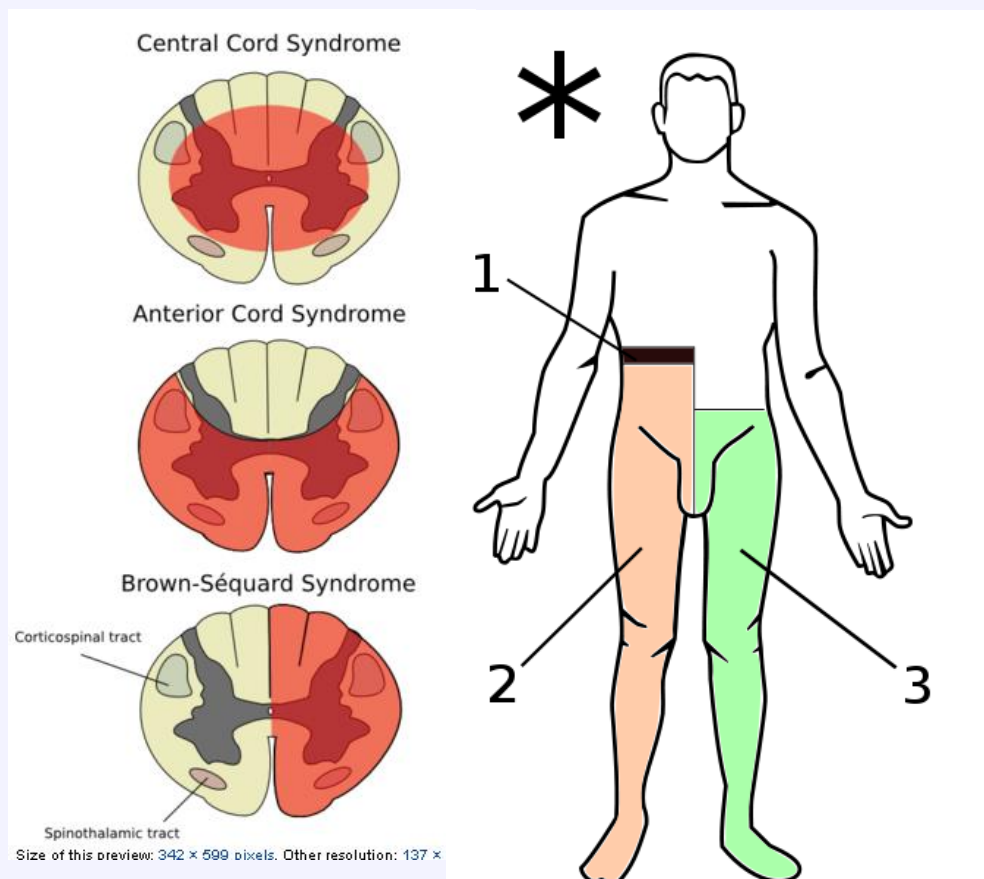
ipsilaterální spastická
obrna pod úrovní leze
Babinského znamení na
straně leze

Přerušení zadních provazců:

ipsilaterální ztráta
taktilního čítí, vnímání
vibrací a propiocepce
pod úrovní leze

Přerušení tr. spinothalamicus:

druhostranná ztráta
vnímání bolesti a teploty.
Většinou 2-3 segmenty
pod úrovní leze.



*** = Strana leze**

1 = chabá obrna

**2 = spastická obrna a ztráta
mechanorecepce a propiocepce**

3 = ztráta percepce teploty a bolesti

Použité materiály

Brodal P: Centrálny nervový systém. Osveta, 1. vyd., Martin, 2008

Čihák R: Anatomie 3. Praha, Grada, 2004

Druga, Grim, Dubový: Anatomie CNS, Galen, Karolinim, 1. vyd, 2011

Naňka O, Elišková M: Přehled anatomie, 2. vyd., Galén - Karolinum, Praha 2009

Petrovický P: Klinická a systematická anatomie, 3. díl, Osveta

Sobotta J: Atlas of Human Anatomy Vol 1 –2 Munich, Urban und Schwarzenberg, 1993

Williams P & Warwick R: Gray's Anatomy, 37 ed, Churhill Livingstone, 1996

Thieme Atlas of Anatomy – Head and Neuroanatomy, Thieme, 2007

Tillman: Atlas der Anatomie, Springer, Heidelberg, 2005

The University of Cansas School of Medicine <http://www.kumc.edu/anatomy>

database **EMBBS** - <http://www.mdchoice.com/photo/phototoc.asp>

Area nervina

Všechny struktury inervované z jednoho nervu

Area radicularis sensitiva

Kožní oblast, svaly a orgány sensitivně zásobené jedním míšním kořenem

Area radicularis motorica

Sval či jeho část inervovaná z jednoho předního kořene

Útrobní kořenové okrsky

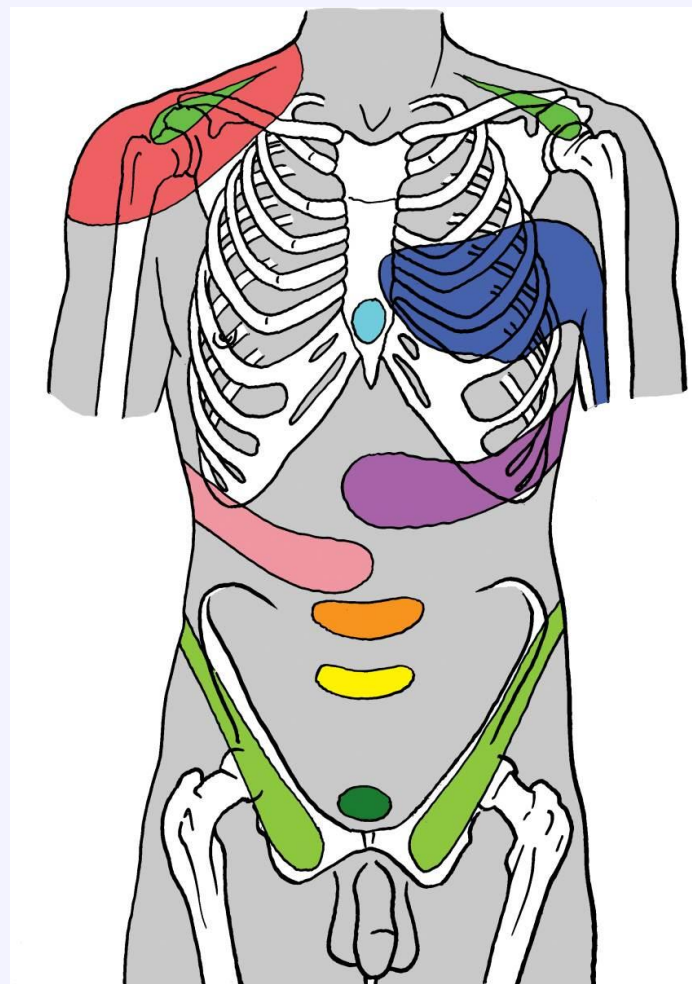
Z míšních nervů vedou senzitivní vlákna ke všem útrobám, jsou určena k vedení pocitu útrobní bolesti.

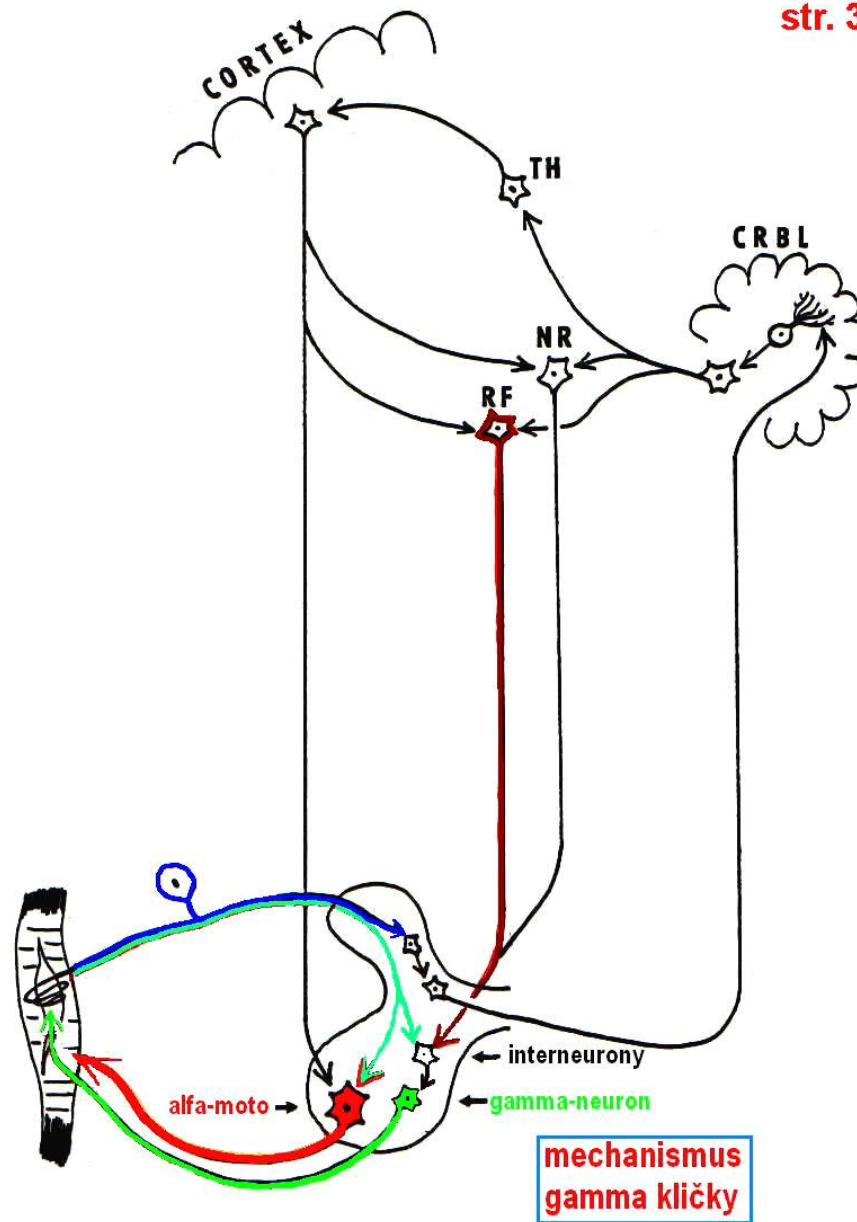
Těla těchto neuronů leží, stejně jako těla neuronů určených pro kožní inervaci, ve spinálních gangliích. Viscerální bolest zpravidla vzniká náhlým roztažením orgánu či prudkou kontrakcí jeho hladké svaloviny.

Protože se během embryonálního vývoje mění poloha orgánů, jsou útrobní kořenové okrsky vzdálené od svých **dermatomů**. Při onemocnění orgánů dutiny hrudní či břišní se, ale některé kožní okrsky stávají citlivé na dotyk. Tyto kožní okrsky jsou označovány

jako **Headovy zóny**. Kožní přecitlivělost při onemocnění jednotlivých orgánů je pravděpodobně způsobena tím, že bolestivé signály z orgánů zvyšují citlivost neuronů zadního míšního rohu na běžnou signalizaci z kůže. Bolest vyzařuje do dermatomů, které jsou inervovány ze stejných míšních nervů jako příslušné orgány. Předpokládá se, že bolestivé podněty z postiženého orgánu jsou v zadním míšním rohu a v thalamu chybně interpretovány jako kožní podněty.

Nemocný ale bolest dobře lokalizuje, a tak není vyloučena ani účast korové etáže.



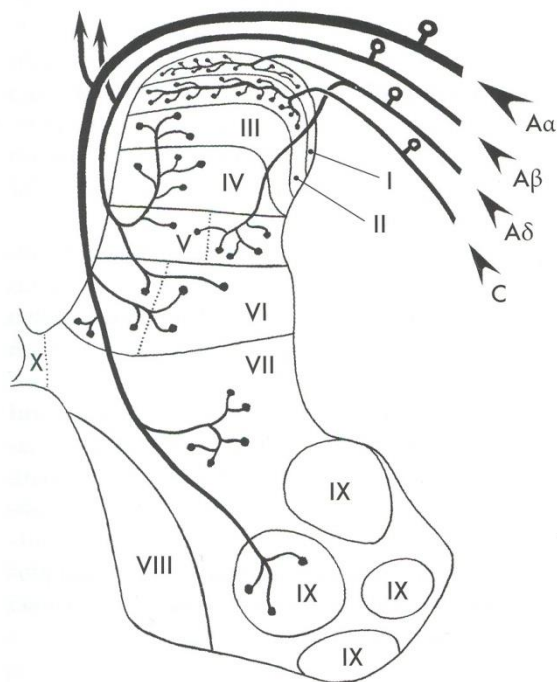


Zapojení gamma-motoneuronů do drah udržujících svalový tonus (těhož svalu)

a - alfa-motoneuron,
CRBL - cerebellum,
g - gamma-motoneuron,
i - interneuron,

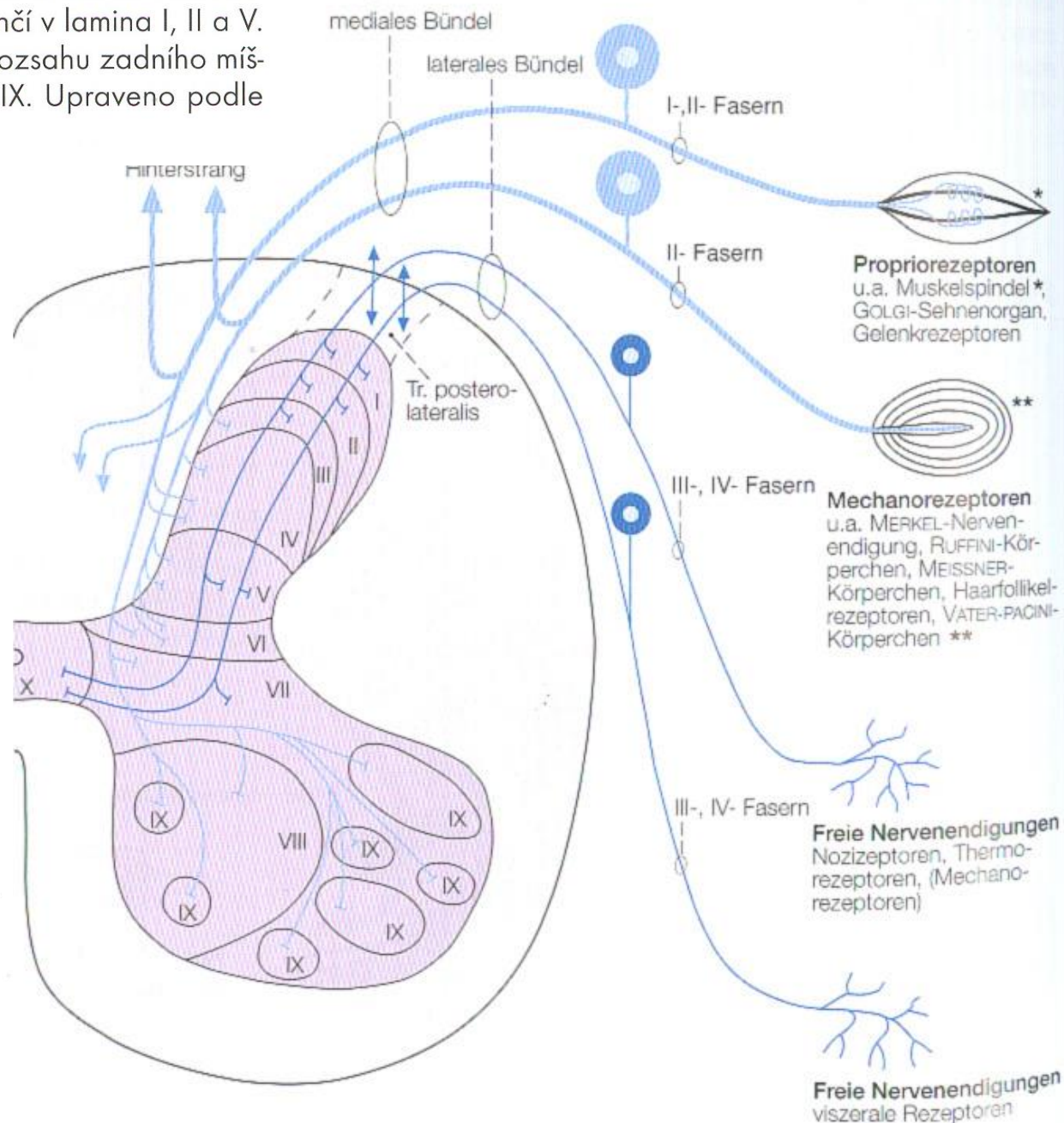
NR - ncl. ruber,
RF - retikulární formace,
Th - thalamus

Obr. 19. Zakončení vláken zadního míšního kořene v míšní šedi. Tenká vlákna (A δ , C) končí v lamina I, II a V. Silná vlákna (A α a A β) končí v celém rozsahu zadního míšního rohu a zasahují do lamina VII a IX. Upraveno podle P. Brodala (1998)



Obr. 19. Zakončení vláken zadního míšního kořene v míšní šedi. Tenká vlákna (A δ , C) končí v lamina I, II a V. Silná vlákna (A α a A β) končí v celém rozsahu zadního míšního rohu a zasahují do lamina VII a IX. Upraveno podle P. Brodala (1998)

Skemmy: Die Terminierungen von Propriozeptoren und Mechanorezeptoren bilden nach Abgabe von Kollateralen die Hinterstränge. Weitere Einzelheiten im Text.



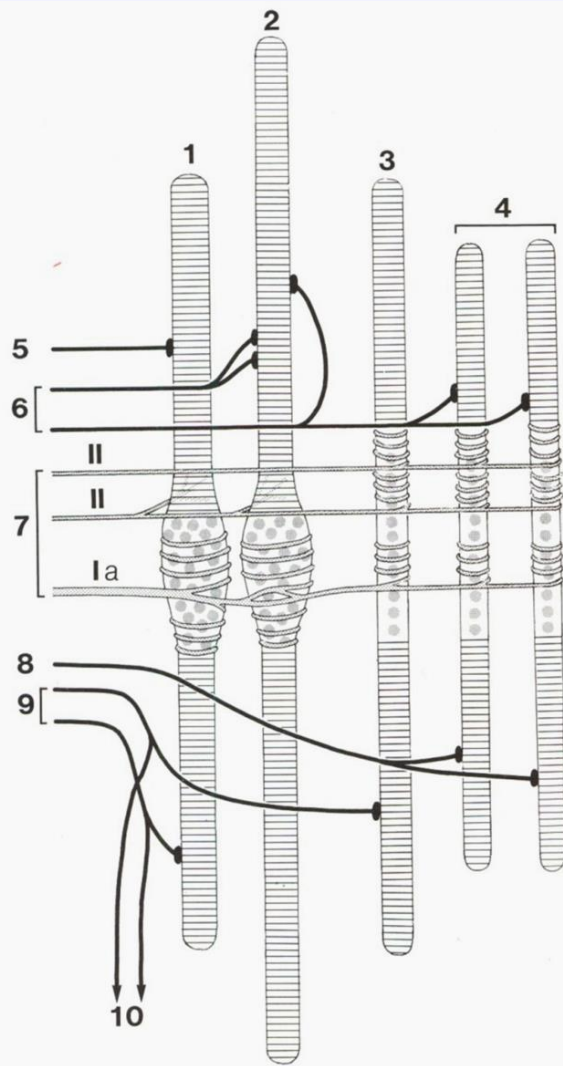


Abbildung 51: Muskelspindel – afferente und efferente Axone – Schematische Darstellung, bearbeitet nach Gray's Anatomy. 1 – statische Kernsackfaser, 2 – dynamische Kernsackfaser, 3 – lange Kernkettenfaser, 4 – kurze Kernkettenfasern, 5 – dynamische-efferente Nervenfasern, 6 – statische-efferente Nervenfasern, 7 – afferente Nervenfasern, 8 – statische β -efferente Nervenfasern, 9 – dynamische β -efferente Nervenfasern, 10 – Kollaterale für extrafusale Muskelfasern (in Anlehnung an „Gray's Anatomy“ 35th Edition, Longman 1973).

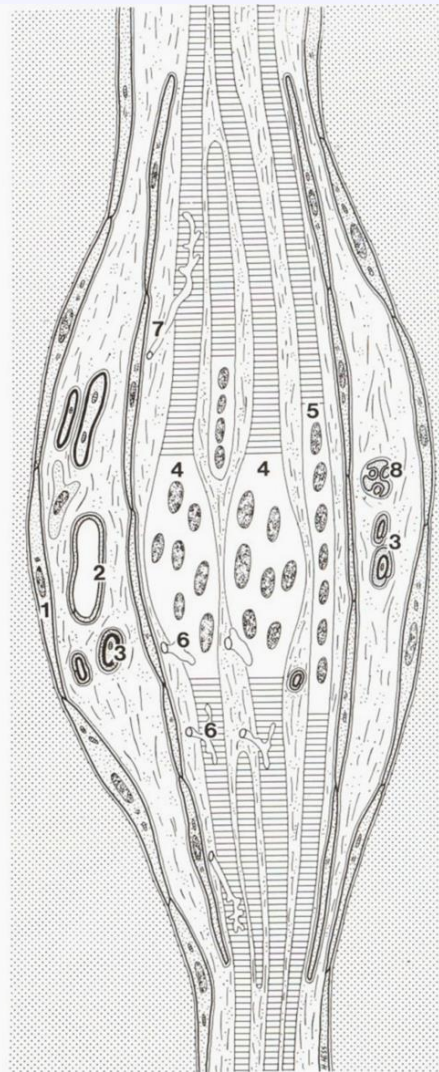
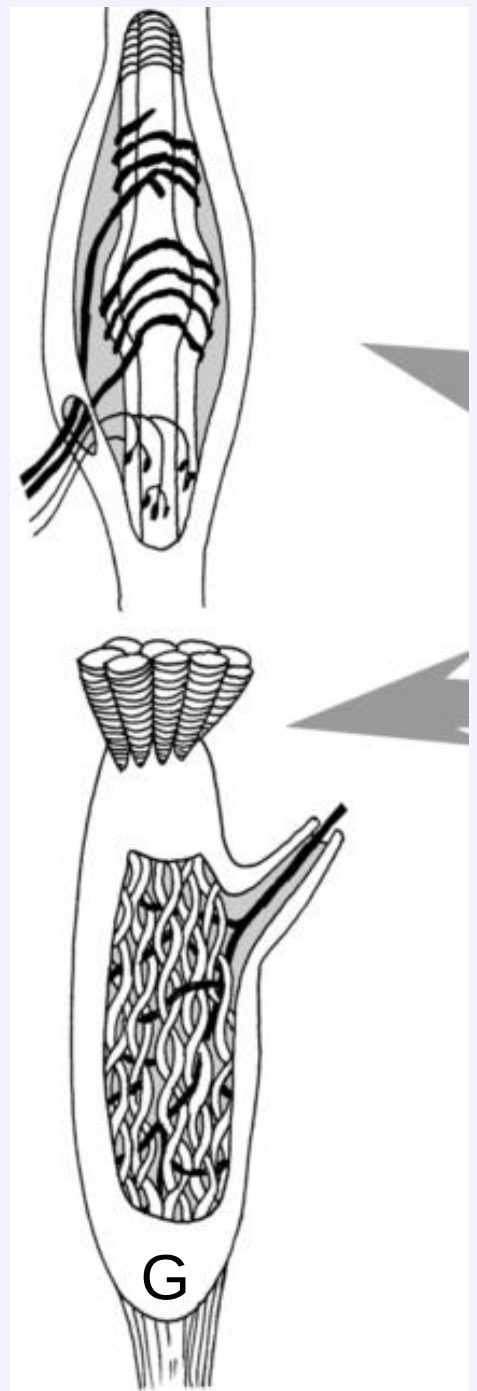


Abbildung 52: Muskelspindel in einem Längsschnitt – Halbschematische Darstellung. 1 – perineurale Kapsel, 2 – Kapillare, 3 – myelinisierte Nervenfasern, 4 – Kernsackfaser, 5 – Kernkettenfaser, 6 – sensible Nervenendigungen, 7 – motorische Nervenendigungen, 8 – marklose Axone.

Svalové vřeténko a Golgiho šlachové tělísko



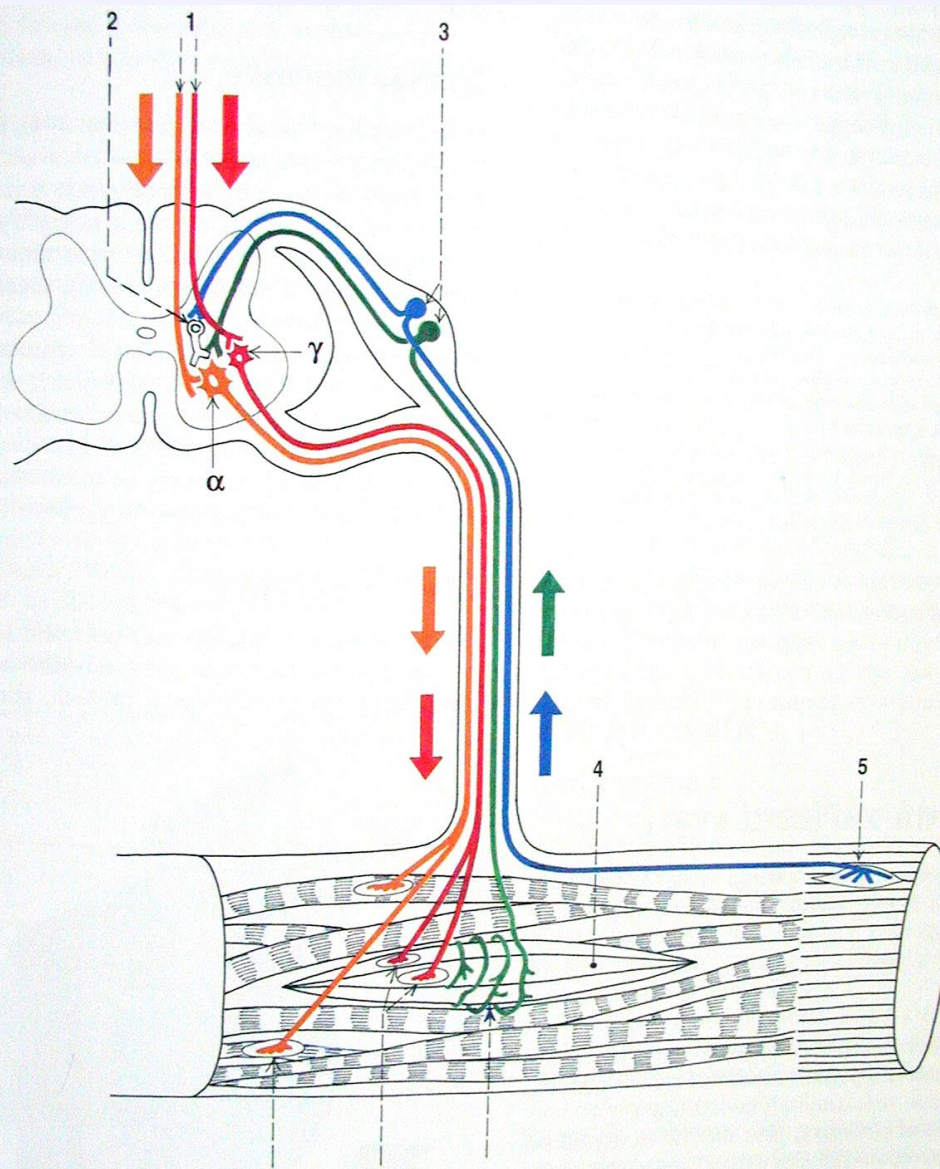


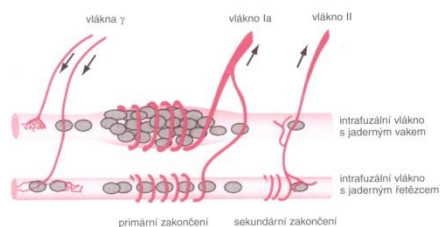
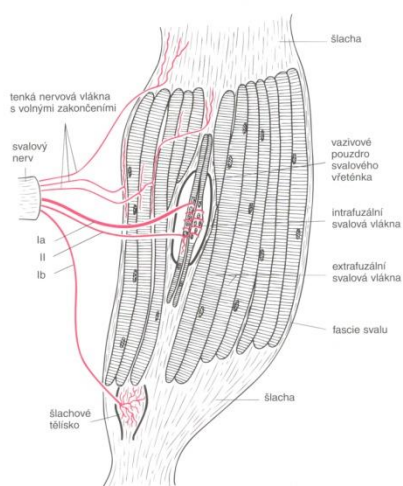
Fig. 5 A quail muscle spindle from the plantaris muscle of a quail leg grafted on the chick. Note typical quail nuclei in intrafusal fibres (arrows). $\times 1875$



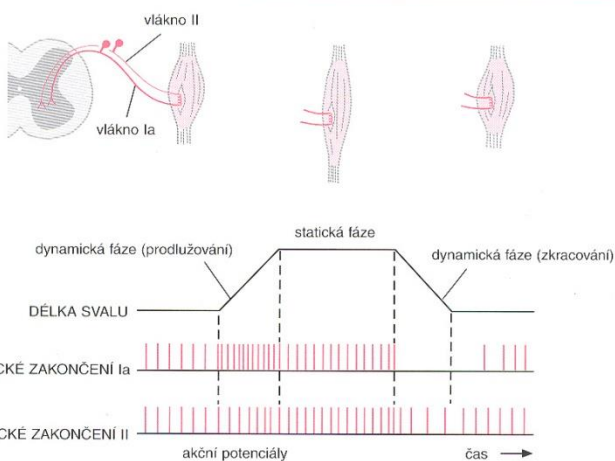
Svalové vřeténko

Anat Embryol (1999) 199:349–355 1999 Miloš Grim · Jirina Zelená · Zdenek Halata Petr Valášek · Viktor Szeder · Gabriela Jerábková: Development of mechanoreceptor numbers in embryonic chick-quail chimeras

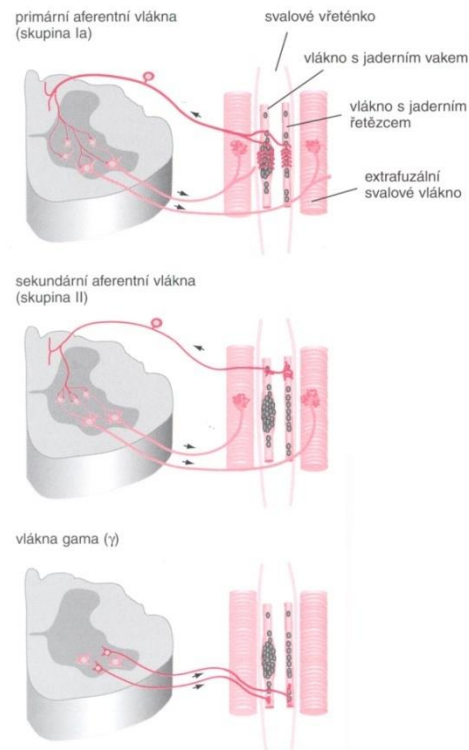
Obr. 6.4. Senzorická inervace kosterního svalu. Velikost receptoru je vzhledem ke svalu nadsazená. Protože je svalové vřetenko zakončeno do vaziva ve svalu, které přechází do šlachy, je napínáno, kdyžli je napínán celý sval. Volná nervová zakončení ve svalu jsou funkčně z velké části nociceptory



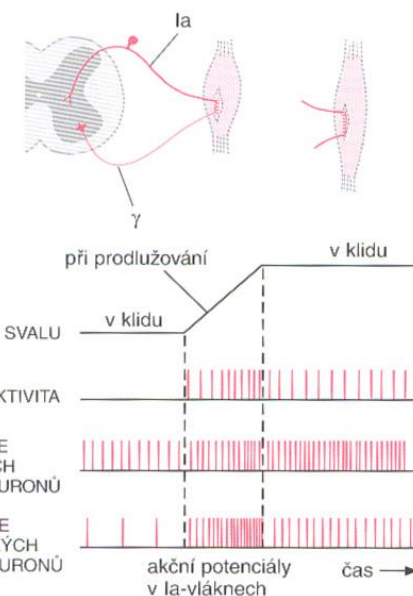
Obr. 6.5. Svalové vřetenko. Schematické znázornění dvou druhů intrafuzálních svalových vláken a jejich inervace. Modifikováno podle: Matthews, 1964



Obr. 6.7. Funkční vlastnosti svalového vřeténka. Primární i sekundární sensorická zakončení signalizují statickou délku svalu (statická citlivost), kdežto změny v délce svalu (pohyby) a jejich rychlost (dynamická citlivost) signalizují pouze primární zakončení. Graf je založen na záznamech z jednotlivých vláken zadních kořenů anestezované kočky. Změny frekvence impulzů vláken typu Ia a II mohou pak souviset se statickou délkou svalu (statická fáze) a protažením či zkrácením svalu (dynamické fáze). Frekvence akčních potenciálů ve vláknech zadních kořenů je znázorněna hustotou vertikálních čar v dolních dvou řádcích (svalové vřetenko v tomto pokusu není pod vlivem γ -motoneuronů)



Obr. 6.6. Inervace svalového vřeténka. Na **hoře**: rychle vedoucí vlákna typu Ia končí monosynapticky na α -motoneuronech v předním rohu. Je to reflexní oblouk, který umožňuje rychlý stah svalu vyvolaný poklepem na šlachu (monosynaptický neboli fázický napívací reflex). Ia-aferynty končí také na interneuronech a vydávají vzestupné a sestupné kolaterály do zadních provazců. **Uprostřed**: vlákna typu II končí na interneuronech v columně intermedia a v předním rohu. **Dole**: malé γ -motoneurony jsou obsaženy mezi velkými α -motoneurony v předním rohu



Obr. 6.8. Působení γ -motoneuronů na svalové vřetenko. Stejný pokus jako na obr. 6.7 až na to, že vedle záznamu aktivity Ia-vláken izolovaných v zadních kořenech mohou být elektricky drážděny γ -axony izolované v předních kořenech. Je patrné, že pokud se nemění délka svalu a γ -vlákna nejsou simulována, nejsou v Ia-vlákních registrovány žádné výboje. Stimulace statických γ -vláken (která inervují vřetenko, z něhož vedou Ia-vlákna) má za následek výboje v Ia-vlákních i při neměnění se klidové délce svalu; prodlužování svalu na novou klidovou délku je provázeno zvýšením frekvence výbojů na novou stabilní úroveň. Stimulace dynamických γ -vláken zvyšuje frekvenci výbojů v Ia-vlákních zejména během prodlužování svalu



