

Mícha

vývoj, stavba, dráhy, reflexy

Veronika Němcová

PAVEL PETROVICKÝ

ANATOMIE S TOPOGRAFIÍ A KLINICKÝMI APLIKACEMI

III.
SVAZEK

NEUROANATOMIE,
CLINICKÁ NEUROLOGIE
A NEUROCHIRURGIE

KLINICKÁ NEUROANATOMIE CNS S APLIKOVANOU NEUROLOGIÍ A NEUROCHIRURGIÍ

Pavel Petrovický a kolektiv



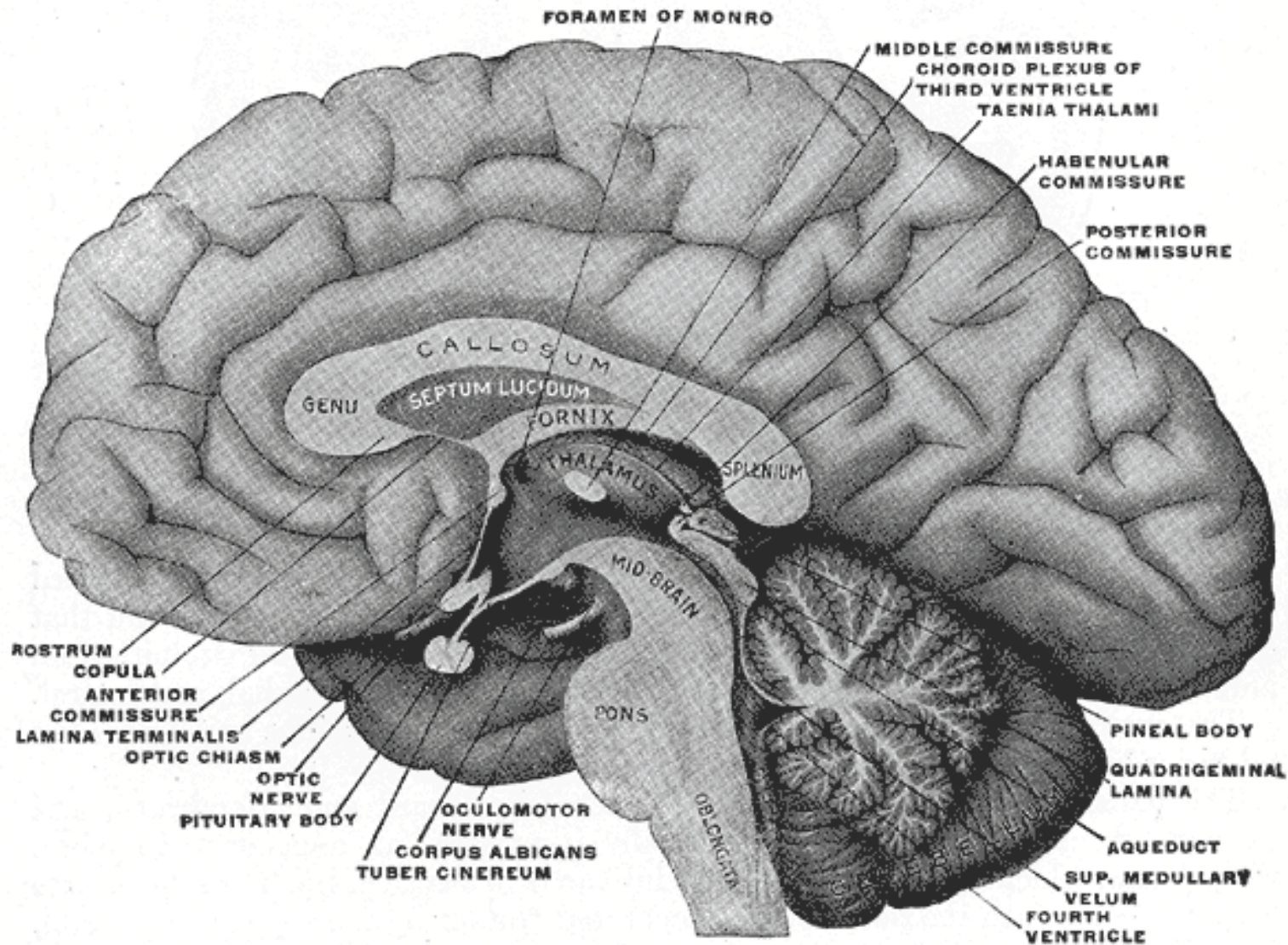
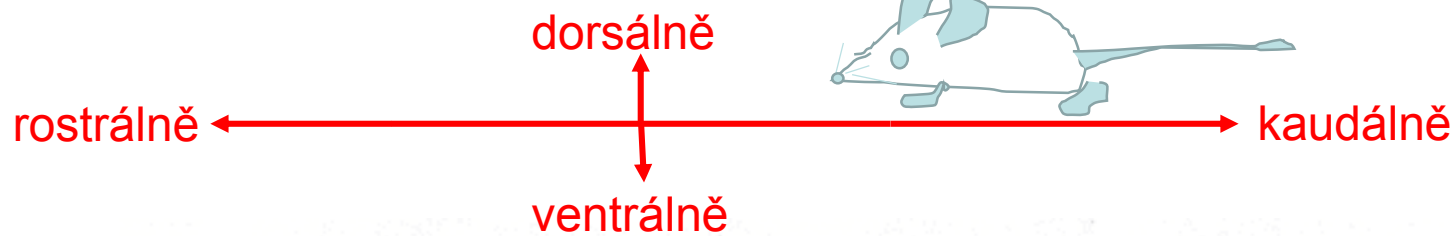
TRITON

řezy mozkem



Pavel Petrovický, Jiří Brabec

TRITON



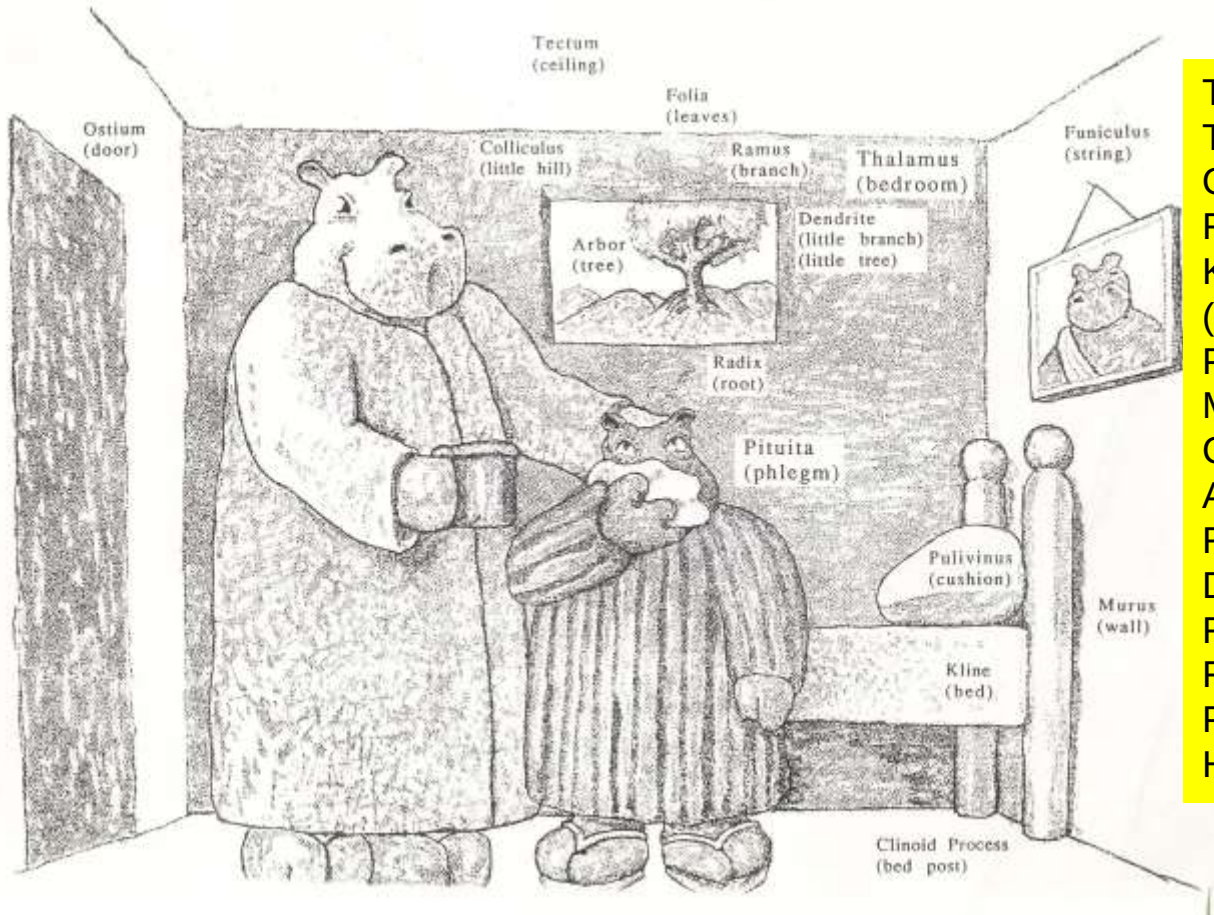
Terminologie



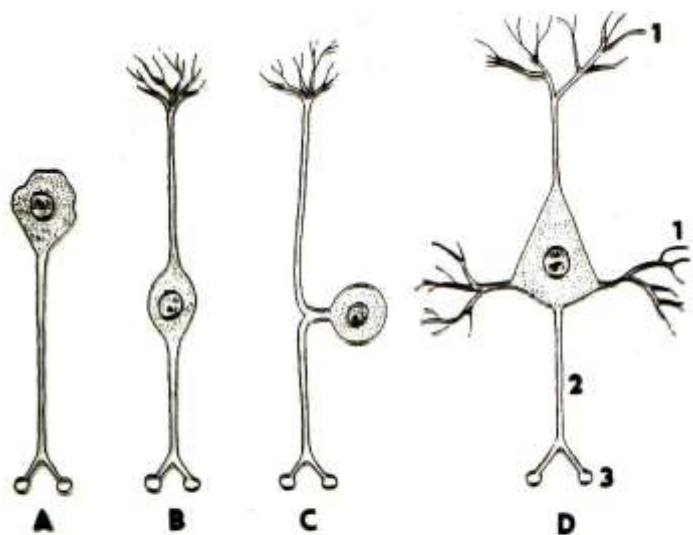
Hippo – hippocampus

- 1-coeruleus – namodralý
- 2-TECTUM – střecha
- 3-vitrum – sklo
- 4-fenestra – okno
- 5-lithos – kámen
- 6-lemniscus – stuha
- 7-brachia conjunctiva – spojené ruce
- 8-macula – skvrna
- 9 substantia gelatinosa – želé
- 10- ampulla – rozšíření nebo baňka
- 11 genu – koleno
- Klečet se může před Vaší eminencí – vyvýšeninou
- 12-pedunculus – nožka
- 13-operculum – poklička
- 14-amygdala – mandle
- 15- putamen – slupka
- 16- uncus – hák
- 17-decussatio - zkřížení

Terminologie



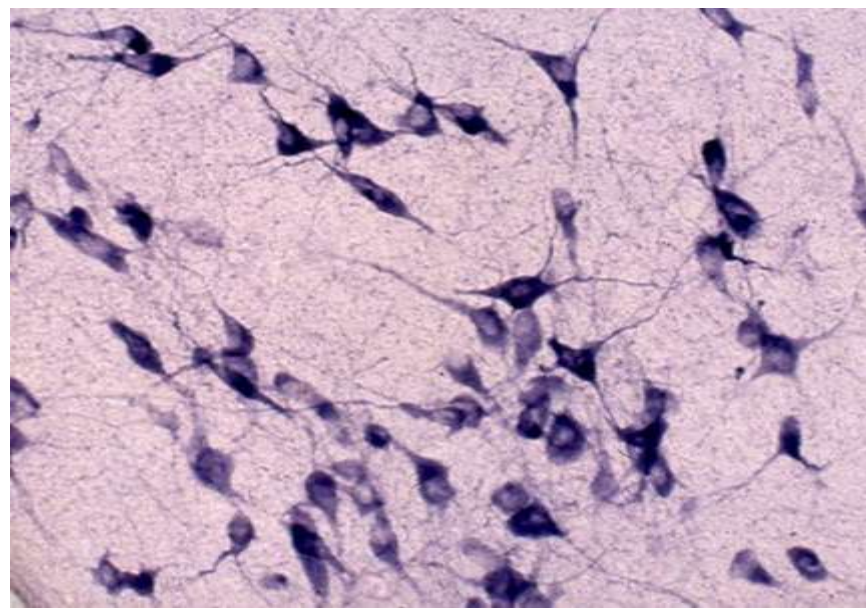
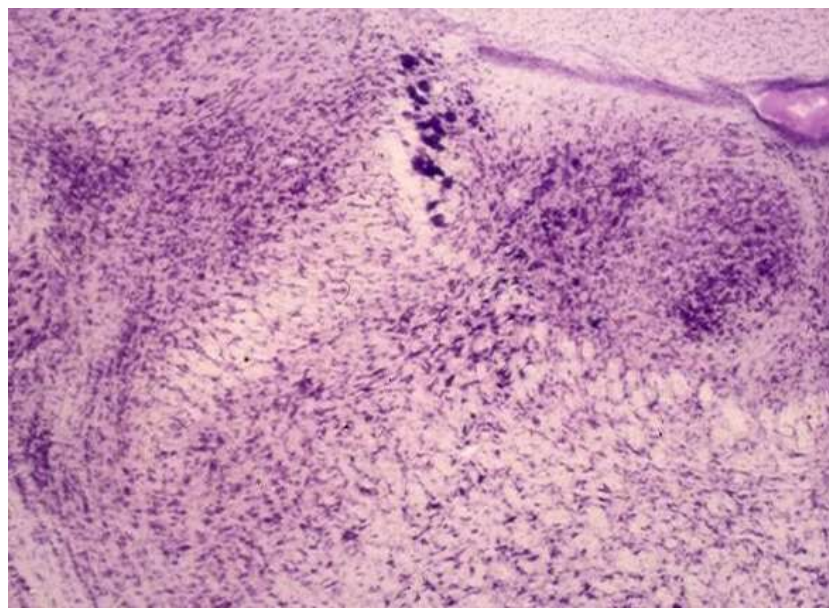
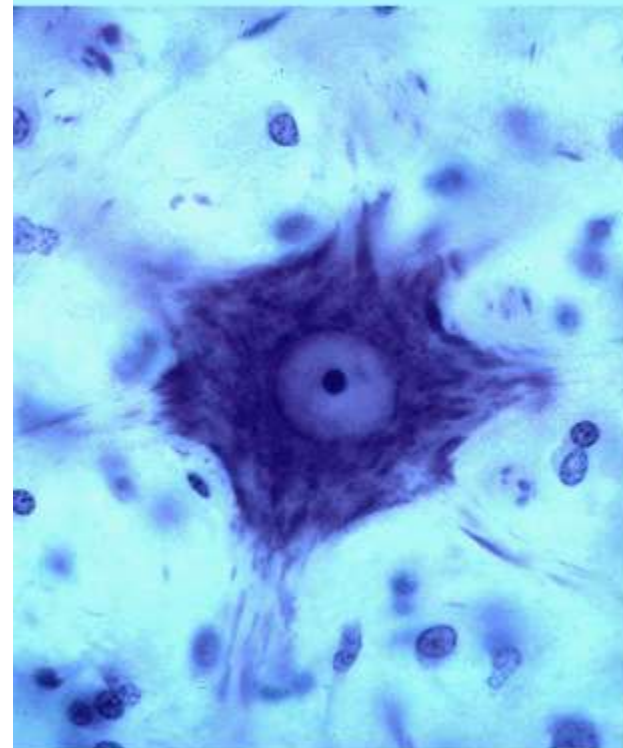
Thalamus – ložnice
Tectum – strop
Ostium – dveře
Funiculus – provaz, provazec
Kline – postel
(Processus clinoides)
Pulvinar – polštář
Murus – zeď
Colliculus – pahorek , hrbolek
Arbor – strom
Ramus -větev
Dendrite – větvička
Folia – listy
Radix – kořen
Pituita – hlen
Hypophysis – roste dole



Obr. 24.: Různé tvary nervových buněk.

- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| A - unipolární, | 1 - dendrit, |
| B - bipolární, | 2 - axon, |
| C - pseudounipolární, | 3 - axonální zakončení (bouton). |
| D - multipolární. | |

Motoneuron



Základní
stavební jednotky
nervové tkáně

neuron

9- axon

10-dendrit

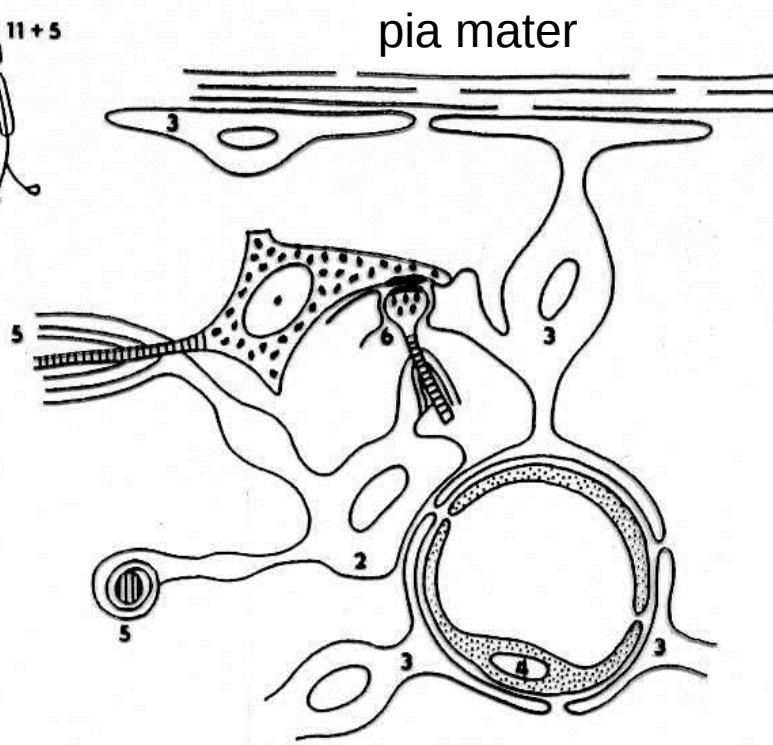
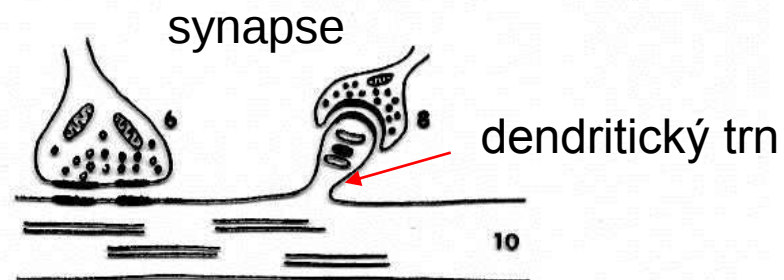
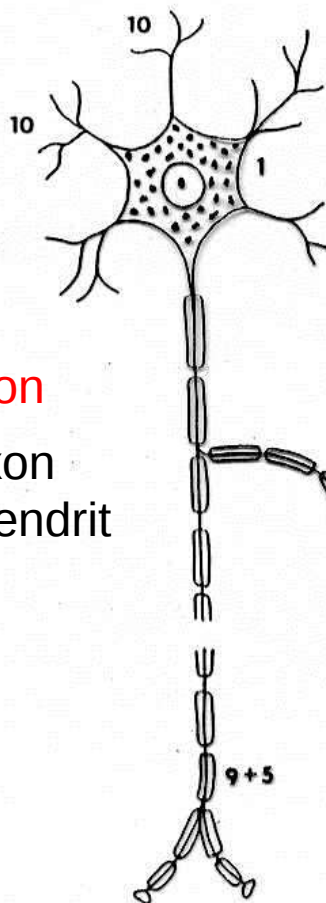
2 - oligodendroglie

3 - astrocyty

4 - kapilára

5 - myelinová pochva

11 - kolaterála axonu



Obr. 1.:

ependym -
vystýlá komory

mikroglie - imunita

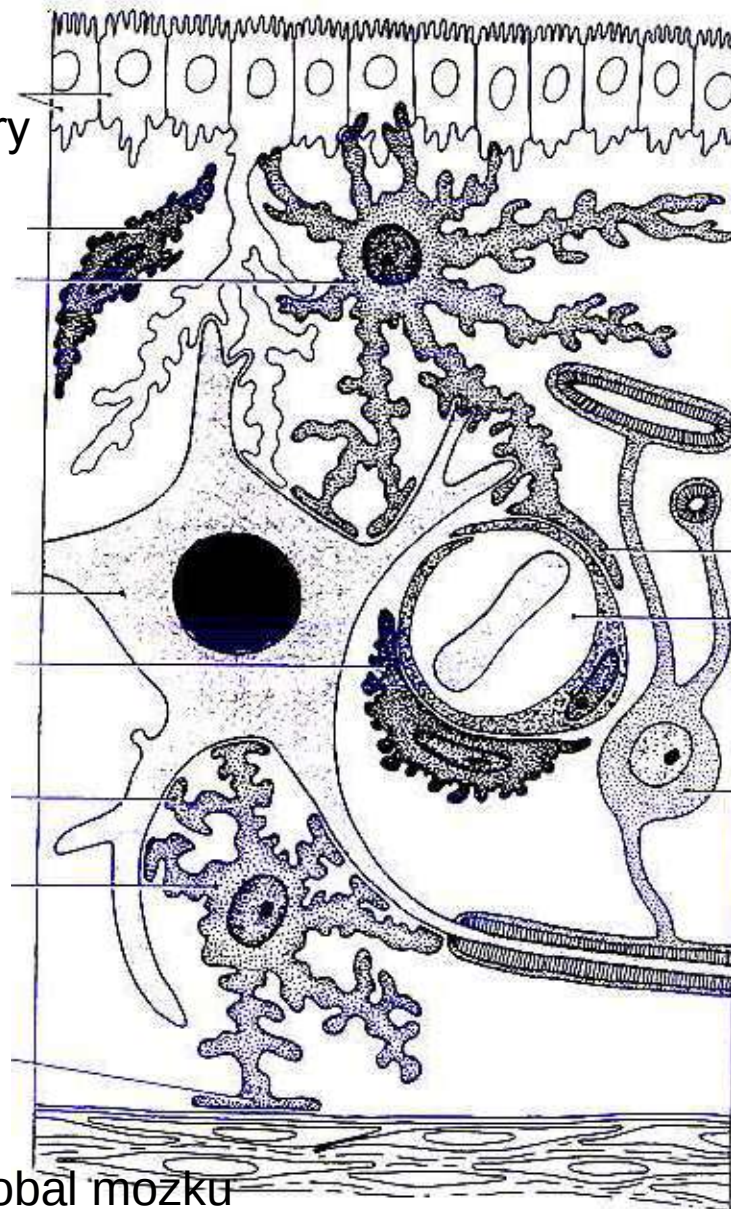
astrocyt

neuron
mikroglie

astrocyt –
výživa
neuronu

piální nožka
astrocytu

pia mater obal mozku
obsahuje cévy



- 1) Neurony
- 2) Glie – podpůrné buňky
astrocyty
oligodendrocyty
mikroglie
- 3) Ependym

kapilární nožka
astrocytu

kapilára

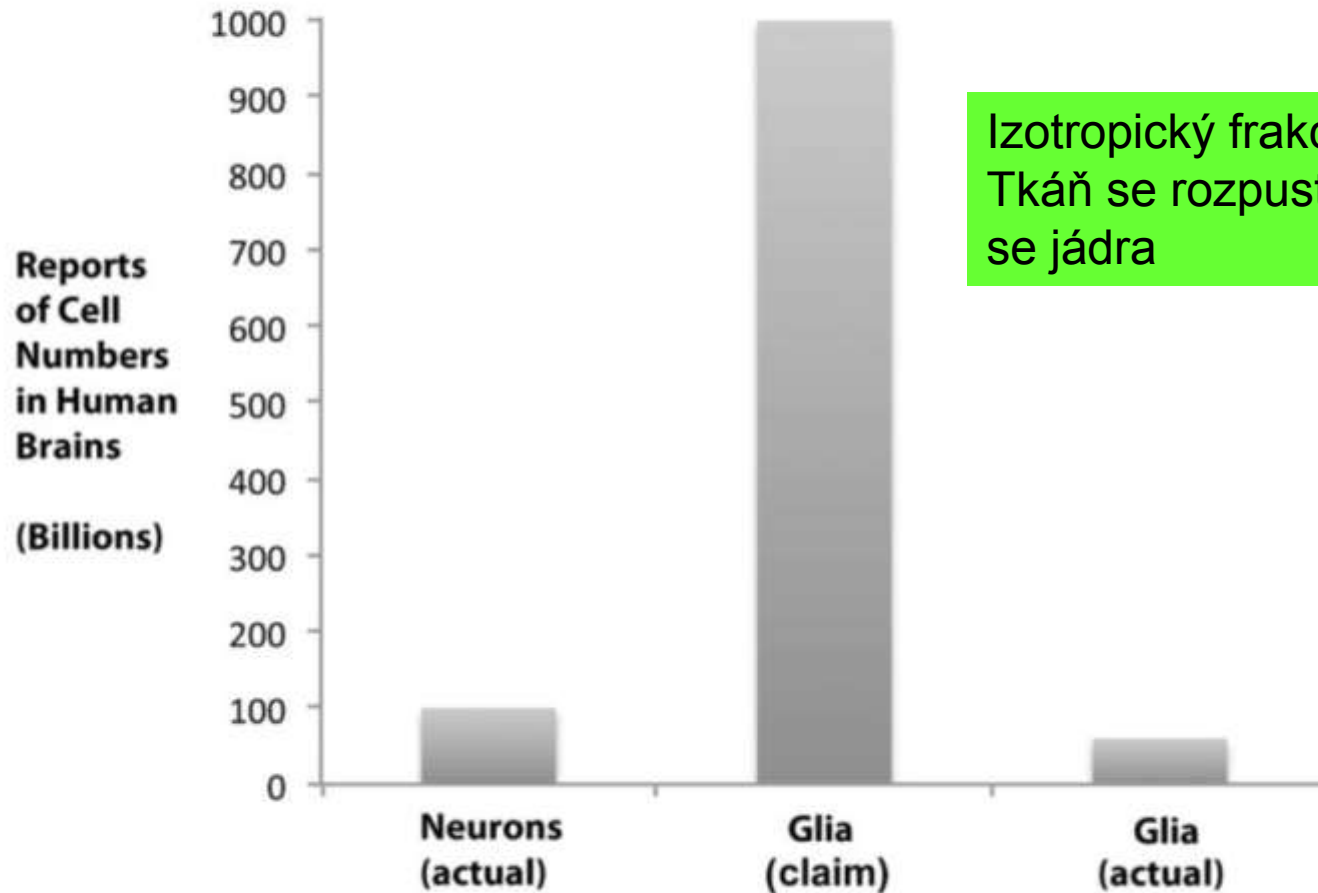
oligodendrocyt
tvoří myelinovou
pochvu

Axon s myelinovou
pochvou

Neuron:glie
1:10?

1:1!

Fig. 3



Neurony : glie - skoro 1:1
Kolem 100 miliard

Izotropický frakcionátor
Tkáň se rozpustí a počítají
se jádra

This graph summarizes the essence of [Table 6](#). From the 1960s until 2009, the number of glial cells in human brains was reported to be about one trillion, 10 times more than neurons (100 billion), as detailed in [Table 6](#). The number of glia, based on published data, is in fact lower than the number of neurons, resulting in a glia-neuron ratio of less than 1 rather than 10:1.

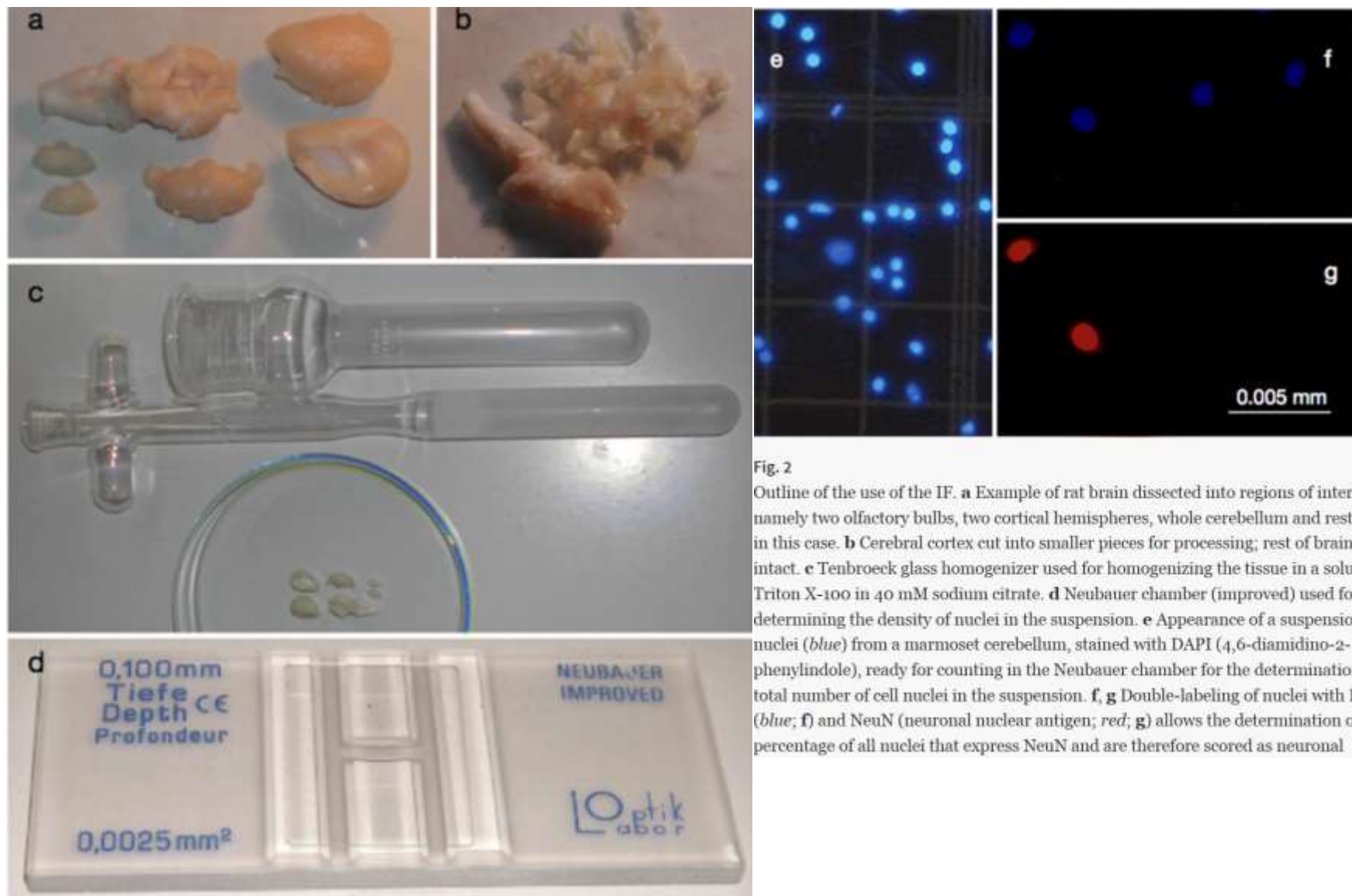


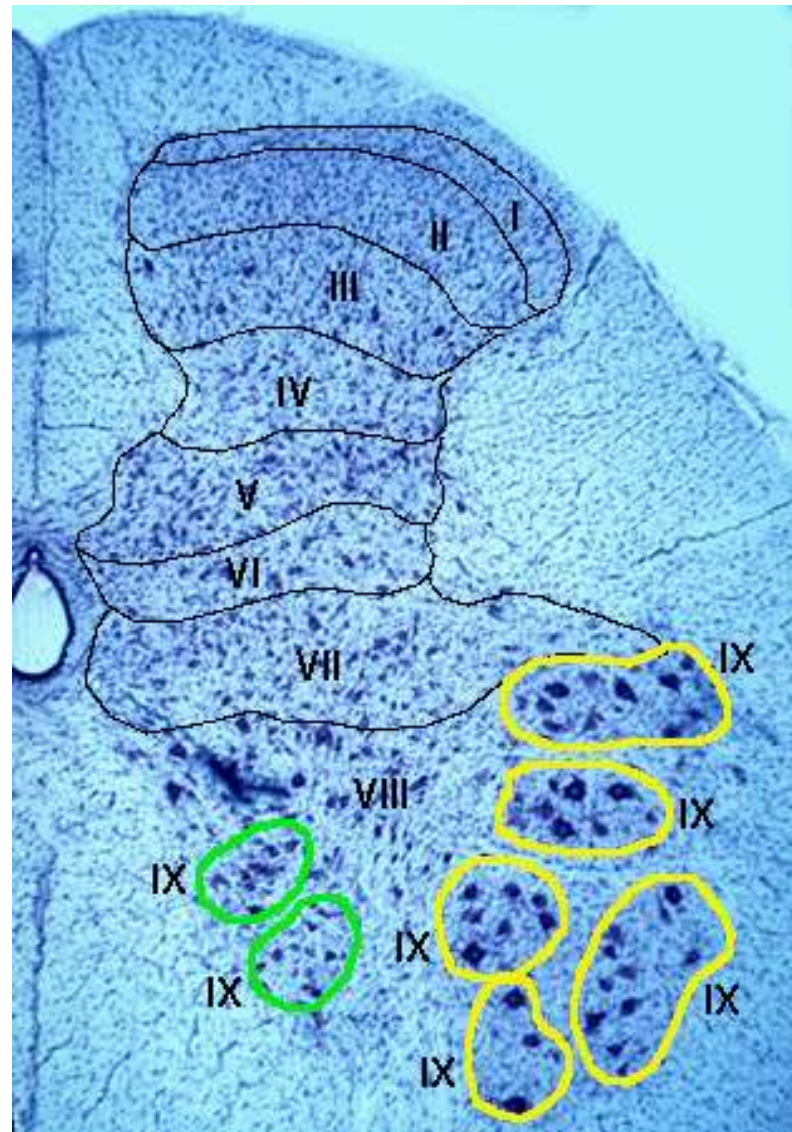
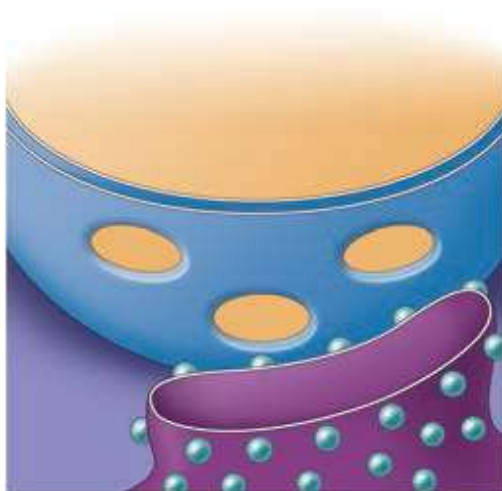
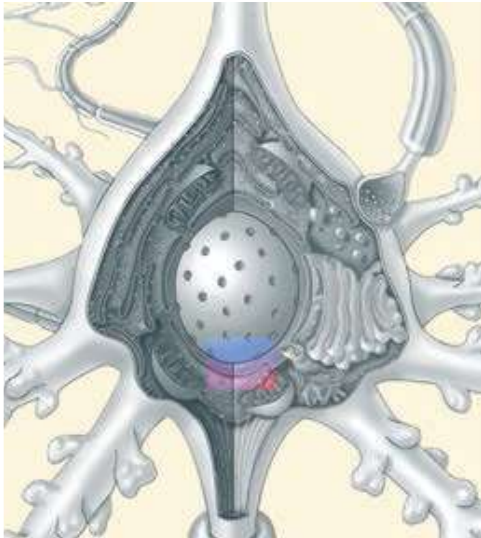
Fig. 2

Outline of the use of the IF. **a** Example of rat brain dissected into regions of interest, namely two olfactory bulbs, two cortical hemispheres, whole cerebellum and rest of brain, in this case. **b** Cerebral cortex cut into smaller pieces for processing; rest of brain still intact. **c** Tenbroeck glass homogenizer used for homogenizing the tissue in a solution of 1 % Triton X-100 in 40 mM sodium citrate. **d** Neubauer chamber (improved) used for determining the density of nuclei in the suspension. **e** Appearance of a suspension of free nuclei (blue) from a marmoset cerebellum, stained with DAPI (4,6-diamidino-2-phenylindole), ready for counting in the Neubauer chamber for the determination of the total number of cell nuclei in the suspension. **f**, **g** Double-labeling of nuclei with DAPI (blue; **f**) and NeuN (neuronal nuclear antigen; red; **g**) allows the determination of the percentage of all nuclei that express NeuN and are therefore scored as neuronal

How to count cells: the advantages and disadvantages of the isotropic fractionator compared with stereology Herculano-Housel et al. 2015

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00441-015-2127-6>

Nisslovo barvení- kresylviolet' barví se **drsné ER**
nejsou vidět výběžky



Šedá hmota míchy

Dendrity

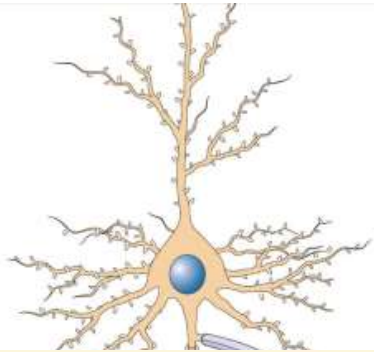
Větvící se výběžky

Receptory

Mohou mít trny

Obsahují polyribosomy – syntéza proteinů

Vedou celullipetálně



Dendrite from a normal infant



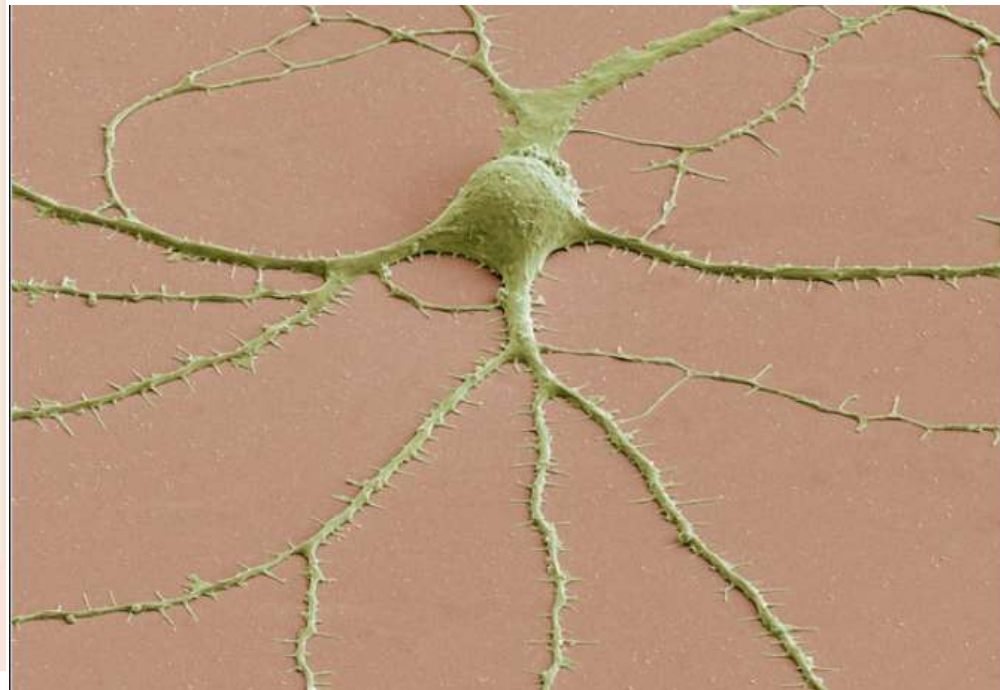
Dendrite from an intellectually disabled infant



10 μ m

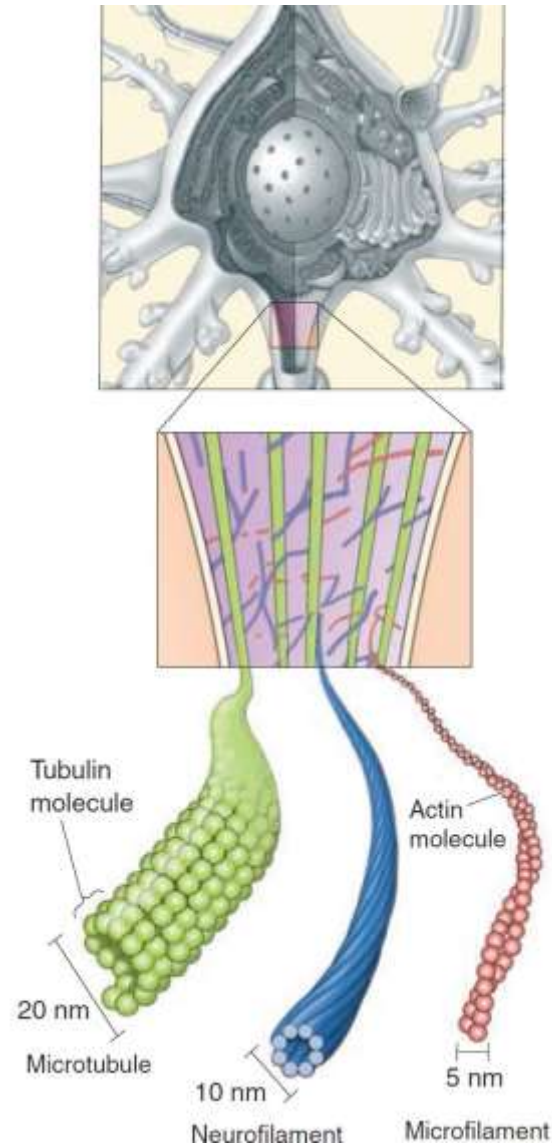
Figure A

Normal and abnormal dendrites. (Source: Purpura, 1974, Fig. 2A.)



Cytoskelet

Tvar buňky a transport



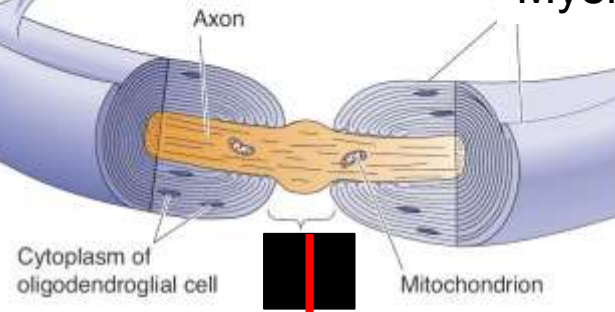
Axon

neobsahuje ER,
jiné proteiny v
membráně než tělo
vede celulifugálně

kolaterály

PNS Schwannovy buňky
CNS oligodendroglie

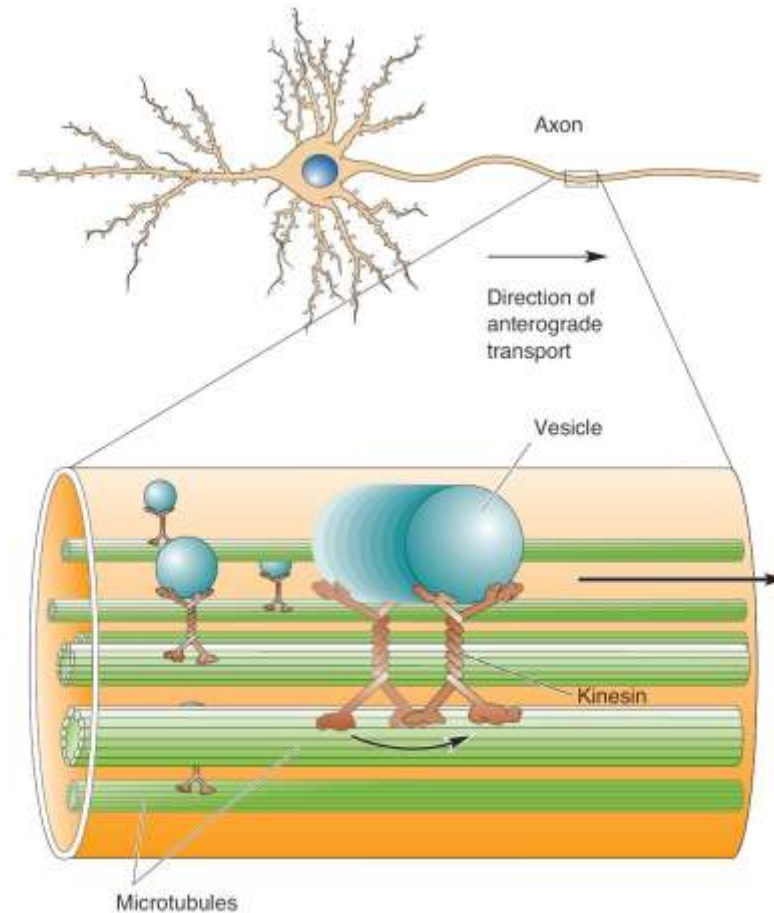
Myelinová pochva



Ranvierovy zářezy

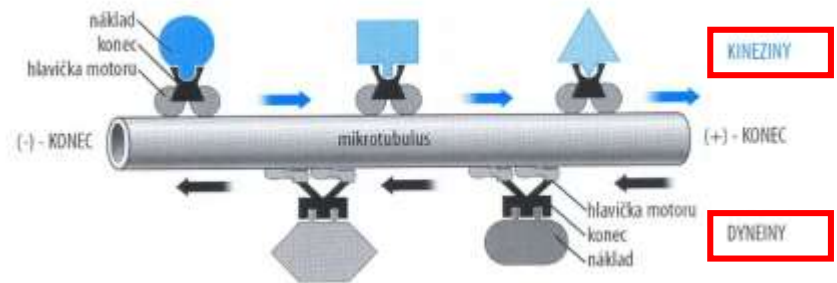
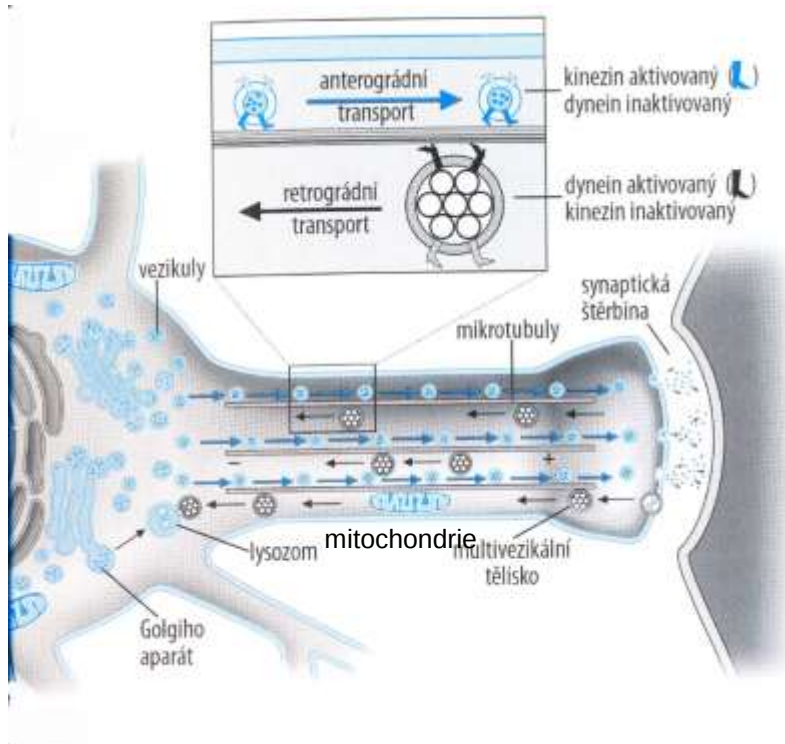
Axonální transport

Anterográdní –kinesin
Retrográdní -dynein



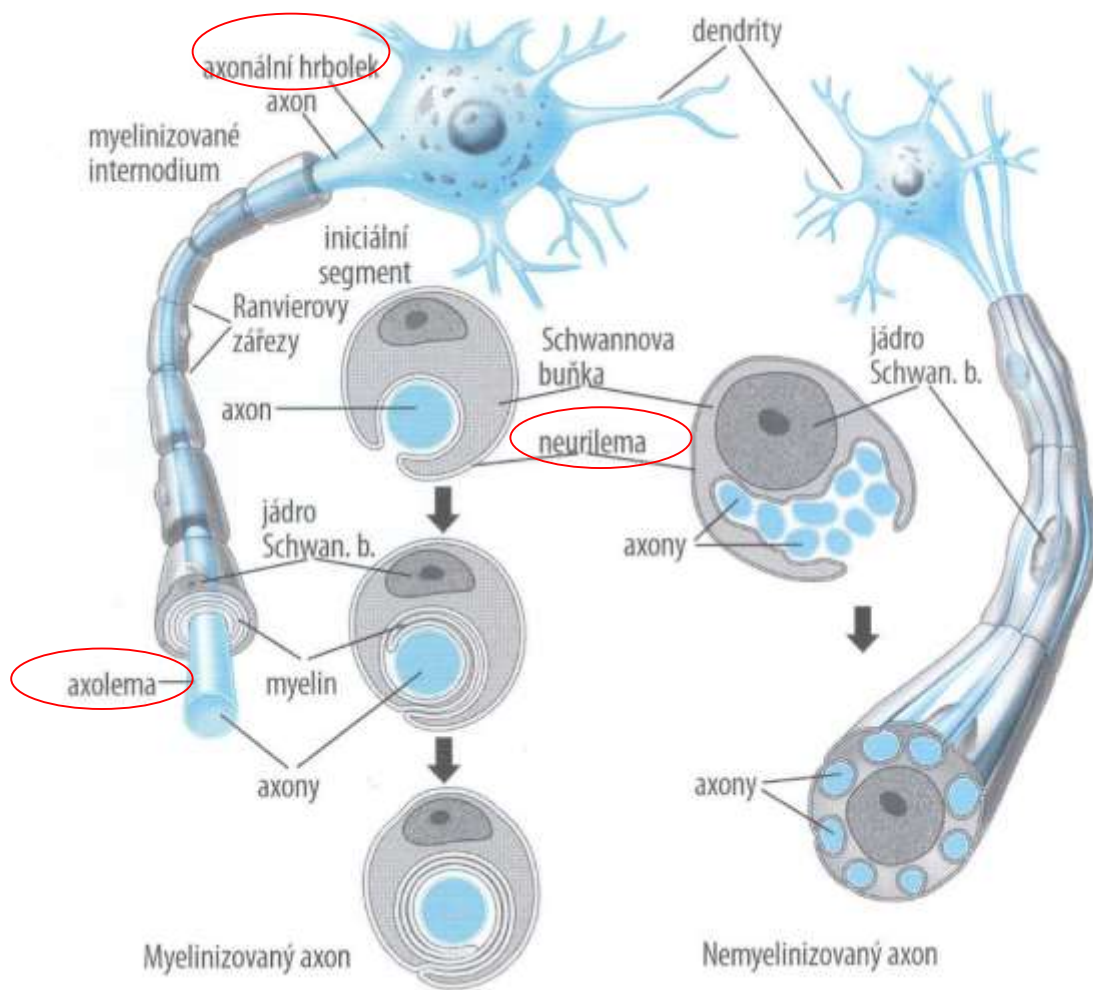
▲ FIGURE 9.18

Axonální transport na mikrotubulech



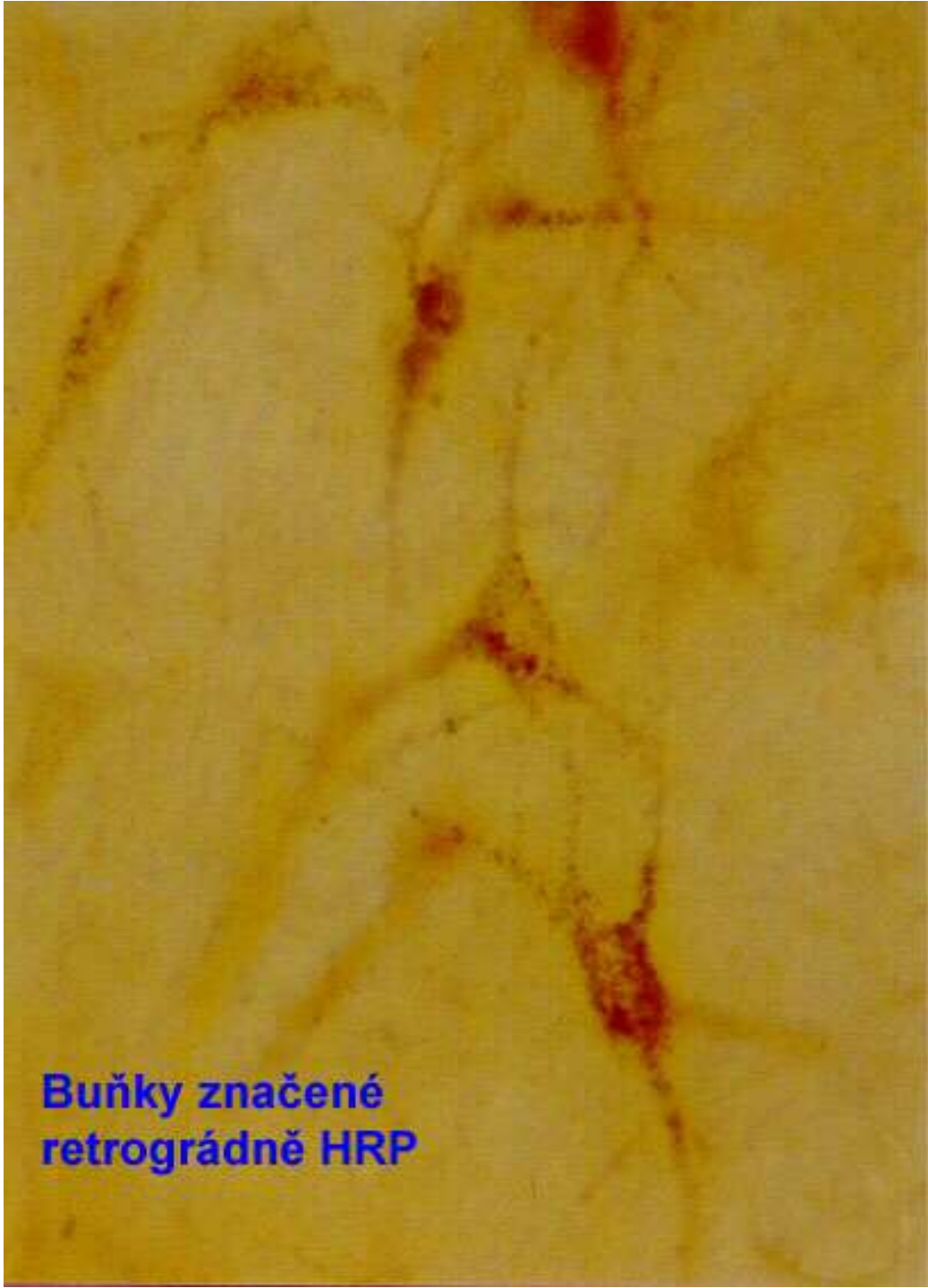
Pomalý anterográdní 1mm/den - stavební proteiny
Rychlý anterográdní 300mm/den – enzymy a mediátory
Retrográdní 200mm/den – látky ze synaptické štěrby, NFG
(Nerve Growth Factor)

Myelinizovaná a nemyelinizovaná vlákna



Vedou rychle

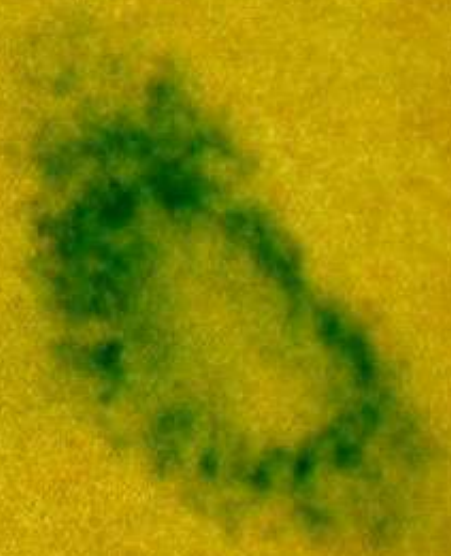
Vedou pomalu

A micrograph of a tissue section, likely a brain, showing several neurons. The neurons are stained with a red dye, indicating they have been labeled with HRP (horseradish peroxidase) retrogradely. The staining is concentrated in the cell bodies and some processes of the neurons. The background tissue is a light yellowish-brown color.

**Buňky značené
retrográdně HRP**

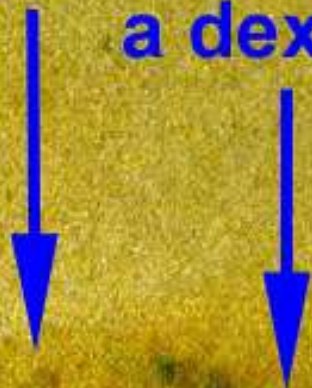
prof. Petrovický

Buňka značená retrográdně dextranferem



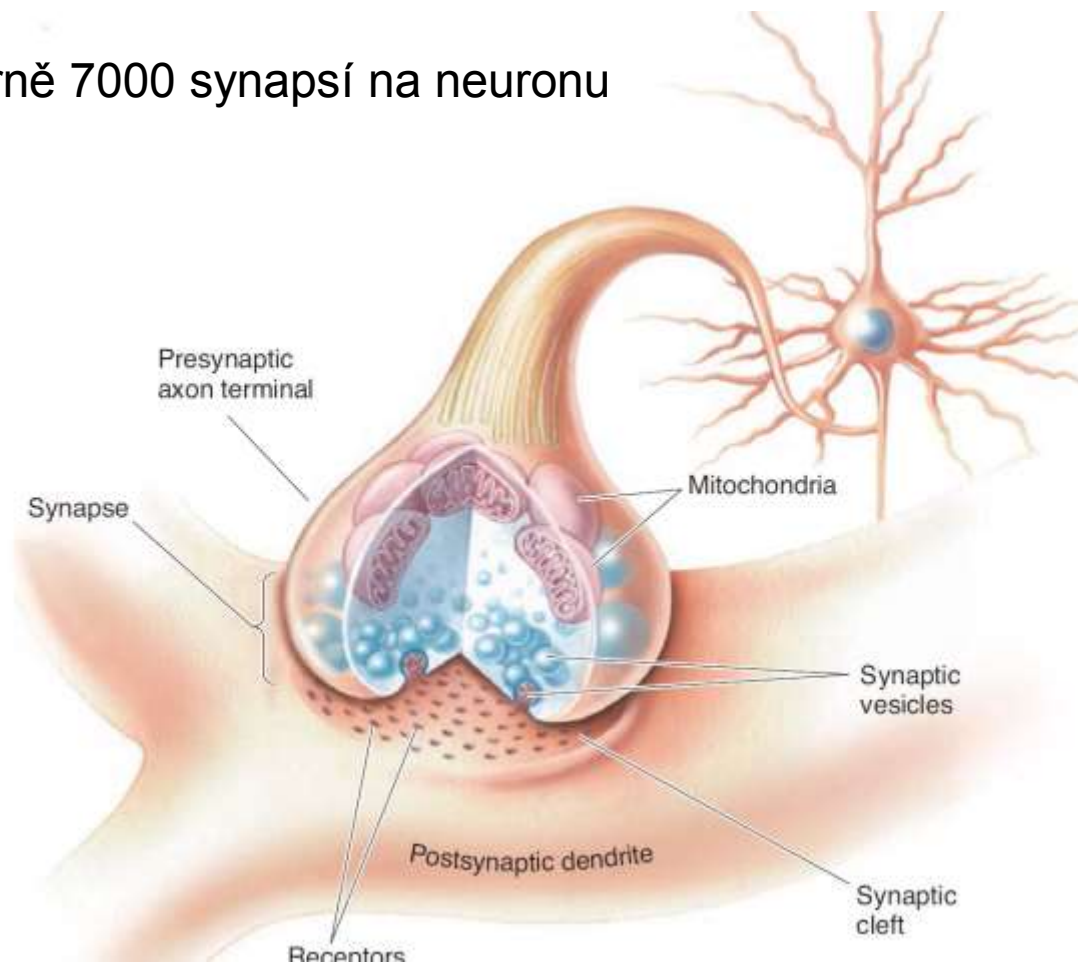
prof. Petrovický

Dvojitě značená buňka:
peroxydásou (hnědě)
a dextranferem (modře)



Zakončení axonu – terminace (butony)

Průměrně 7000 synapsí na neuronu



Neurotransmitery

Biogenní aminy

Adrenalin, noradrenalin, dopamin

Serotonin

Acetylcholin

Histamin

Aminokyseliny

Glutamát, aspartát – excitační např. spinální ganglion

GABA, glycin – inhibiční např. interneurony v míše

Nukleotidy

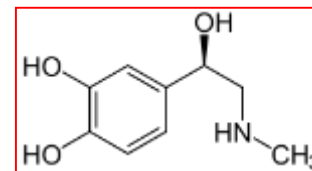
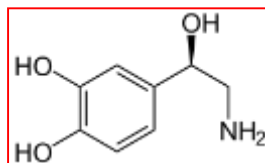
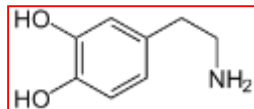
Adenosin

Neuropeptidy

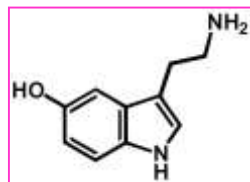
Substance P, VIP, somatostatin, cholecystokinin

Plyny- NO, CO

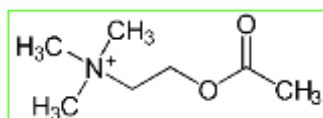
Dopamin
Noradrenalin
Adrenalin



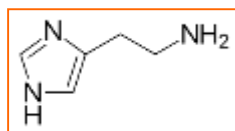
Serotonin



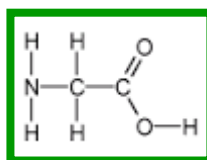
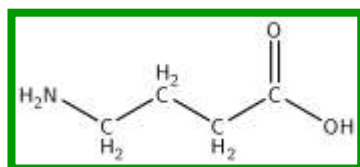
Acetylcholin



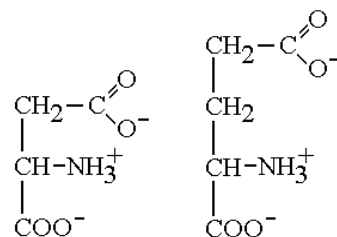
Histamin



GABA



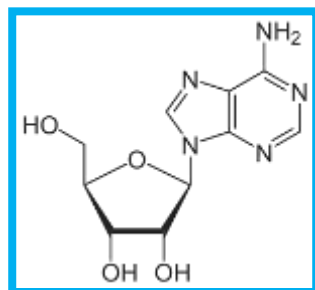
Glycin



Aspartate

Glutamate

Adenosin



Kofein - blokátor jeho receptorů

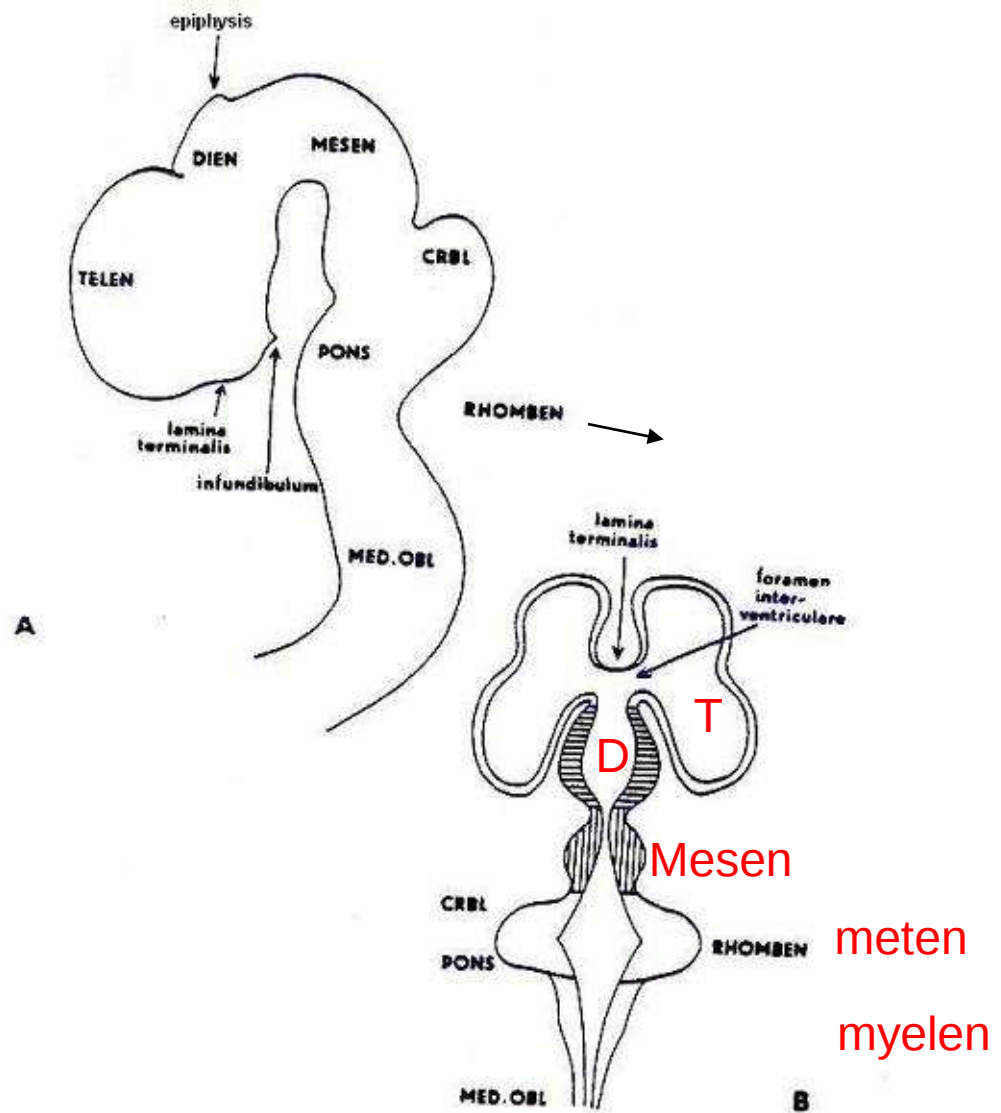
Vývoj - diferenciacie mozgových váčků

Primární

- 1) prosencephalon
- mesencephalon
- rhombencephalon

Sekundární

- 2) telencephalon
- diencephalon
- mesencephalon
- metencephalon
- myelencephalon

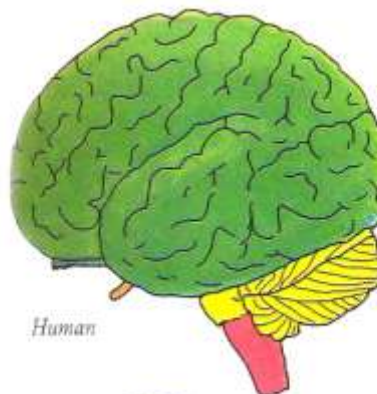


Ob r. 13.: Sagitální řez mozem embrya délky 7 mm (A) a schema rozdělení embryonálního mozku v horizontálním řezu (B). V obr. B je příčně šrafován diencephalon, vertikálně mesencephalon.

Vývoj mozku ontogeneze fylogeneze



člověk



savci



plazi



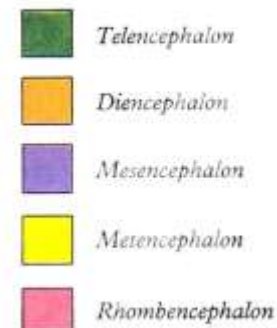
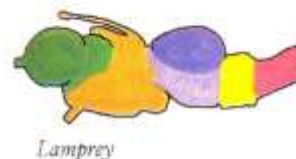
obojživelníci



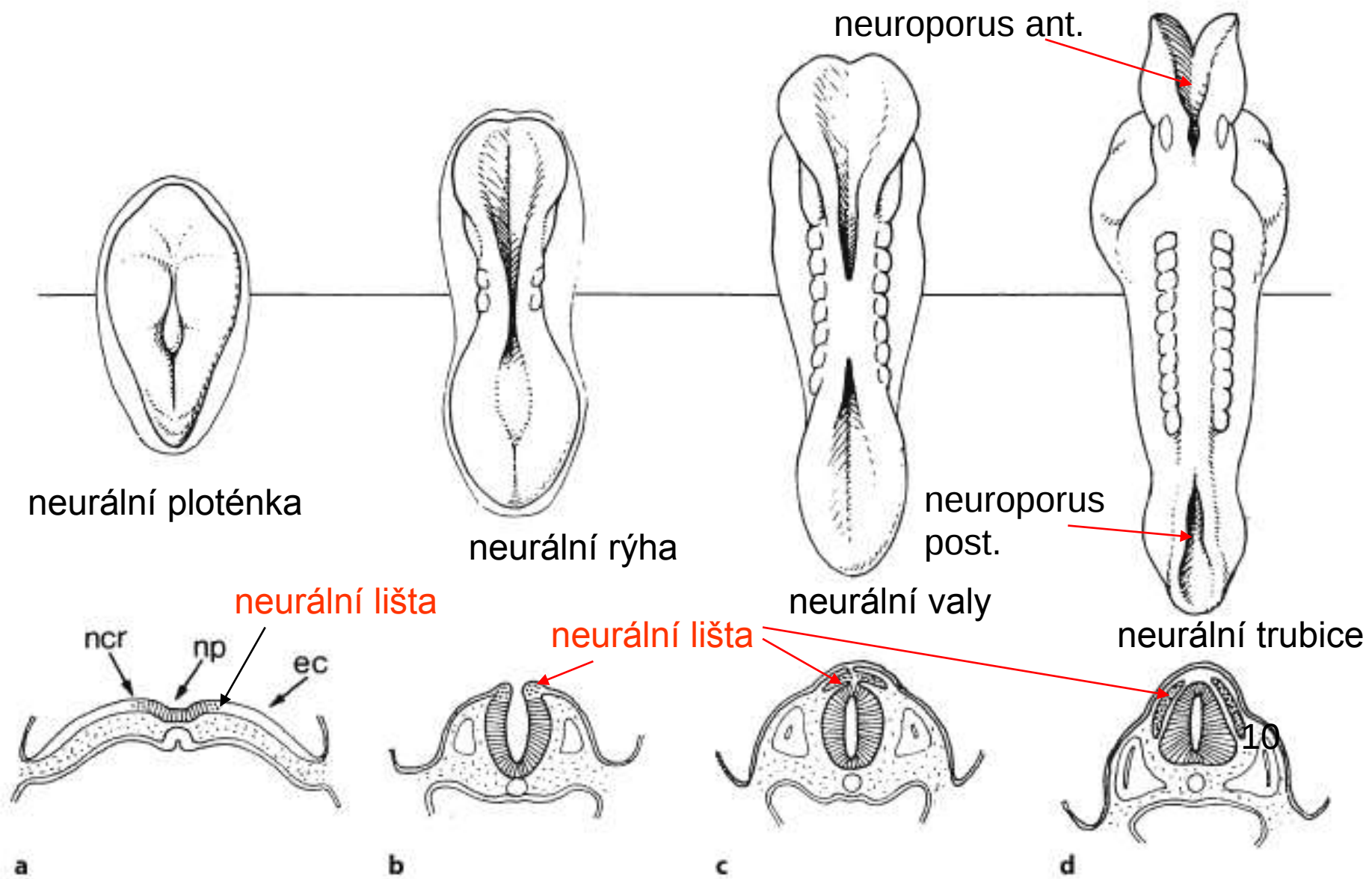
žralok



mihule



Tvorba neurální trubice a **neurální lišty** - 3.-4. týden



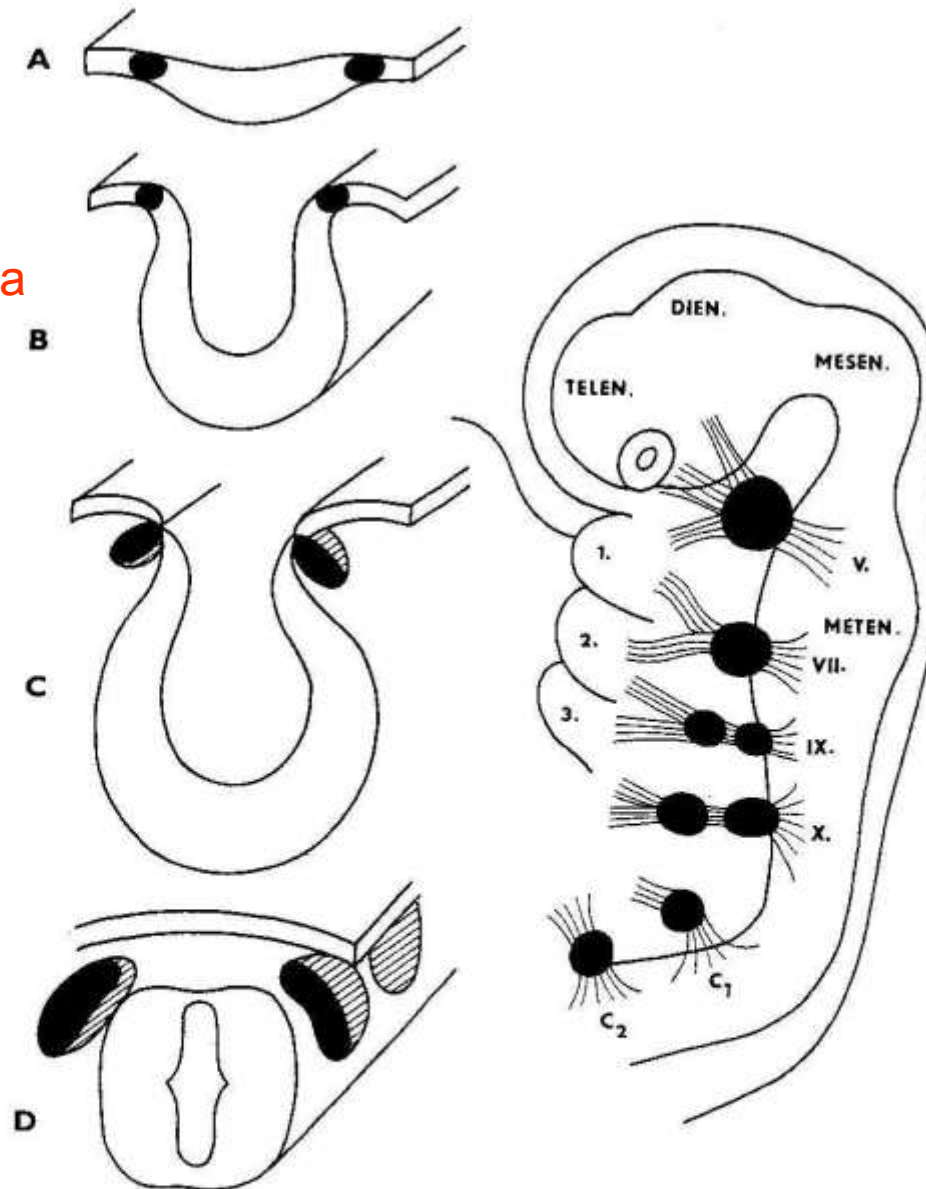
Vývoj neurální trubice a gangliové lišty

neurální ploténka
3. týden

neurální rýha

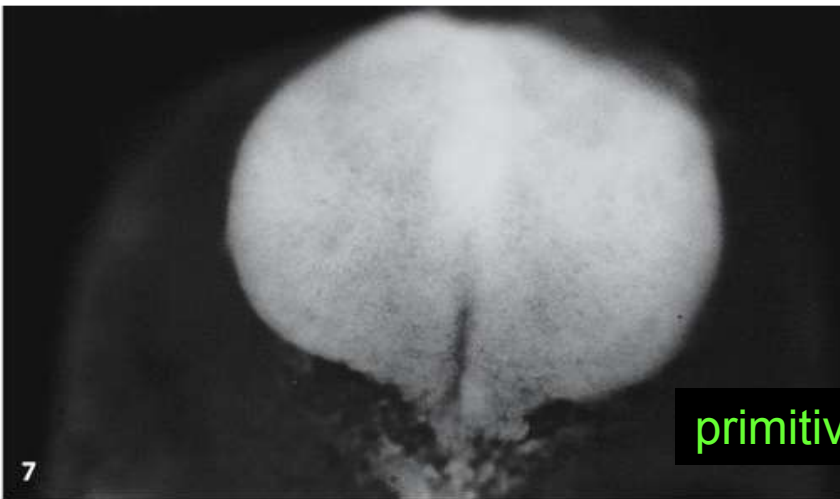
oddělování
neurální
lišty

nervová trubice

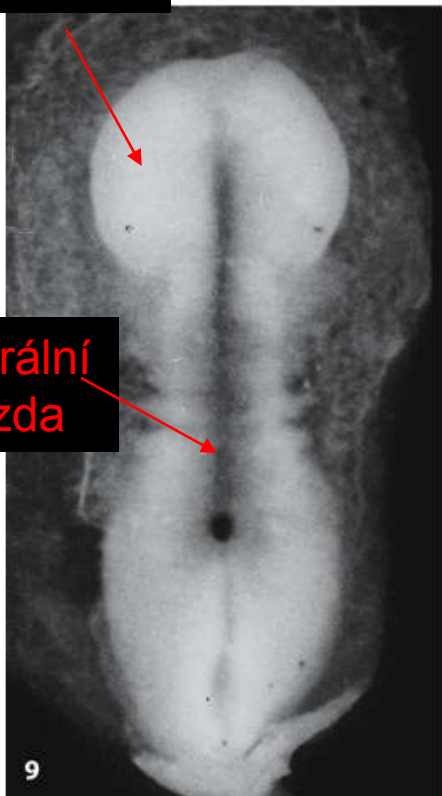




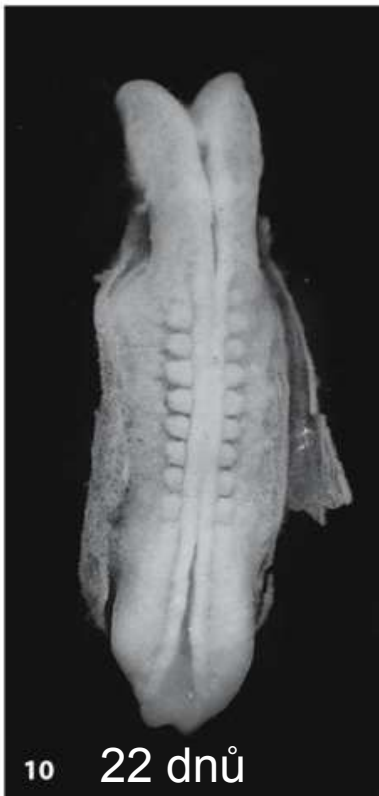
neurální
ploténka



primitivní proužek



neurální
brázda

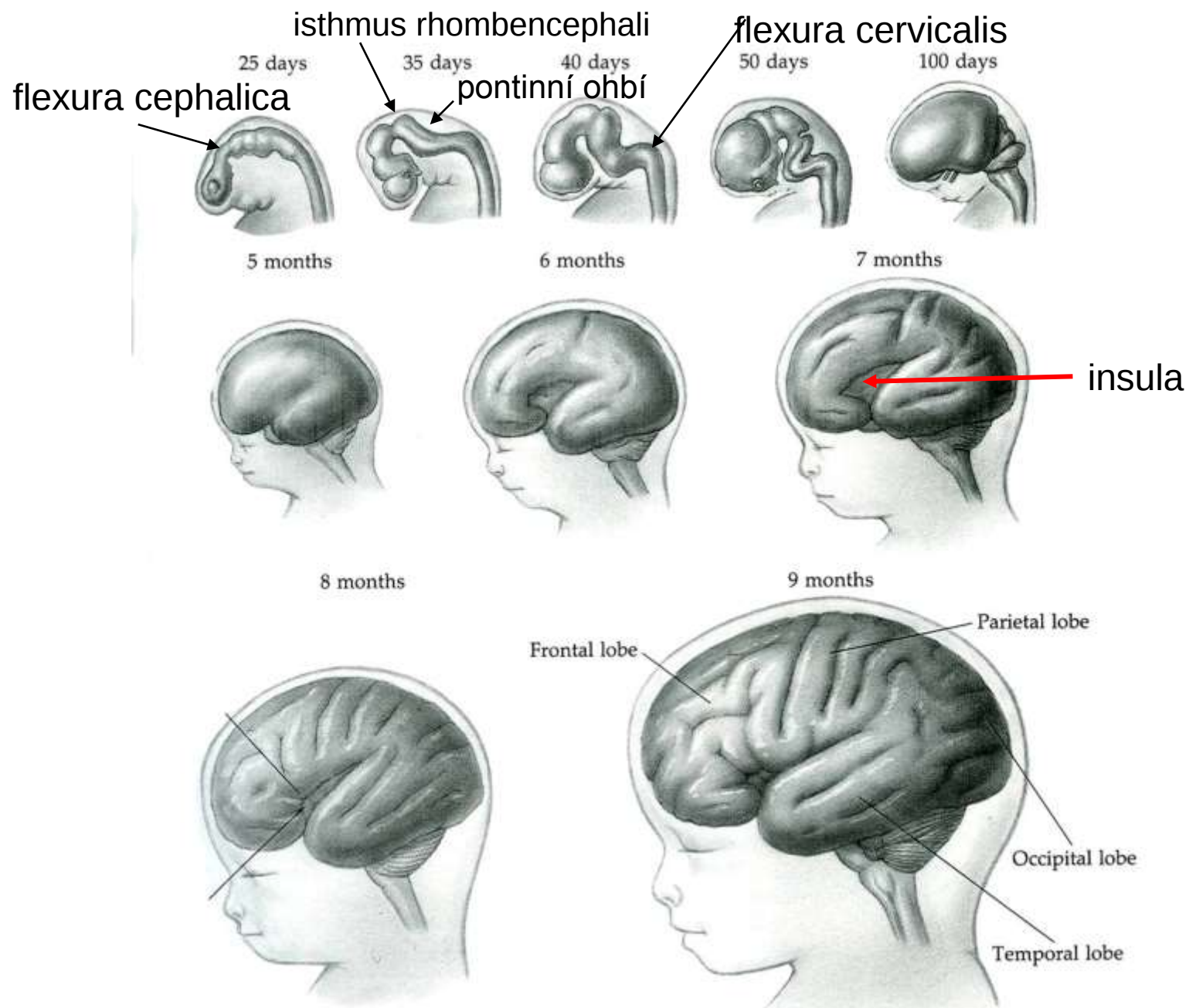


10 22 dnů

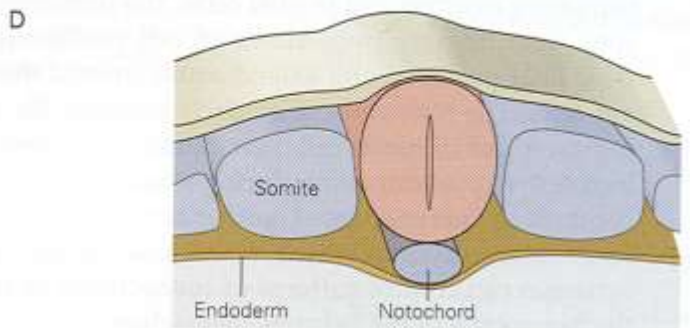
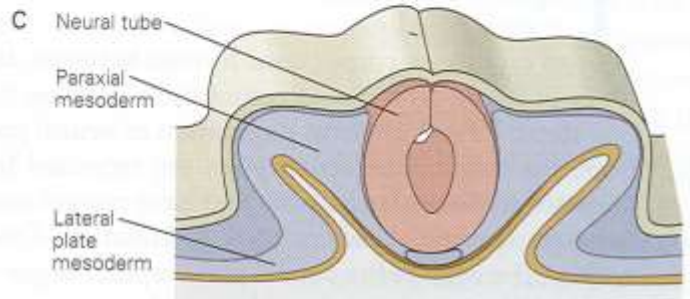
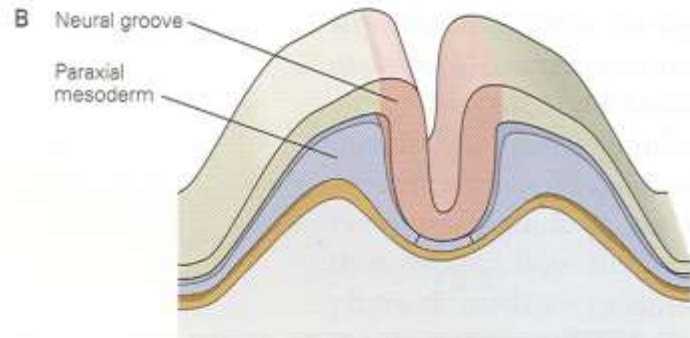
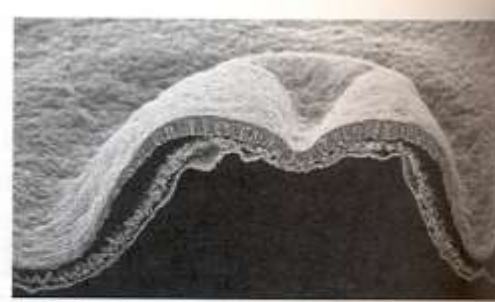
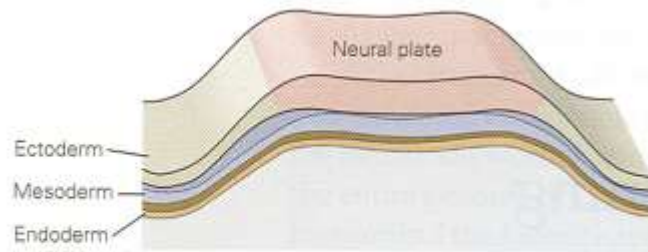


neuroporus
ant.

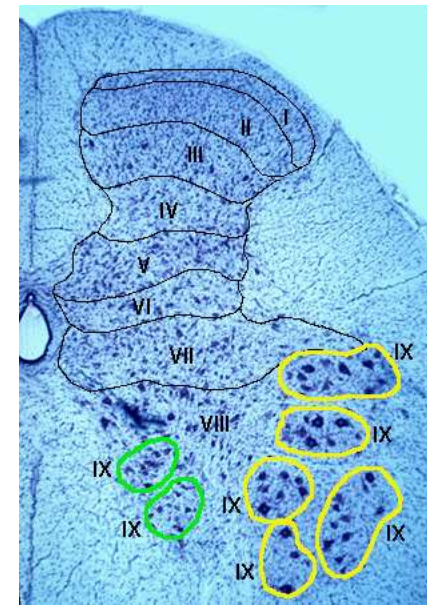
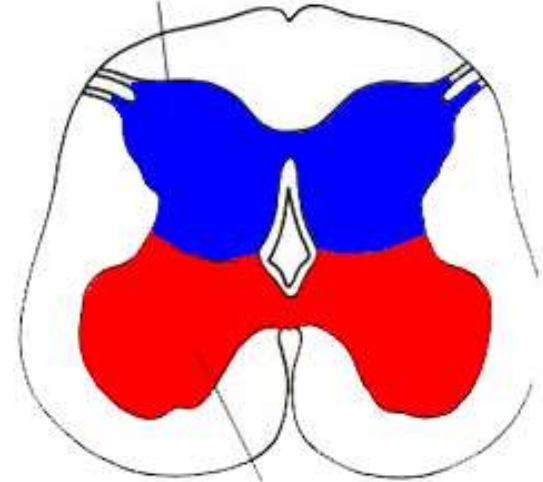
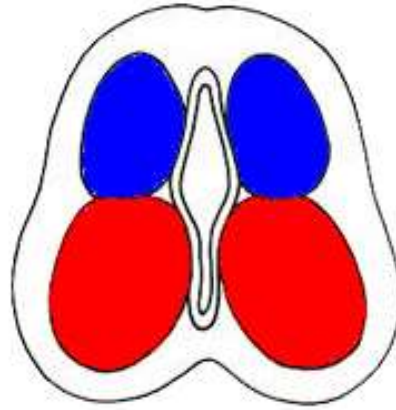
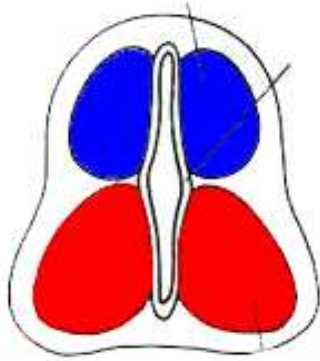
neuroporus post.



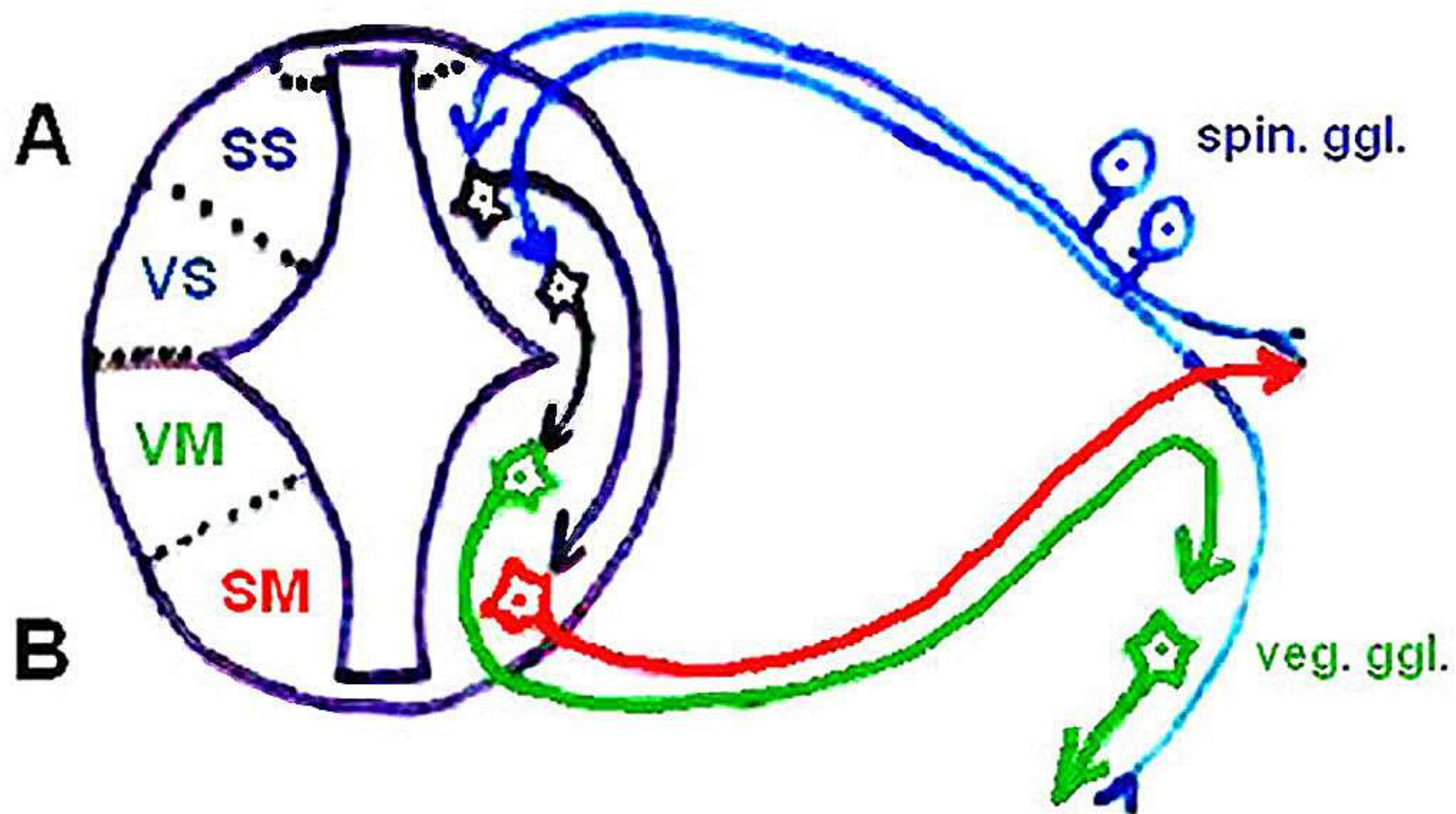
A



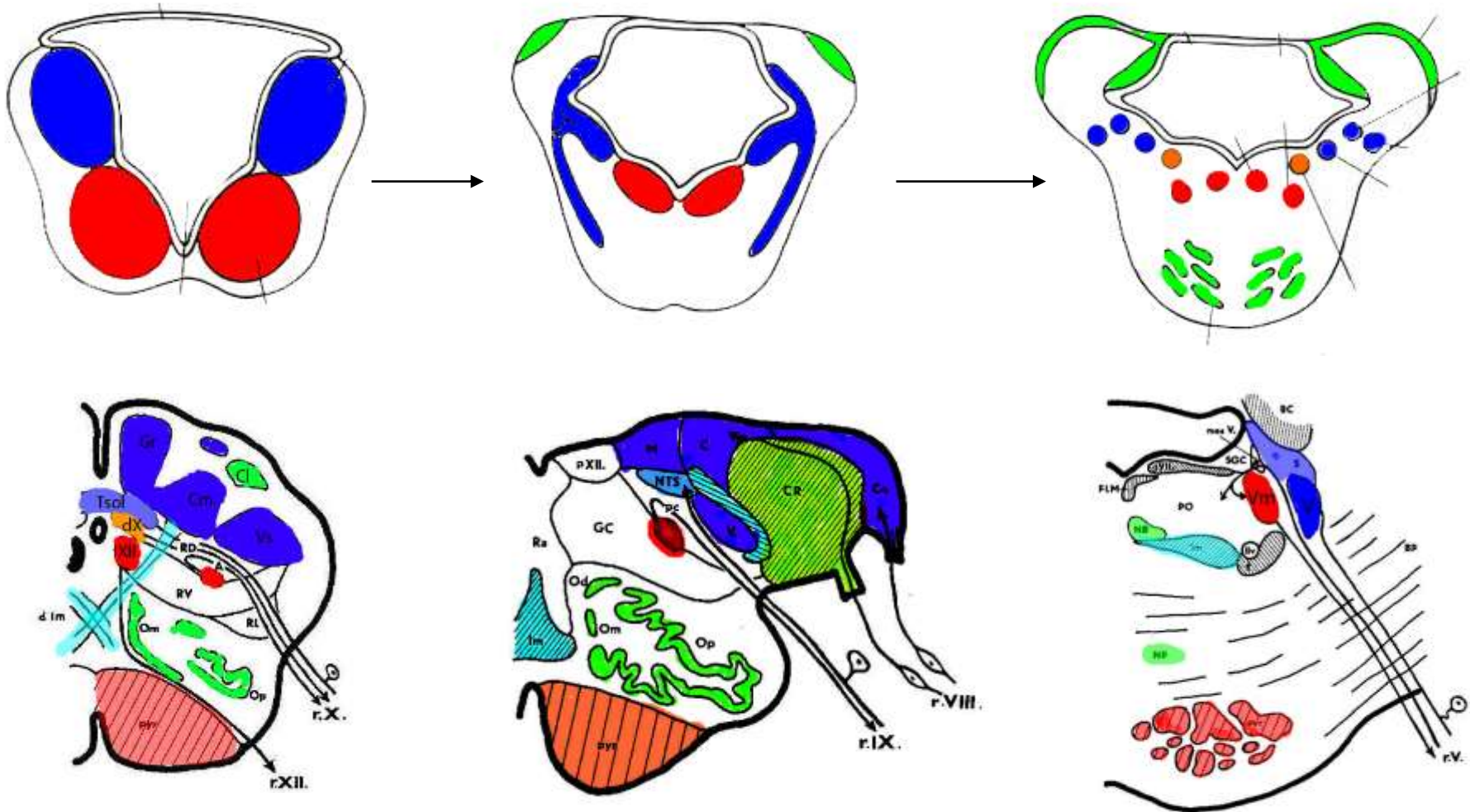
Vývoj basální a alární ploténky v míše



Vývojové schema míšního nervu

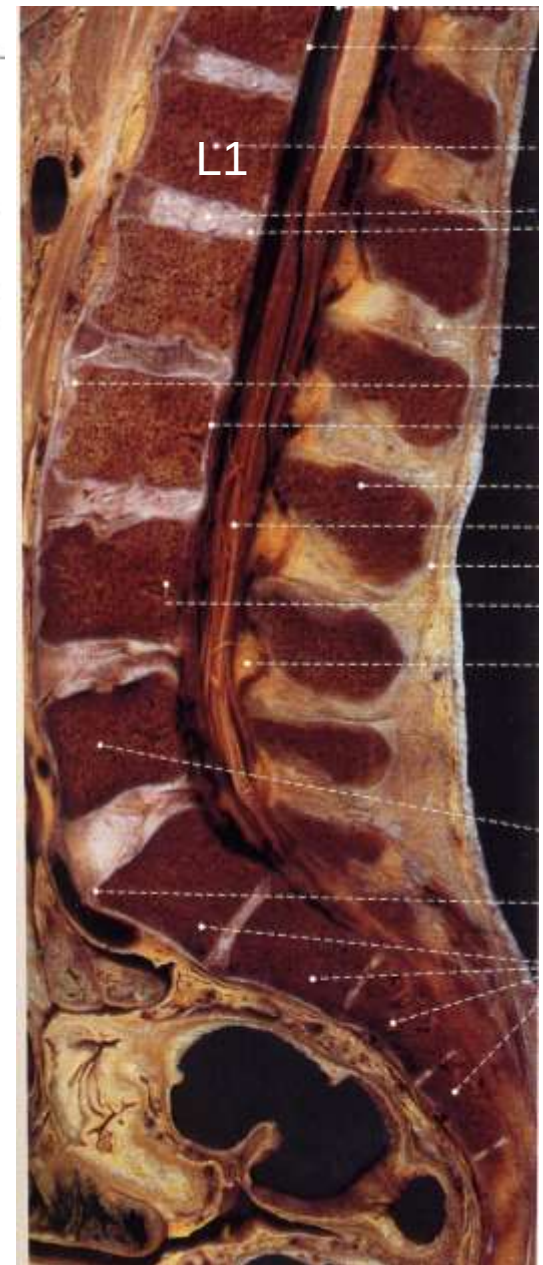


Vývoj **basální** a **alární** ploténky v medulla oblongata a pontu

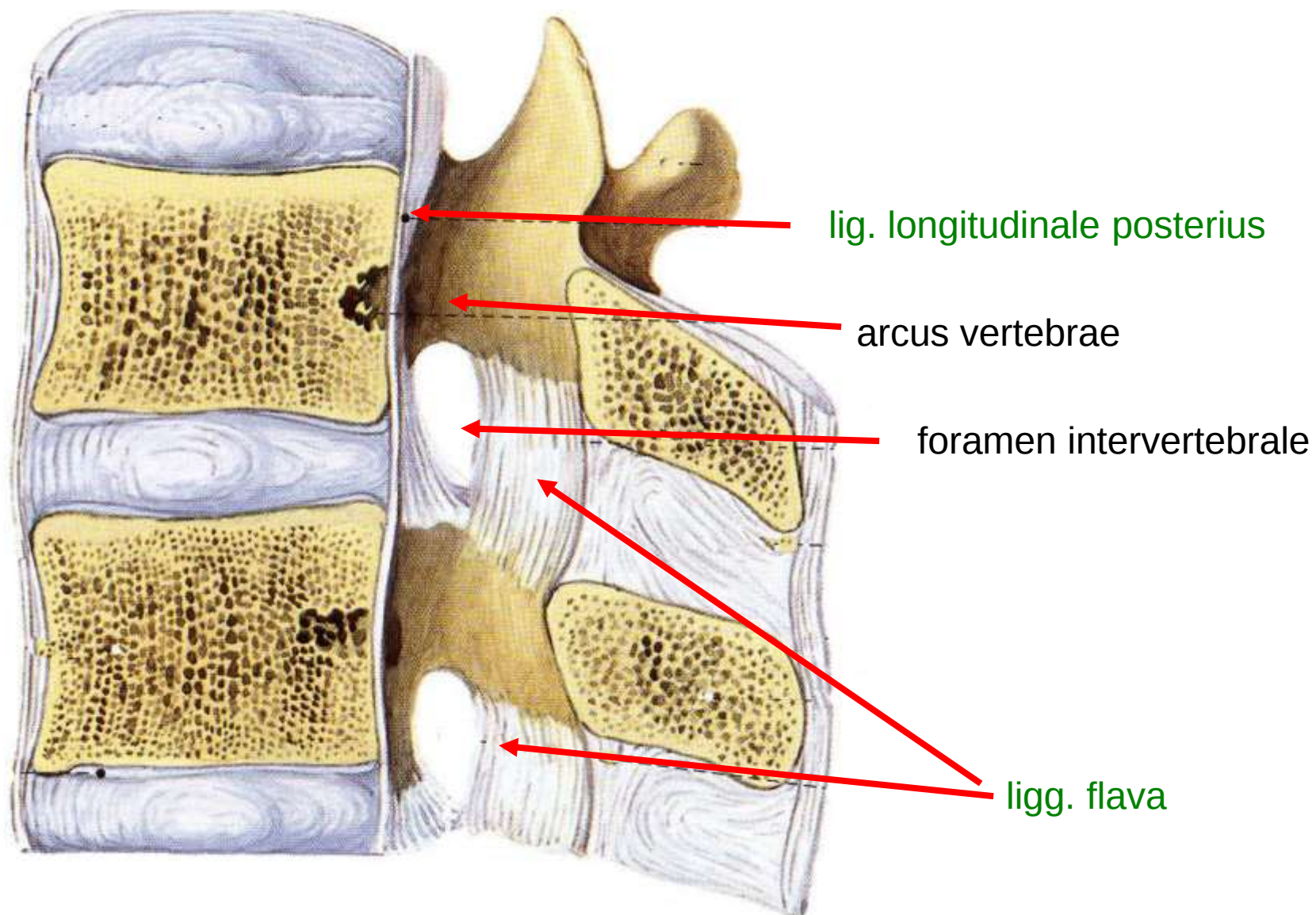


Sagitální řez páteřním kanálem

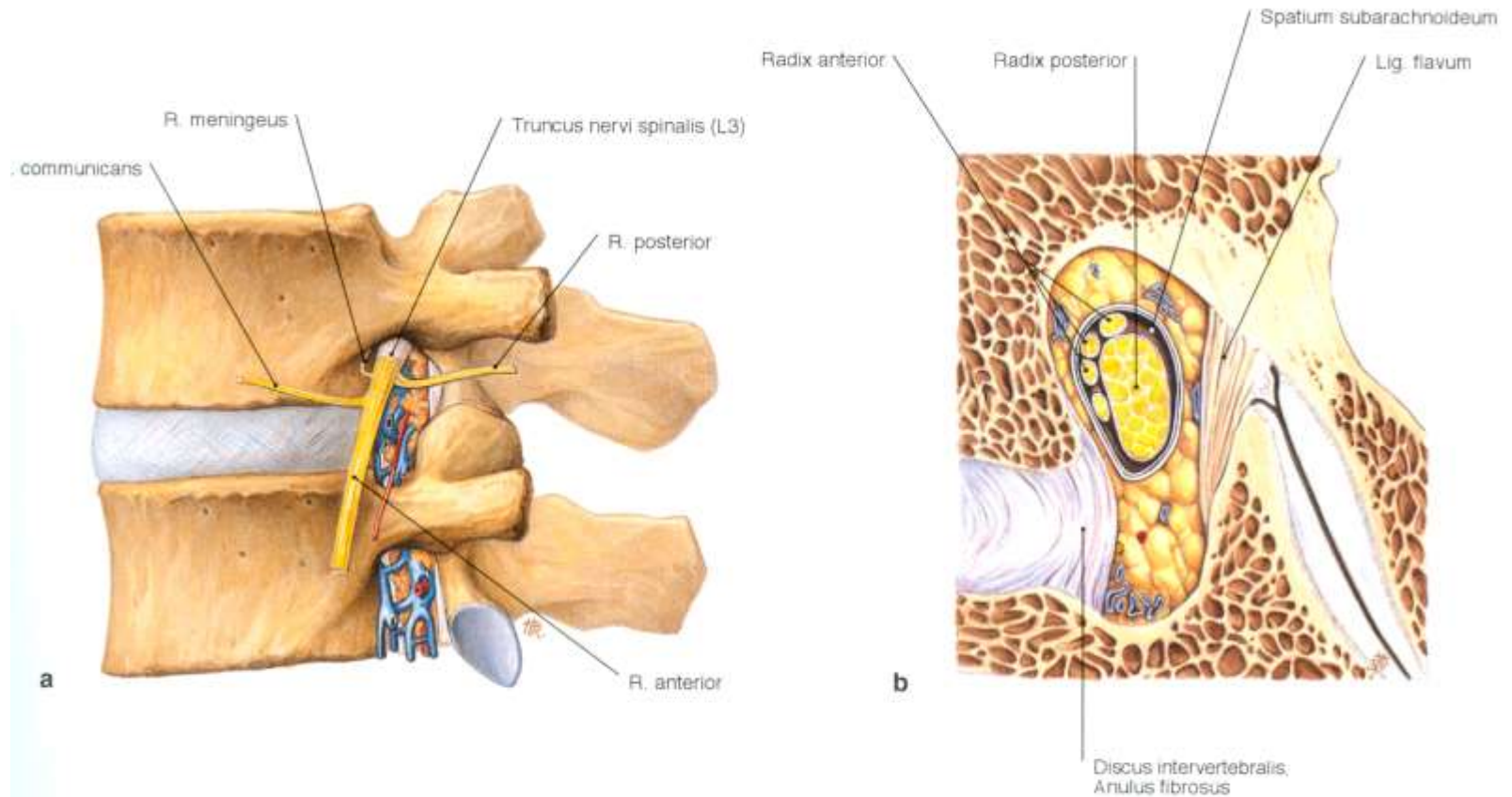
foramen magnum
hiatus sacralis



Páteřní kanál hranice



Míšní nerv a páteřní kanál



Obr. 827 a, b Foramina intervertebralia;
lumbální páteř.

a z laterální strany
b sagitální řez

Obsah páteřního kanálu

1 spatium epidurale

endorhachis

saccus durae matris

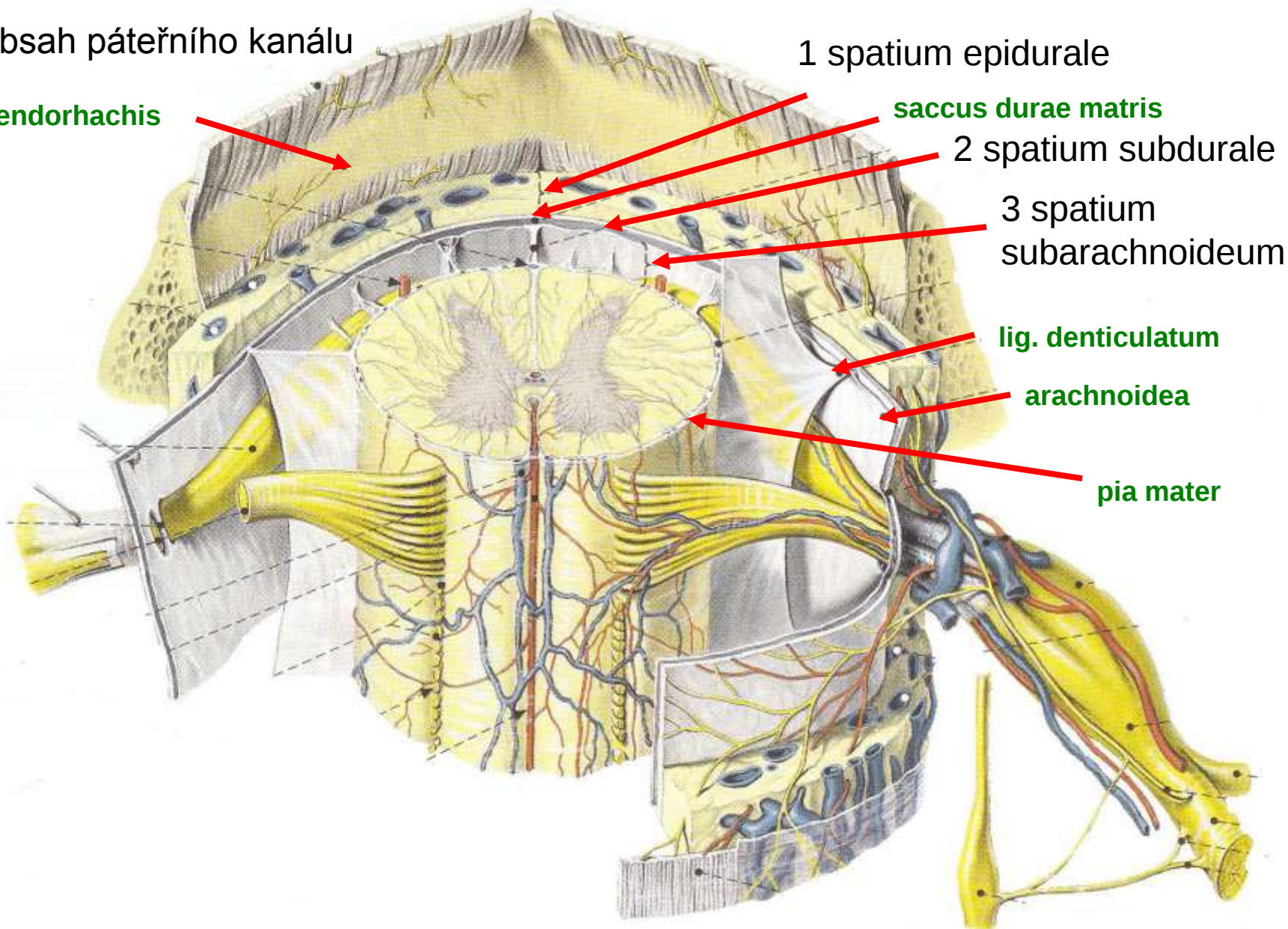
2 spatium subdurale

3 spatium
subarachnoideum

lig. denticulatum

arachnoidea

pia mater





A- saccus durae matris
spinální ganglia kryta „rukávy dura mater“



B- dura mater rozstřižena
průhledná arachnoidea kryje míchu a
kořeny míšních nervů



C → ganglion spinale
→ Cévy v pia mater
→ Míšní kořeny

Intumescentia cervicalis

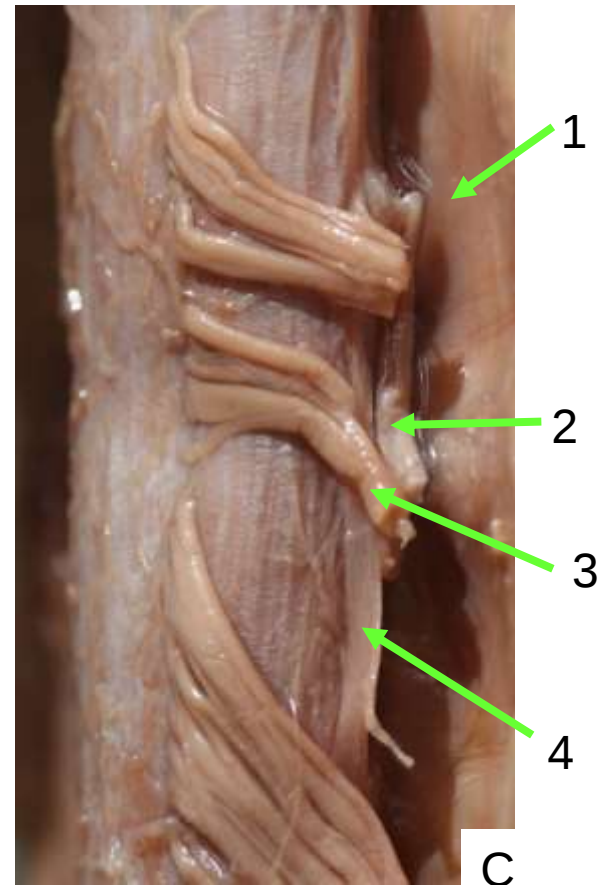
A- pia mater odstraněna 5-fasciculus cuneatus, 6-fasciculus gracilis
B- pia mater s cévami kryje zadní provazce 7- fila radicularia
C- 1-dura mater, 2-radix ventralis, 3-radix dorsalis, 4-lig.denticulatum



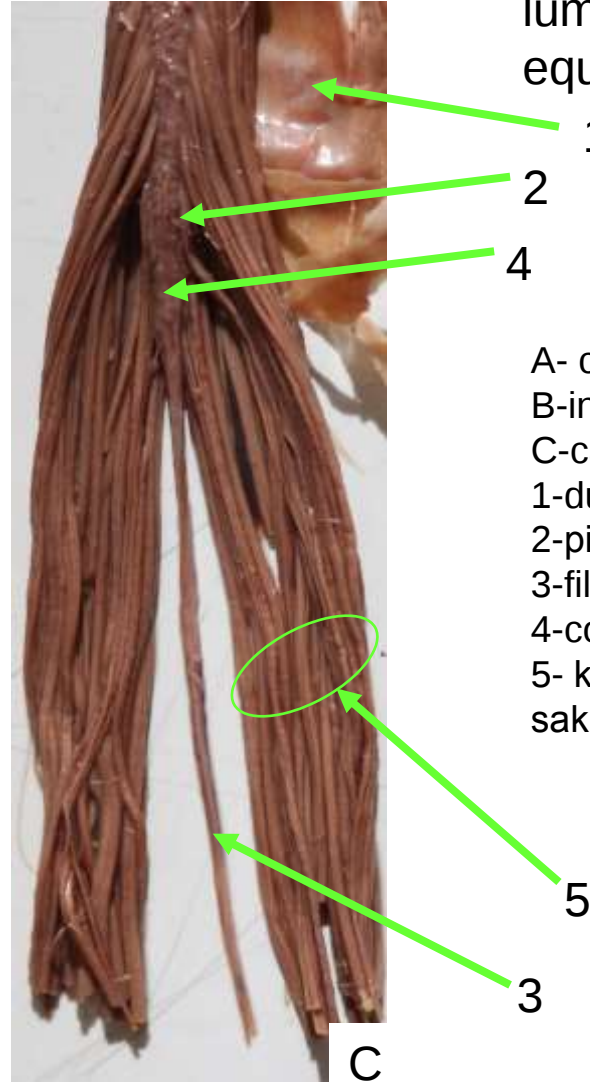
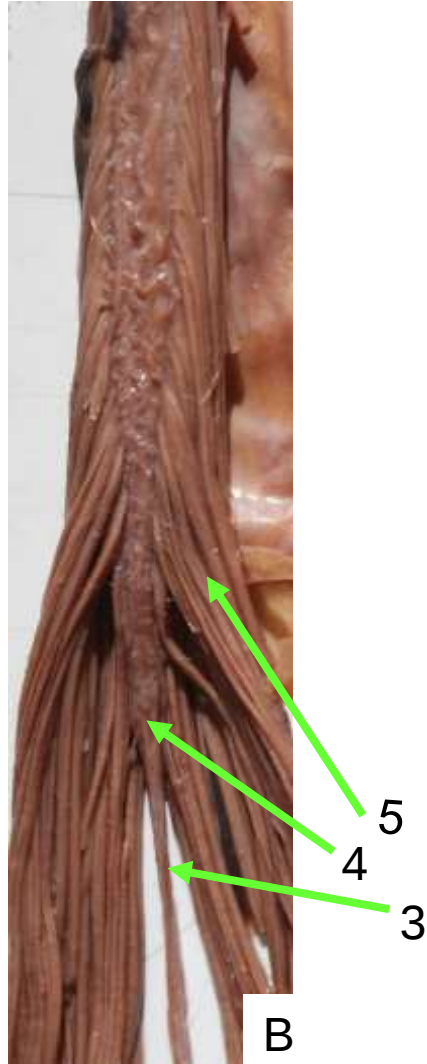
A



B



C



Intumescentia
lumbalis a cauda
equina

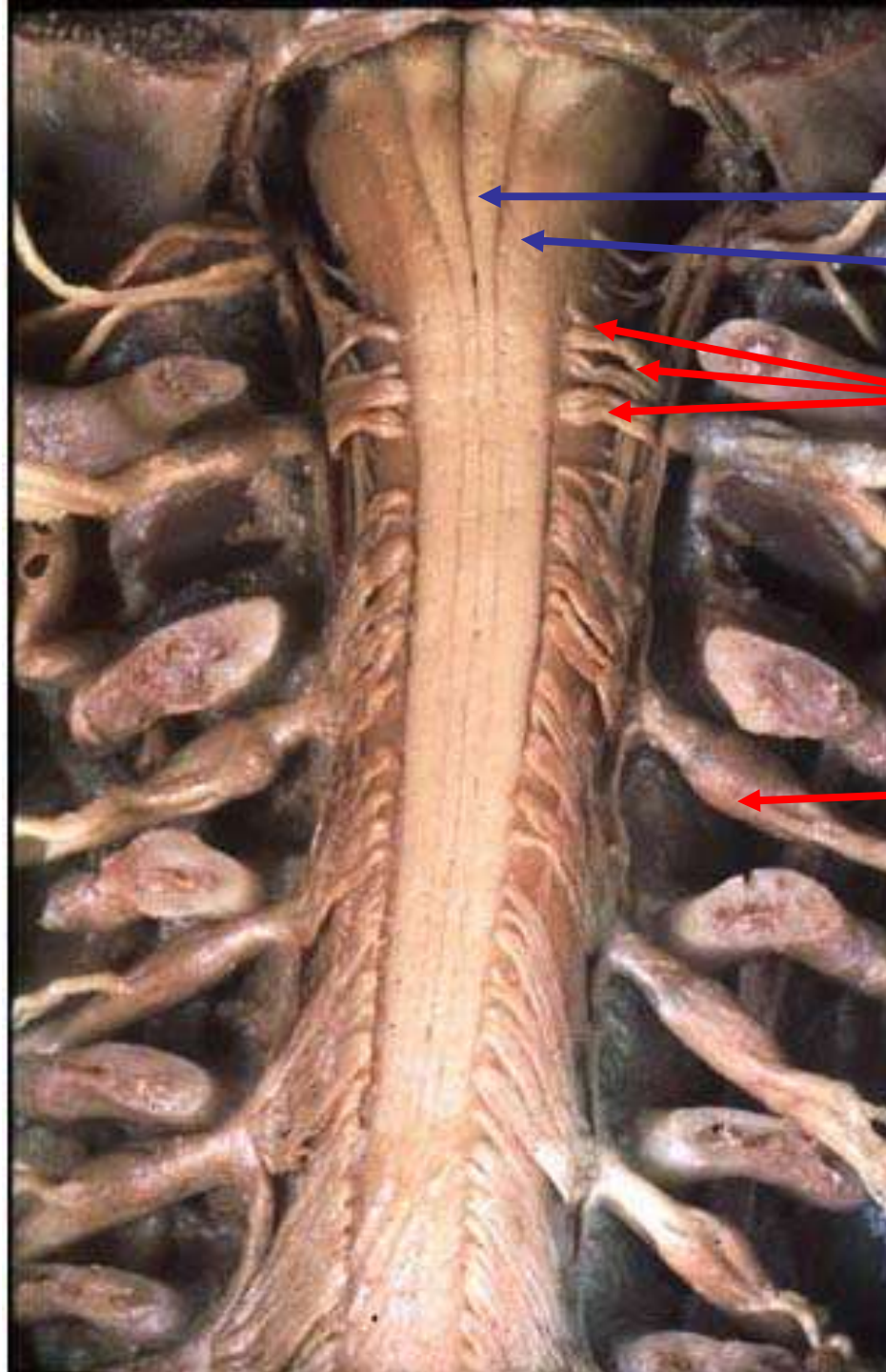
A- cauda equina
B-intumescentia lumbalis
C-cauda equina
1-dura mater
2-pia mater s cévami
3-filum terminale
4-conus medullaris
5- kořeny lumbálních a
sokrálních nervů

Krční
mícha
zezadu

C1

C2

C3



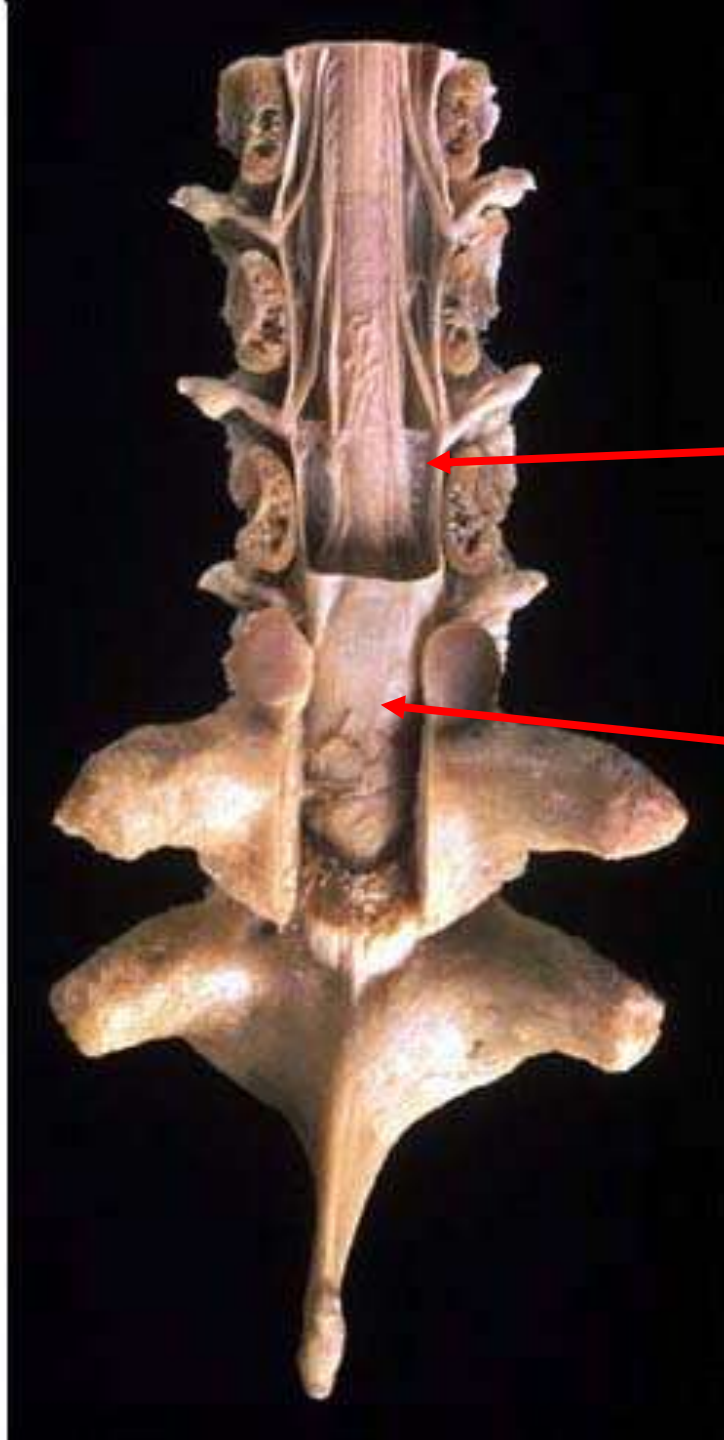
fasciculus gracilis

fasciculus cuneatus

fila radicularia

ganglion

Hrudní mícha



lig. denticulatum (ara

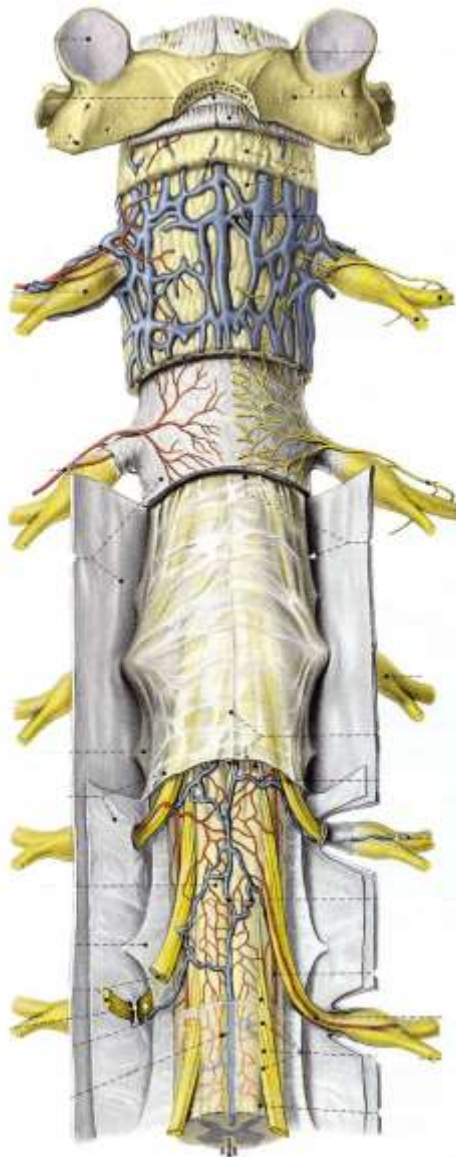
saccus durae matris

Pátevní kanál a hrudní mícha – sagitální řez



- 1-discus intervertebralis
- 2-corpus vertebrae
- 3-saccus durae matris
- 4-spatium epidurale
- 5-mícha
- 6-spatium subdurale

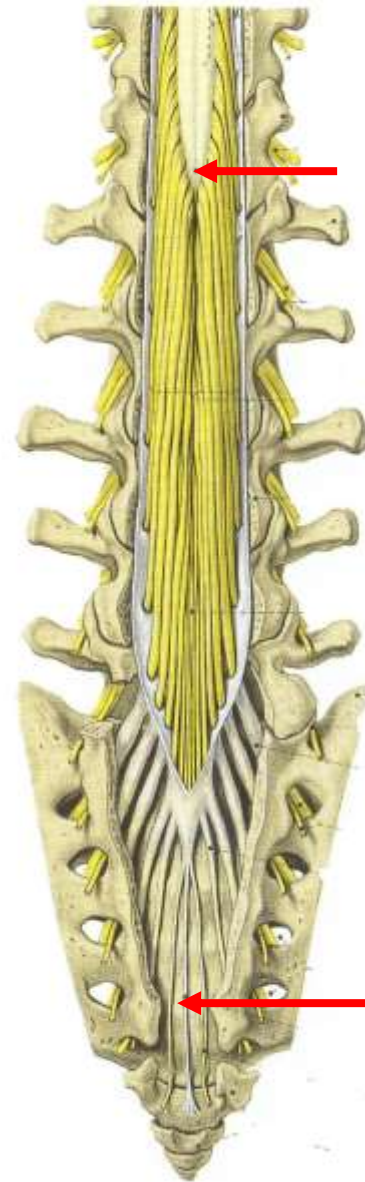
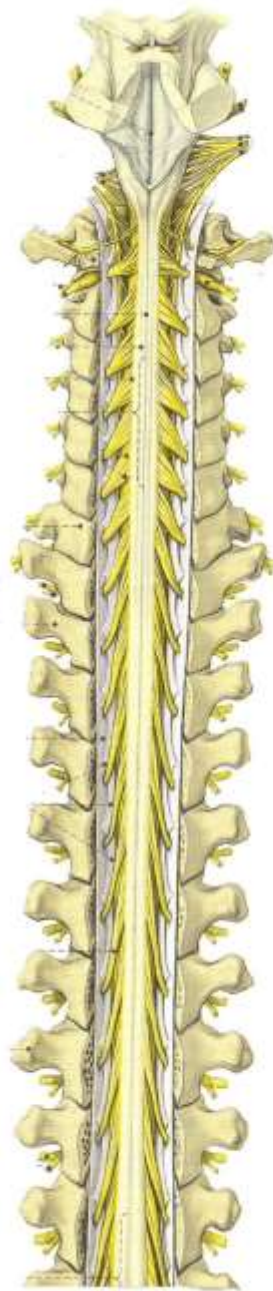
Páteřní kanál hrudní oblast



Conus medullaris
+ cauda equina



Páteřní kanál otevřený zezadu

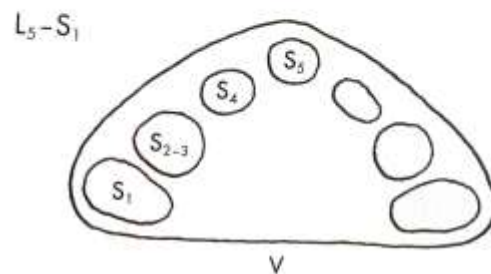
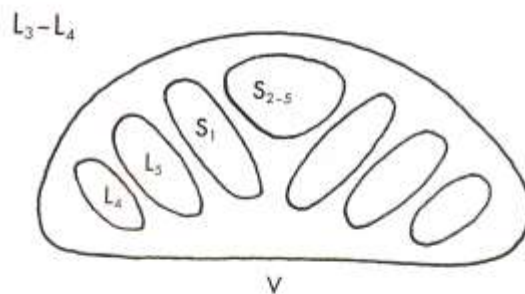
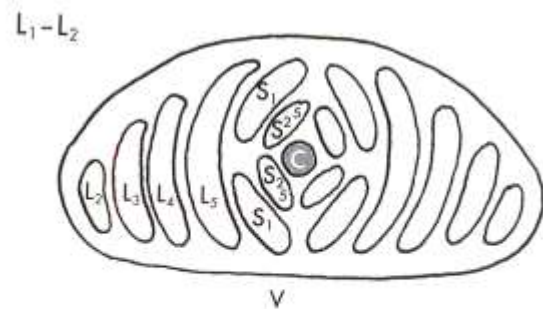


conus medullaris

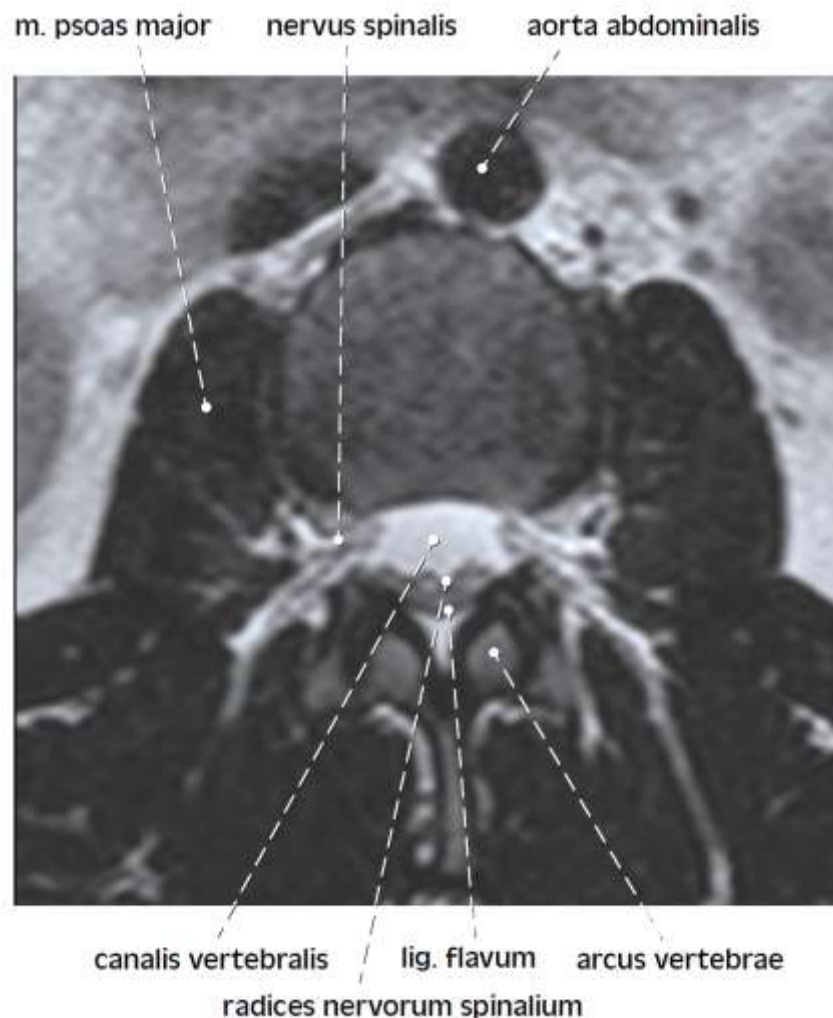
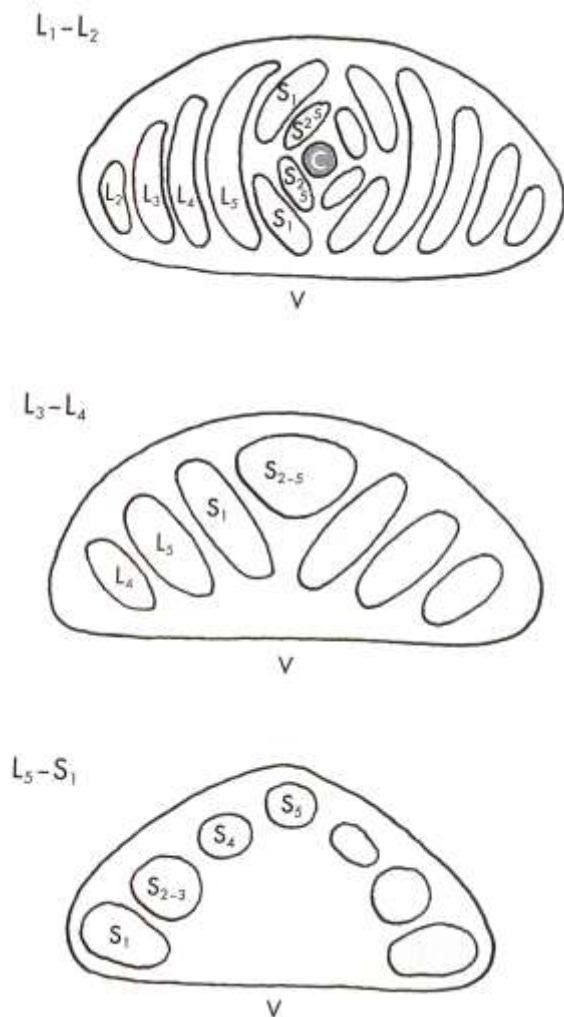
Canalis sacralis

filum durae matris

Obsah saccus durae matris pod úrovní L1



Saccus durae matris obsah pod úrovní L1



MR canalis vertebralis – úroveň L3

Syndrom cauda equina

A 30-year-old female with a previous history of lumbar microdiscectomy presents with increasing low back pain and new onset urinary incontinence



Poruchy citlivosti sedlovitého typu,
retence/inkontinence moči a stolice

Imaging in Cauda Equina Syndrome – A Pictorial Review

John McNamee, Peter Flynn, Suzanne O'Leary, Mark Love, Barry Kelly *Ulster*

Med J 2013;**82**(2):100-108

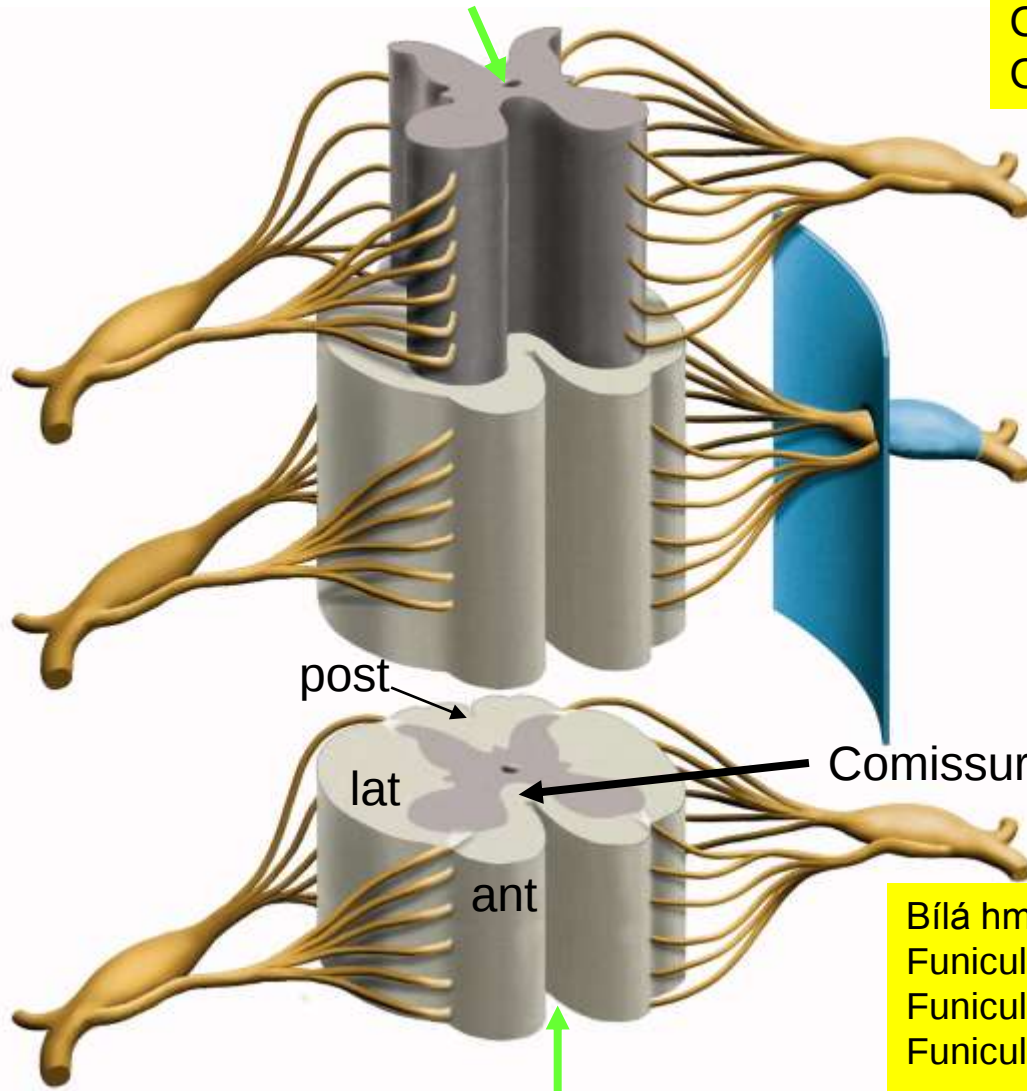
Canalis centralis

Šedá hmota – těla neuronů

Cornu anterius – **motoneurony**

Cornu posterius – **přepojení sensitivity**

Cornu laterale – **visceromotoneurony**



post

lat

ant

Commissura anterior alba

Fissura mediana anterior

Bílá hmota - axony

Funiculus anterior

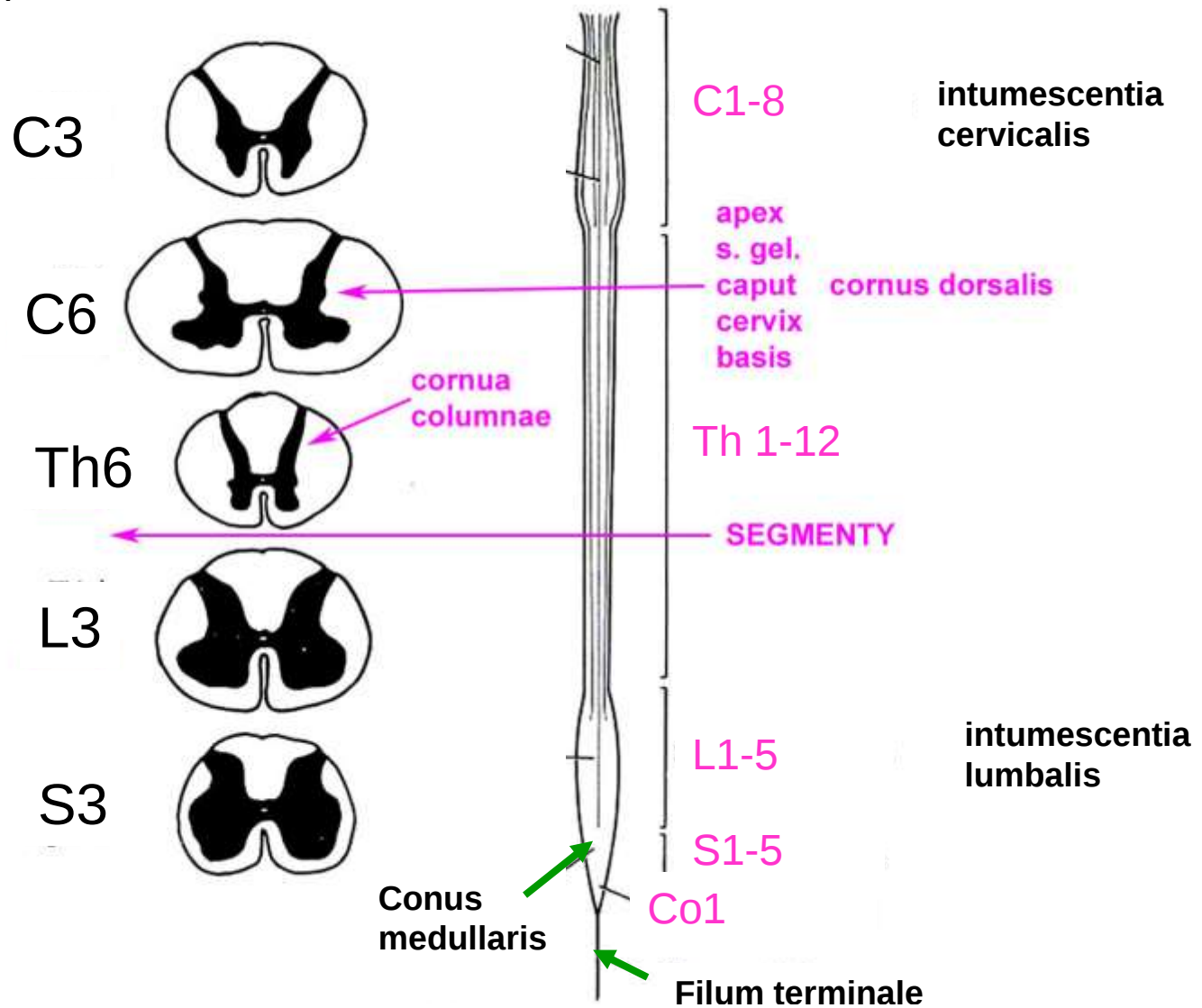
Funiculus lateralis

Funiculus posterior – fasciculus gracilis Goli **DK**

- fasciculus cuneatus Burdachi **HK**

Schemata příčných
řezů míchou v různých
úrovních

Pohled na míchu zezadu



Krční mícha

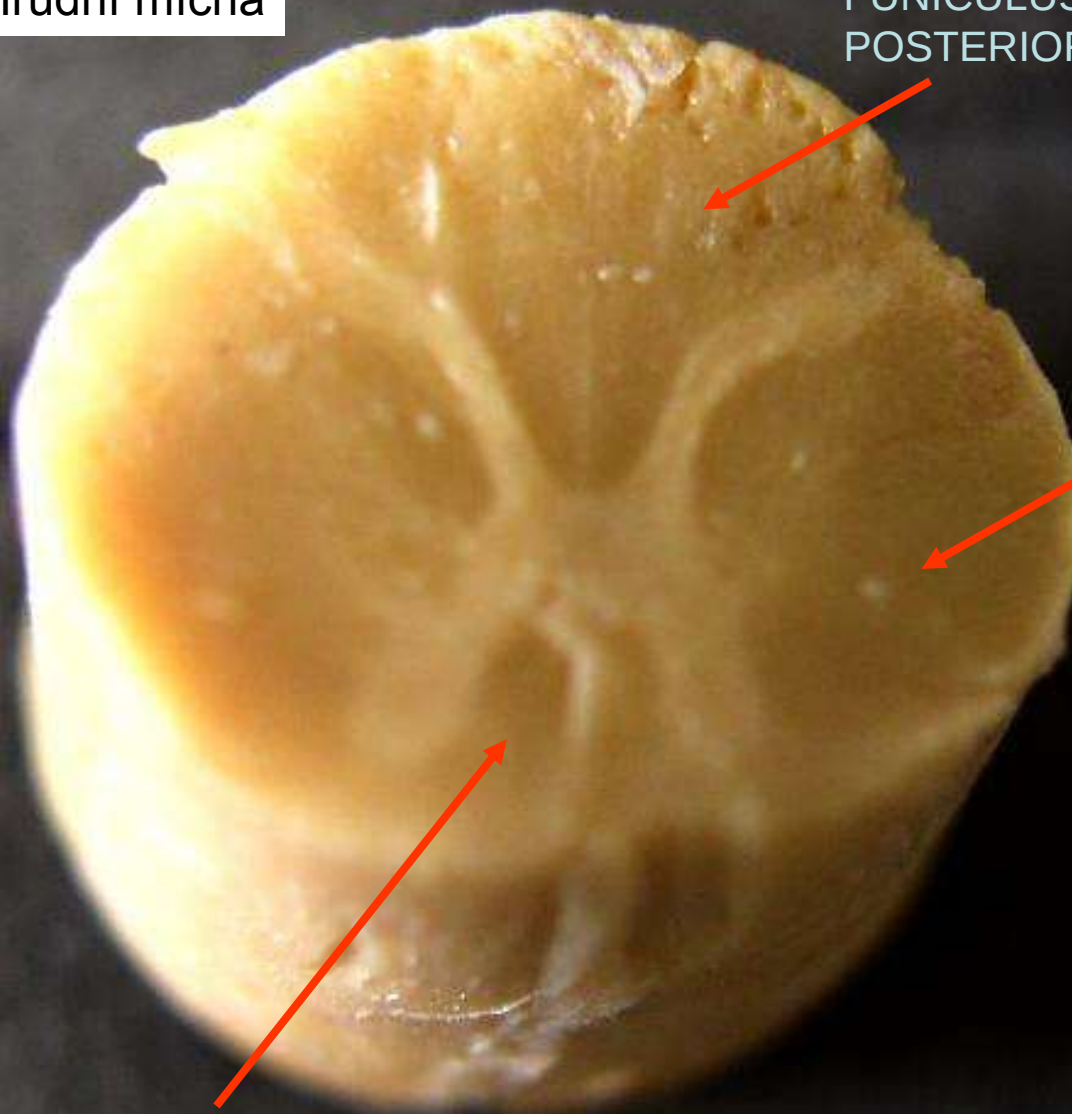


Hrudní mícha

FUNICULUS
POSTERIOR

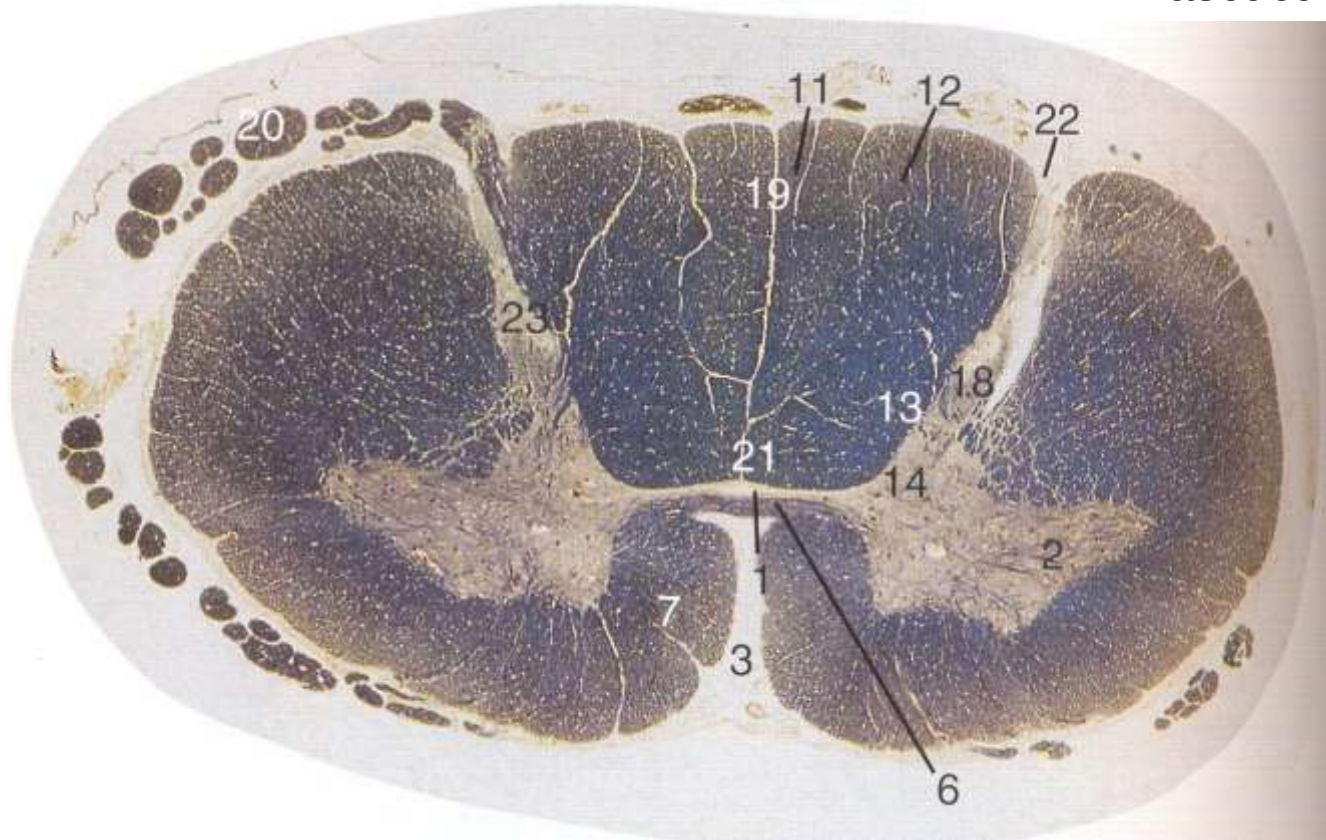
FUNICULUS
LATERALIS

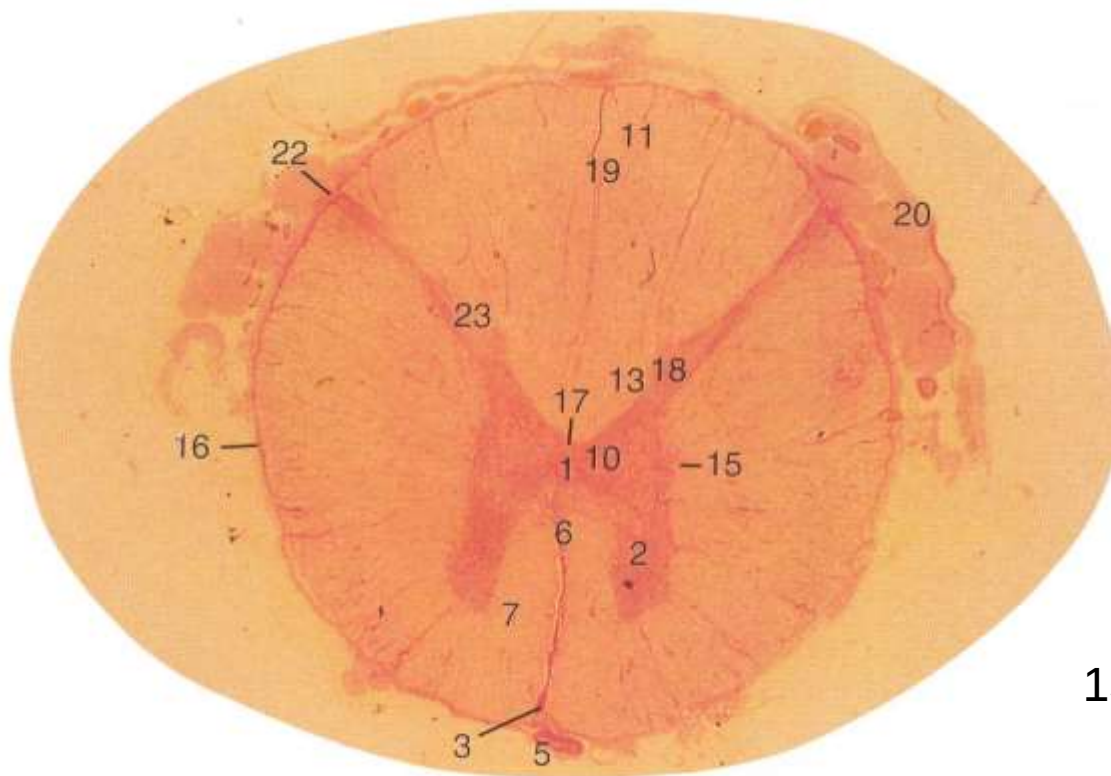
FUNICULUS
ANTERIOR



Mícha krční - impregnace stříbrem dle Weigerta

11-fasciculus gracilis -DK
12-fasciculus cuneatus-HK



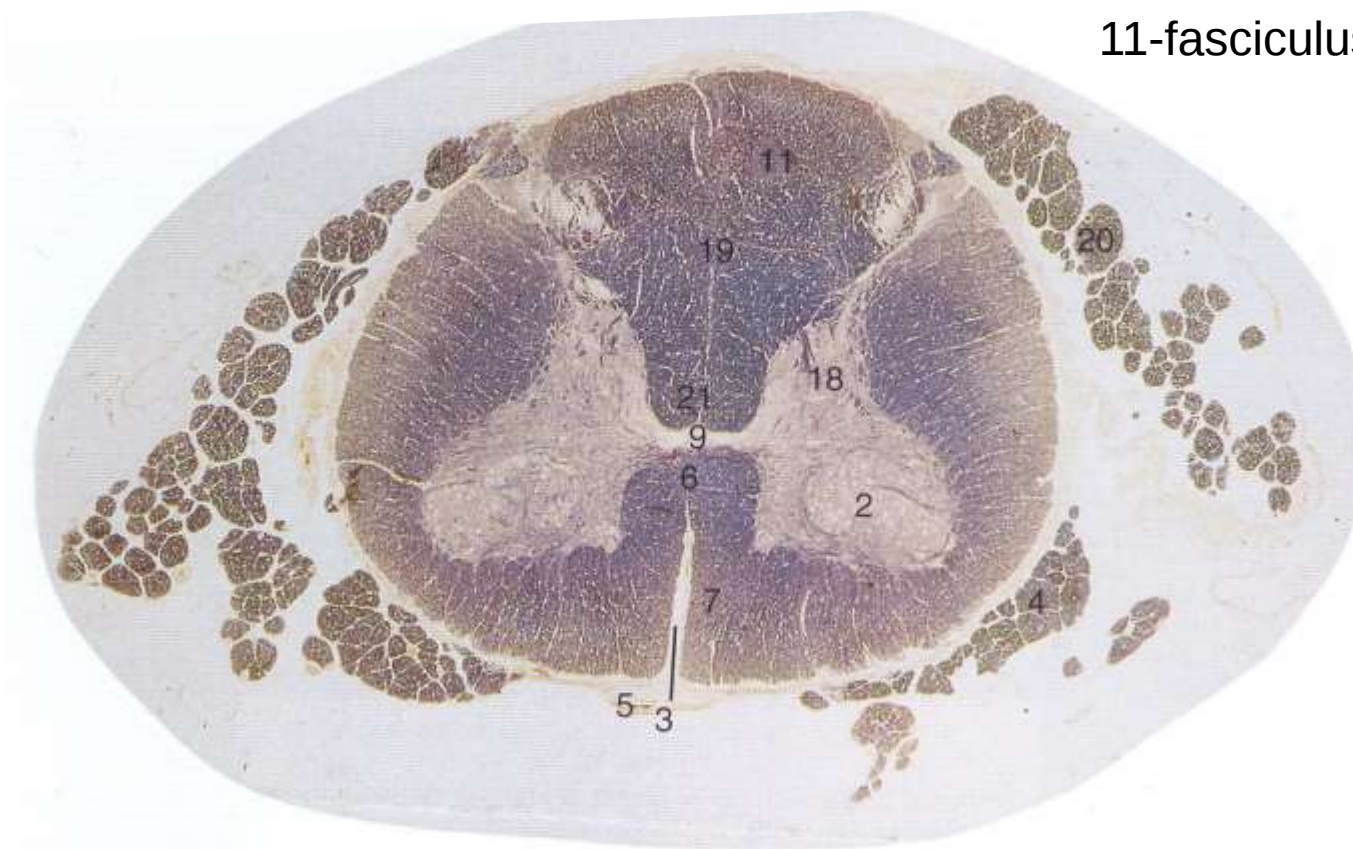


15-cornu laterale

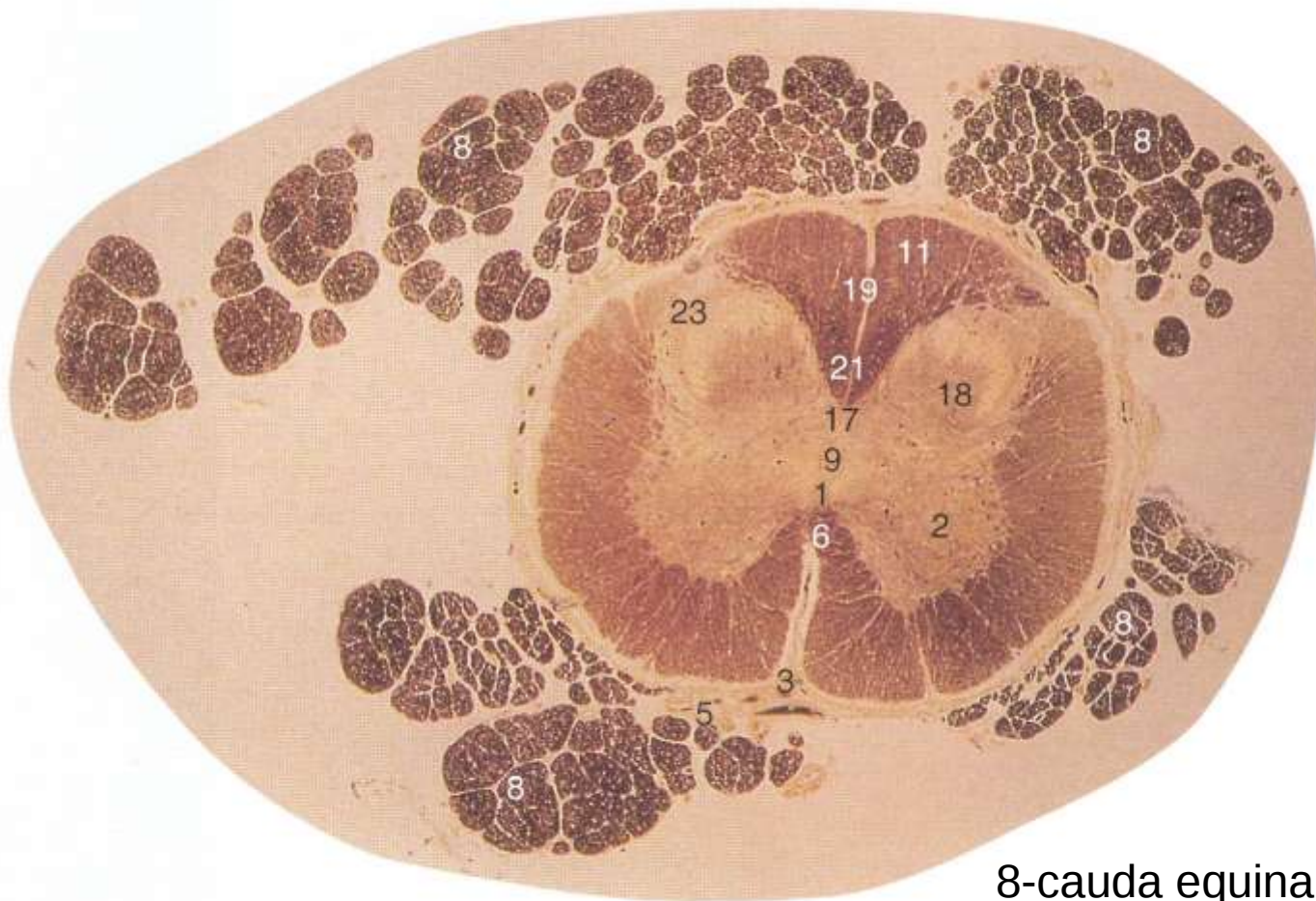
Dolní hrudní mícha, barvení dle Van Giesona

12. Cervikální mícha

11-fasciculus gracilis



Bederní mícha dle Weigerta

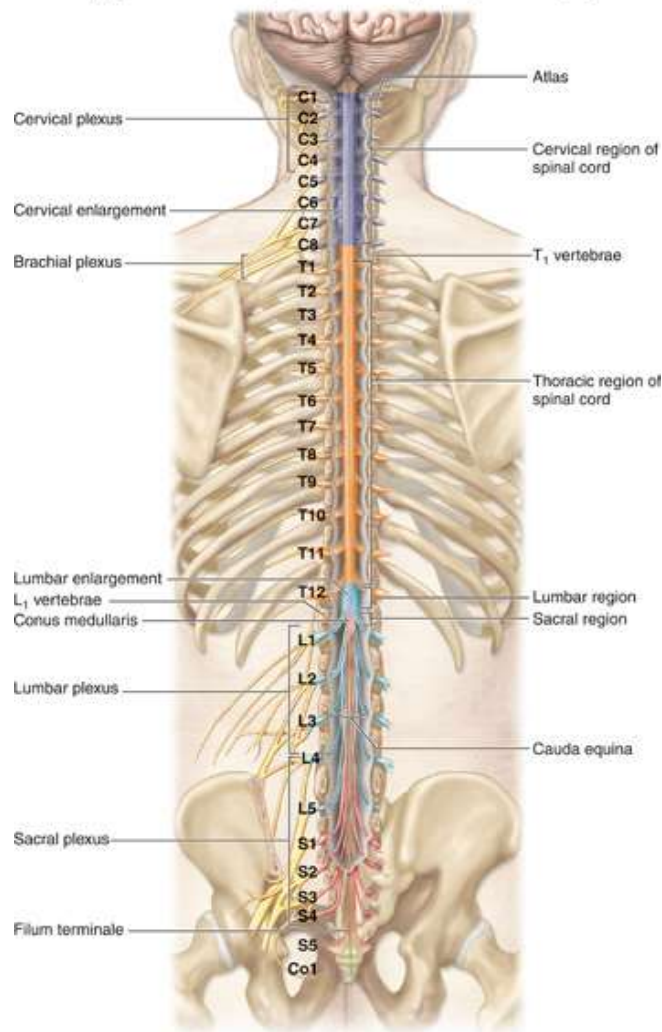


8-cauda equina
11- fasciculus gracilis

Mícha sakrální

Anatomie páteřního kanálu a míchy

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



(a) Posterior view

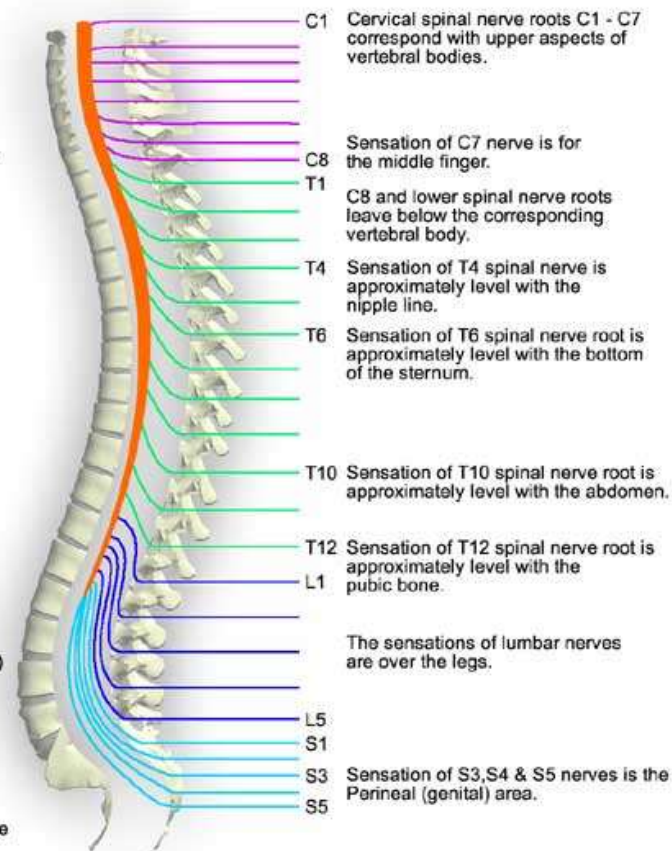
Bone notch at the base of the neck is C7.

The spinal cord ends approximately between L1 & L2.

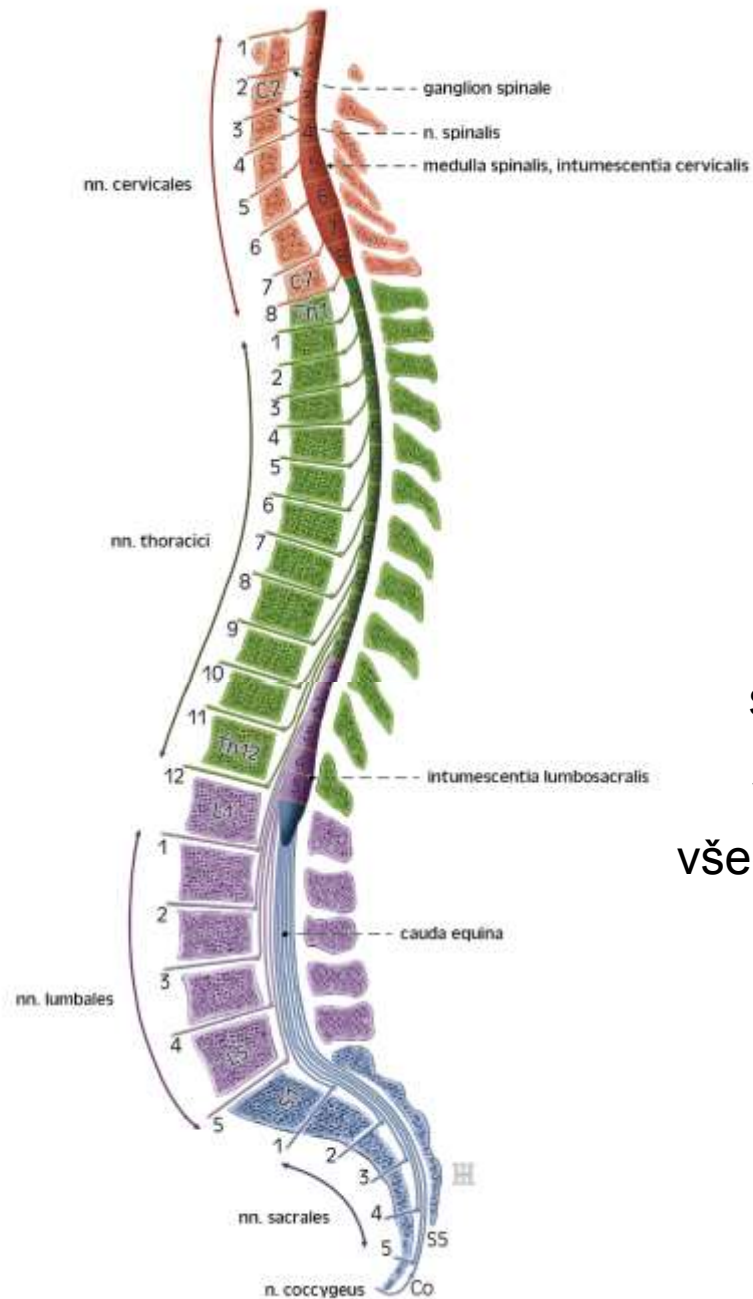
Sacral cord segments (S1-S5 "Cauda Equina") are level with T12-L1 Vertebrae.

The sacral vertebrae are fused to make up the sacrum.

The coccygeal vertebrae are fused to make the coccyx or "tail bone".



Vertebro-medulární topografie – vztah těl obratlů a míšních segmentů



Segment = vertebra

Segment = vertebra +1

Segment = vertebra +2

Segment = vertebra +3

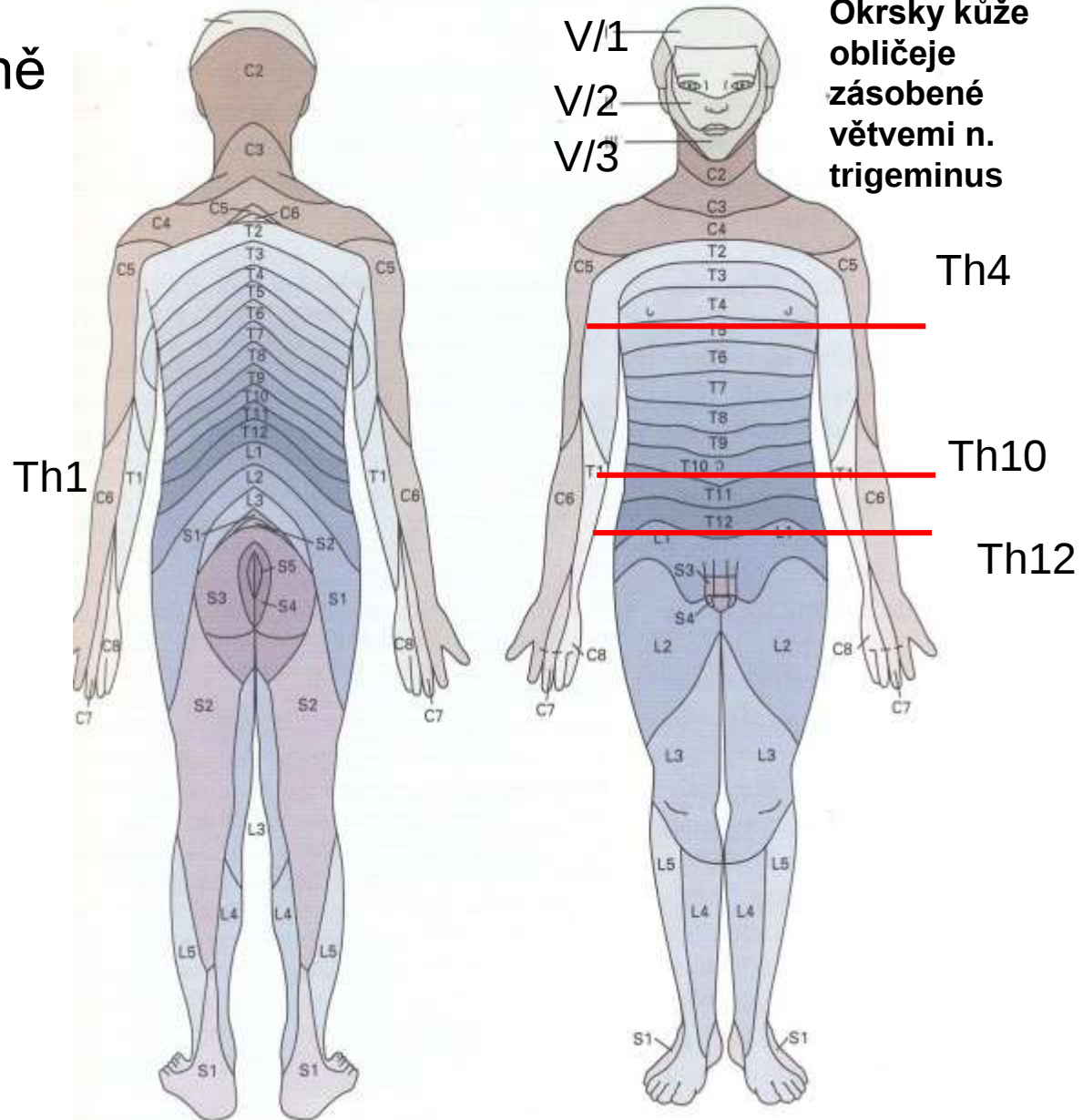
segment Th12-L1 = Th 11 obratel

segment L2-L5 = Th12 obratel

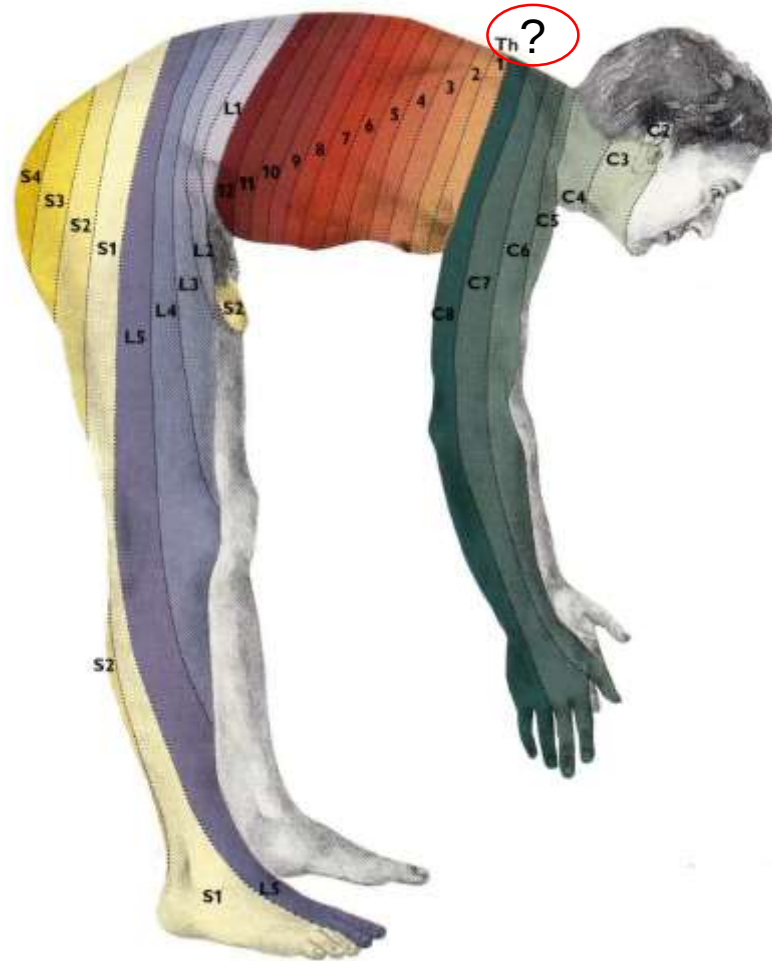
všechny sakrální segmenty = L1 obratel

Dermatomy

okrsky kůže senzitivně
zásobené z jednoho
míšního segmentu



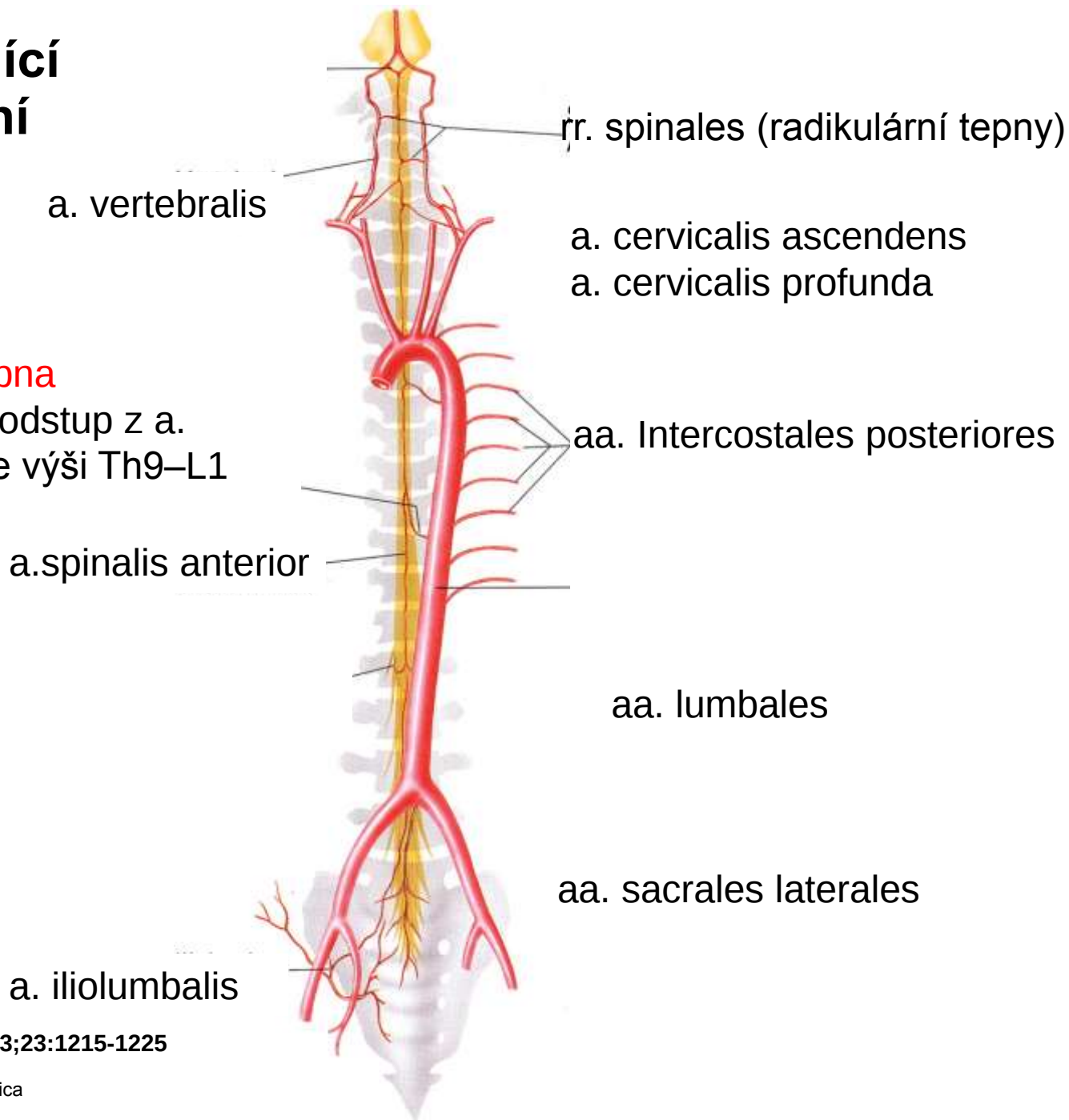
Dermatomey



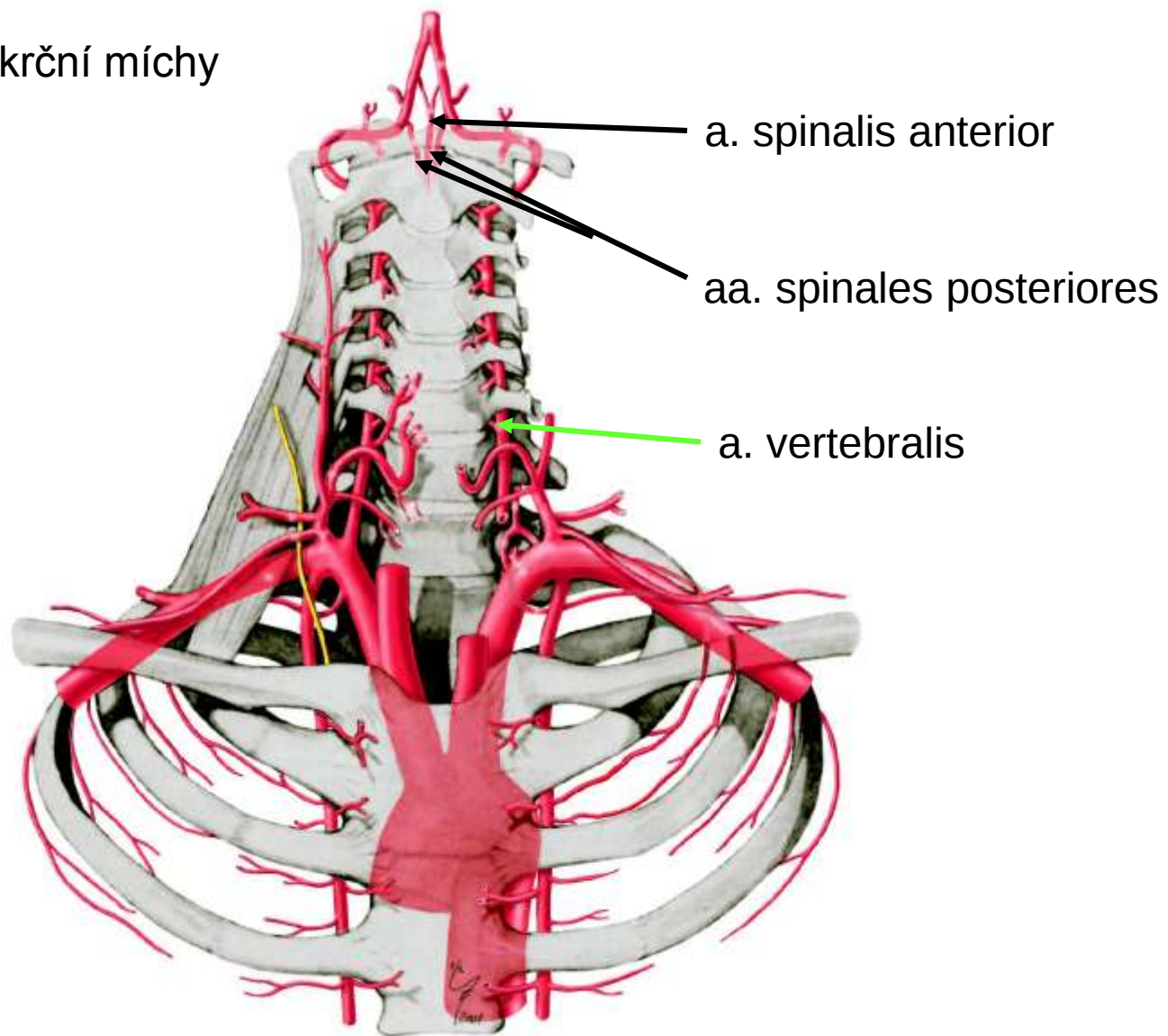
Tepny zásobující míchu a páteřní kanál

Adamkiewiczova tepna

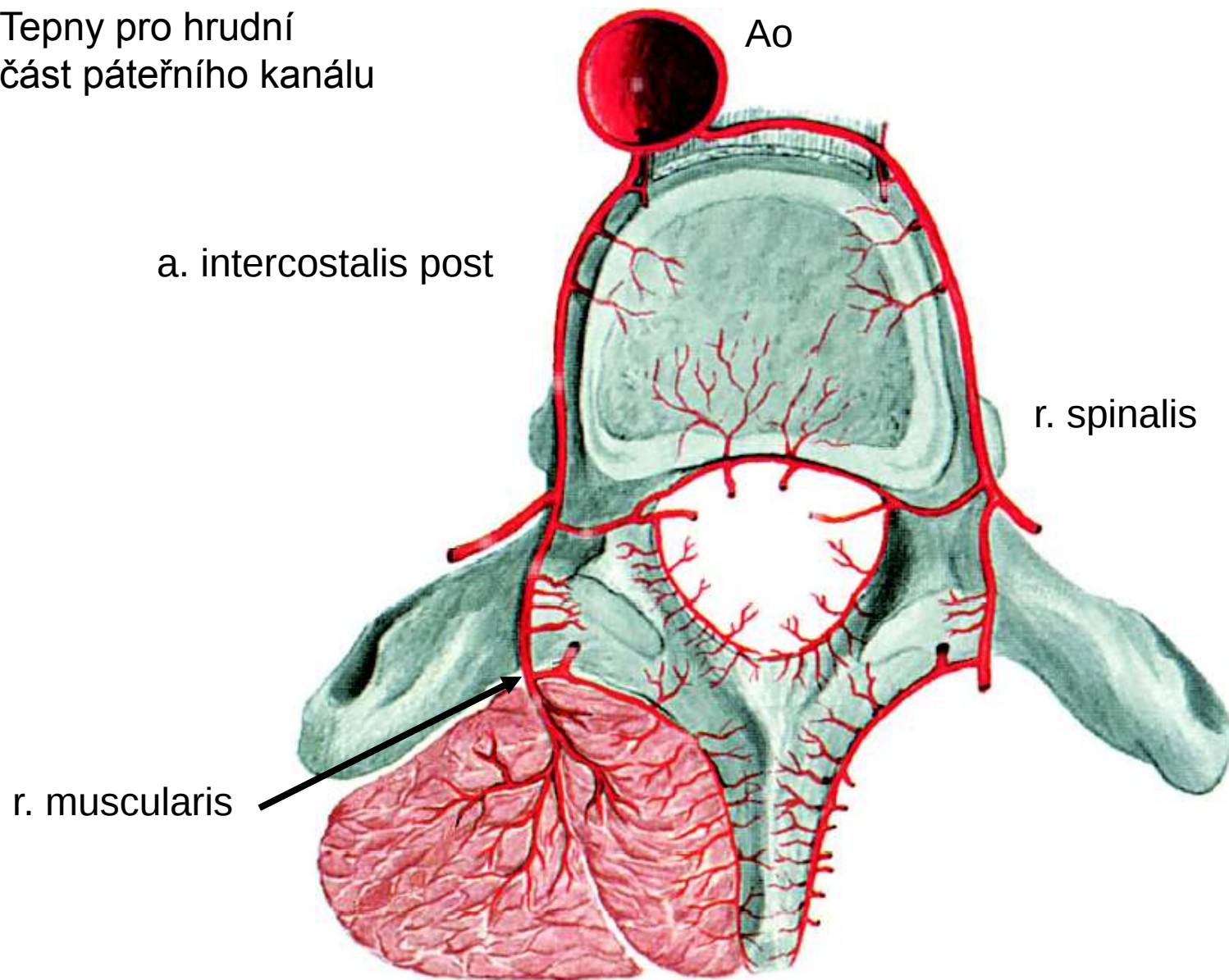
(a.spinalis magna) odstup z a.
intercostalis post. ve výši Th9–L1
(Th7-L2)



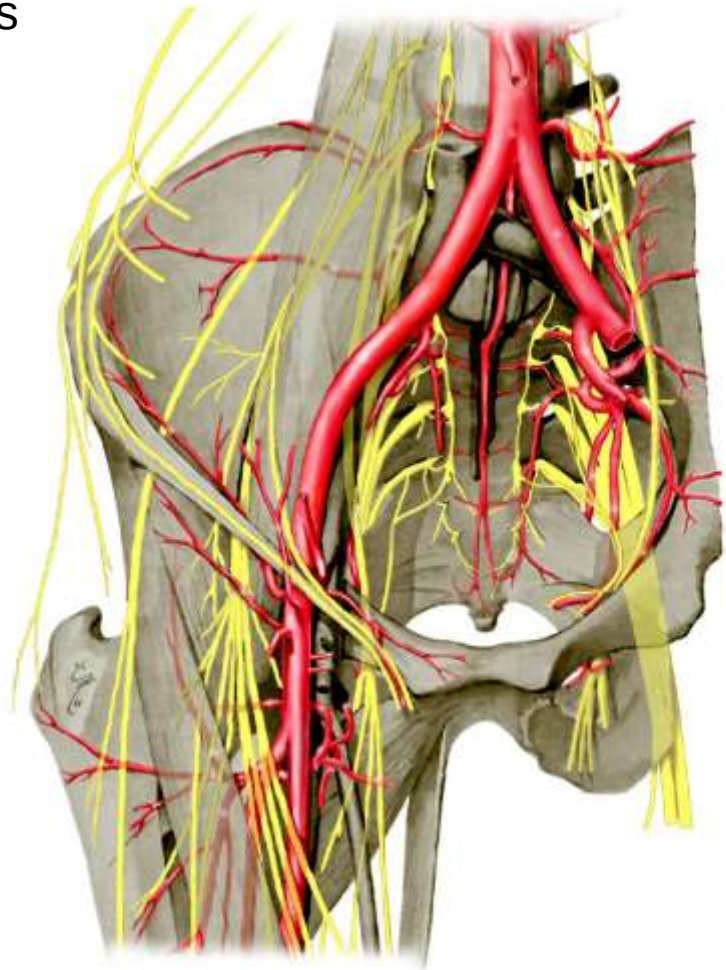
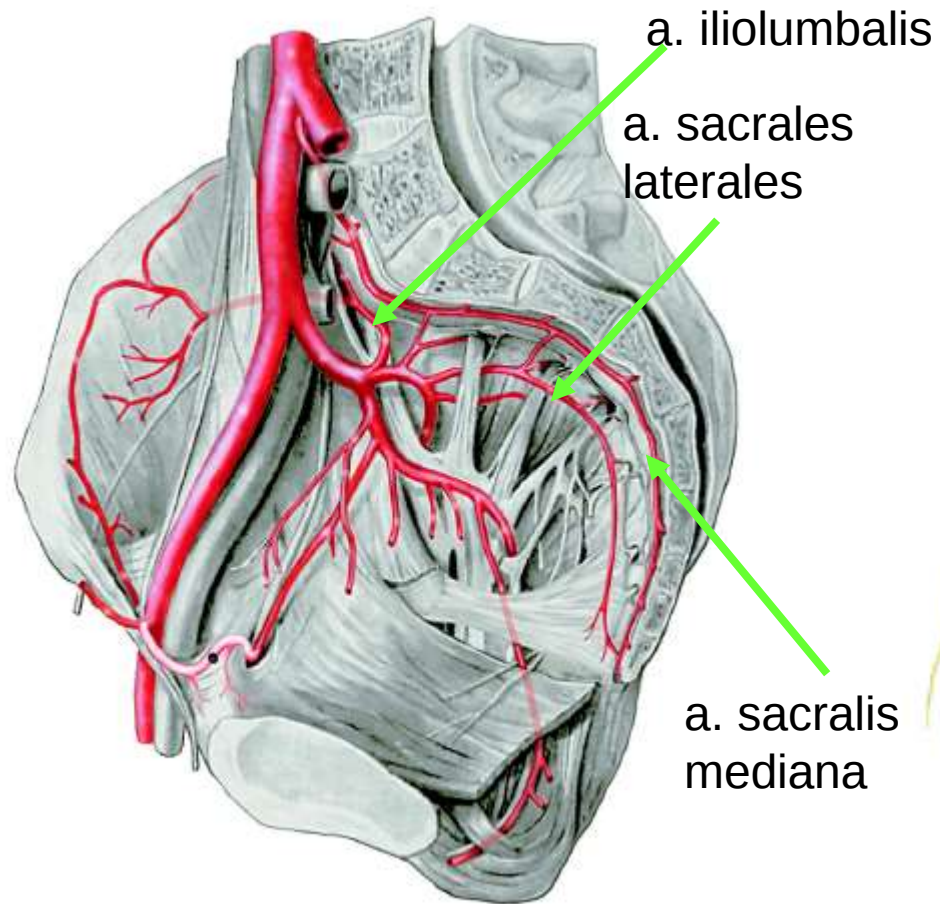
Zásobení krční míchy



Tepny pro hrudní
část páteřního kanálu



Cévy zásobující dolní část páteřního kanálu



Tepny míchy

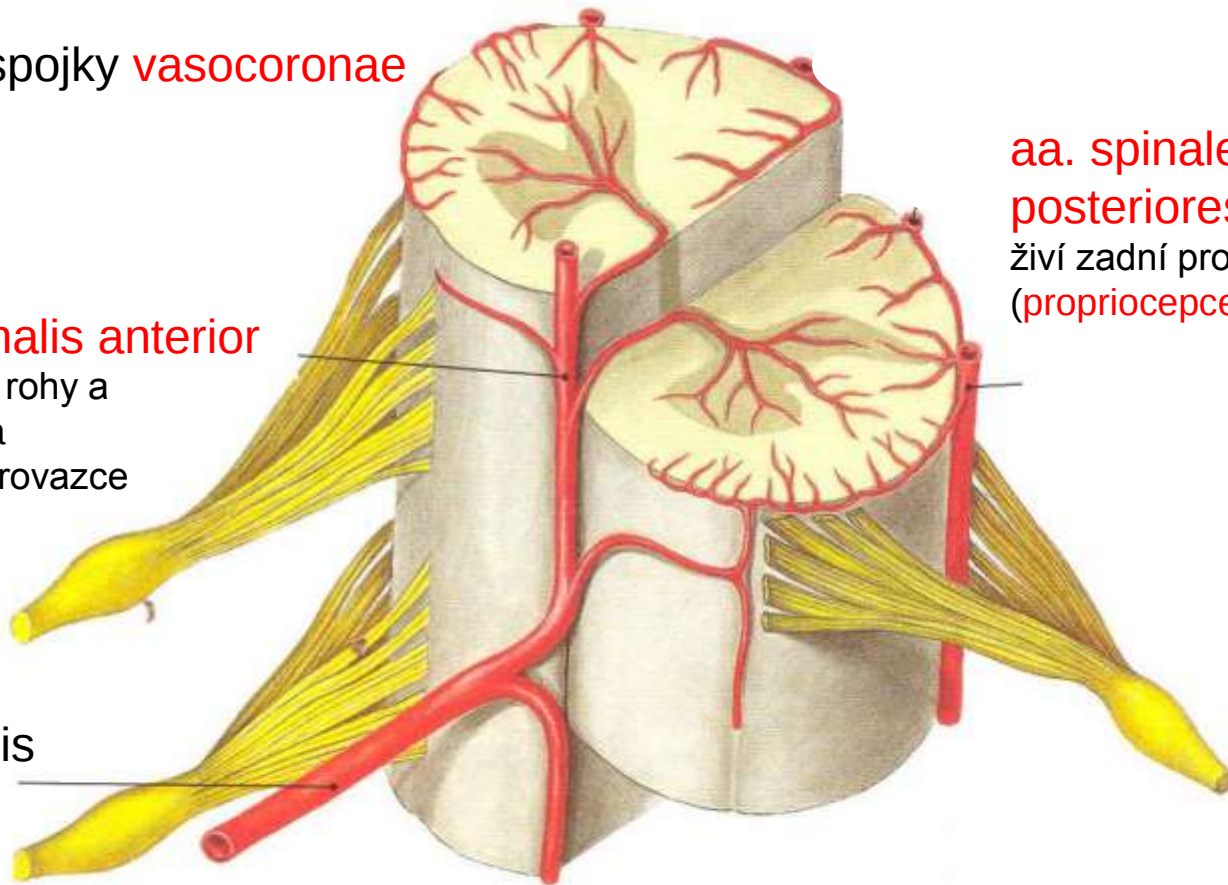
5 podélně probíhajících kmenů

spojky **vasocoroneae**

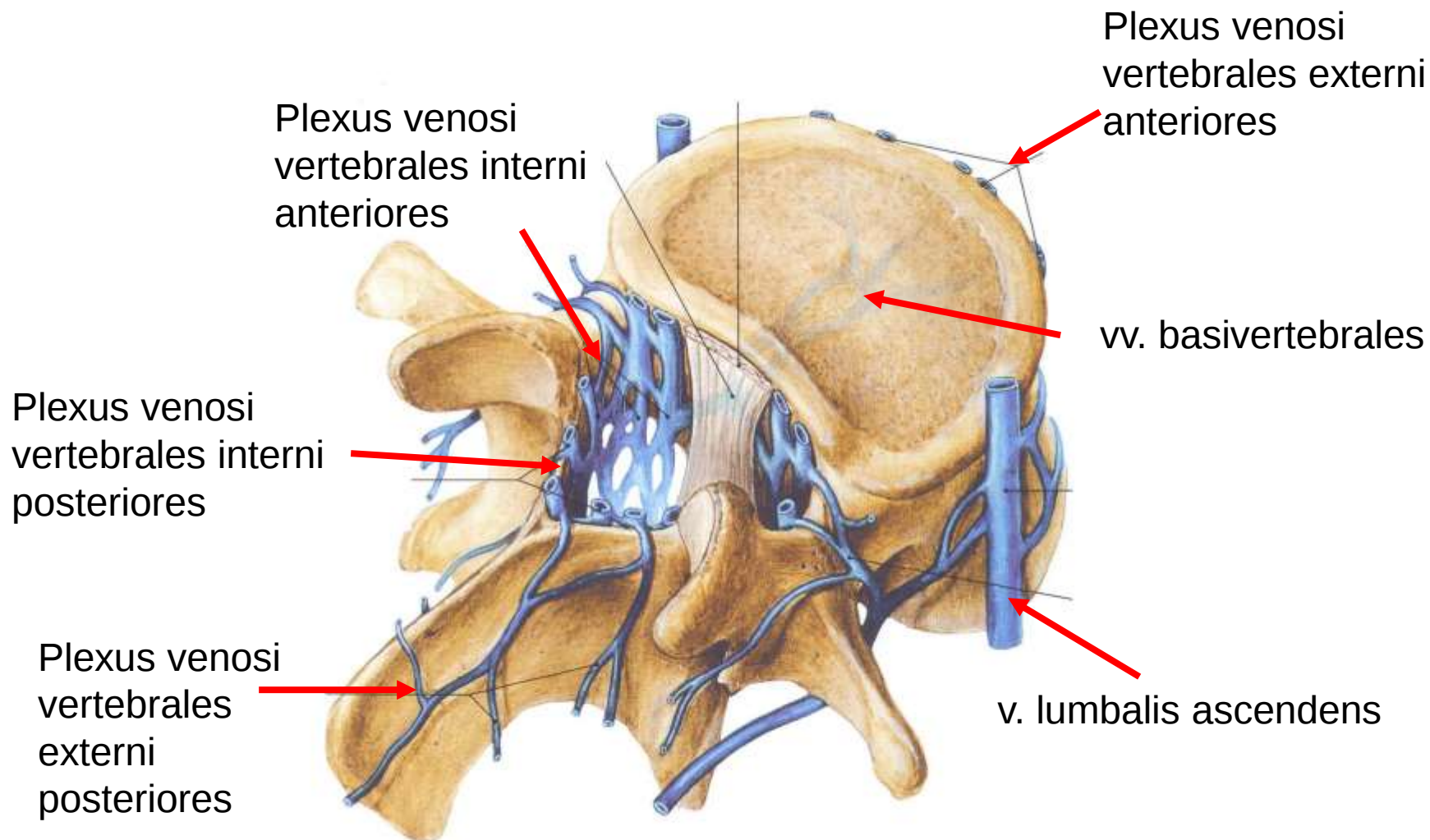
a. spinalis anterior
živí přední rohy a
provazce a
laterální provazce
(**hybnost**)

r. spinalis

**aa. spinales
posteriores**
živí zadní provazce
(**propriocepce**)

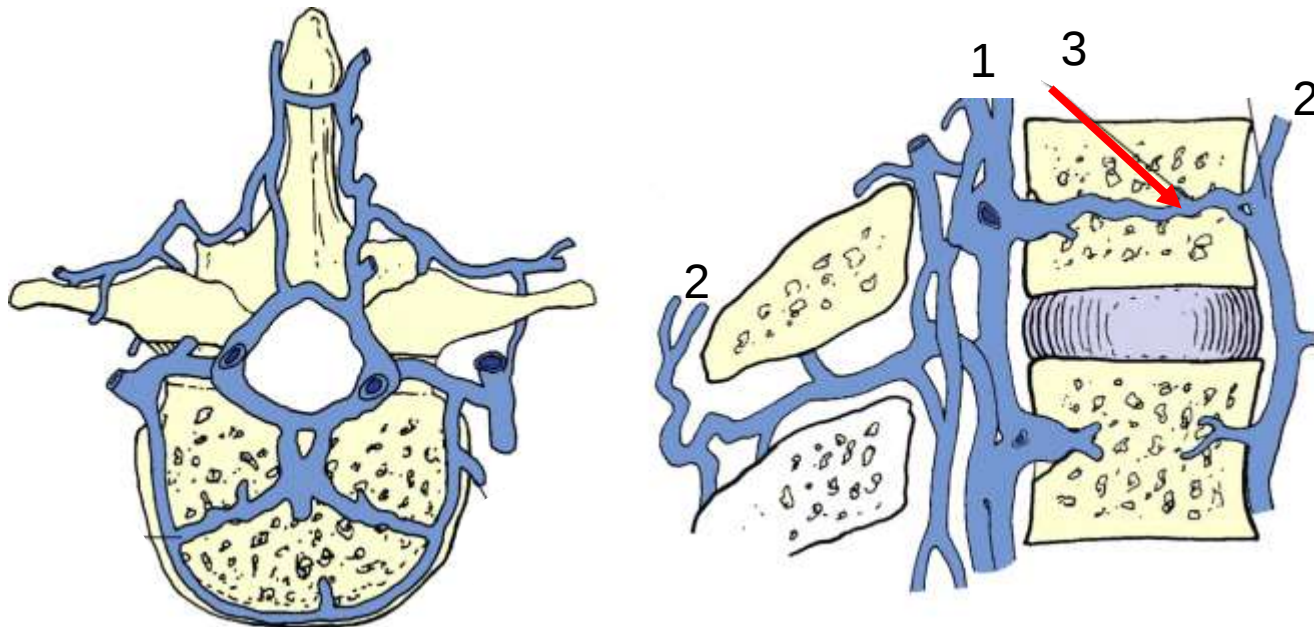


Páteřní kanál žíly



Plexus venosi vertebrales

- plexus venosi vertebrales **nemají chlopně** (**šíření zánětu a nádorů**) a anastomosují mezi sebou
- **anastomosují** s žilními plexy kolem os sacrum a pánve
- jsou: 1) uvnitř kanálu v epidurálním prostoru (**plexus venosi vertebrales interni**)
- 2) kolem páteře zvenčí (**plexus venosi vertebrales externi**)
- 3) uvnitř obratlových těl (**venae basivertebrales**)



Rexedovy laminy (zony)

I – ncl apicalis

II, III – subst. gelatinosa Rolandi

IV,V – ncl proprius

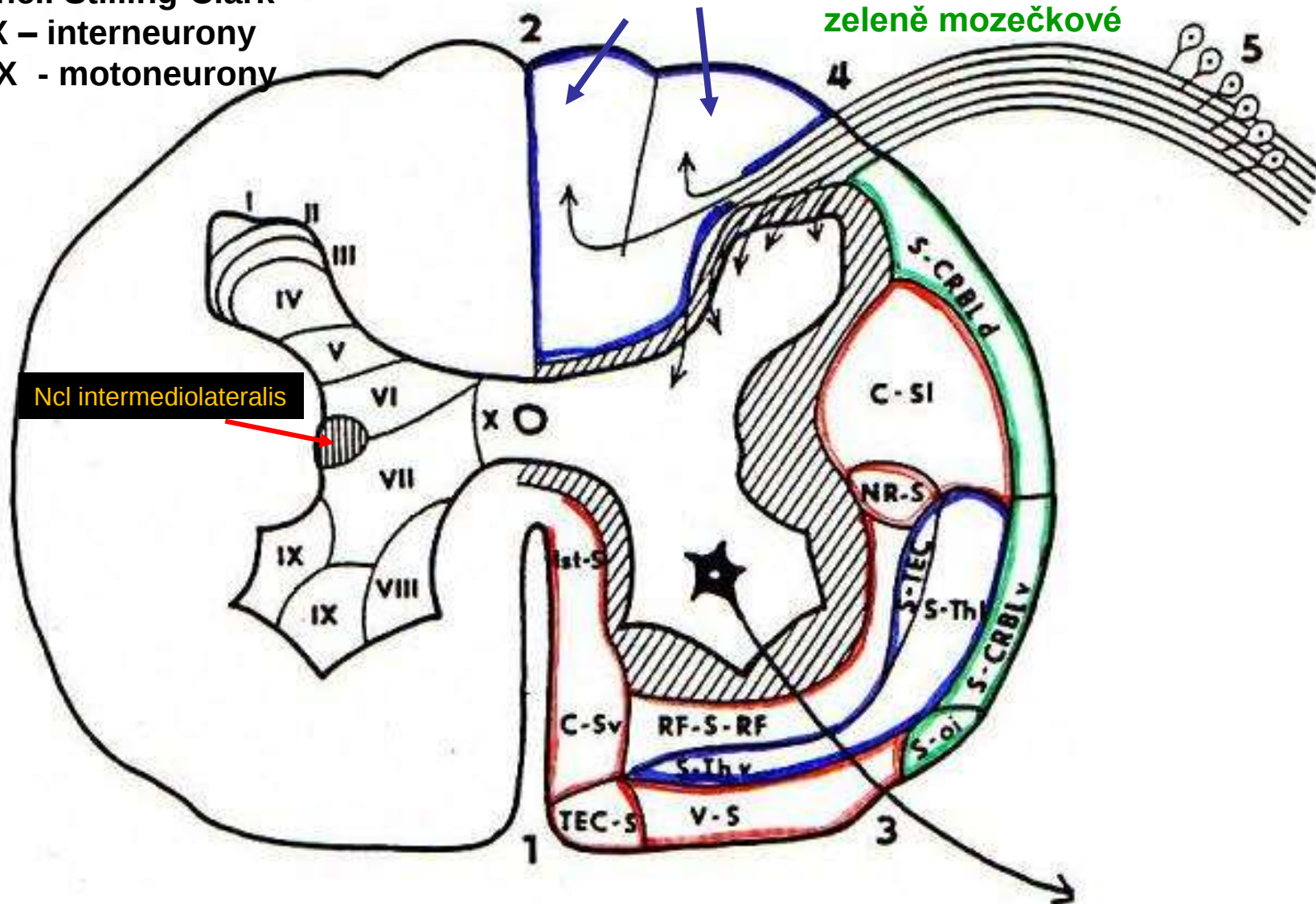
VI – ncl. Stilling-Clark

VII, X – interneurony

VIII,IX – motoneurony

dráhy
zadních
provazců

šrafovaně propriospinální dráhy
šrafovaně svisle - **visceromotorika**
modře senzitivní dráhy
červeně motorické
zeleně mozečkové



Rexedovy laminy

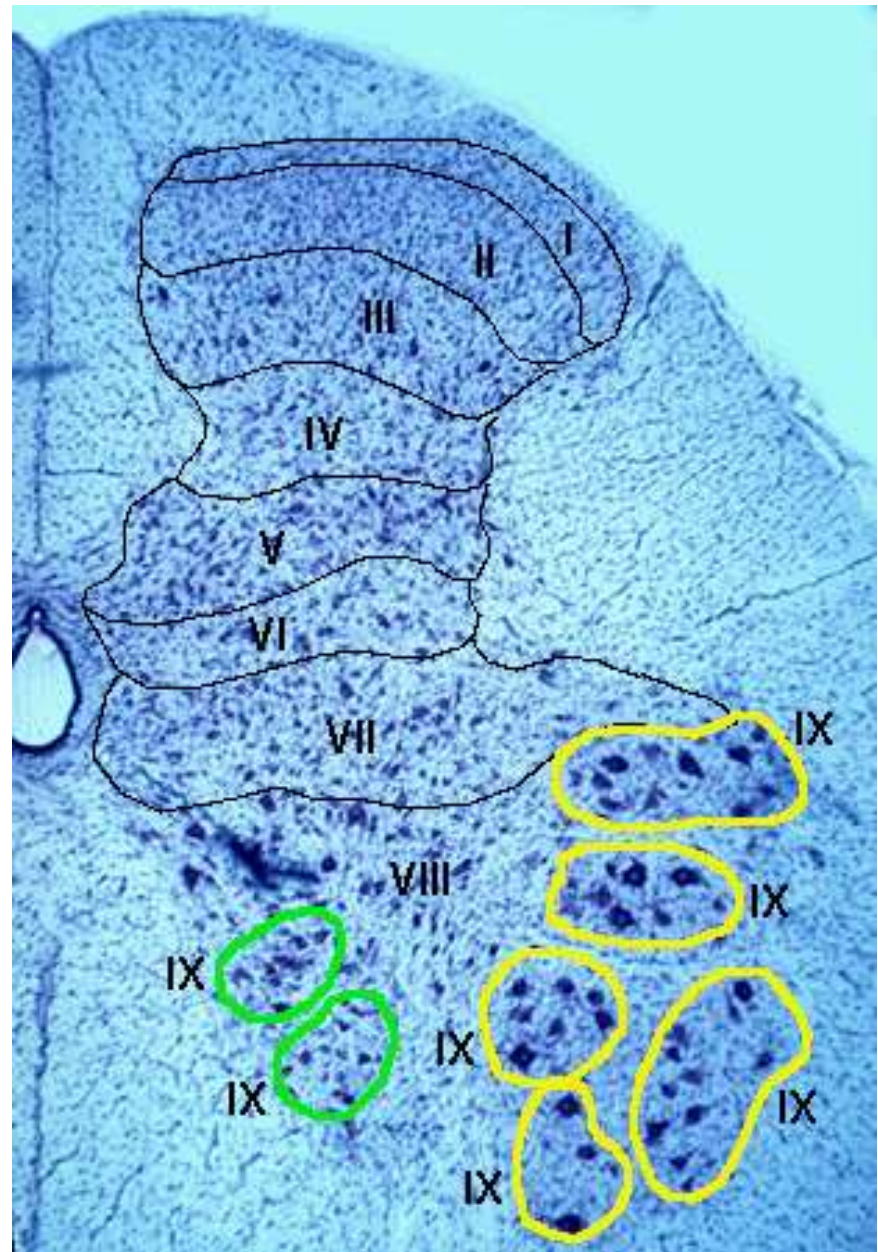
Nisslovo barvení



Bror Rexed

Rexedovy laminy (zony)

- I – ncl apicalis
- II, III – subst. gelatinosa Rolandi
- IV, V – ncl proprius
- VI – ncl. Stilling-Clark
- VII – interneurony
- VIII, IX - motoneurony



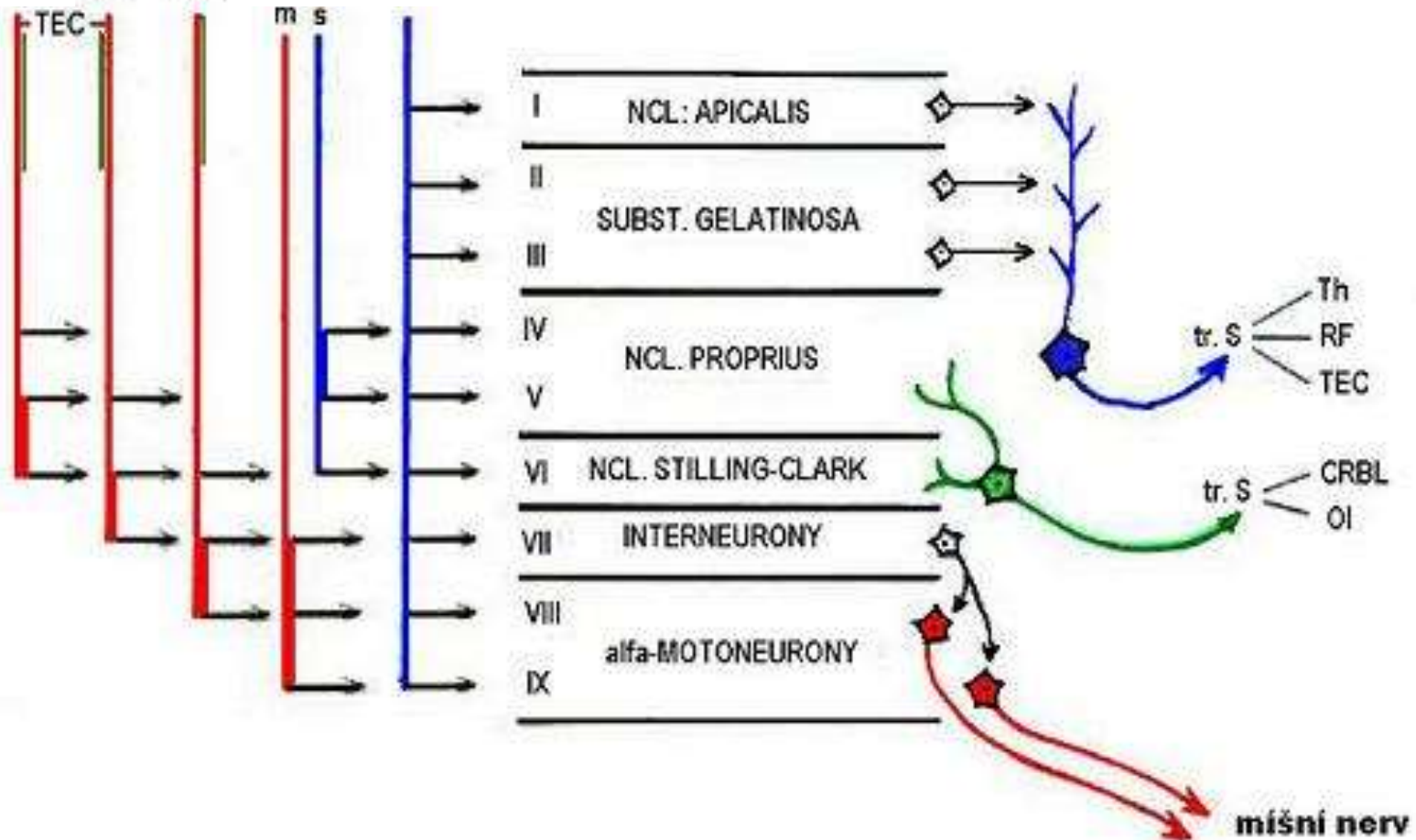
Srovnání Rexedovy nomenklatury s klasickou

AFERENTY z :

ZONY - JÁDRA :

EFERENTY :

Ncl. ruber RF VIII. Cortex Radix post



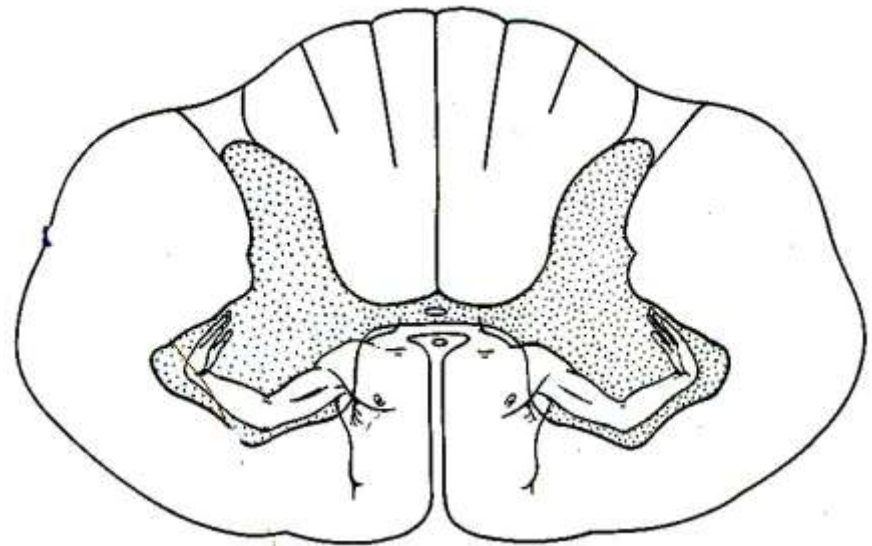
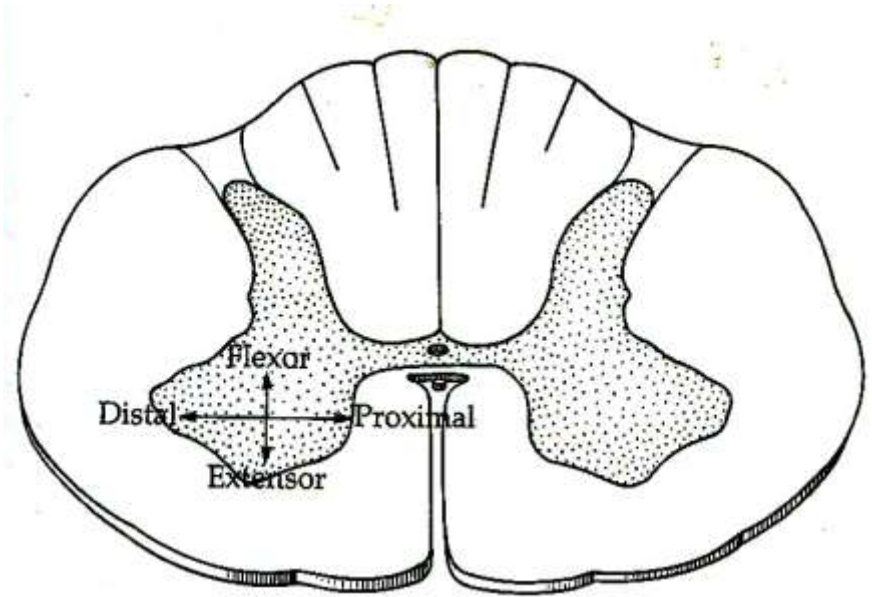
Somatotopické uspořádání motoneuronů v předních rožích míšních

„sloupce“ motoneuronů pro končetiny,
(distální svaly kaudálněji)

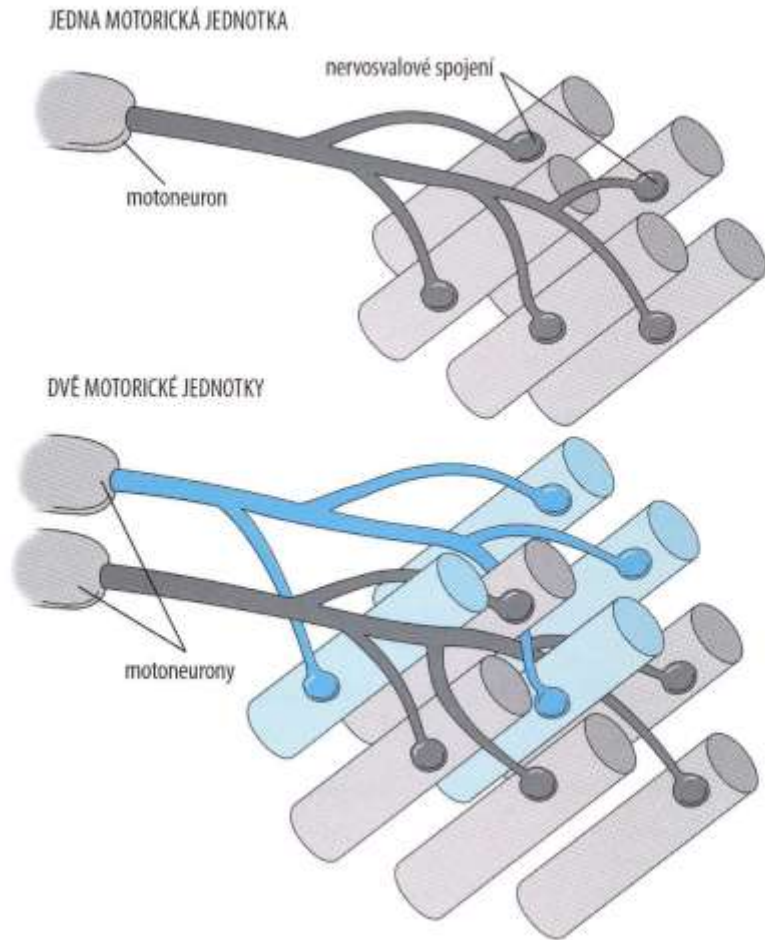
C3-C5 ncl. frenicus

S2-S3 Onufovo jádro – n.pudendus

C1-5 –ncl spinalis n.XI.



MOTORICKÁ JEDNOTKA



ALFA MOTONEURON
+ VŠECHNA SVALOVÁ
VLÁKNA, JÍM
INERVOVANÁ

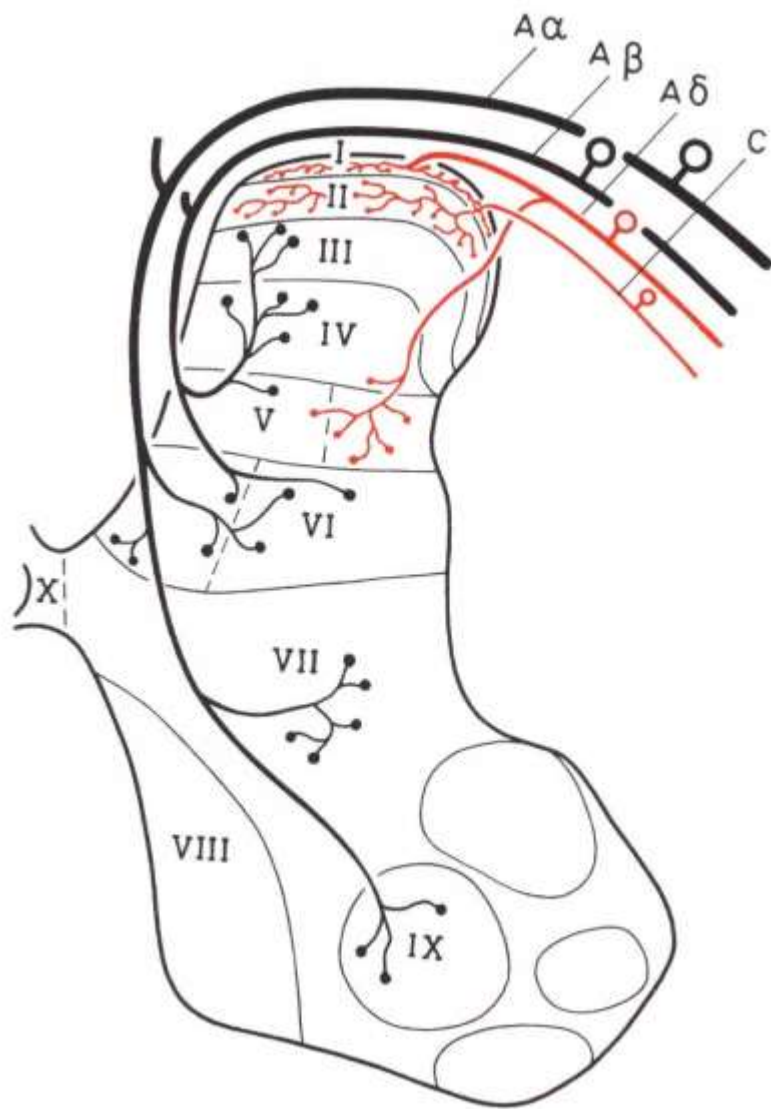
Různý počet vláken v jednotce
m. gastrocnemius (1750) x mm. lumbricales (108)

Různý počet jednotek ve svalu
Např. m. abduktor policis longus 400

Mediátor: ACh

(gamma motoneurony – inervace svalového vřeténka)

Vlákna vstupující do míchy zadním kořenem

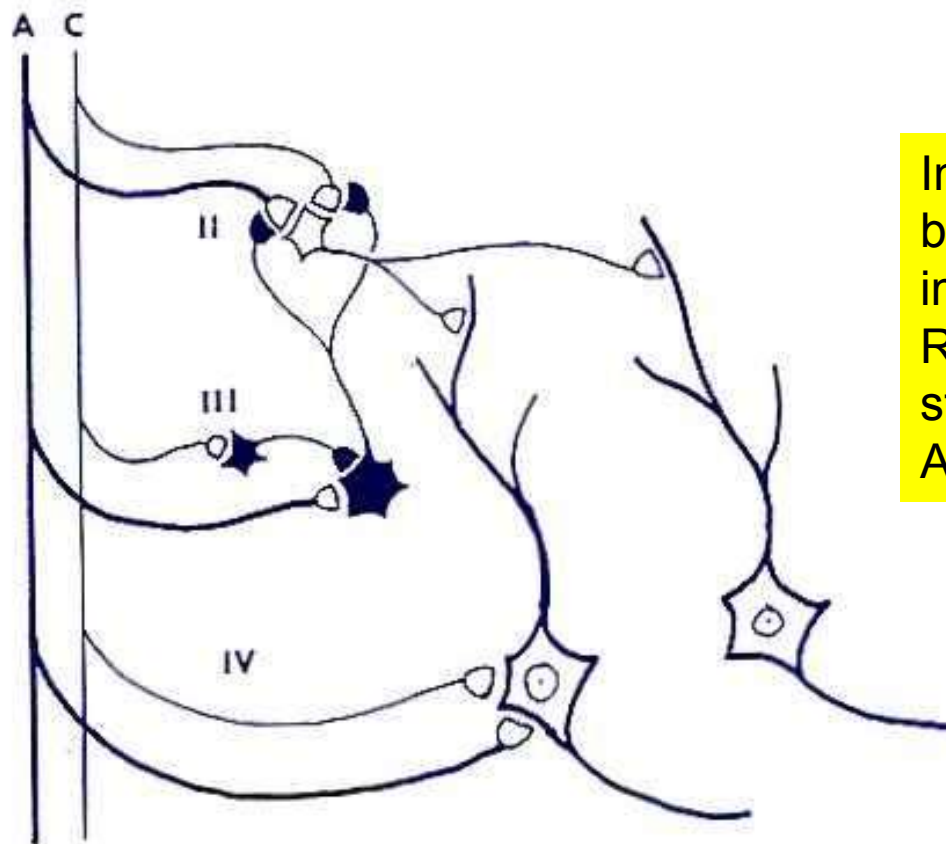


A alfa , A beta vlákna–
myelinizovaná,
rychle vedoucí vlákna
propriocepce, dotyk

A delta vlákna slabě myelinizovaná
C vlákna-nemyelinizovaná
pomalu vedoucí vlákna od
nociceptorů a termoreceptorů

Mediátory: glutamát + substance P,
VIP, cholecystokinin

Vrátkový systém v zadním rohu míšním



Inhibice přenosu
bolestivých
impulsů v II. a III.
Rexedově zóně při
stimulaci rychlých
A vláken

Obr. 22.:

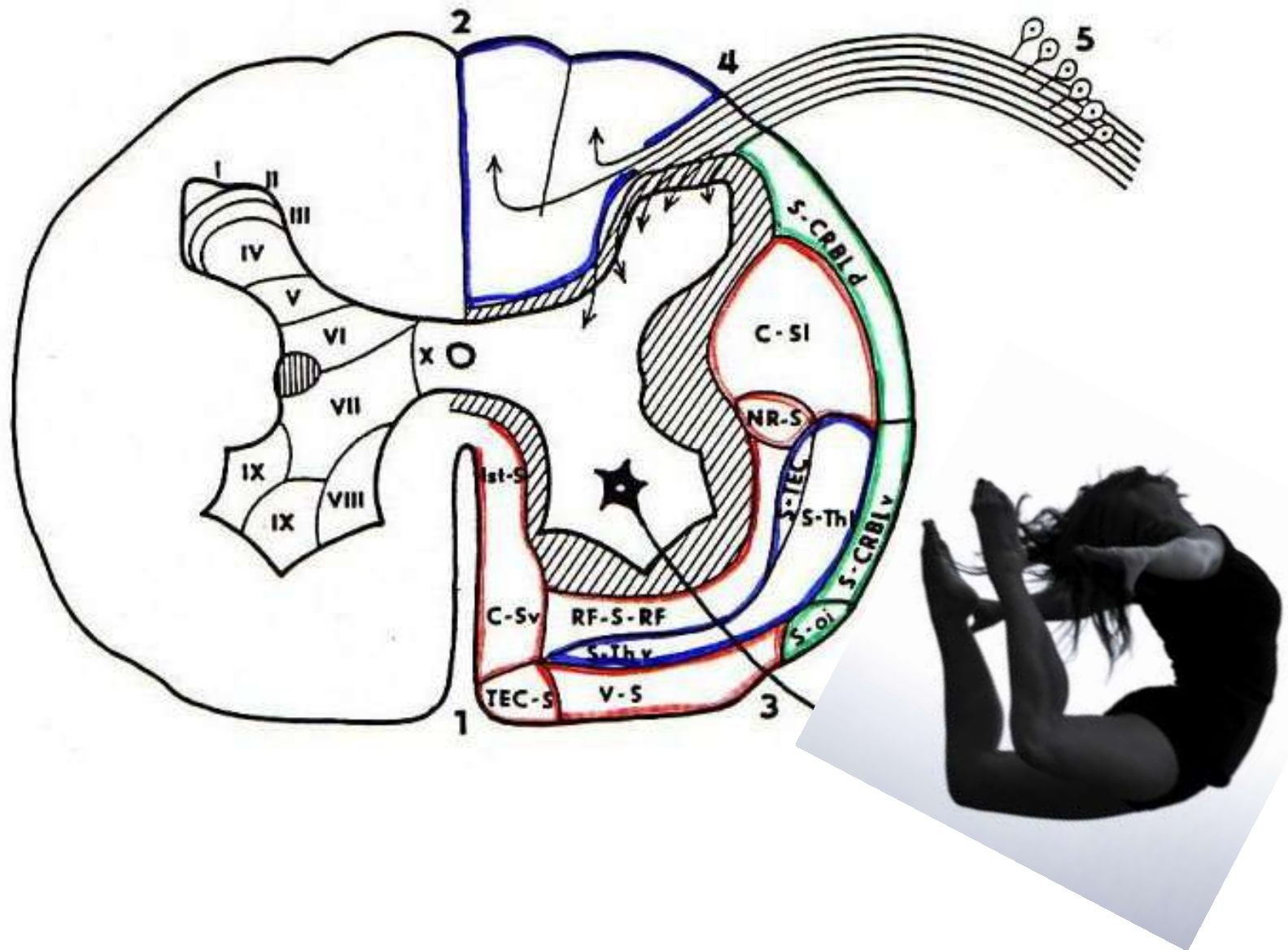
Schema tzv. "vrátkového" systému zadního rohu míchy.

Inhibiční neurony a inhibiční synapse zakresleny černě.

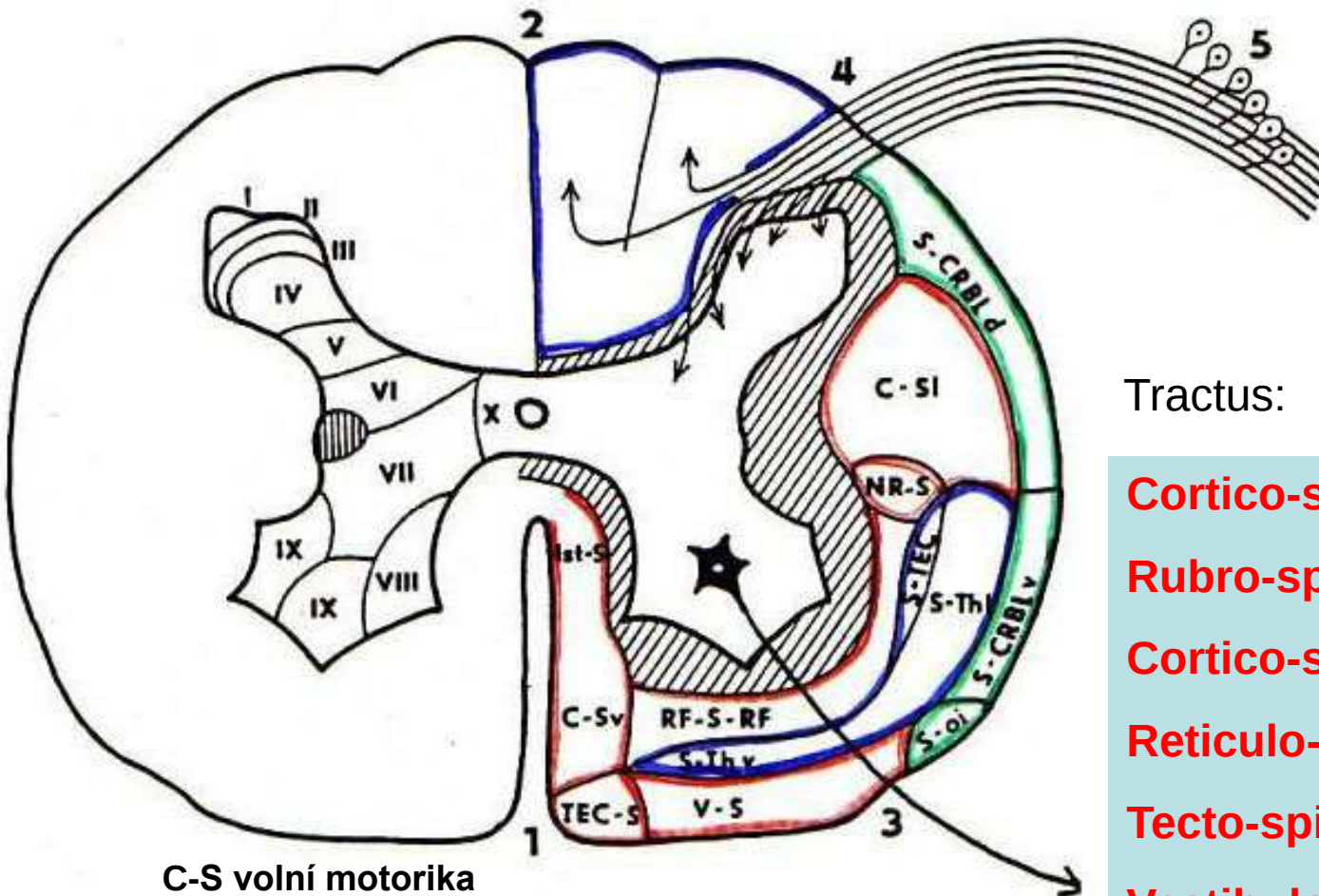
Římská čísla představují Rexedovy laminy.

A – aferentní, tlustá vlákna, rychle se adaptující (=vedou impulsy, hlavně hmatové, na začátku a na konci dráždění) C – aferentní, tenká vlákna, pomalu se adaptující (=vedou impulsy, hlavně bolest a teplo, po celou dobu dráždění).

Bíla hmota míchy – dráhy propriospinální, **ascendentní**, **descendentní** a **mozečkové**



Motorické dráhy



C-S volní motorika
 NR-S aktivace flexorů
 Ret-S svalový tonus a „supraspinální“ pohyb
 Te-S reakce na zvukový či vizuální podnět
 Ve-S aktivace extensorů
 Ist-S sledování přednášky vleže

Tractus:

Cortico-spinalis lateralis X
Rubro-spinalis X
Cortico-spinalis ventralis II
Reticulo-spinalis X, II
Tecto-spinalis X
Vestibulo-spinalis II
Interstitio-spinalis X,II

FORAMEN OF MONRO

Cortex

MIDDLE COMMISSURE
CHOROID PLEXUS OF
THIRD VENTRICLE
TAENIA THALAMI

HABENULAR
COMMISSURE

POSTERIOR
COMMISSURE

CALLOSUM

GENU

SEPTUM LUCIDUM

FORNIX

THALAMUS

Th

SPLENUM

Te

Ru

RF

PONS

Ve

OB-LONG.

Gr Cu

ROSTRUM

COPULA

ANTERIOR
COMMISSURE

LAMINA TERMINALIS

OPTIC CHIASM

OPTIC
NERVE

PITUITARY BODY

OCULOMOTOR
NERVE

CORPUS ALBICANS

TUBER CINEREUM

PINEAL BODY

QUADRIGEMINA

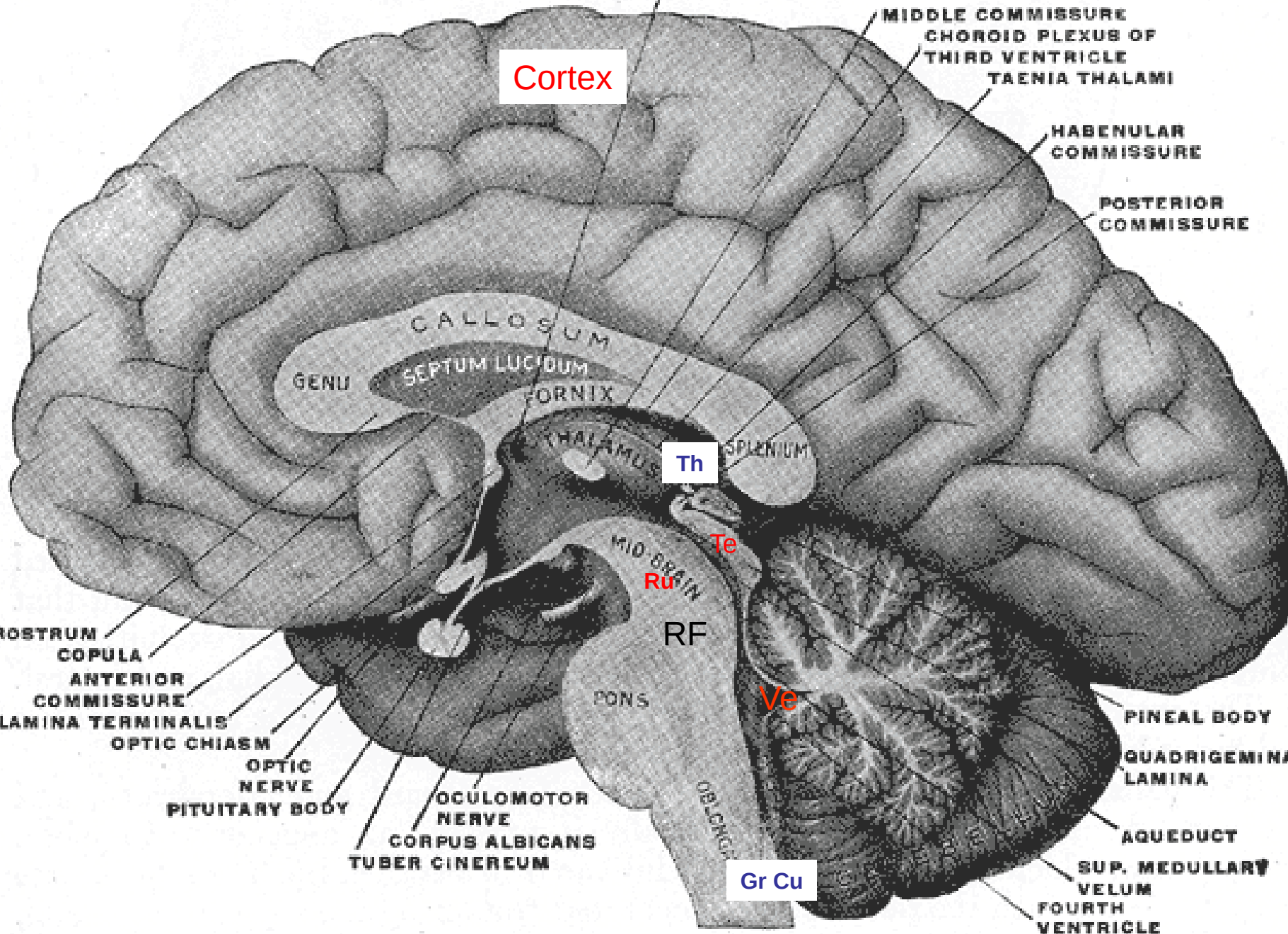
LAMINA

AQUEDUCT

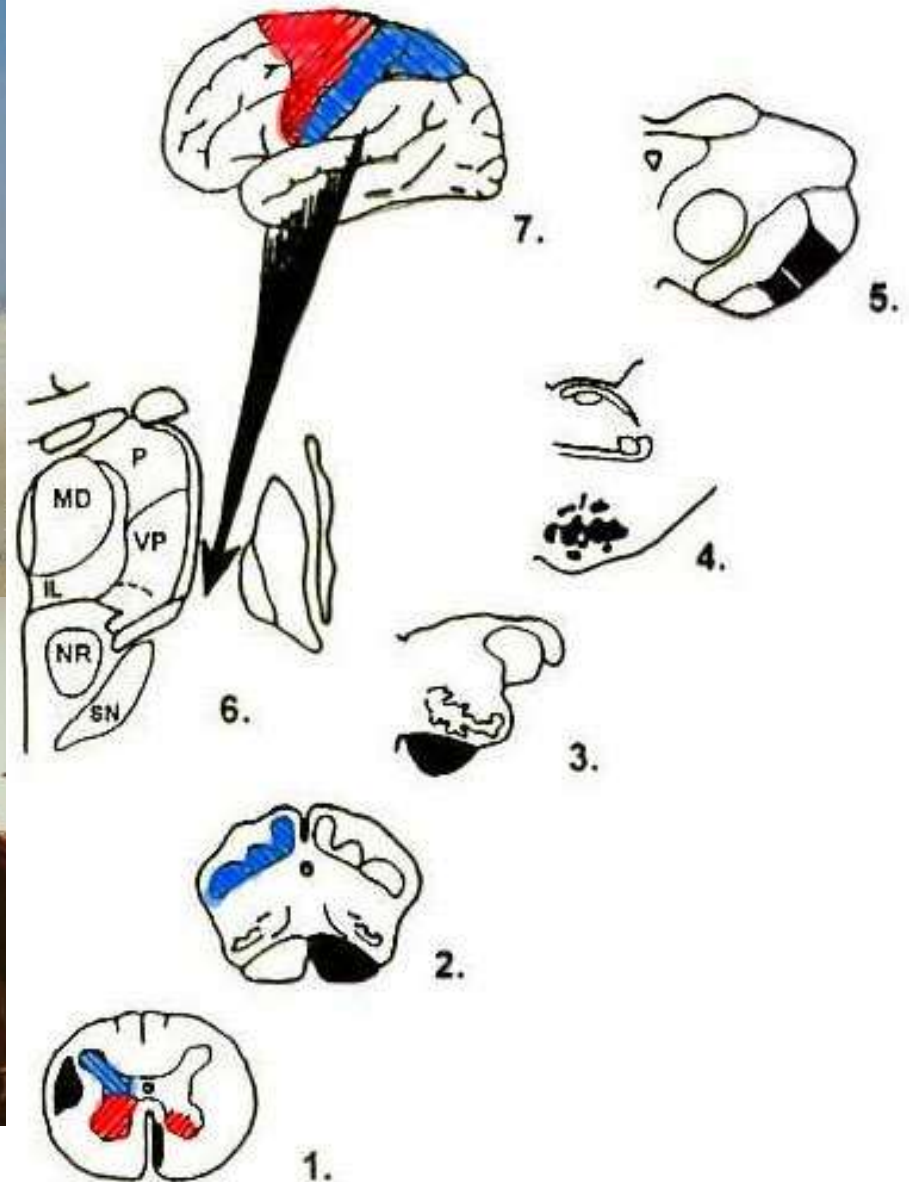
SUP. MEDULLARY

VELUM

FOURTH
VENTRICLE



Tractus cortico-spinalis (pyramidová dráha) volní hybnost



Poruchy motoriky- obrny

paresa, plegie, paraparesa, hemiparesa

CENTRÁLNÍ

Lese horního neuronu (mozková mrtvice, krvácení v capsula interna, transversální leze míšní)

Spastická obrna

Zvýšený svalový tonus i reflexy

Vyhaslé břišní reflexy a kremasterový

Babinského příznak

Volní pohyby jsou nemožné nebo omezené

PERIFERNÍ

Lese dolního neuronu
(poliomyelitis, přerušení nervu)

Chabá obrna

Snížený svalový tonus i reflexy

Progresivní svalová atrofie

**EMG – fibrilační potenciály
denervovaných svalů**

**U částečně denervovaných svalů
možná reinervace**

Transversální leze míšní

Příčiny – trauma, nádor, ischemie, krvácení

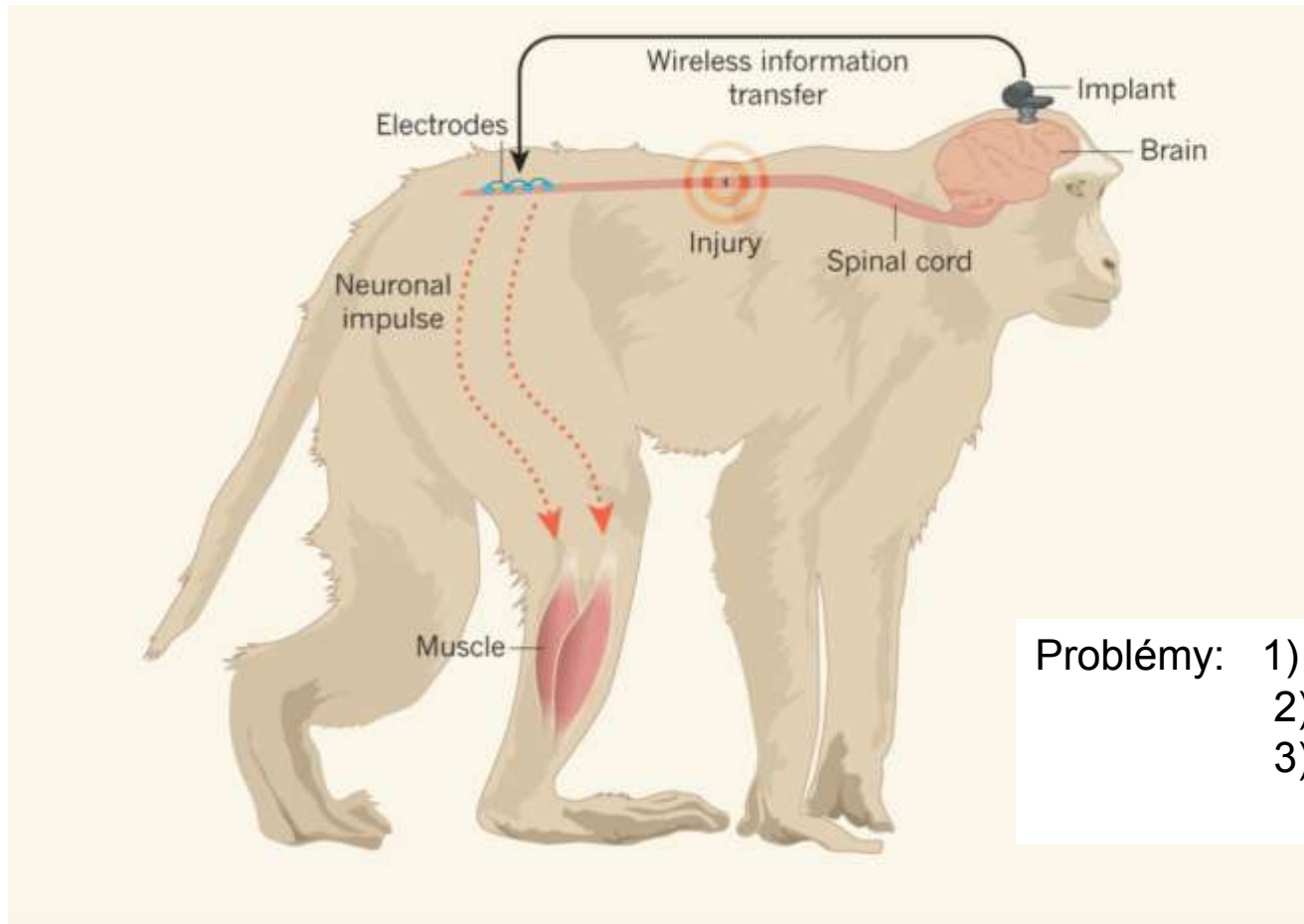
- 1) Nejprve stadium **míšního šoku** – **chabá obrna**
- 2) Postupně se rozvíjí **spastická obrna** centrálního typu z poškození cortico-spinálních drah v míše (za 1-3 dny návrat reflexů z hypersenzitivity, po týdnech hyperreflexie)

Ročně 250,000 - 500,000 lidí - poranění míchy

U nás ročně + 300 lidí s míšními lezemi

- Výzkum:
- 1) změna prostředí v poškozené tkáni
 - 2) přímé ovlivnění neuronů
 - 3) kmenové buňky
 - 4) přemostění leze elektronikou

wireless electronic connection between the brain and spinal cord restored movement in two monkeys that were each paralysed in one leg as a result of a spinal-cord injury.



Může být
obnovena chůze
po dvou při
paraplegii?

Problémy: 1) udržení rovnováhy
2) cílení pohybu
3) vyhýbání se překážkám

Capogrosso *et al.*¹ established a neural-interface system that enabled communication between the brain and spinal cord in monkeys subjected to a spinal-cord injury that paralysed one leg. An implant in the brain recorded neural activity related to leg movements, and transmitted this information to electrodes at the base of the spinal cord via a wireless link. These electrodes triggered neuronal impulses that generated movement in the leg muscle, allowing the monkeys to walk freely, despite their injury. (Adapted from Fig. 1 of ref. 1.)

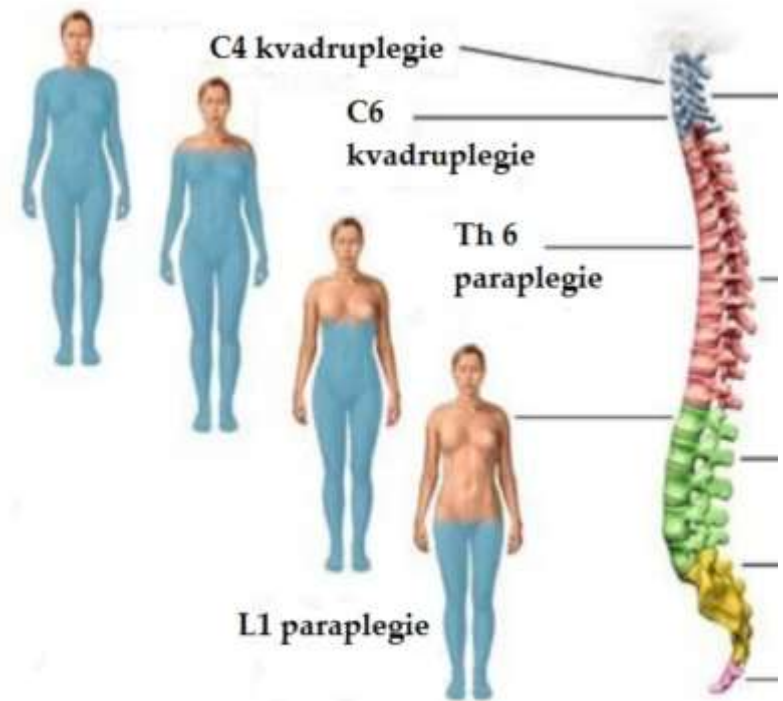
Spinal-cord injury: Neural interfaces take another step forward
Andrew Jackson, Nature 539,2016

Transversální míšní leze

Příznaky závisí na výši leze

- 1) Horní krční – **zástava dechu** (n. frenicus C3-C4), **kvadruplegie**
- 2) Dolní krční – **kvadruplegie**
- 3) Hrudní – **paraplegie**
- 4) Poslední hrudní – **syndrom epikonu** – poškození segmentů L4-S2 - znemožněny jsou zevní rotace a dorsální flexe v kyčli , flexe kolene, vyhasíná reflex Achillovy šlachy (L5–S2), částečné poruchy sfinkterů, necitlivost zadní strany stehna a od kolene dolů
- 5) Bederní (těla L1-L2) – **syndrom míšního konu** – poškození segmentů S3-S5, poruchy sfinkterů, necitlivost perinea sedlovitého charakteru

Cauda equina – **syndrom kaudy** – porucha periferních nervů uvnitř saccus durae matris – prudké bolesti vystřelující v příslušném segmentu)



U nás přibývá ročně 300 lidí s míšní lezí

Klíčová místa senzitivního testování (dermatomů):

C2 - okcipitální protuberance

C3 - supraklavikulární jamka

C4 - vrchol akromioklavikulárního skloubení

C5 - laterální část loketní jamky

C6 - palec

C7 - 3. prst

C8 - malíček

Th1 - mediální část loketní jamky

Th2 - vrchol axily

Th3 - 3. interkostální prostor

Th4 - 4. interkostální prostor (prsňí bradavky)

Th6 - 6. interkostální prostor (rovina proc. xiphoideus)

Th8 - okraj žeberrního oblouku

Th10 - rovina pupku

Th12 - střed lig. inguinale

L2 - střed přední části stehna

L3 - mediální kondyl femuru

L4 - vnitřní kotník

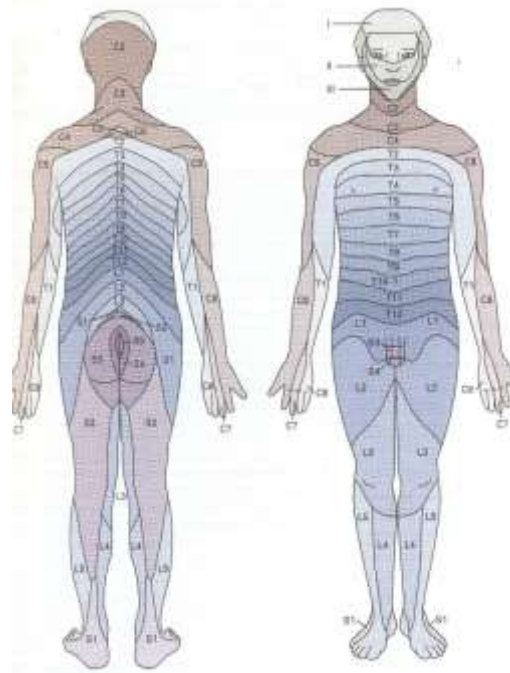
L5 - dorzum nohy (u 3. metatarzofalangeálního kloubu)

S1 - laterální část paty

S2 - střed popliteální jamky

S3 - tuber ossis ischii

S4-5 - perianální area



Klíčové svaly myotomů:

C5 - flexory v lokti (mm. biceps, brachialis)

C6 - extenzory zápěstí

C7 - extenze v lokti (m. triceps)

C8 - flexe prstů (m. flexor digitorum profundus)

Th1 - abdukce malíku (m. abductor digiti minimi)

L2 - flexe v kyčli (m. iliopsoas)

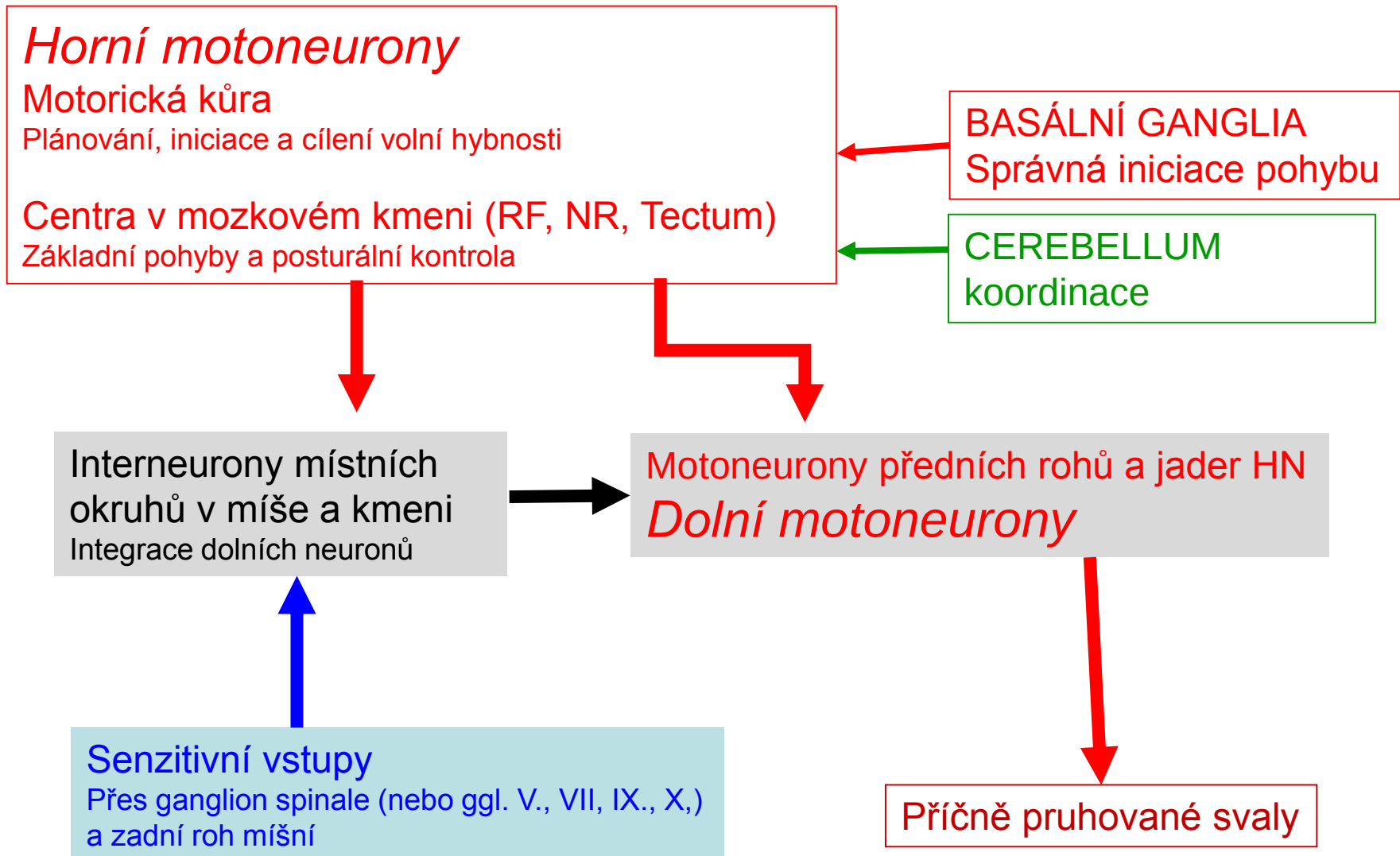
L3 - extenze v koleni (m. quadriceps)

L4 - dorzální flexe nohy (m. tibialis anterior)

L5 - dorzální flexe palce (m. extensor hallucis longus)

S1 - plantární flexe (mm. gastrocnemius, soleus)

Organizace volní motoriky

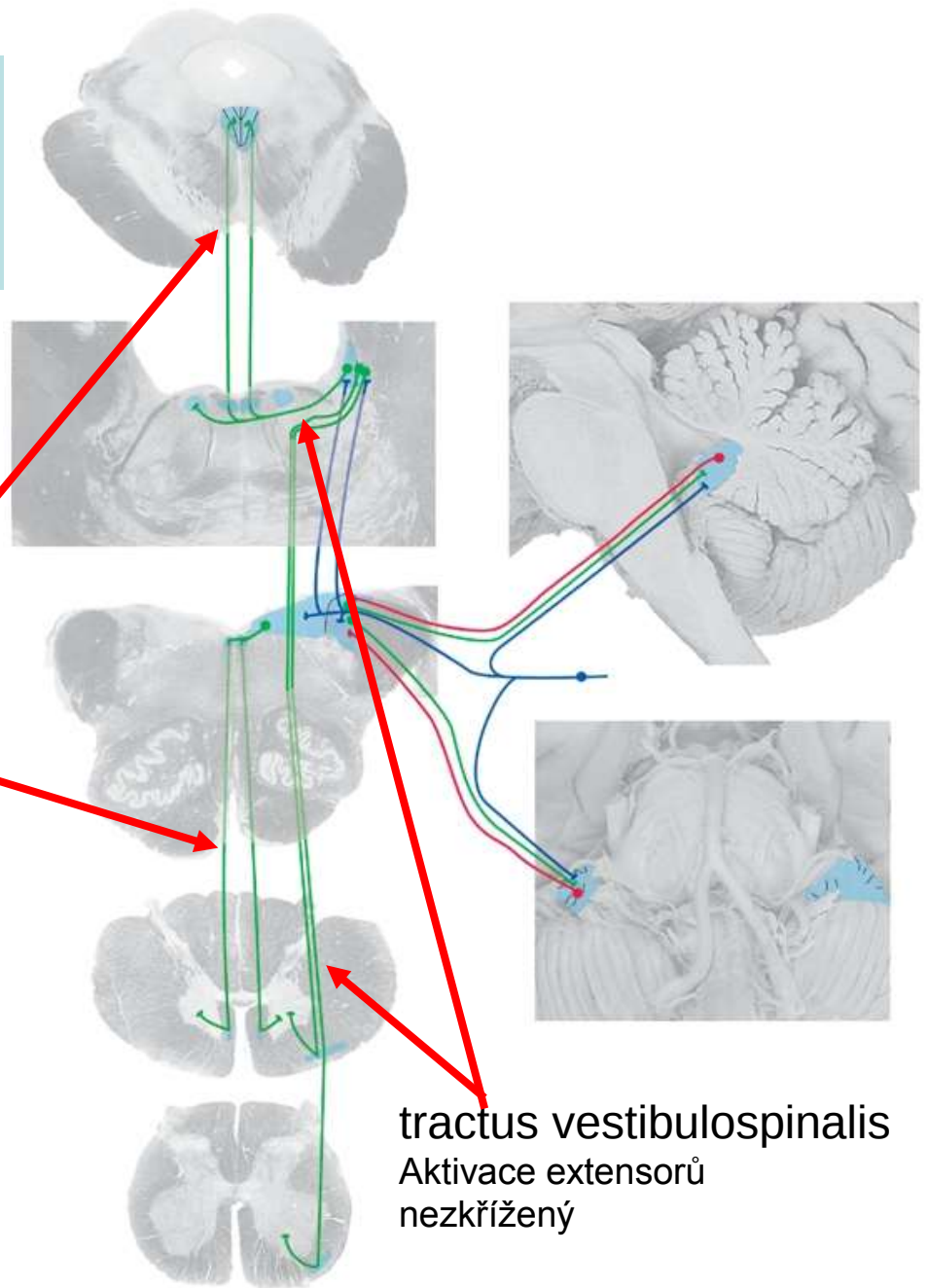


- 1) tractus interstitiospinalis
- 2) tractus vestibulospinalis

tractus interstitiospinalis

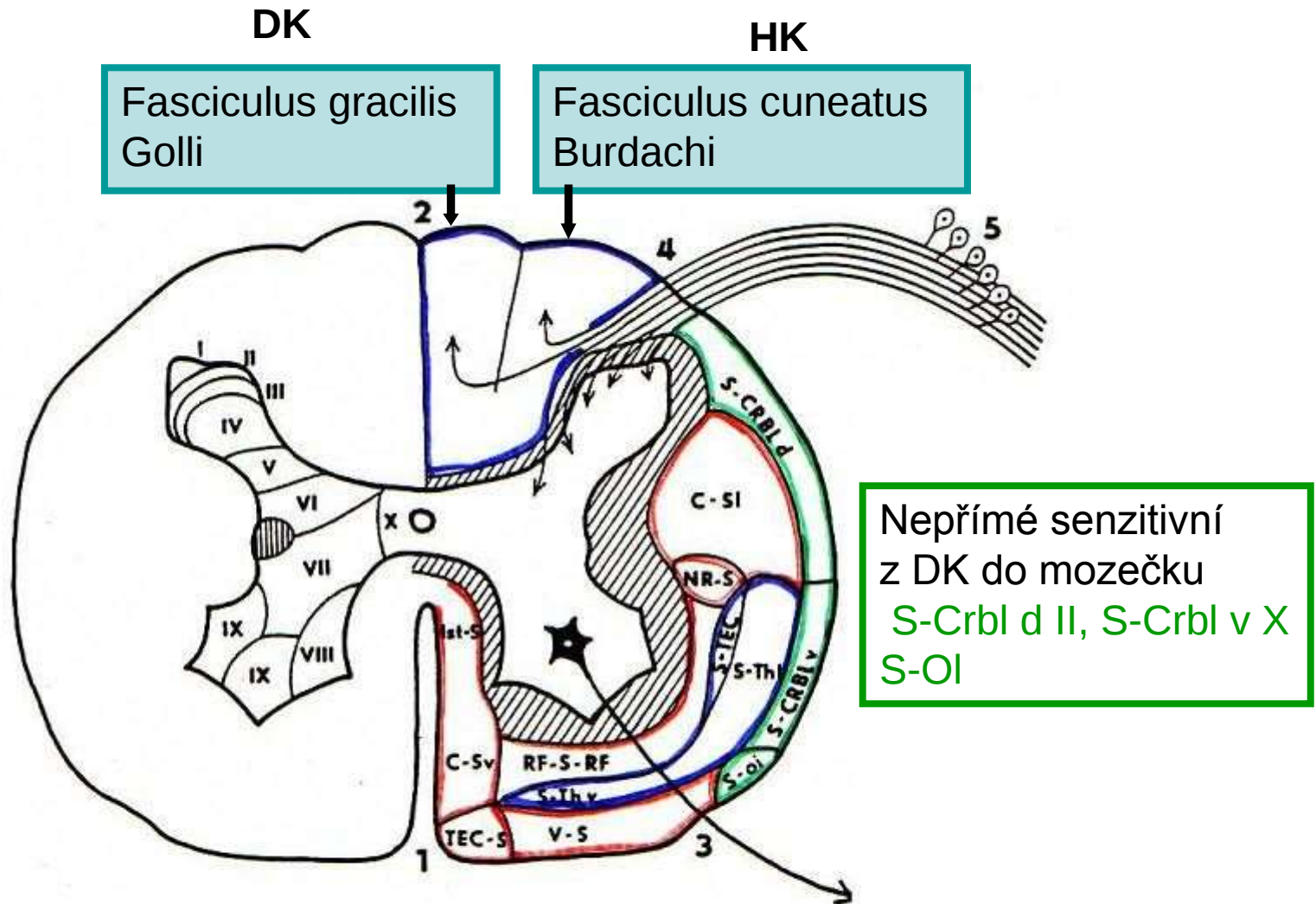
Část fasciculus longitudinalis medialis

Koordinace šíjových a okohybných svalů
při změně polohy hlavy

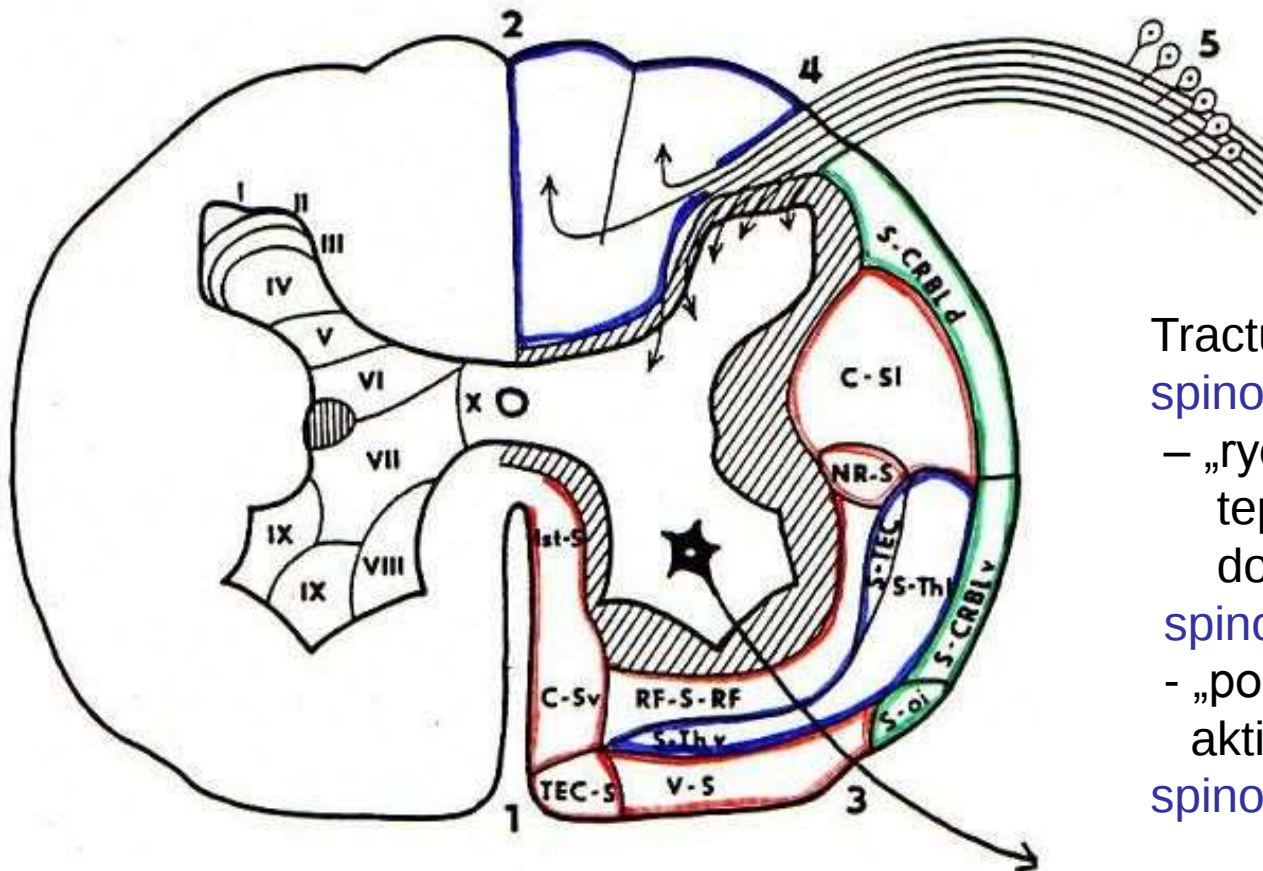


tractus vestibulospinalis
Aktivace extensorů
nezkřížený

Senzitivní dráhy 1) dráha zadních provazců hluboké čítí, vibrace, dotyk
2) anterolaterální systém bolesti, dotyk, teplo, aktivace



Anterolaterální systém



Tractus:

spino-thalamic X

– „rychlá“ bolest,
teplo, chlad,
dotyk

spino-reticularis X, II

- „pomalá“ bolest
aktivace

spino-tectalis X

Mícha centrum reflexů

leze horního motoneuronu – zvýšené
leze dolního motoneuronu - snížené



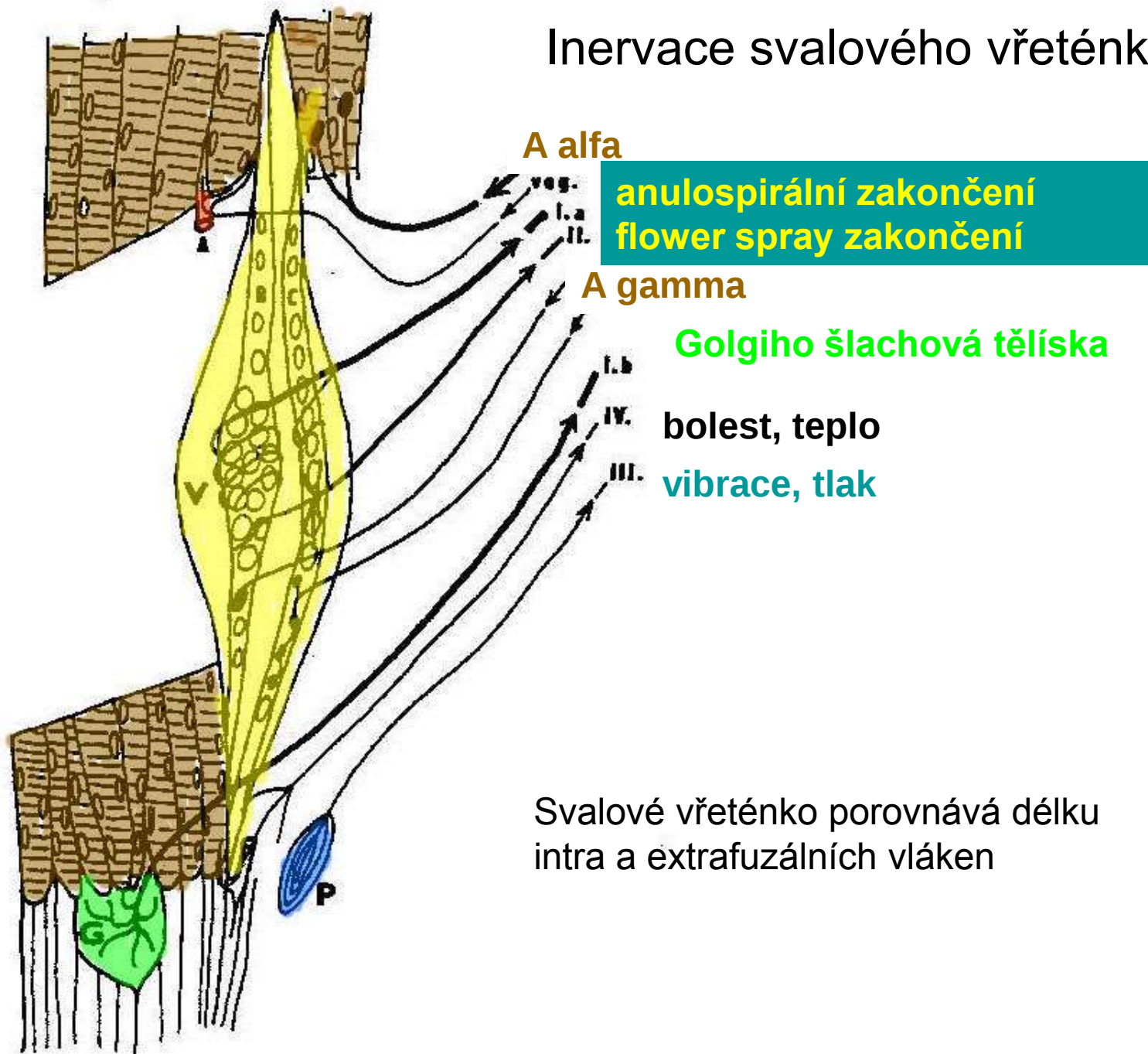
Patelární L2-L4

Neurologické vyšetření - norma
Neurologie 1.LF UK

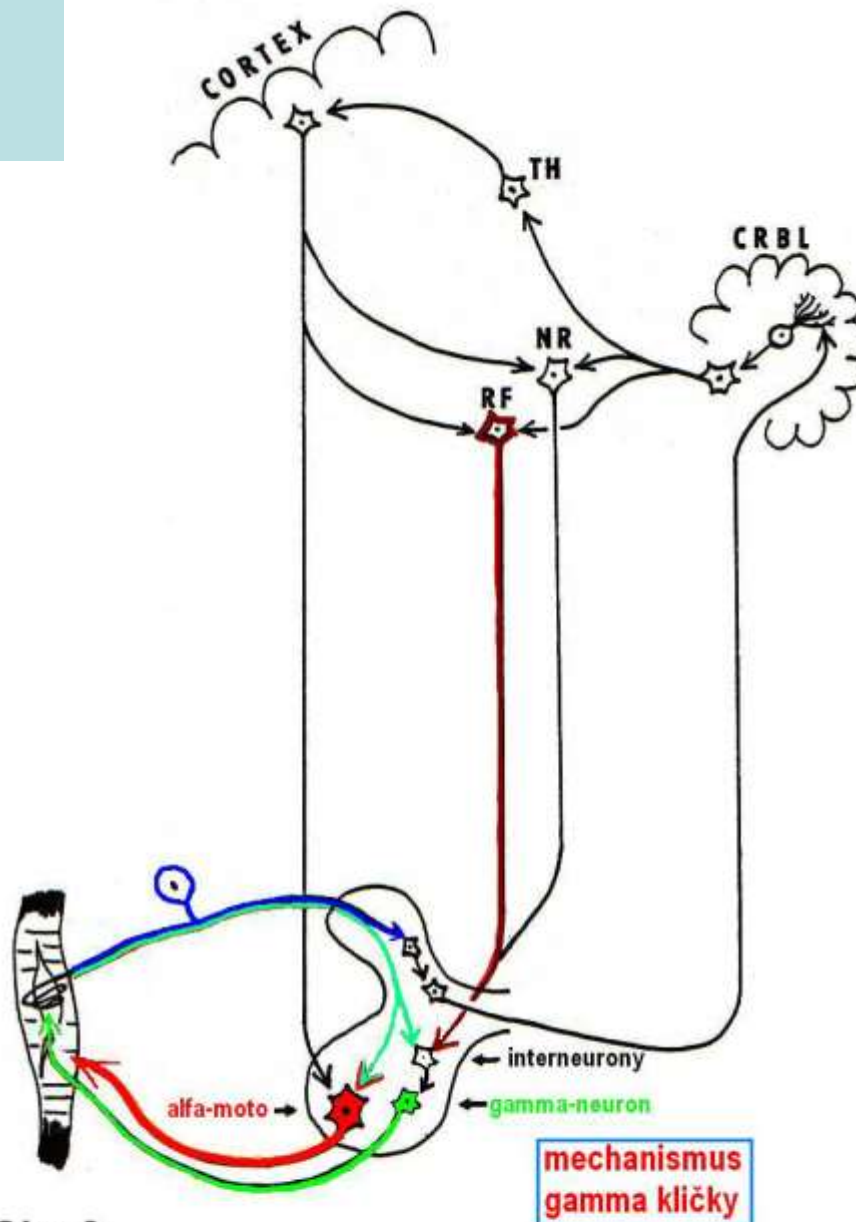


Reflex Achillovy šlachy L5-S2

Inervace svalového vřeténka



Udržování svalového tonu



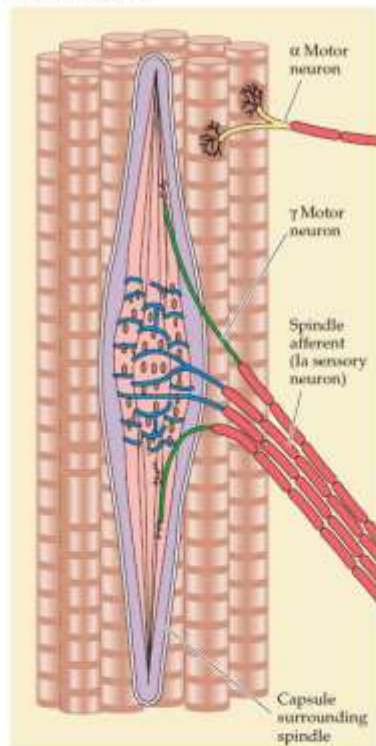
Obr. 8

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

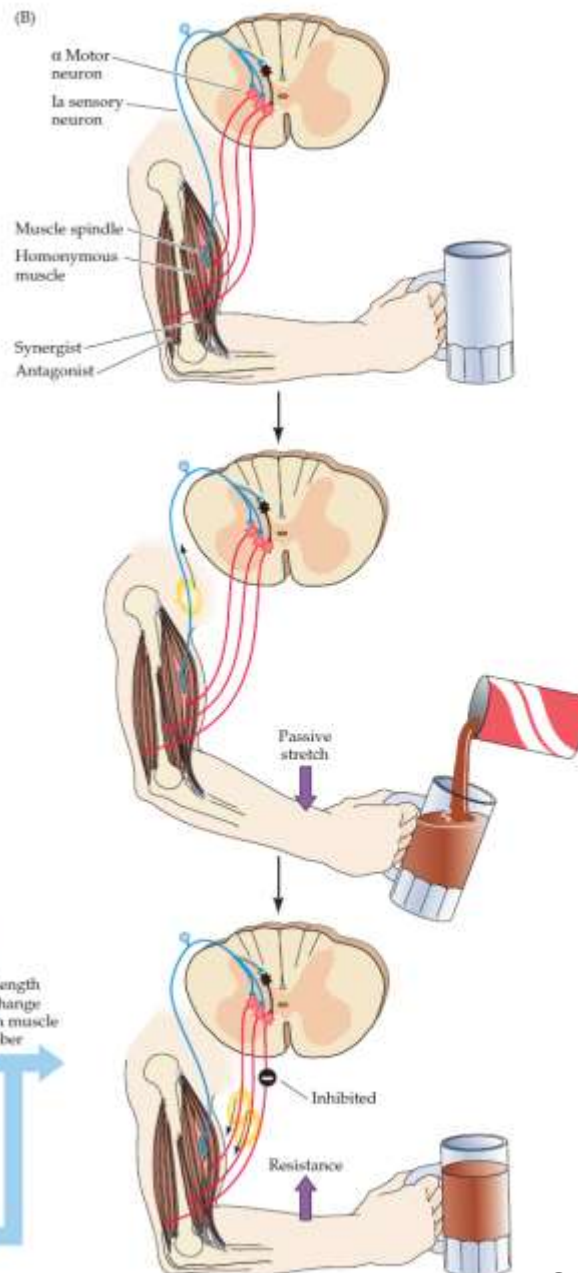
a - alfa-motoneuron,
CRBL - cerebellum,
g - gamma-motoneuron,
i - interneuron,

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

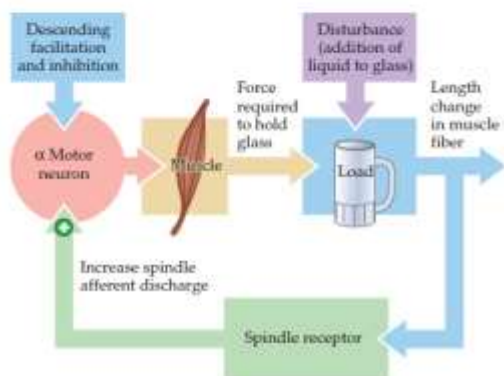
(A) Muscle spindle



(B)



(C)



Udržování svalového tonu – napínací reflex

- (A) Svalové vřeténko – propriocepce
- (B) Vřeténko reaguje na protažení svalu zvýšenou aktivitou Ia aferentů a tím vzestupem aktivity α motoneuronů pro stejný sval. Ia aferenty také excitují motoneurony synergistů a inhibují motoneurony antagonistů
- (C) Napínací reflex působí jako zpětná vazba a reguluje délku svalu

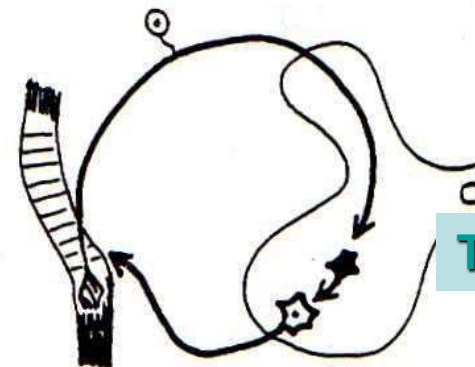
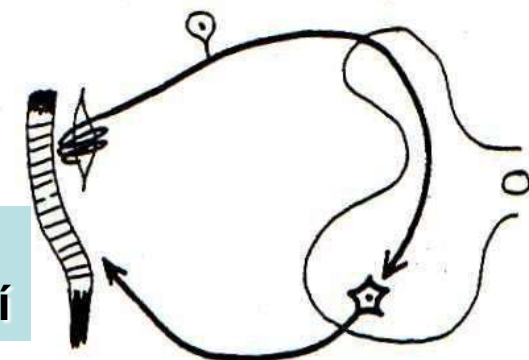
Proprioceptivní reflexy

vřeténkový

šlachový

Patelární reflex
Fásický napínací

Tlumí kontrakci



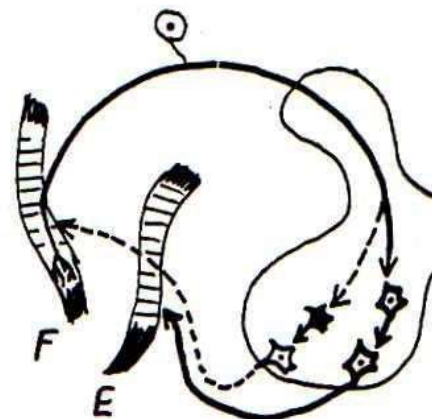
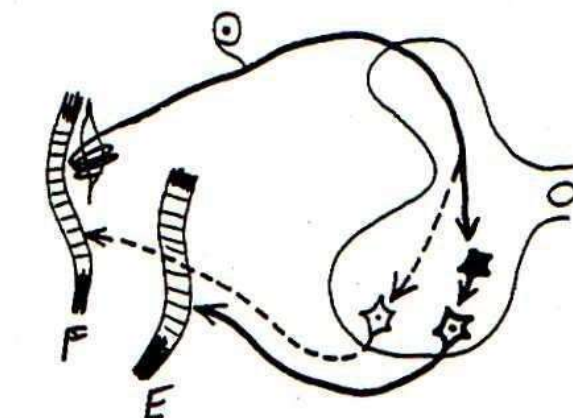
A

B

reciproční

Uvolnění
antagonisty

Napnutí
antagonisty

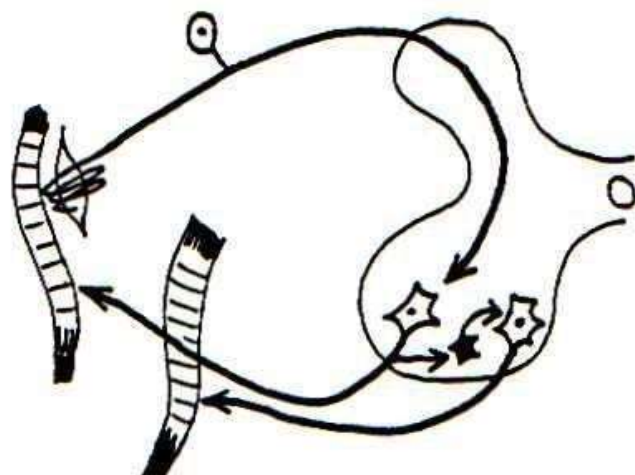


C

D

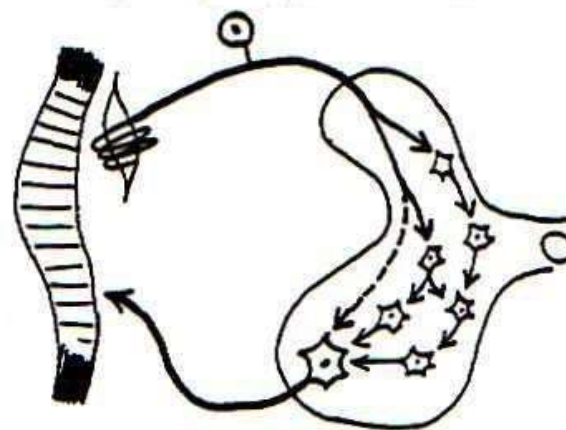
Proprioceptivní reflexní dráhy

Renshaw



A „supraspinální“ pohyb

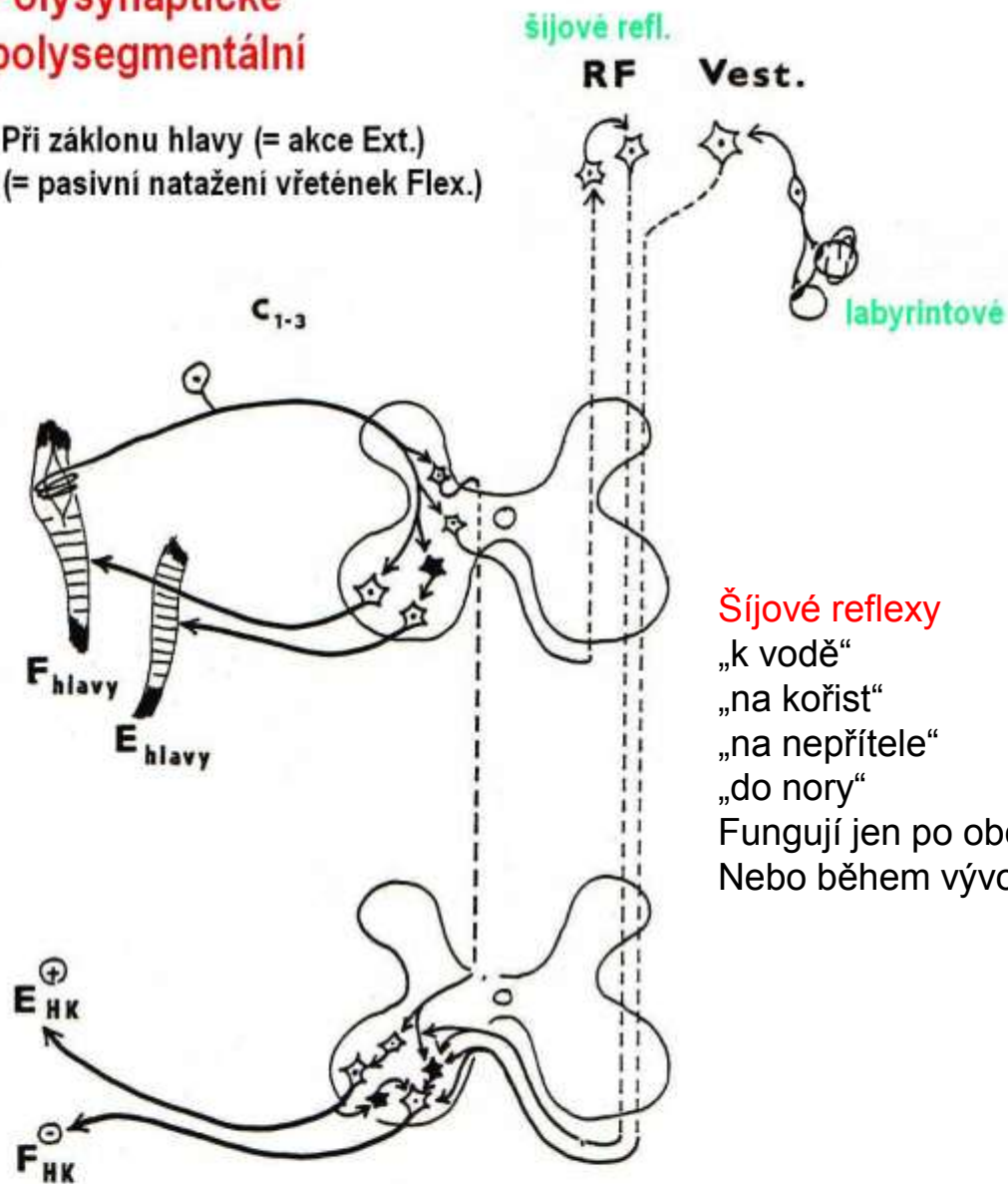
polysynapt. segmentální



**B působení gravitace
tonický napínací**

Polysynaptické polysegmentální

Při záklonu hlavy (= akce Ext.)
(= pasivní natažení vřetének Flex.)



Šijové reflexy

„k vodě“
„na kořist“
„na nepřítele“
„do nory“

Fungují jen po oboustranné labyrintektomii
Nebo během vývoje

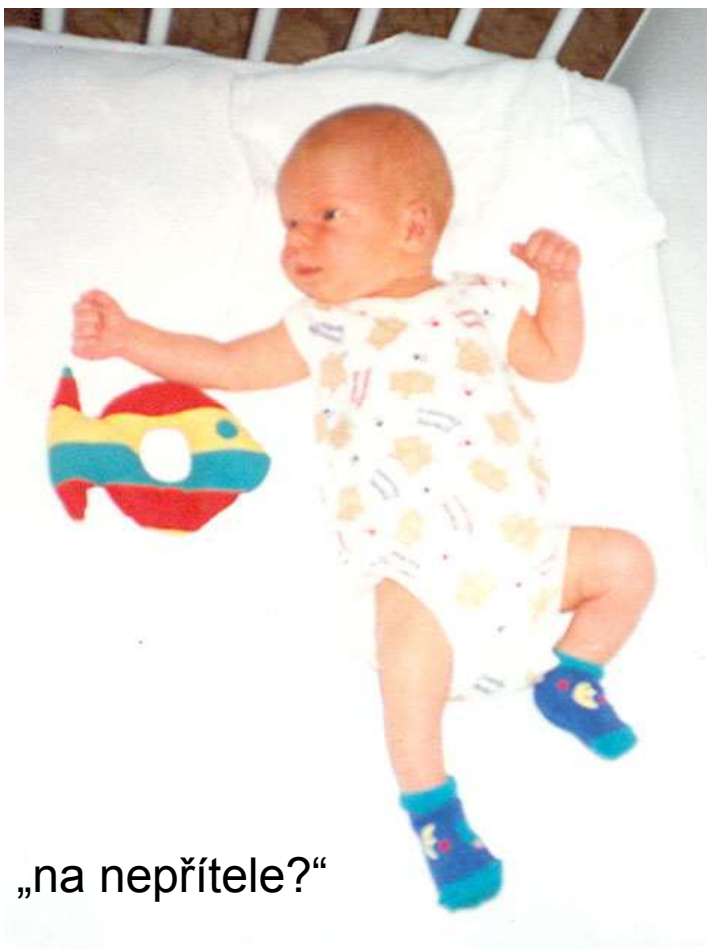
Obr. 5: Proprioceptivní reflexní dráhy: Dráhy polysynaptického reflexu polysegmentálního na příkladu drah šijových reflexů.

E - svalové extenzory,
F - svalové flexory,
HK - horní končetina,

RF - retikulární formace,
Vest - vestibulární jádra
Inhibiční buňky černě.

Retikulo-spinální a vestibulo-spinální dráhy jsou z technických důvodů zakresleny zkráceně v míšním segmentu.

Šíjové reflexy



„na nepřítele?“



Mícha - funkce

- centrum **míšních reflexů**
- **vodivá** struktura
- **přepojování** vzestupných a sestupných drah
- poruchy funkce: 1) obrny (většinou **paraparesa, paraplegie**)
- 2) poruchy cití (**hypestesie, anestesie, parestesie**)
- 3) poruchy ovládní svěračů
(při **syndromu míšního konu**)

Poškození míchy- projevy

1) poruchy hybnosti – **pareza** (částečná) **plegie** (úplná).

centrální (spastická), periferní (chabá), smíšená

2) poruchy cití

a) **kořenový typ** (dermatomy) např. výhřez ploténky

hypestesie, anestesie, parestesie, hyperestesie

b) **syringomyelická disociace** – ztráta cití pro bolest a teplo např. syringomyelie

c) **Brown Séquardův syndrom** (např. intramedulární expanze)

pod úrovní leze stejnostranná ztráta hlubokého cití (dr. zadních provazců) a hybnosti (cortico-spinální dráha) kontralaterálně ztráta cití pro bolest a teplo)

d) **syndrom zadních provazců** (např. neuraneimický syndrom, tabes dorsalis)

ztráta hlubokého cití

3) **Syndrom míšního epikonu** (poškozené segmenty L4-S2) při **parapareze DK.**

zachována addukce a flexe kyčle, extenze kolene, **ztráta cití od kolene distálně a zadní str. stehna**, **automatický močový měchýř, porucha erekce a ejakulace**

4) **Syndrom míšního konu** (poškozené segmenty S3-S5) **poruchy sfinkterů, automatický močový měchýř, porucha cití sedlovitého charakteru**

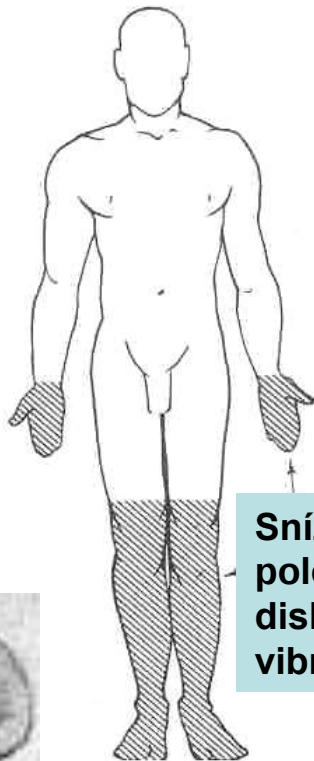
5) **Syndrom kaudy** (poškození míšních kořenů pod úrovní obratle L2)

neúplné **asymetrické příznaky syndromu konu a epikonu** většinou spojené s **bolestí**

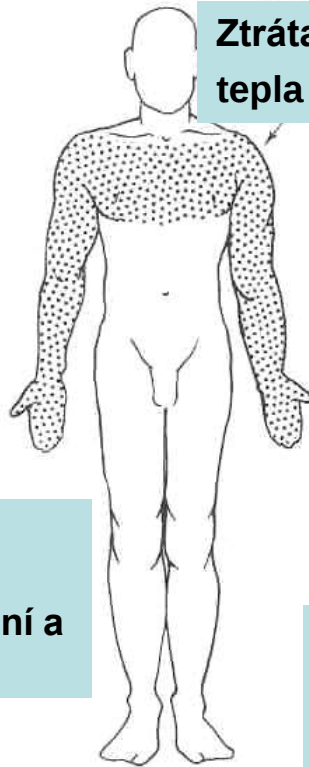
Postero-laterální sklerosa

Syringomyelie

Brown-Sequardův sy



**Snížen
polohocit,
diskriminační a
vibrační cití**



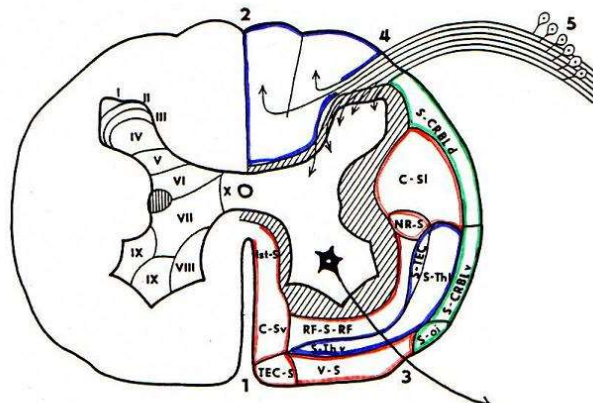
**Ztráta vnímání
tepla a bolesti**



**Ztráta všech
druhů cití**

**Poškozená
propriocepce,
diskriminační
a vibrační cití**

**Sníženo
vnímání
tepla a
bolesti**



Příčiny poruch míchy

- 1) vývojová malformace (rozštěpová vada, syringomyelie)
- 2) nádory (intramedulární, extramedulární)
- 3) úraz páteře a míchy (komoce, kontuze)
- 4) cévní onemocnění (ischemie, hemorhagie)
- 5) degenerativní onemocnění (ALS,)
- 6) degenerativní onemocnění páteře

Co může řešit neurochirurg

- 1) **syndrom přední míšní tepny** (při zlomenině těla obratle s posunem do páteřního kanálu) – zachována jen propiocepce (vibrační cití) a vnímání bolesti pod lezí
- 2) **syndrom zadní míšní tepny** (při epidurální expanzi, bodném poranění) – ztráta propiocepce a zhoršení motoriky v distálních částech končetin
- 3) **Brown Sequard**
- 4) **syndrom míšní šedi** – hyperdensní ložisko na MR, poškozeny cortico-spinální dráhy, nejvíce se projevuje paresou na akrech HK. Většinou se zlepší bez chirurga
- 5) **kompresní syndrom míšní** – nejčastěji způsoben nádorem, abscesem, TBC
- 6) **syringomyelie** – obnova průchodnosti likvorových cest.
-

Transverzální
míšňí leze

Patient history

4-year-old female patient was involved in a high-speed vehicle accident. At the scene the girl was distressed, bradycardic and not moving limbs. She was transferred to the Pediatric Trauma Centre and MR imaging requested for prognostic information regarding treatment

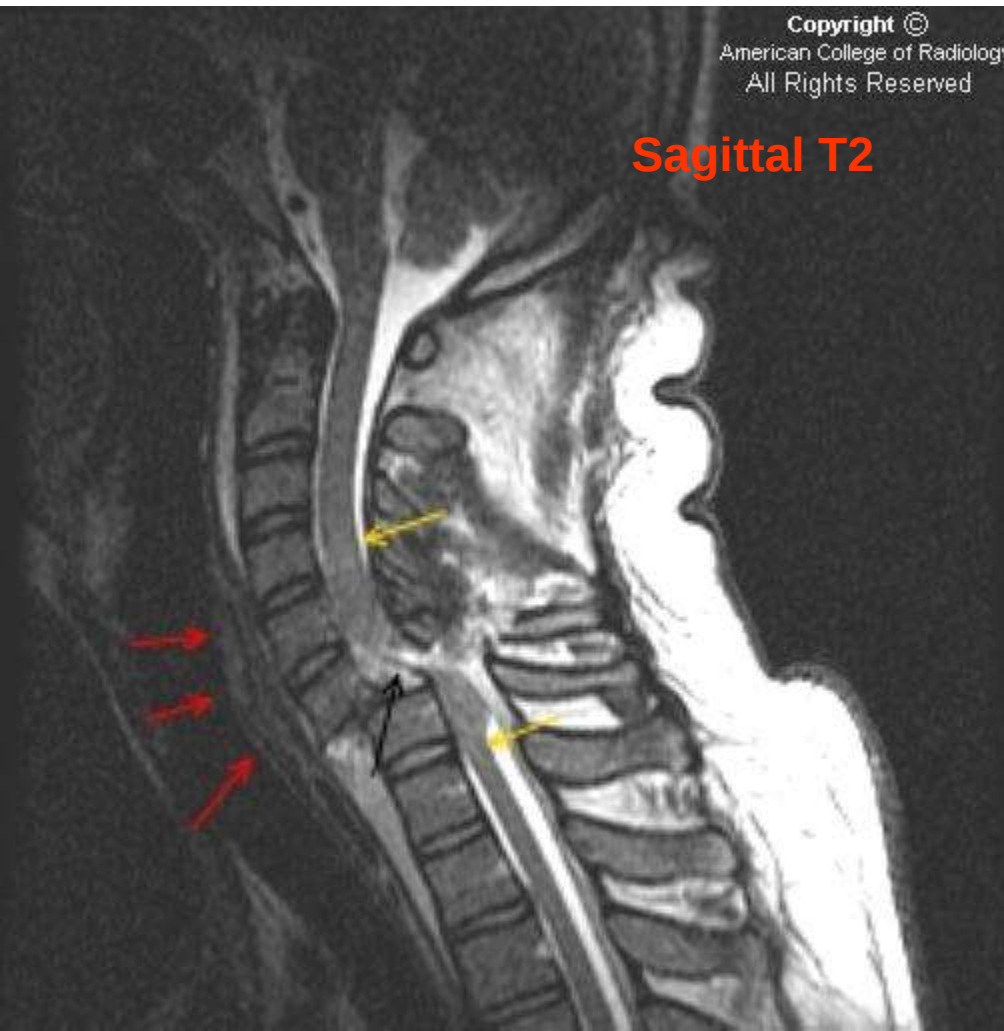
The sagittal T2-weighted Turbo Spin Echo image demonstrates a traumatic transection of the spinal cord at the level of C5–C6.

Images show a transection of the cervical cord at the level of C5–C6 with approximately 6 mm of separation.



24-year-old man involved in high speed motor vehicle accident

MR -marked anterior subluxation of C6 on C7, transection of the spinal cord (black arrow), edema and hemorrhage in the prevertebral soft tissues (red arrows) and spinal cord edema extending from C4 to T1 (yellow arrows).



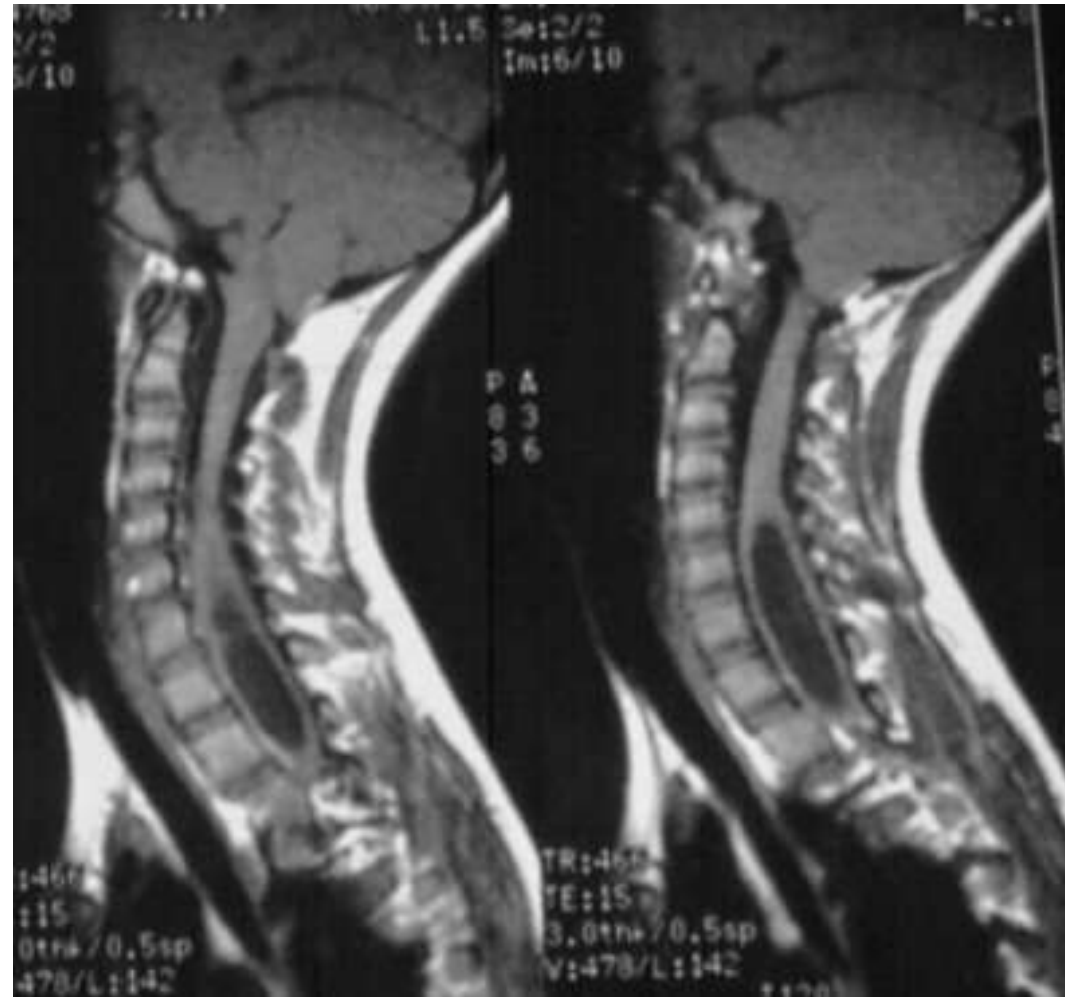
- Sagittal image shows marked subluxation of C6 on C7 (black arrows) with marked narrowing of the spinal canal.



Sagittal images of the right facets and left facets. The bilateral jumped facets are seen (black arrows).



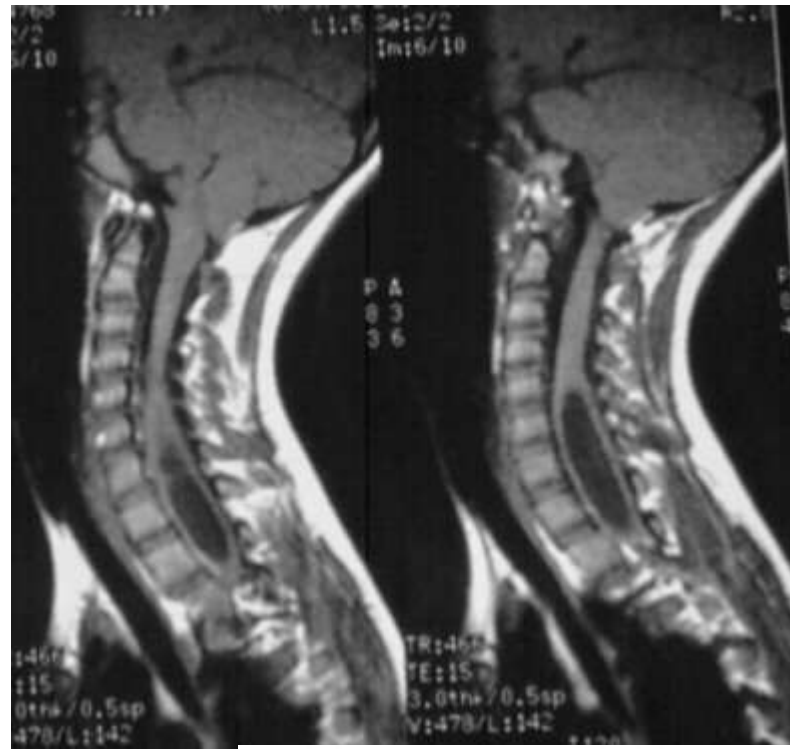
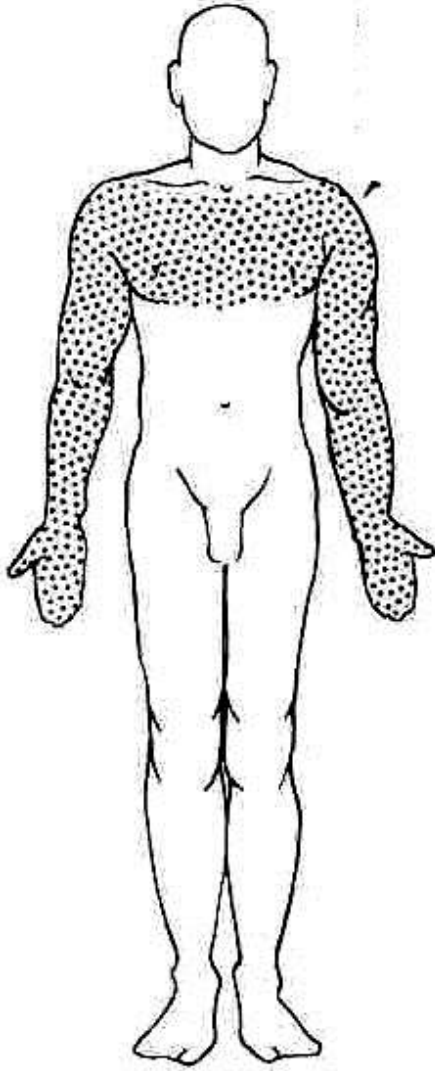
MR T1 - Syringomyelia – dutina uvnitř krční míchy



MR T2 syringomyelie
hrudní mícha - dutinka

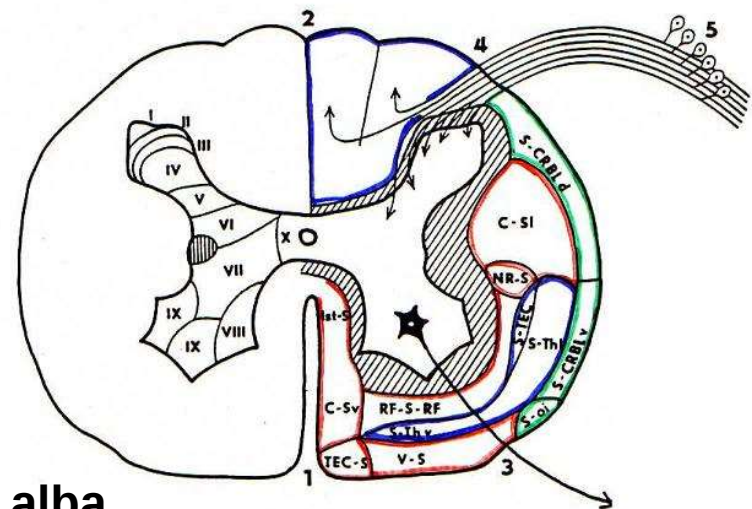


Syndrom syringomyelie



Ztráta vnímání tepla a bolesti

Přerušení S-Th drah v commissura anterior alba



Meningomyelokéle

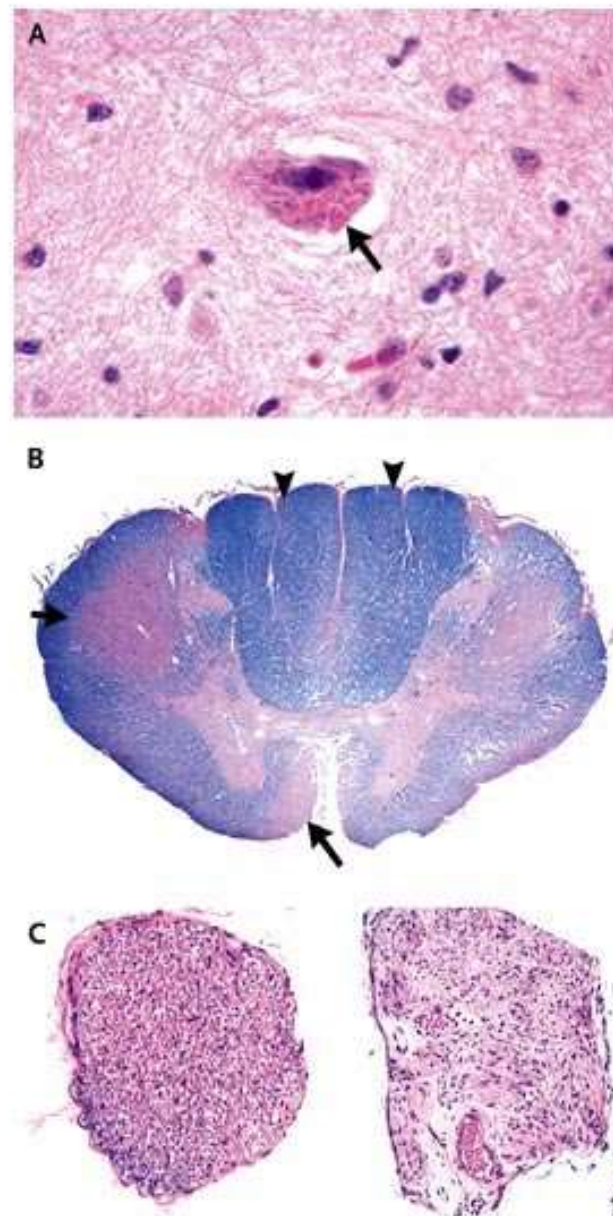


Amyotrophická laterální sklerosa

Pathological Features of ALS from Other Cases
(Luxol Fast Blue–Hematoxylin and Eosin).

- **Buninovo tělíčko v motoneuronu předního rohu míšního**, tato malá jasně červená tělíska v cytoplazmě jsou specifická pro ALS (Panel A, šipka) (photomicrograph courtesy of Dr. David Louis).
- na řezu míchou (Panel B), je vidět selektivní **degenerace kortikospinálních drah** (oblasti bez obvyklé modré barvy myelinu (šipky). Naopak dráhy zadních provazců jsou normálně myelinizovány (hlavičky šipek).
- V předním míšním kořenu je těžký úbytek myelinizovaných vláken a gliosa (Panel C, vpravo) zadní kořen je normální (Panel C, vlevo).

Postihuje centrální i periferní neuron



3-5 let, po stanovení diagnózy, 20% umírá během 1. roku na respirační selhání

Rexedovy laminy (zony)

I – ncl apicalis

II, III – subst. gelatinosa Rolandi

IV,V – ncl proprius

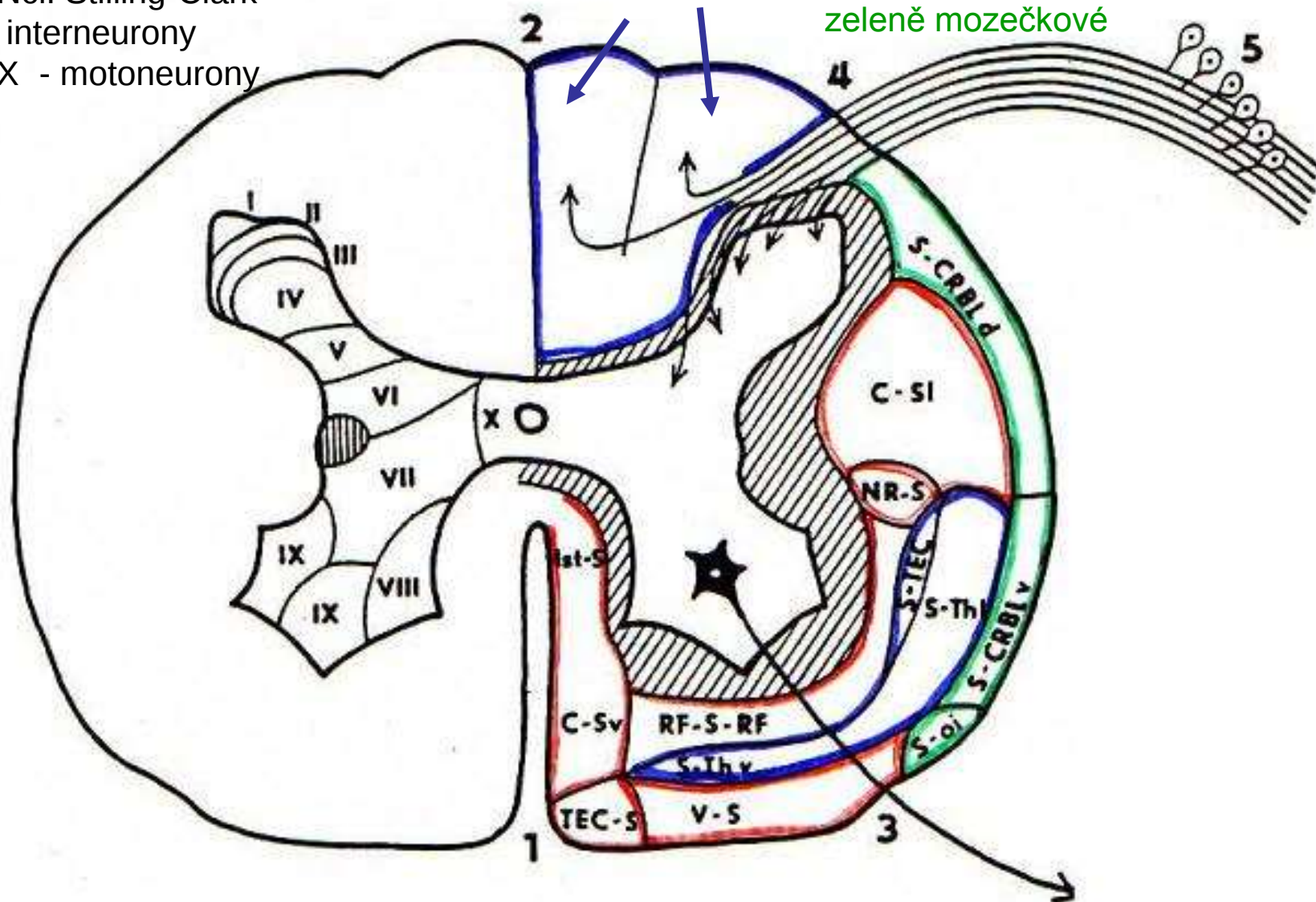
VI – Ncl. Stilling-Clark

VII – interneurony

VIII,IX – motoneurony

dráhy
zadních
provazců

šrafovaně propriospinální dráhy
šrafovaně svisle - visceromotorika
modře senzitivní dráhy
červeně motorické
zeleně mozečkové





Použité zdroje

- Petrovický, Anatomie III
- Grim, Nanka, Helekal Anatomický Atlas
- Rohen Yokochi, Anatomie člověka, fotografický atlas
- Köpf Maier, Atlas of Human anatomy
- Sobotta, Atlas anatomie člověka
- Batson OV: The function of the vertebral veins and their role in the spread of metastases. Ann Surg 1940; 112: 138–149.
- *Chhabra A et al.* Spinal Epidural Space: Anatomy, Normal variations, and Pathological Lesions on MR Imaging
- J.M.S. Pearce The Craniospinal Venous System
- M.A. England, J.Wakely, Color atlas of the brain and spinal cord
- Ambler, Poruchy periferních nervů