

Nervový systém

Nervový systém (NS) společně s endokrinním a imunitním systémem zabezpečují:

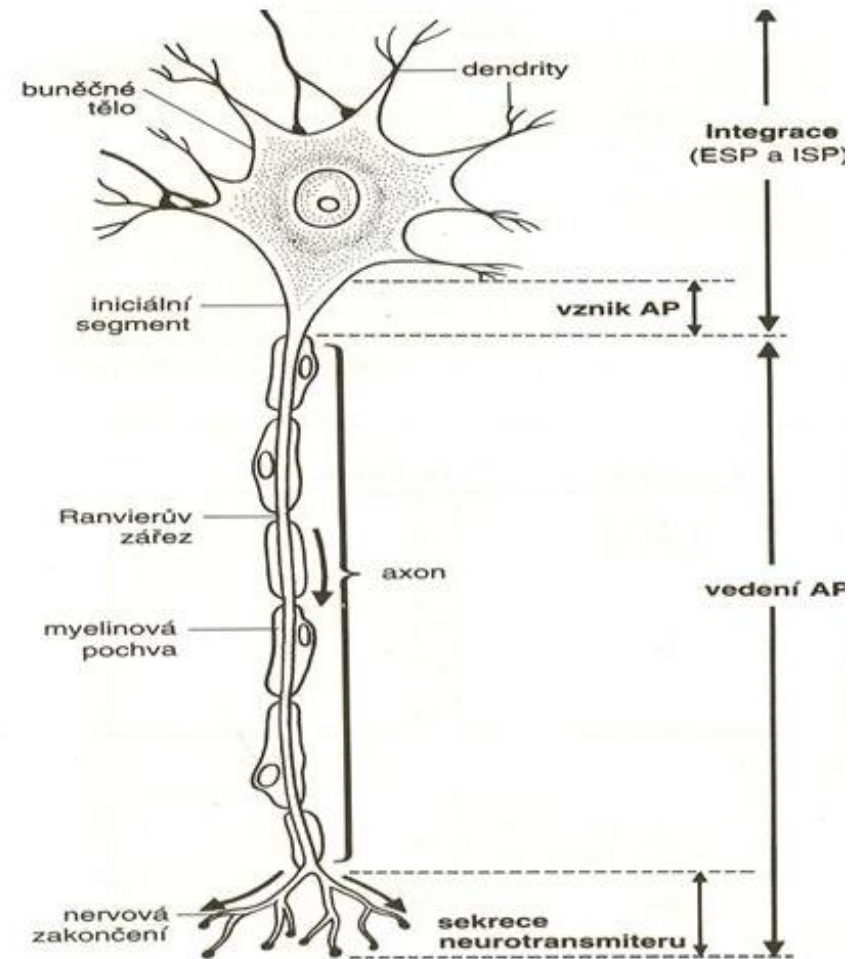
- výměnu informací uvnitř mnohobuněčných živočichů a mezi jejich vnitřním a vnějším prostředím
- udržení stálosti vnitřního prostředí - homeostázy

Funkcí NS obecně je:

- příjem, analýza a integrace informací získaných z vnitřního a vnějšího prostředí organismu
- vytvoření odpovědi (reakce) na změny v těchto prostředích
- ukládání významných součástí informací do paměti
- Buňky, které tvoří nervový systém, jsou neurony a glie

Neuron - tvorba a přenos nervových signálů

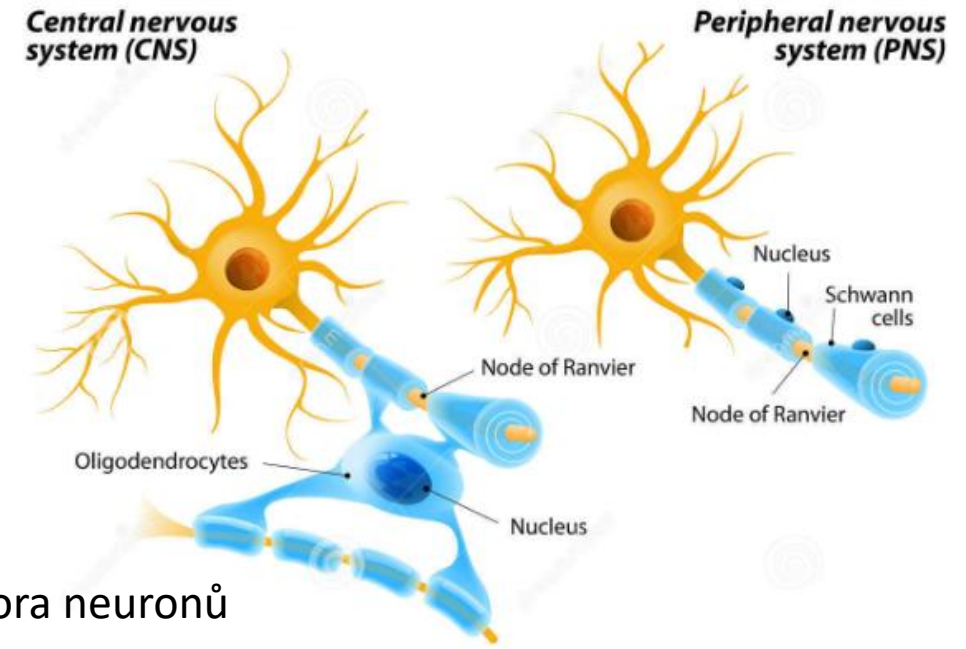
- Dendrity + buněčné tělo přijímají a zpracovávají - excitační (ESP) a inhibiční synaptické potenciály (ISP)
- Iniciální segment – místo vzniku akčního potenciálu
- Axon – vodivá část neuronu, signál šíří ale nezpracovává
- Nervové zakončení – synaptický knoflík - výstupní část neuronu, dochází zde k uvolňování chemických přenašečů mezi neurony nebo neuron-cílová buňka



Obr. 1 Nervová buňka [1]

Glíe

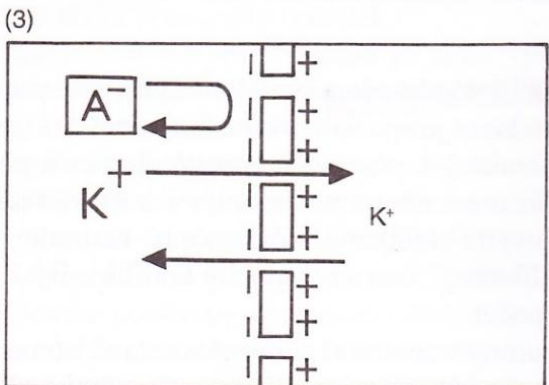
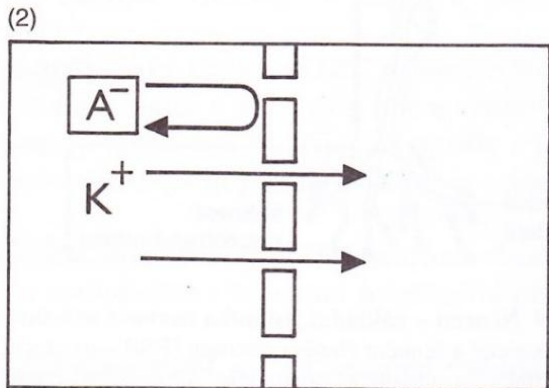
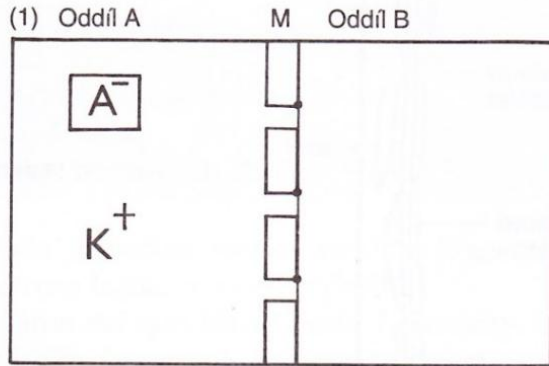
- Je jich asi 10x víc než neuronů
- Mají podpůrnou funkci
- Různé typy – astroglie
 - Strukturální a metabolická podpora neuronů
 - Podílejí se na struktuře a funkcích hematoencephalické bariéry
 - Zajišťují iontovou homeostasu
 - Podílejí se na metabolismu neurotransmiterů
- oligodendroglie
 - Vytvářejí myelinovou pochvu kolem axonů v CNS
- Schwannovy buňky
 - Vytvářejí myelinovou pochvu kolem axonů v PNS
- a další



Přenos vzruchu

- Membránový potenciál
- Akční potenciál
- Vedení vzruchu
- Synapse

Model vzniku membránového potenciálu

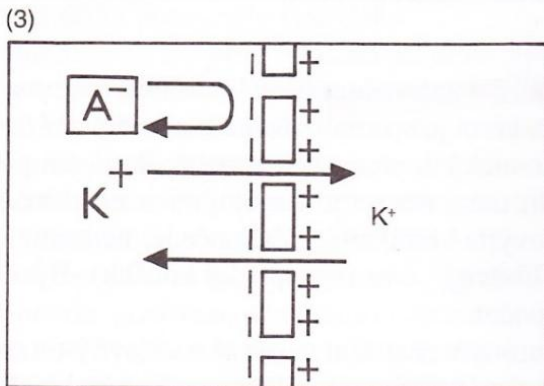
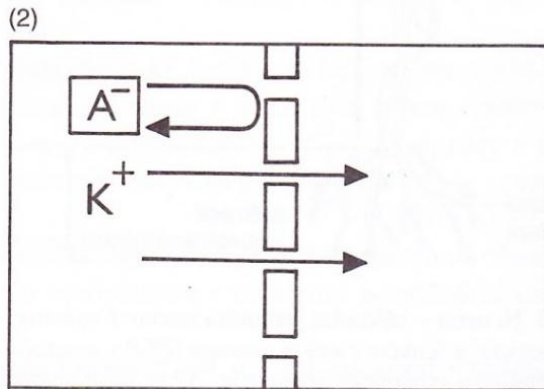


V oddílu A jsou kationty K^+ a anionty A^- ve stejném počtu a membrána pro ně není propustná – není žádný potenciál

V membráně se otevřou kanály pro K^+ , ty začnou unikat po koncentračním spádu (chemická síla), ale jen do určitého okamžiku, protože na ně začne působit síla elektrická (převaha A^-)

Mezi oběma silami (chemickou a elektrickou), se vytvoří rovnováha a v důsledku toho se mezi oběma oddíly vytvoří rozdíl potenciálu tzv. membránový potenciál

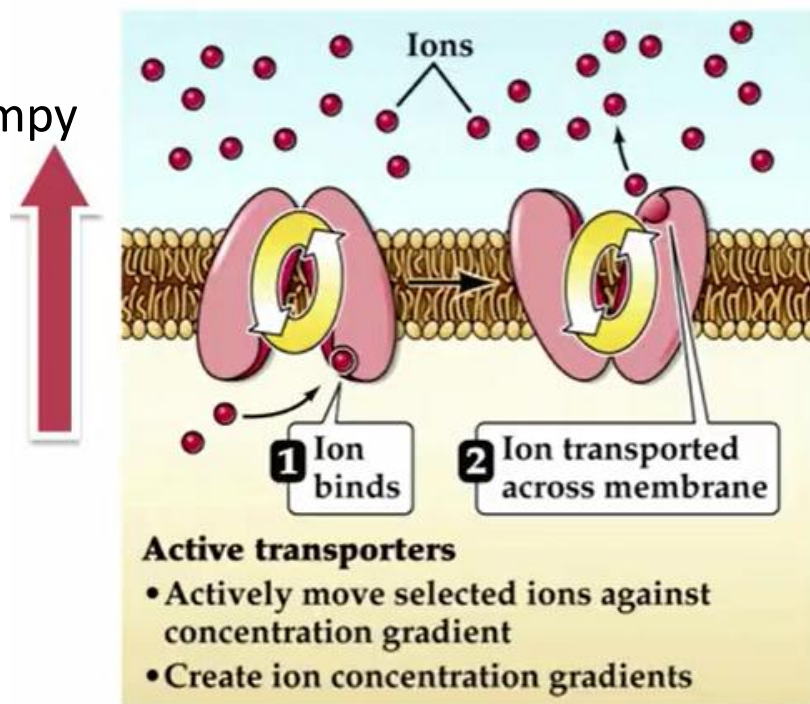
- A^- = záporně nabité molekuly bílkovin a fosforečnanů
- K^+ = kationty draslíku a sodíku



- Uvnitř buňky –
 - až 30x vyšší koncentrace K^+ kationtů než vně
 - záporně nabité molekuly bílkovin a fosforečnanů
- Ke vzniku klidového membránového potenciálu (KMP) stačí jen nepatrná změna počtu kladných iontů
- vně buňky je vysoká koncentrace Na^+

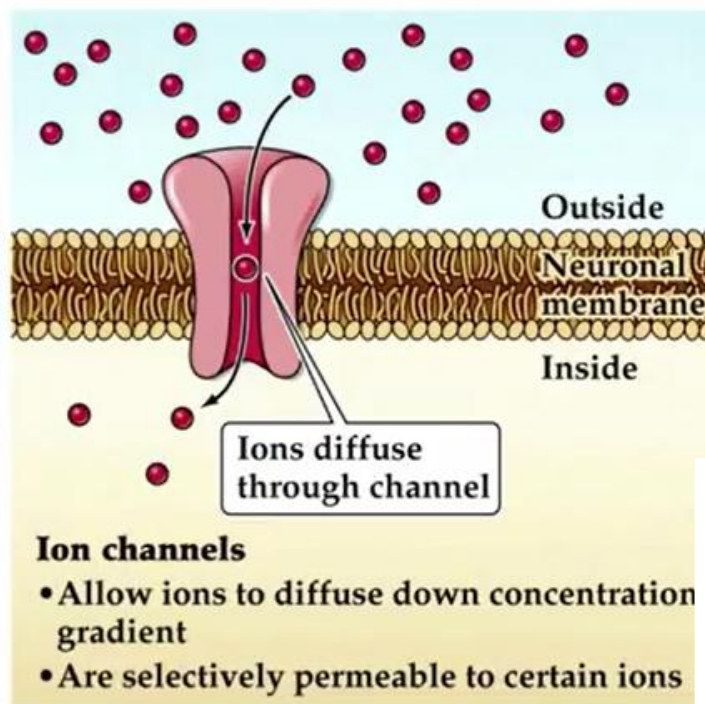
Cytoplasmatická membrána není volně přístupná pro větší molekuly a ionty

Aktivní
transport -
iontové pumpy

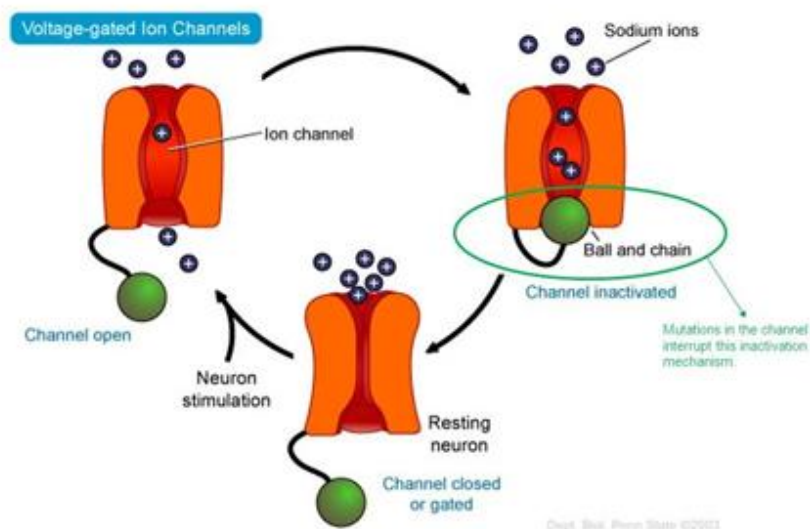


NEUROSCIENCE 5e, Figure 2.4
© 2012 Sinauer Associates, Inc.

Pasivní transport
– iontové kanály

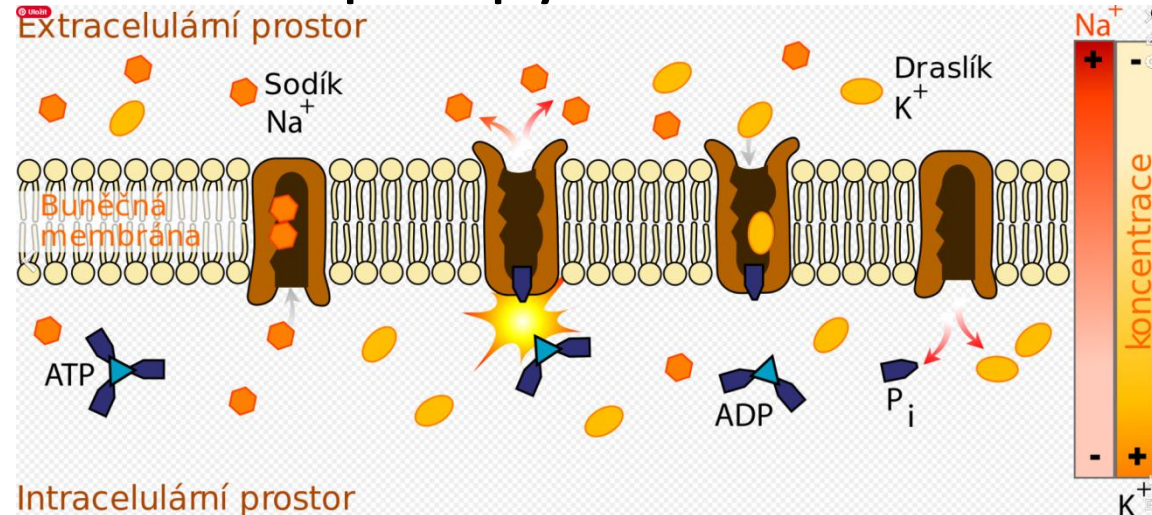


Iontové kanály

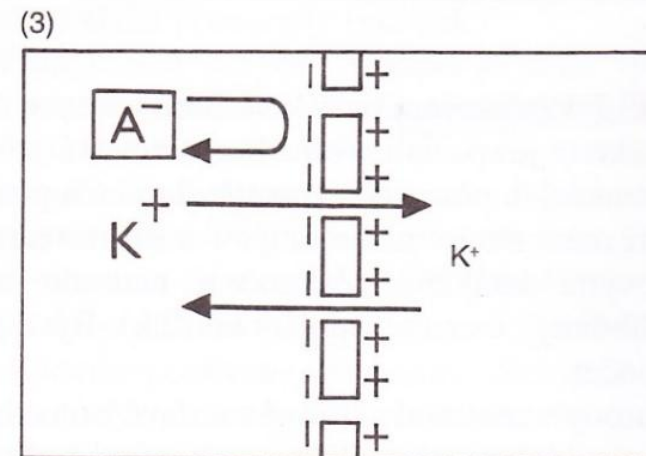


- K^+ - 2 typy kanálů – 1 stále otevřený, 1 s bránou
- Na^+ - kanál pouze s bránou
- Cytoplasmatická membrána je v klidovém stavu 20x propustnější pro K^+ než pro Na^+

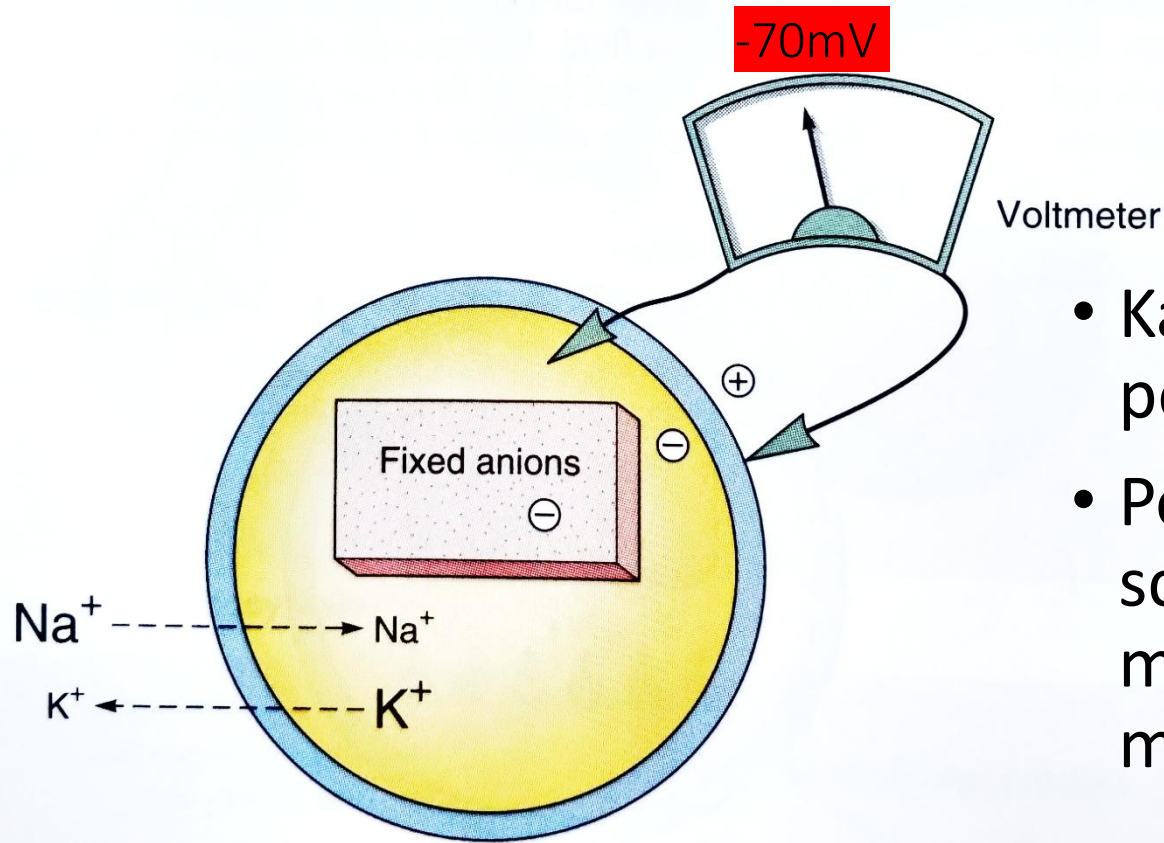
Iontové pumpy



- Na^+/K^+ ATPasa

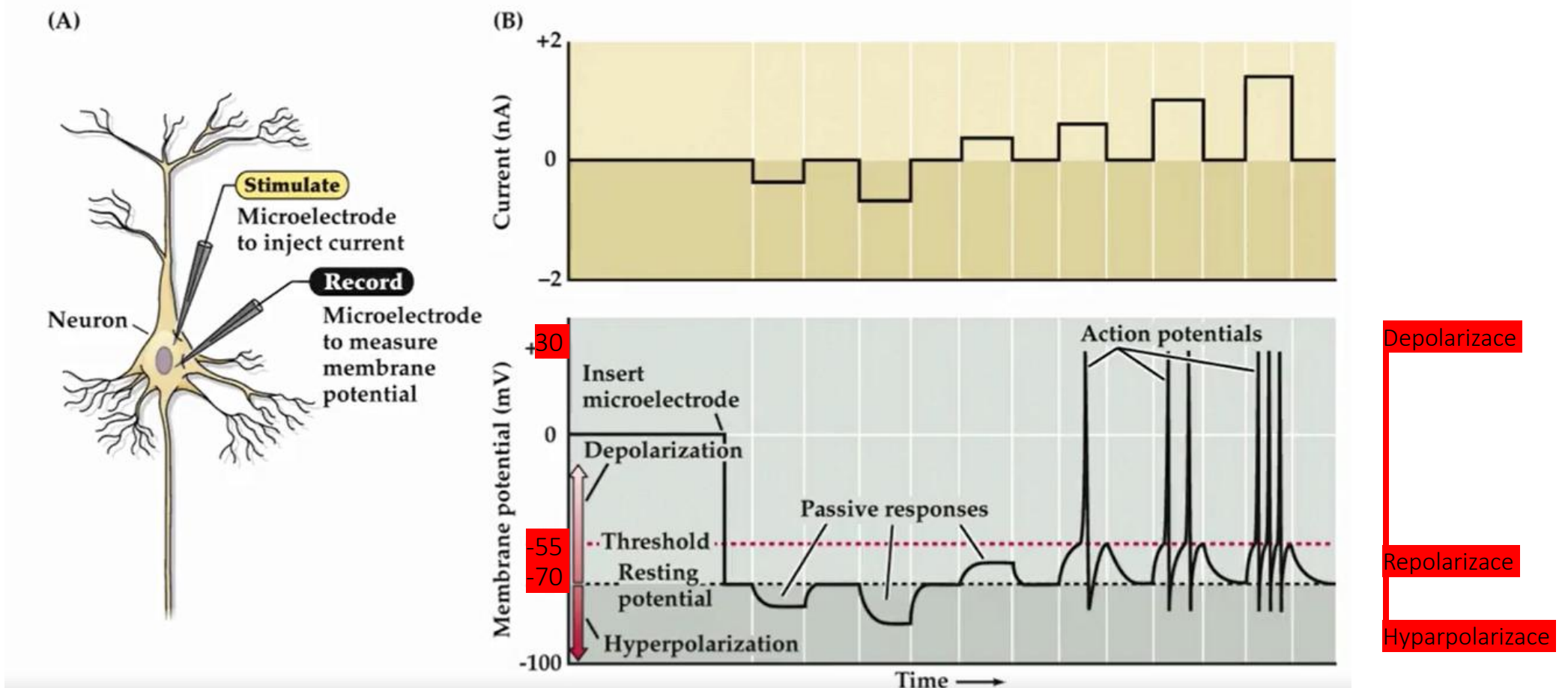


Klidový membránový potenciál



- Každá buňka má membránový potenciál
- Pouze neurony a svalové buňky jsou schopné ho v reakci na podráždění měnit díky změnám permeability membrány pro sodné a draselné ionty

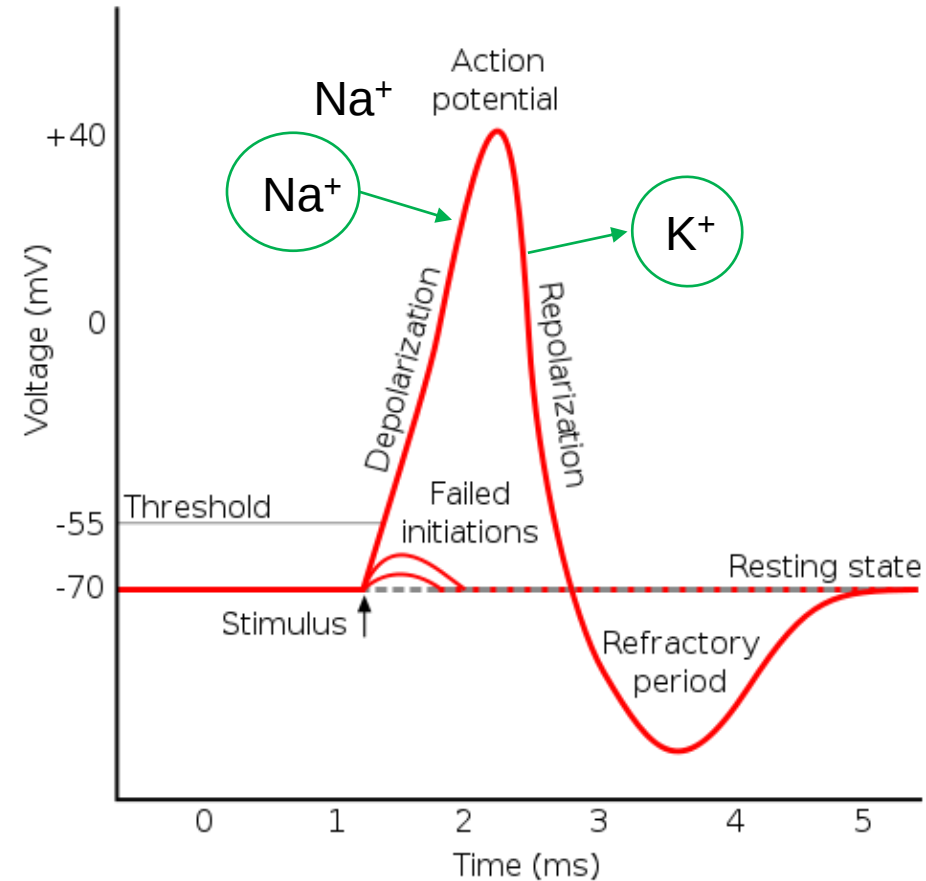
Akční potenciál



- Mírná depolarizace na prahovou úroveň – otevřou se Na^+ brány – Na^+ vstoupí do buňky - **depolarizace** buňky (**akční potenciál**)
- Následuje otevření bran K^+ kanálu – K^+ vstoupí do buňky – **repolarizace**
- Na^+/K^+ ATPasa aktivně upraví koncentrace kationtů uvnitř a vně buňky

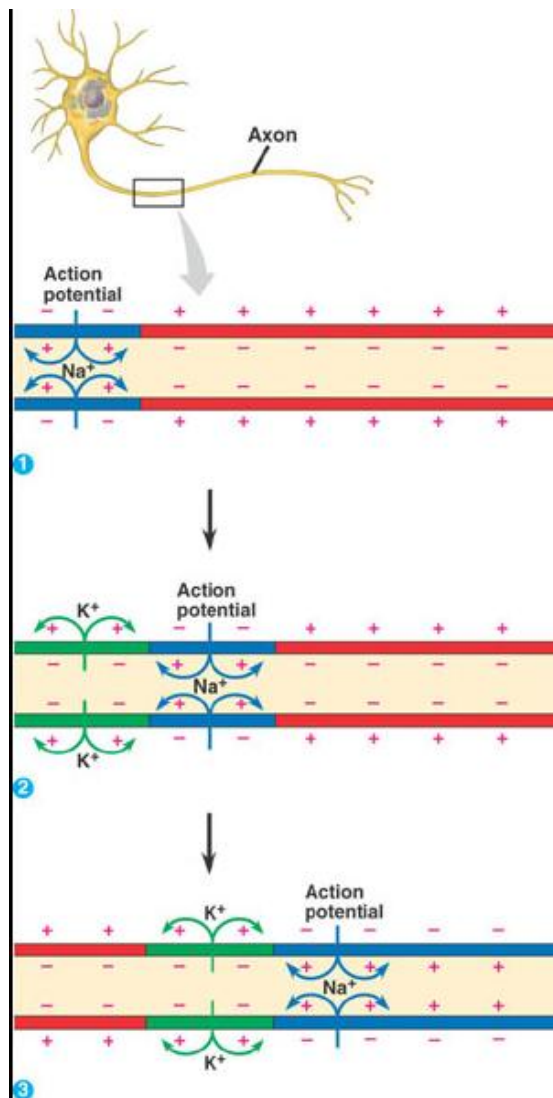
Akční potenciál (AP) neboli **vzruch**

- AP přichází do iniciálního segmentu – dojde k prahové stimulaci – vzroste propustnost pro Na^+
- vzestupná fáze AP – obdobná depolarizace v sousedním úseku axonu – šíření
- otevření kanálů pro K^+ a snížení propustnosti pro Na^+ - návrat ke klidové hodnotě (repolarizace)
- Během AP – kanály – pasívní přenos
- Po proběhnutí AP – výměna Na a K iontů zpět pomocí sodíkodraselné pumpy
- akční potenciály jsou vždy stejné velikosti



Podstatou nervové signalizace je časově omezené přeskupování nábojů

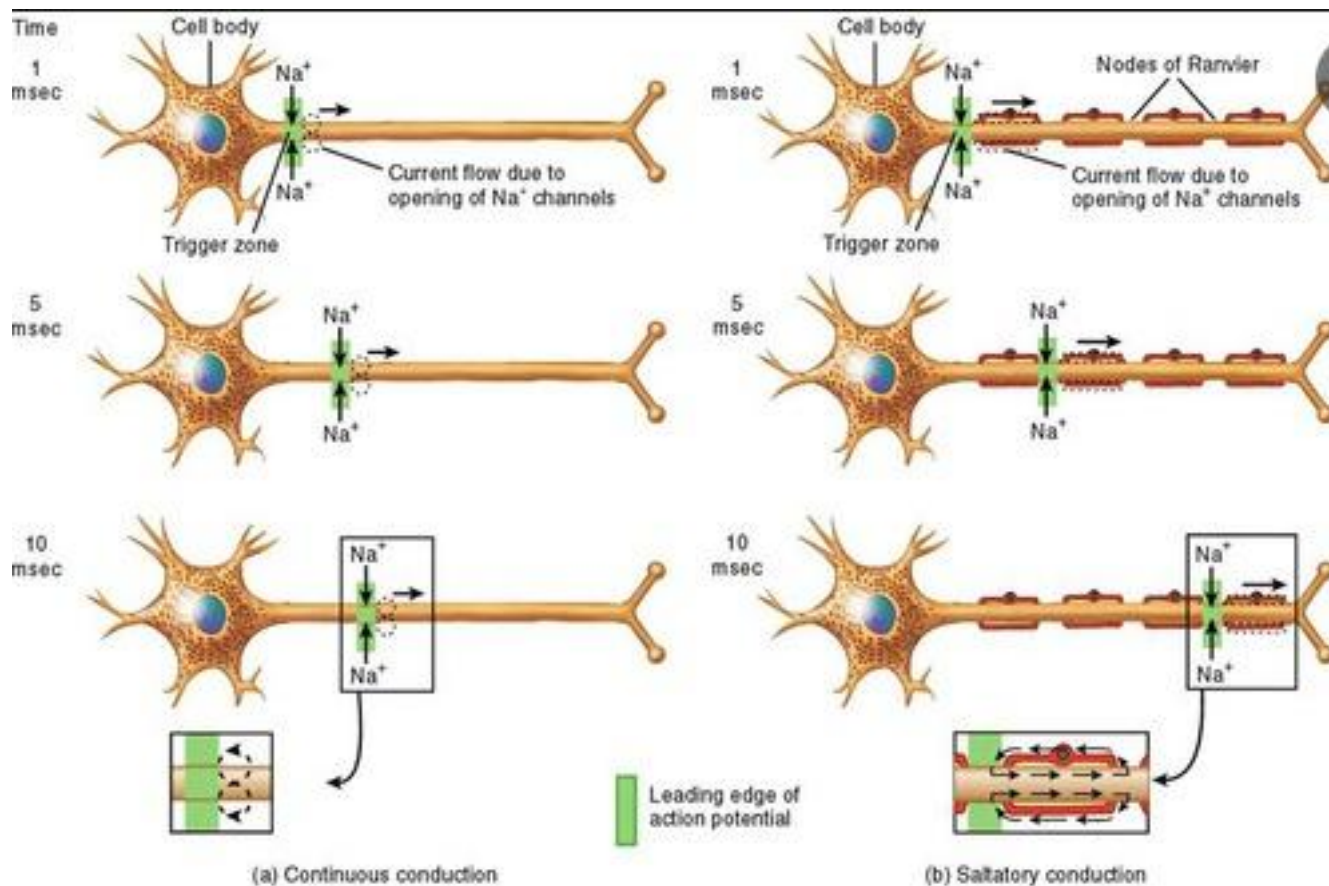
Vedení vruchu



Nemyelinizovaný axon

x

myelinizovaný axon



Kontinuální vedení vzruchu

x

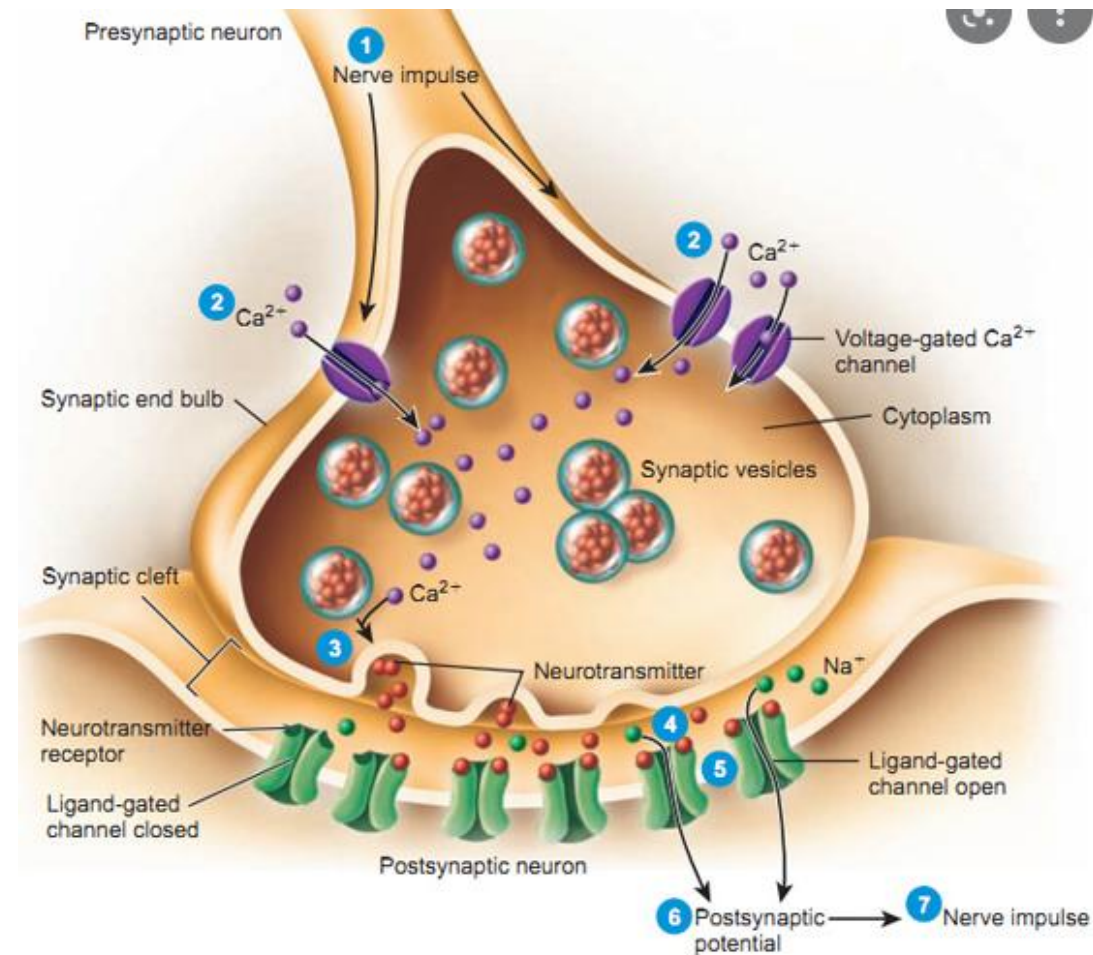
skokové vedení vzruchu

Vedení vzruchu

- Šíření vzruchu probíhá **bez utlumení a jedním směrem**
- Depolarizace postupuje:
 - Nemyelinizovaná vlákna
 - Na sousední úsek axonu pomocí místní proudové smyčky – pomalý děj
 - Myelinizovaná vlákna
 - Skokové (saltatorní) šíření vzruchu
 - V Ranvierově zářezu dochází k obnovení intenzity
 - Rychlé a hospodárné
 - Myelin brání přeskoku vzruchu mezi sousedními axony
- S rostoucím průměrem n. vlákna stoupá rychlost vedení

Synapse

- Funkční spojení mezi neuronem a další buňkou
- V CNS je touto další buňkou opět neuron
- V PNS je další buňkou opět neuron nebo efektorová buňka svalu či žlázy
- Chemická x elektrická (vzácně, pouze v CNS, gap junctions)
- Synapse mezi neurony je obvykle mezi axonem a dendritem, tělem či axonem jiného neuronu
- Akční potenciál se dostane na konec axonu a dojde k otevření kanálů pro Ca^{2+} . Zvýšení jejich koncentrace uvnitř koncové části axonu vede k exocytose váčků obsahujících neurotransmiter, který se z presynaptické membrány uvolní do synaptické štěrbin a naváže se na receptor lokalizovaný na postsynaptické membráně
- V závislosti na typu neurotransmiteru dochází k depolarizaci či hyperpolarizaci postsynaptické membrány



Neurotransmitery

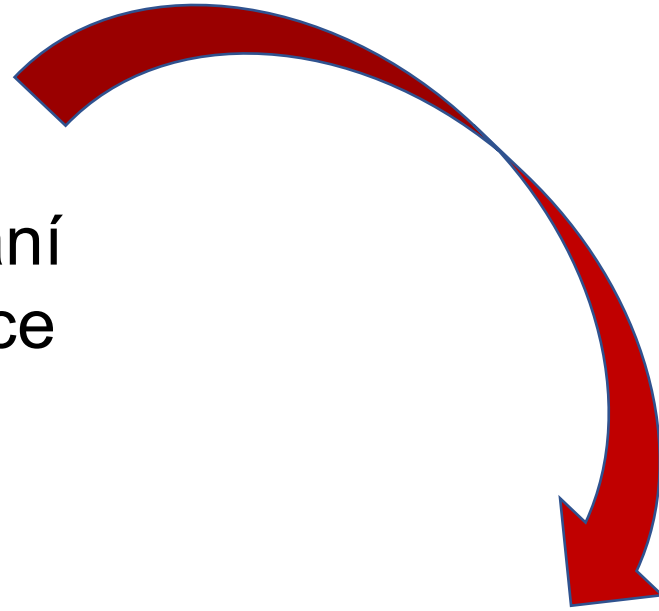
Excitační – depolarizace
membrány

Inhibiční – hyperpolarizace
membrány

Působení v:	Název	typ	Chemický typ
CNS	glutamát	excitační	aminokyselina
	acetylcholin		Derivát AK
	dopamin		Derivát AK
	serotonin		Derivát AK
	histamin		Derivát AK
	aspartát		aminokyselina
	noradrenalin		Derivát AK
	GABA	inhibiční	Derivát AK
	glycin		aminokyselina
Periferní NS	acetylcholin	excitační	Derivát AK
	noradrenalin		Derivát AK

Synaptické potenciály – ESP + ISP –
na vstupní membráně neuronu –
dendrity a tělo neuronu

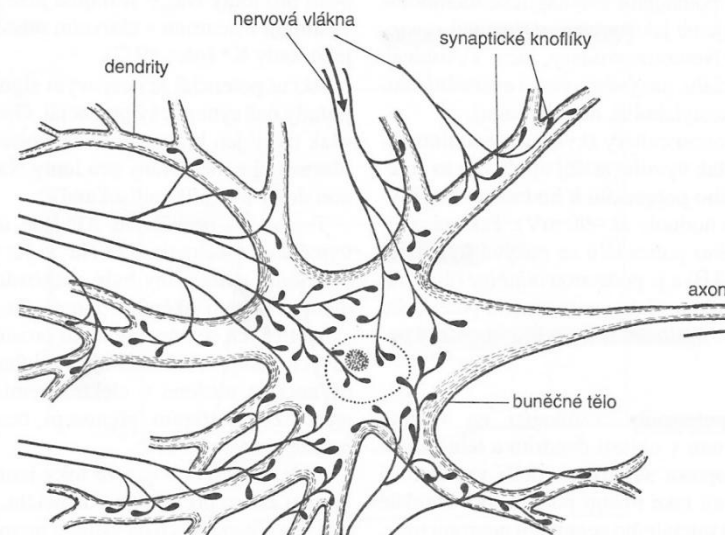
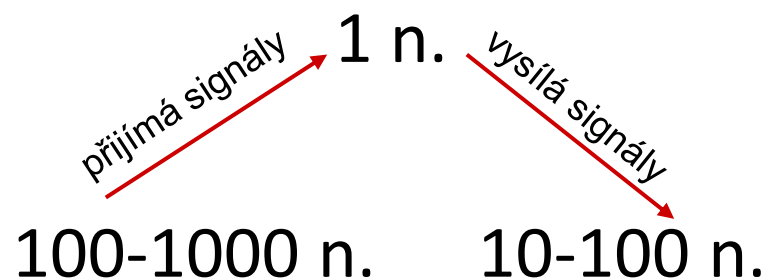
Vstupní membrána neuronu – sčítání
a odečítání signálů – nová informace



Šíří se do oblasti iniciálního
segmentu – pokud dojde k prahové
depolarizaci - **akční potenciál** -
šíření po membráně axonu
Myelinový obal, Ranvierovy zářezy

Integrace nervových signálů

- Integrační činnost neuronu – v husté síti neuronů se mění povaha přenášené informace
- Princip konvergence a divergence – zejména centrální nervový systém – nesmírně rozsáhlá síť neuronů



míšní motorický neuron může mít až 15 000 synapsí

Nervová buňka není pouhým spojovacím prvkem, který předává signály tak, jak je přijímá.

Je současně vodivým i integračním prvkem nervové soustavy, který signály i zpracovává.

Obecná organizace NS

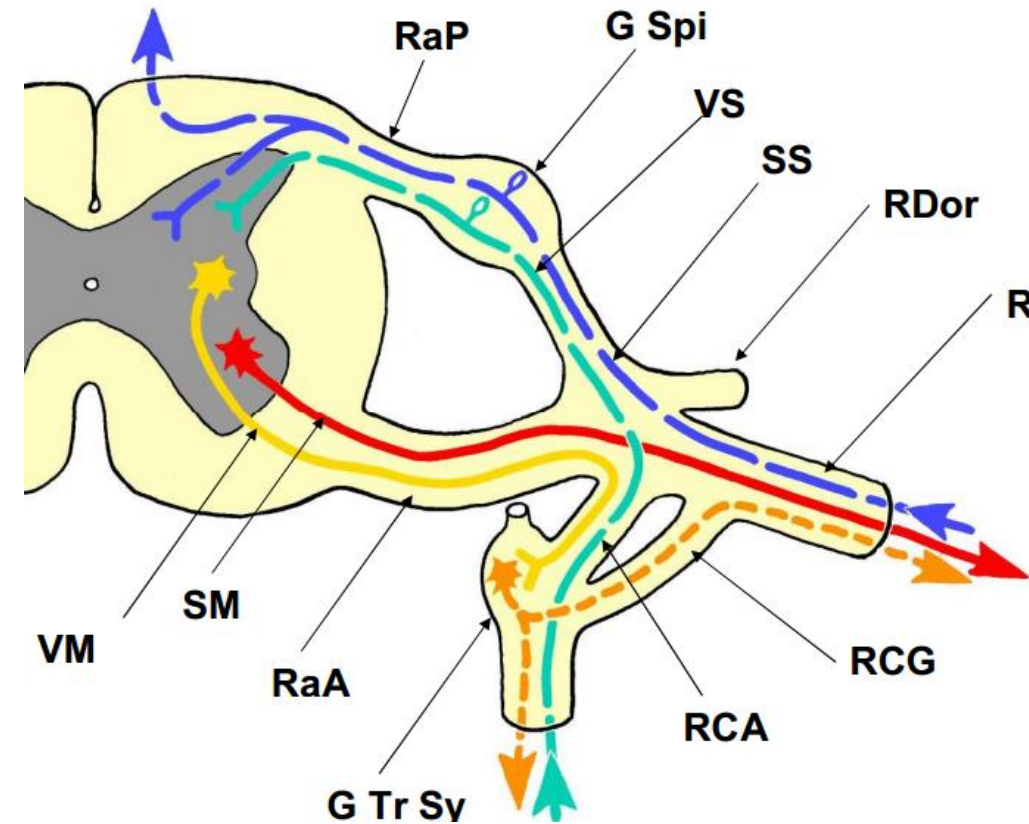
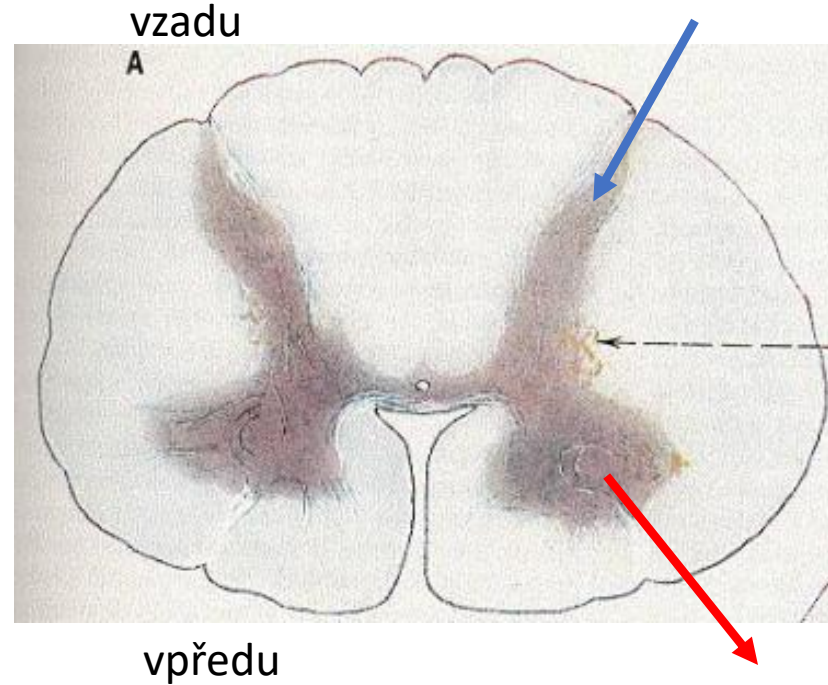
- NS
- Periferní nervový systém (PNS) – nervová vlákna (axony motorických a dendrity sensitivních neuronů) po vystoupení z míchy (míšní nervy) nebo mozkového kmene (hlavové nervy) a jejich ganglia
 - Centrální nervový systém (CNS) – mozek a mícha

Periferní nervový systém

Sensitivní vlákna
(afferentní)

X

Motorická vlákna
(efferentní)



Periferní nervový systém

Somatický nervový systém –
zprostředkovává interakci s okolním prostředím

- Somatomotorika
- Somatosenzitivita

Autonomní nervový systém –
reguluje aktivitu vnitřních orgánů

- Visceromotorika
- Viscerosenzitivita
- Enterický systém

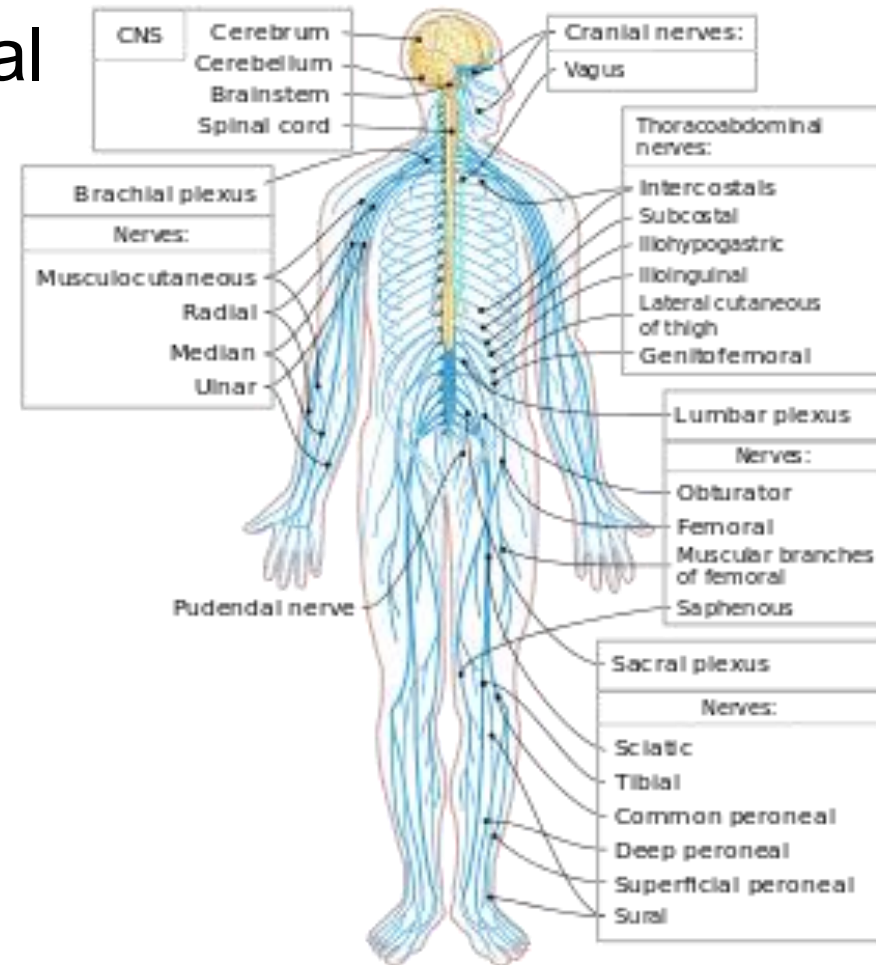
Sensorika (zrak, sluch, chuť, čich)

Somatický nervový systém

ovládaný vůlí, vědomý

Motorický neuron → kosterní sval

Somatický receptor →
sensitivní neuron ve spinálním
gangliu, CNS



Visceromotorický nervový systém (VMS)

- Na vůli nezávislý
- Udržuje vnitřní prostředí těla tím, že reguluje aktivitu hladkých svalových buněk orgánů a cév a žlázy
- Řídí cirkulaci, dýchání, trávení, metabolismus, sekreci, termoregulaci a reprodukci

Homeostasa
parasympatikus
(rest and digest)



Alostasa
sympatikus
(fight or flight)

- Homeostasa a alostasa zachycují smysl VMS. Tím je snaha o zachování konstantního vnitřního prostředí a schopnost radikálně změnit stav vnitřního prostředí, pokud to situace vyžaduje.

Uspořádání VMS

- Začíná v CNS (v kmeni nebo míše), ale k orgánům nejdou vlákna přímo, jsou přepojeny na další neurony v gangliích.
- Pregangliový neuron – pregangliová vlákna
X
- Postgangliový neuron – postgangliová vlákna

sympatikus



parasympatikus



Visceromotorika

Sympatikus

Parasympatikus

Funkce

Rychlá mobilizace zdrojů a
rezerv organismu

Udržuje organismus v
rovnovážném stavu

Umístění jader v CNS

Thorakolumbální systém –
rozsahu C8-L3

Hlavový parasympatikus – u jader
hlavových nervů v kmeni

Sakrální parasympatikus –
rozsahu S2-S4

Sympatikus

Parasympatikus

Ganglia

Od cílových orgánů jsou
vzdálenější (blíže CNS)

Jsou blíže k orgánům

Mediátory

Pregangliová vlákna acetylcholin

Pregangliová vlákna acetylcholin

Postgangliová vlákna noradrenalin

Postgangliová vlákna acetylcholin

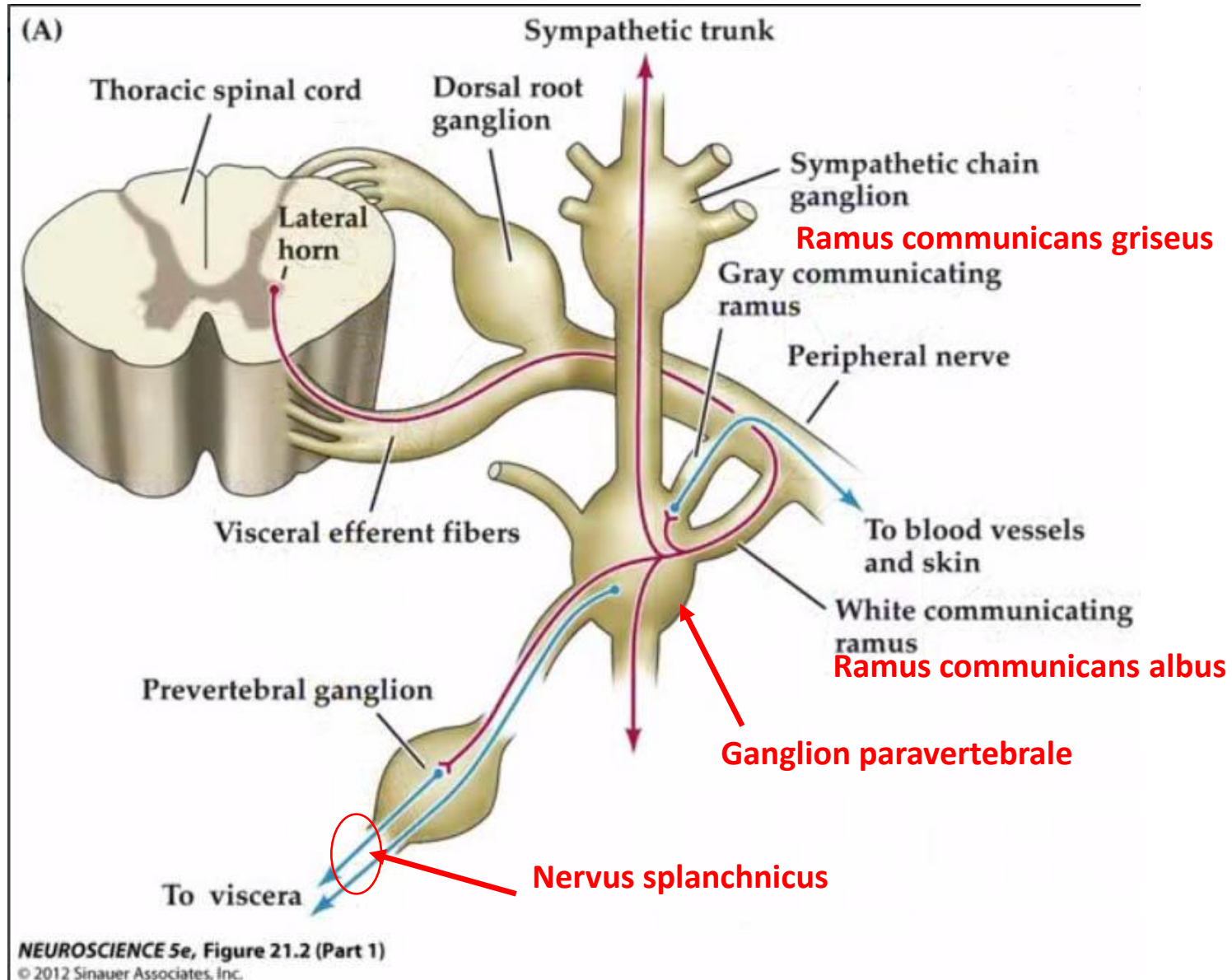
(s výjimkou končetin, kde je i na postgangliovém
vlákně acetylcholin)

Celková úprava

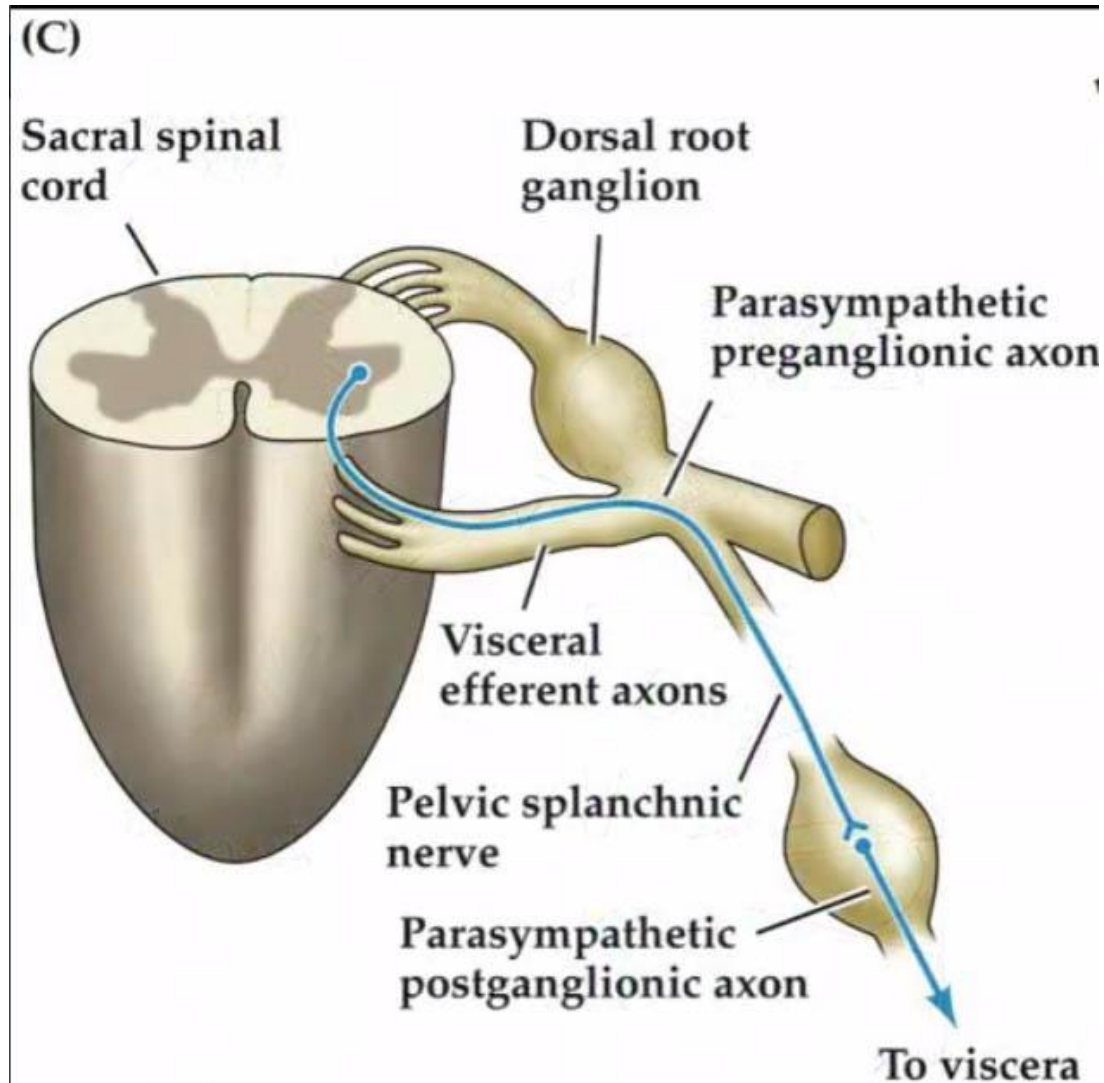
Sym. je rozsáhlejší, vlákna
přicházejí téměř do všech
orgánů a tkání

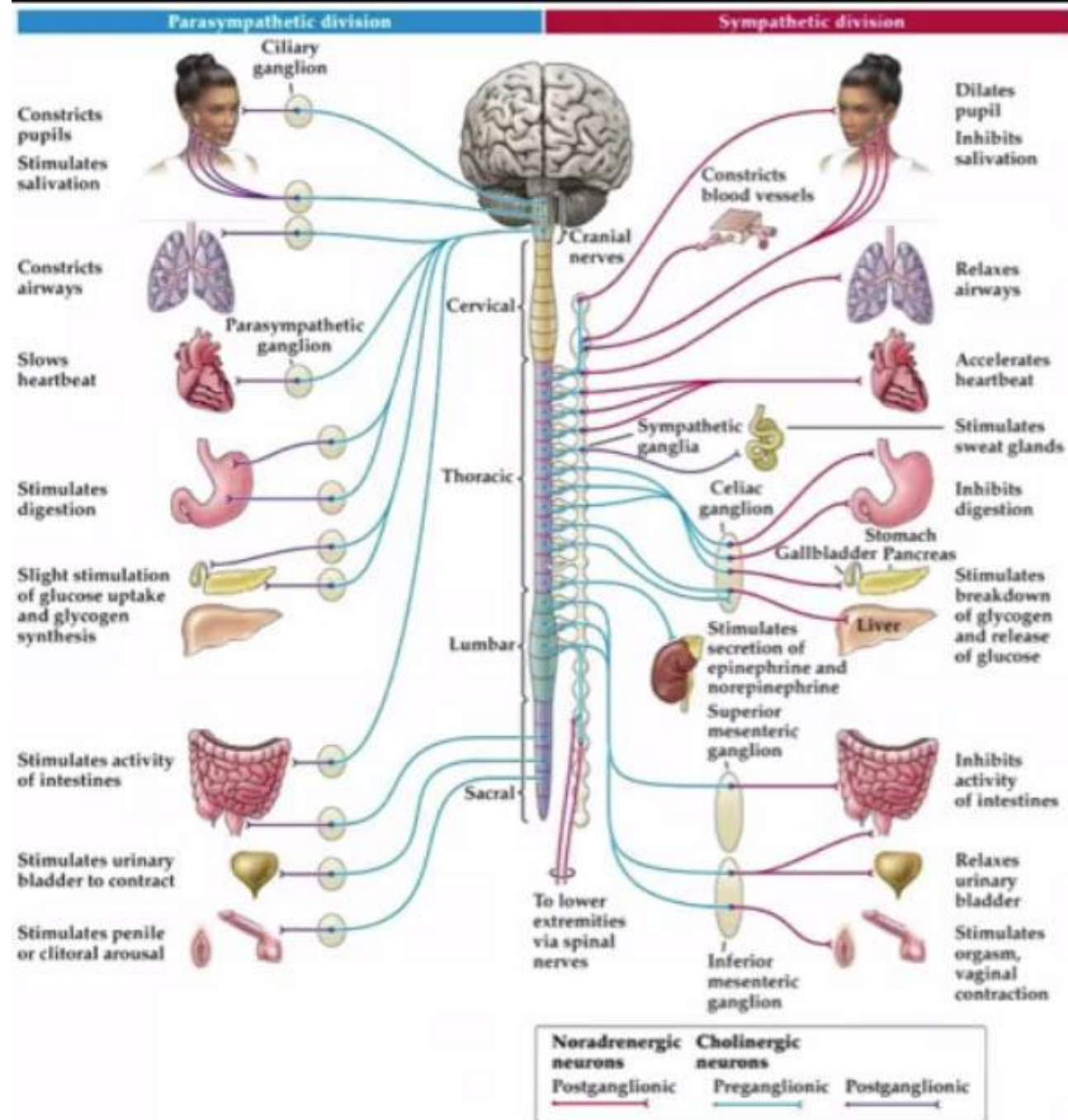
Menší rozsah – přichází pouze k
vnitřním orgánům (+žlázy s
vnitřní sekrecí a oční bulbus).
Kůže, svaly a klouby končetin a
svaly tělní stěny parasympatikus
nemají

Sympatikus



Parasympatikus

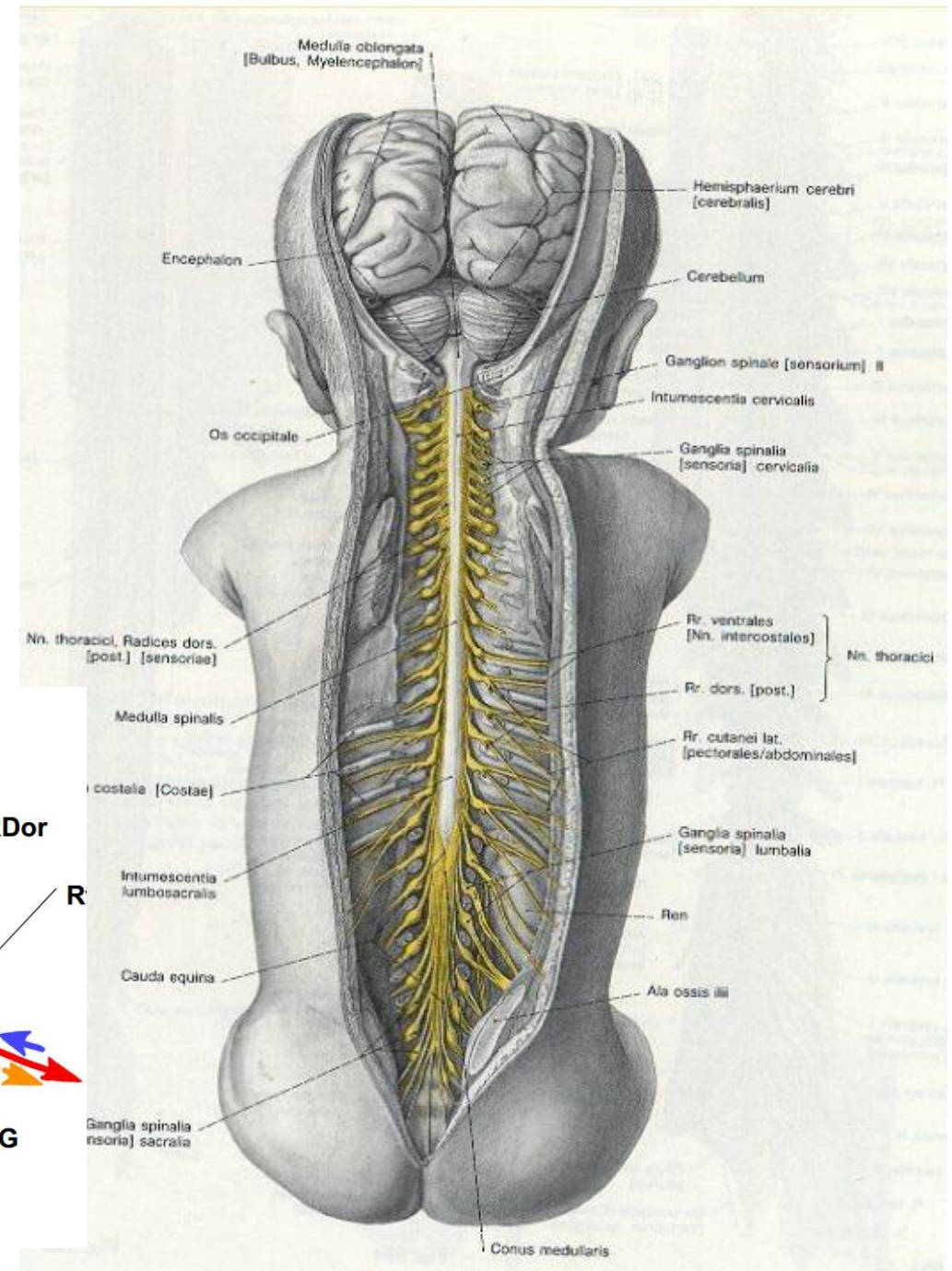
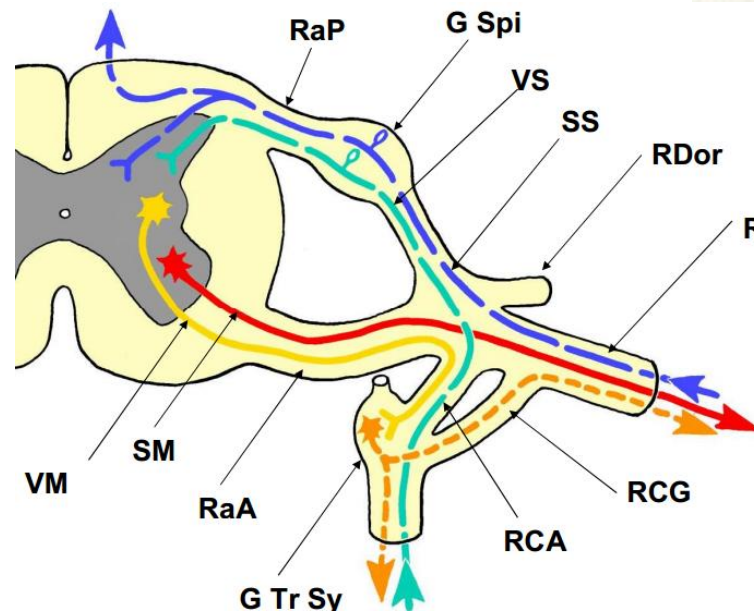


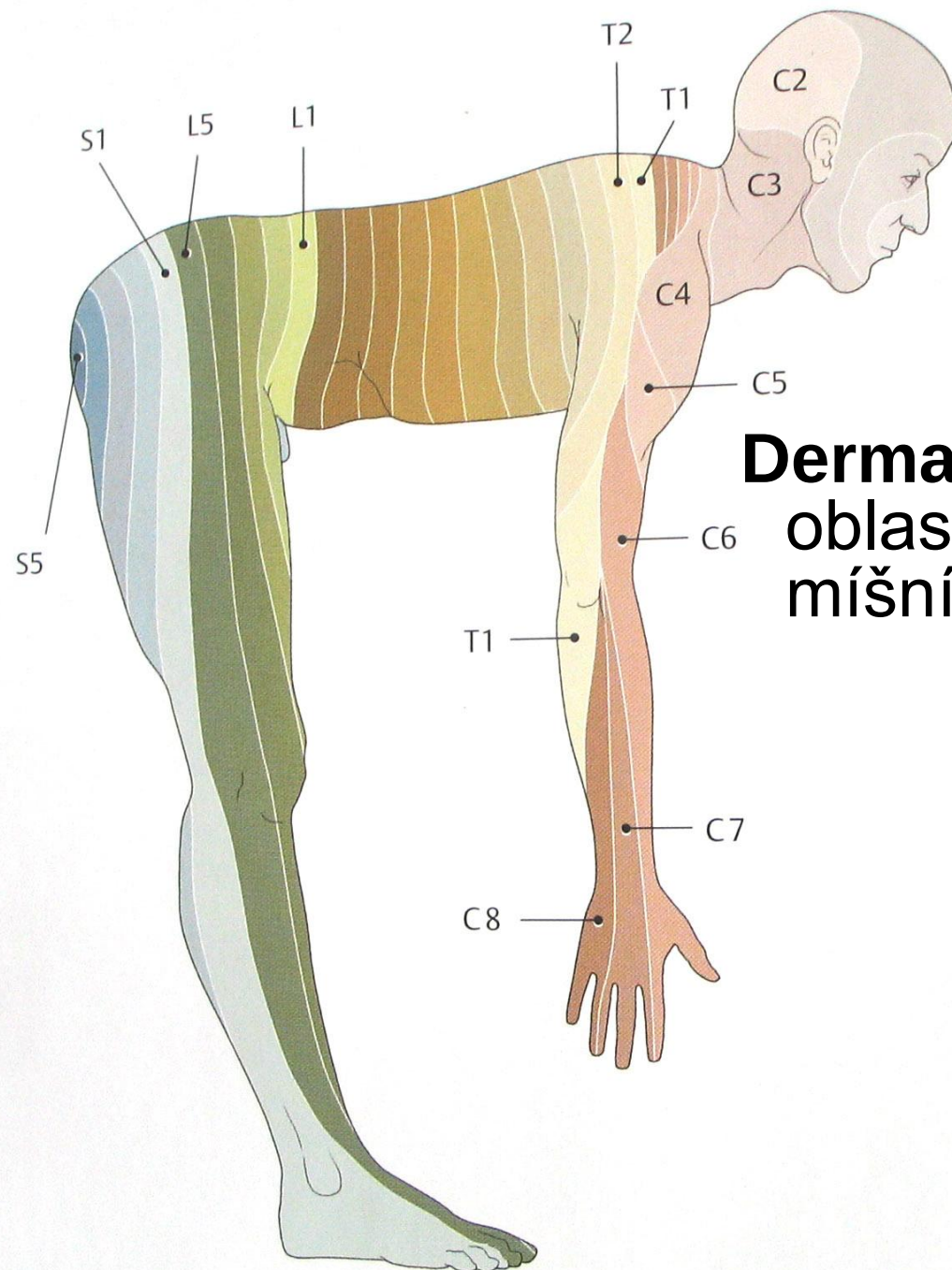


NEUROSCIENCE 5e, Figure 21.1

Míšní nervy

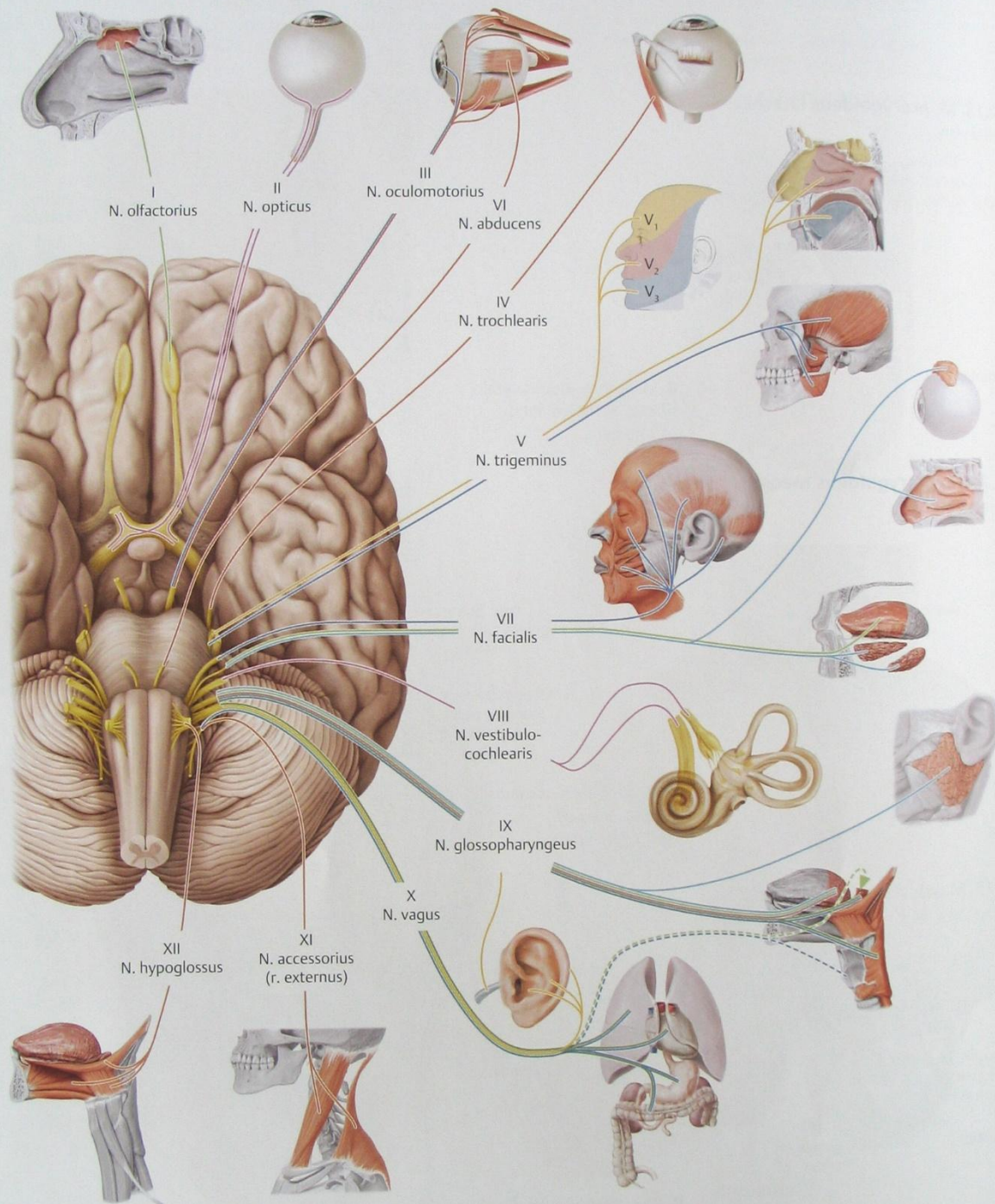
- 31 párů (1. mezi atlasem a týlní kostí)
- Smíšené – afferentní i efferentní
- Na zadním kořenu je spinální ganglion – obsahuje těla senzitivních neuronů
- Vytváří pleteně



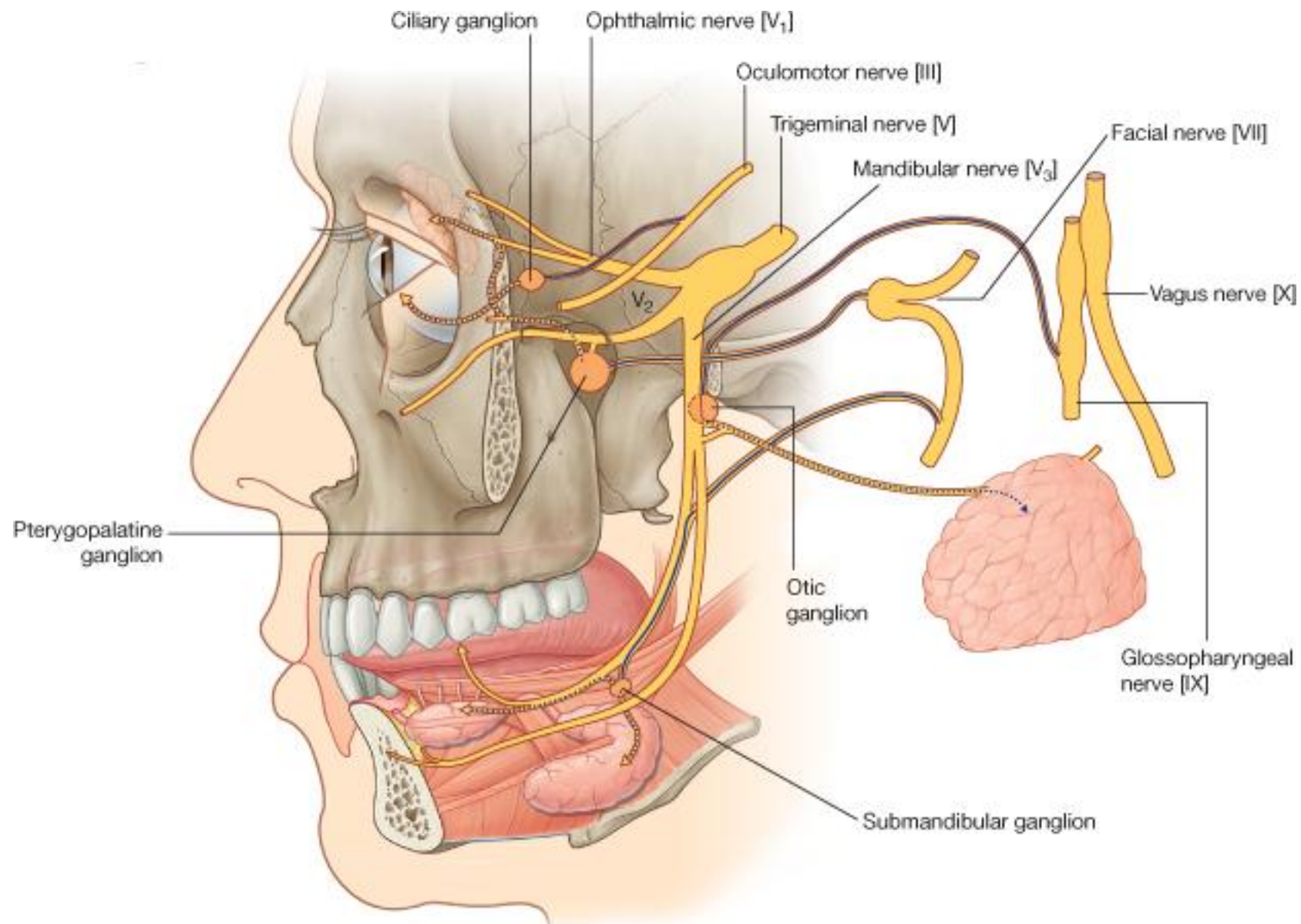


Dermatom (area radicularis) –
oblast kůže inervovaná z jednoho
míšního segmentu)

Hlavové nervy

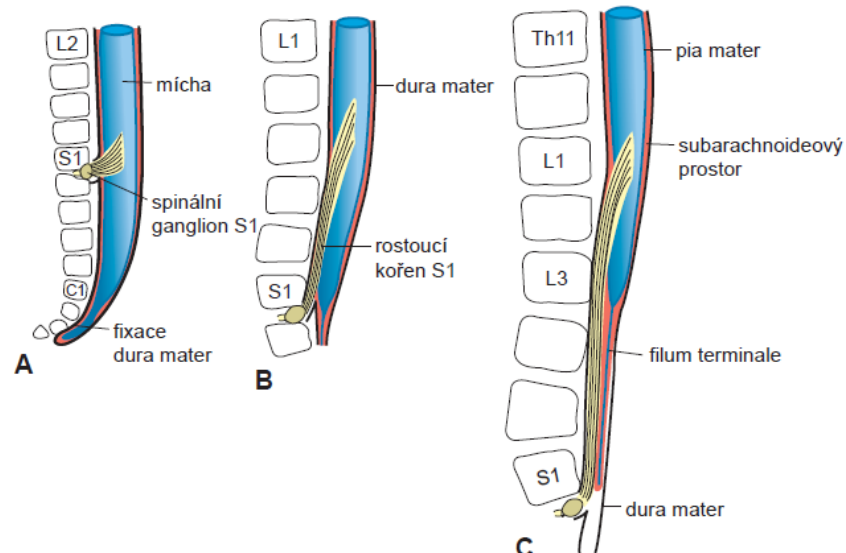
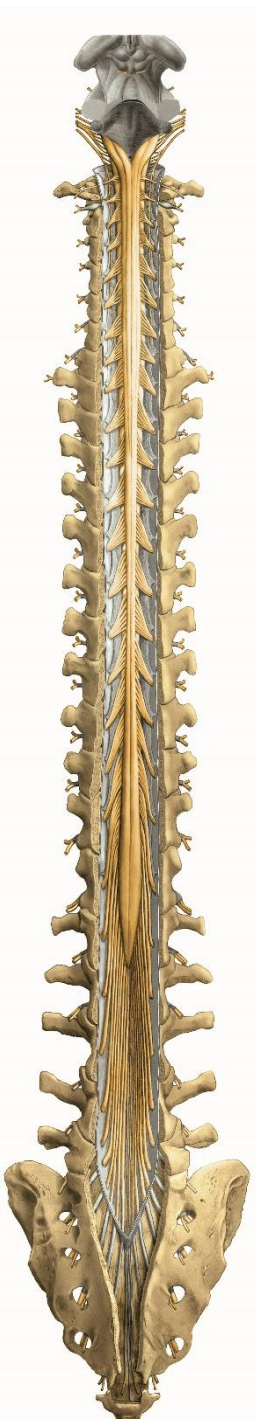


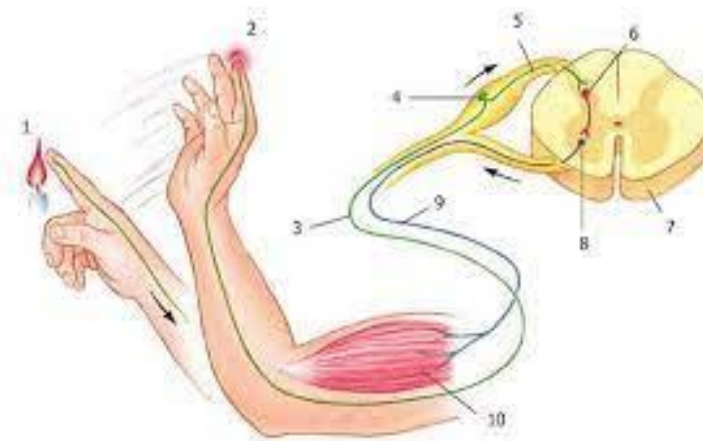
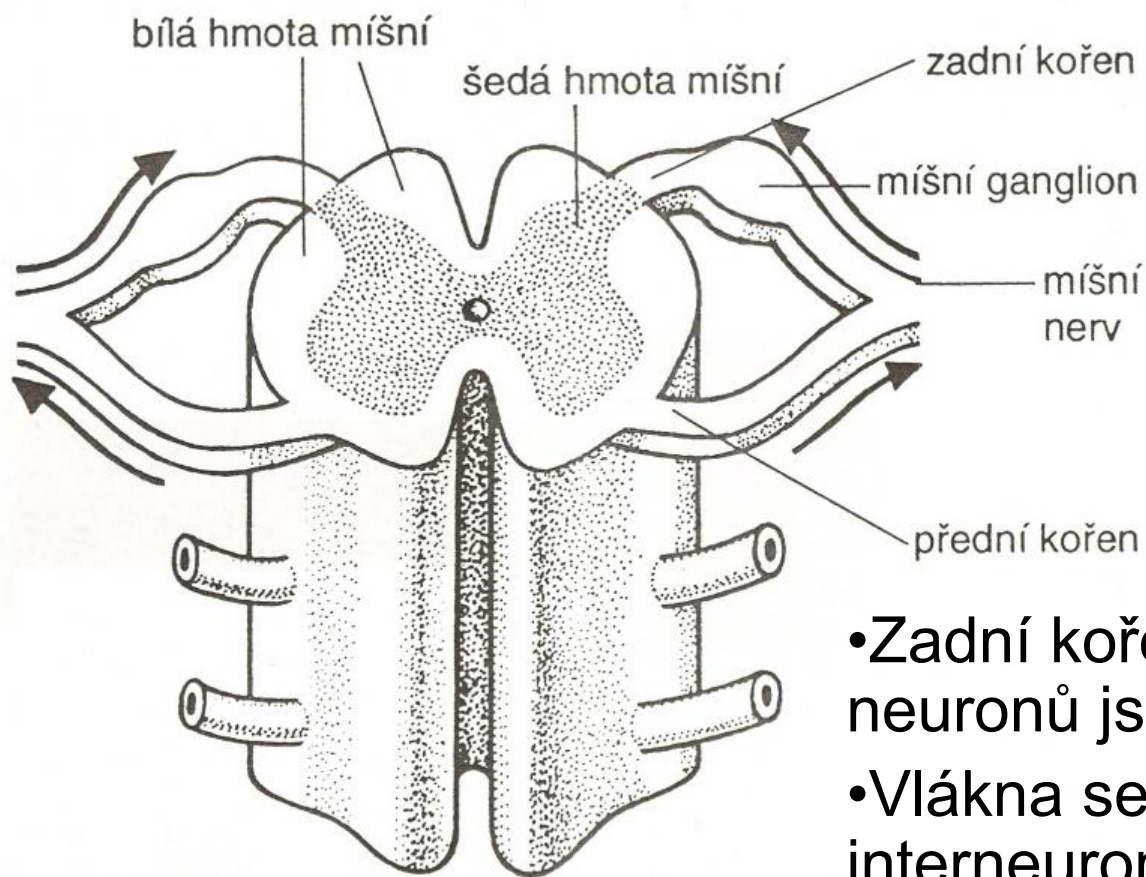
	typ vláken
I	Sensorika
II	Sensorika
III	SM, VM
IV	SM
V	SM, SS
VI	SM
VI I	SM, SS, VM, Sensorika
VI II	Sensorika
IX	SM, SS, VM, VS, Sensorika
X	SM, SS, VM, VS, Sensorika
XI	SM
XII	SM



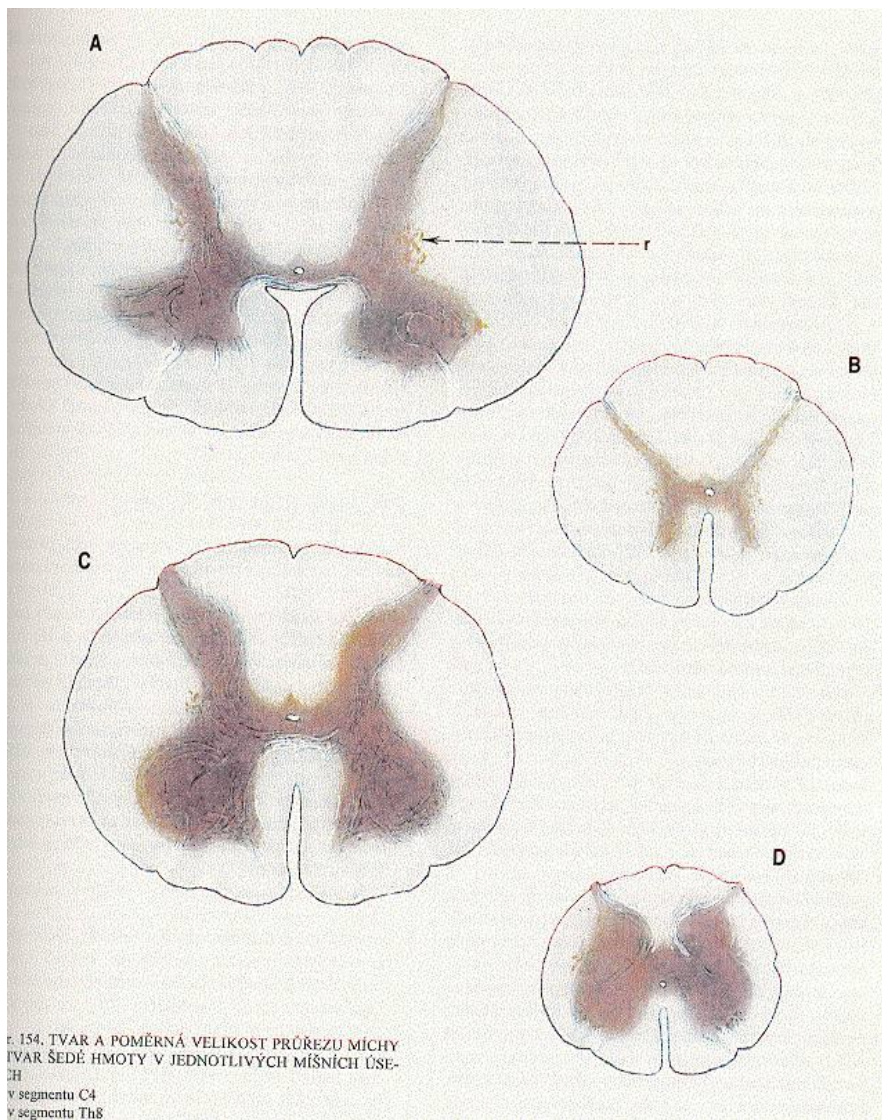
Hřbetní mícha – medulla spinalis

- Leží uvnitř páteřního kanálu
- Začátek - u okraje foramen magnum
- Konec - zaoblený konec v úrovni L1 – L2
- Z něj vybíhá **filum terminale**, tvořené neuroglíí a vazivem pia mater, které pokračuje k saccus durae matris, do kterého se upíná ve výšce S2.





- Zadní kořeny – sensitivní vlákna – těla neuronů jsou v míšňích gangliích
- Vlákna sensitivních neuronů jdou v míše na interneurony, kde se přepojí a jako jednoduchý míšň reflexní oblouk jdou na motorické neurony, nebo pokračují do vyšších etáží CNS (přepojené na interneuronech i nepřepojené)
- Přední kořeny – vystupují motorická vlákna



- Průřez míchou – tvar motýlích křídel
- Šedá hmota jsou těla neuronů
- Bílá hmota jsou axony
- V různých úrovních míchy má průřez jiný tvar

Obaly míchy

Kost

epidurální prostor

Dura mater – tvrdá plena

subdurální prostor

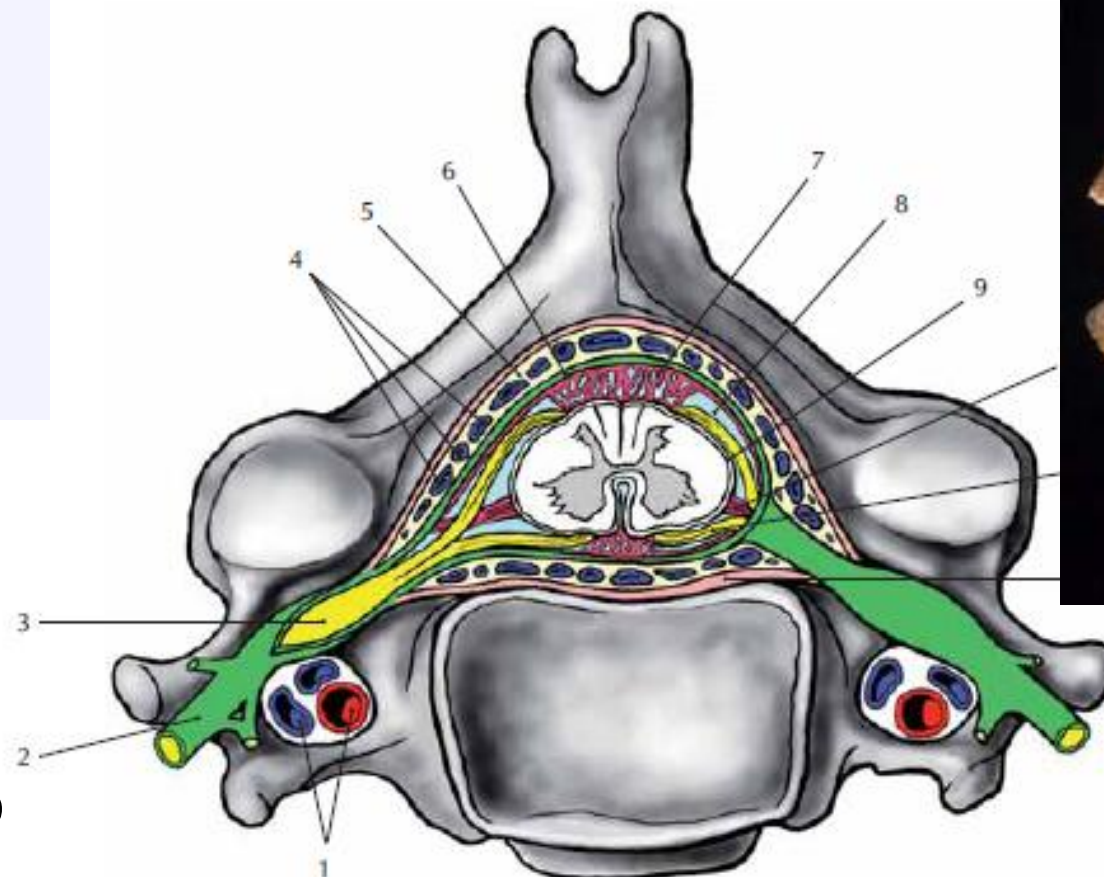
Arachnoidea - pavučnice

subarachnoidální prostor

- mozkomíšní mok

Pia mater spinalis

- Epidurální anestezie/analgesie
- Odběr mozkomíšního moku



Obr. 16.2. Schéma páteřního kanálu a obalů míchy v úrovni C₄

1 – foramen transversarium s a. et vv. vertebrales
2 – kořenová pochva míšního nervu
3 – ganglion spinale na radix posterior
4 – plexus venosus vertebralis internus

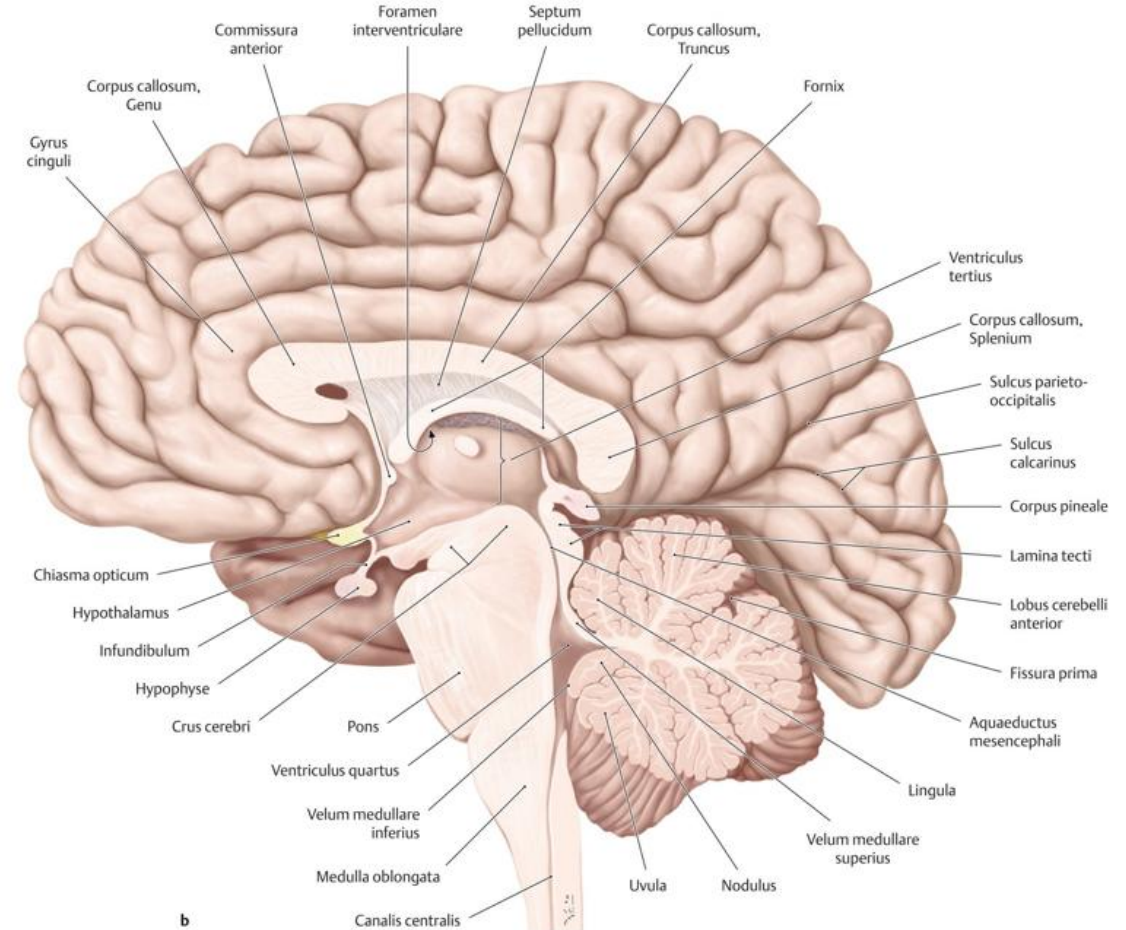
5 – spatium epidurale
6 – dura mater spinalis
7 – arachnoidea mater spinalis
8 – spatium subarachnoideale

9 – pia mater spinalis
10 – lig. denticulatum
11 – radix anterior
12 – endorhachis



Mozek - encephalon

- Mozkový kmen
 - Prodloužená mícha
 - Varolův most
 - Mesencephalon (střední mozek)
- Mozeček
- Diencephalon (mezimozek)
- Telencephalon (koncový mozek)



A Sagittalschnitt durch das Gehirn VIII

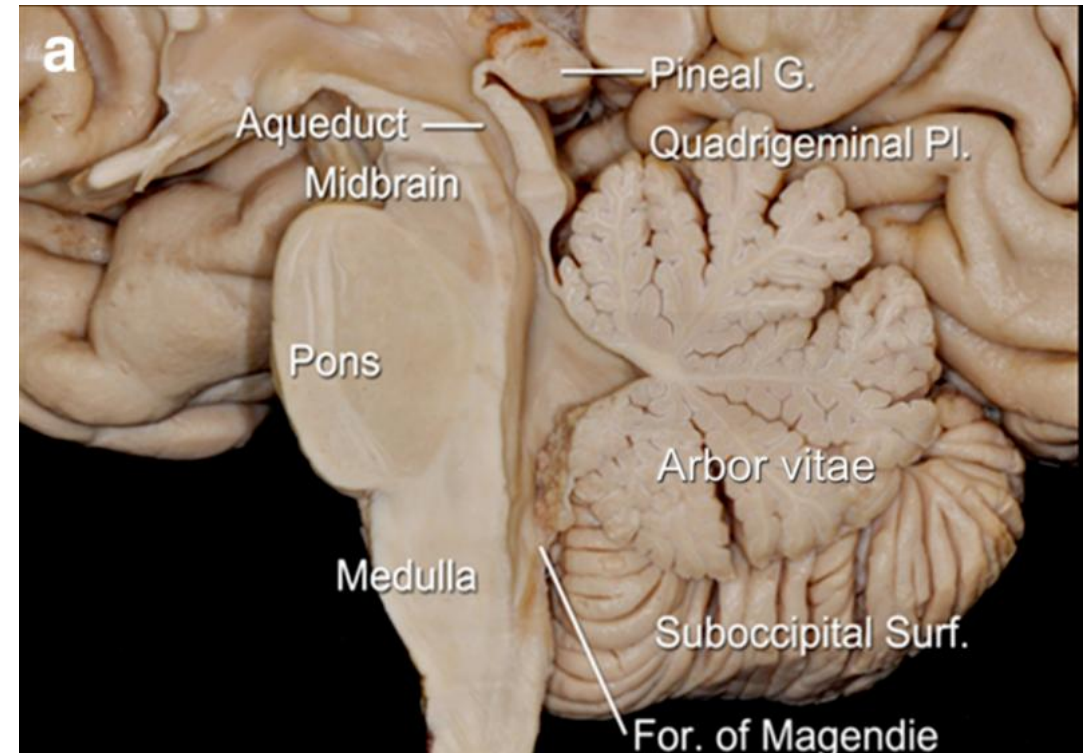


Mozkový kmen

- Neurony seskupeny ve shluky – jádra
- Probíhají zde vzestupné i sestupné dráhy
- Jsou zde uložena jádra hlavových nervů
- Leží zde jádra retikulární formace
 - **centra pro základní životní funkce** -centrum dýchací a kardiovaskulární
 - trávení a vylučování
 - reflexy – polykání, slinění
 - obranné reflexy (kašel, kýchání,zvracení, rohovkový reflex)
 - Aktivační ascendenční systém – spojení s thalamem – umožňuje „bdění“

Mozeček

- 3 laloky, každý získává informace z jiných částí CNS
 - Z míchy přichází informace o tom, kde se v prostoru nachází naše tělo (propriocepce)
 - Z vestibulárního aparátu přicházejí informace o poloze hlavy v prostoru
 - Z kůry přicházejí informace o zamýšlených pohybech
- Mozeček tyto informace zpracovává a vyhodnocuje rozdíl mezi tím, co je, a tím, co zamýšlíme, a zjištěné rozdíly posílá zpět do kůry
- Podílí se tak na udržování rovnováhy a přesné koordinaci pohybů (dotknout se prstem nosu, ale i řeč)

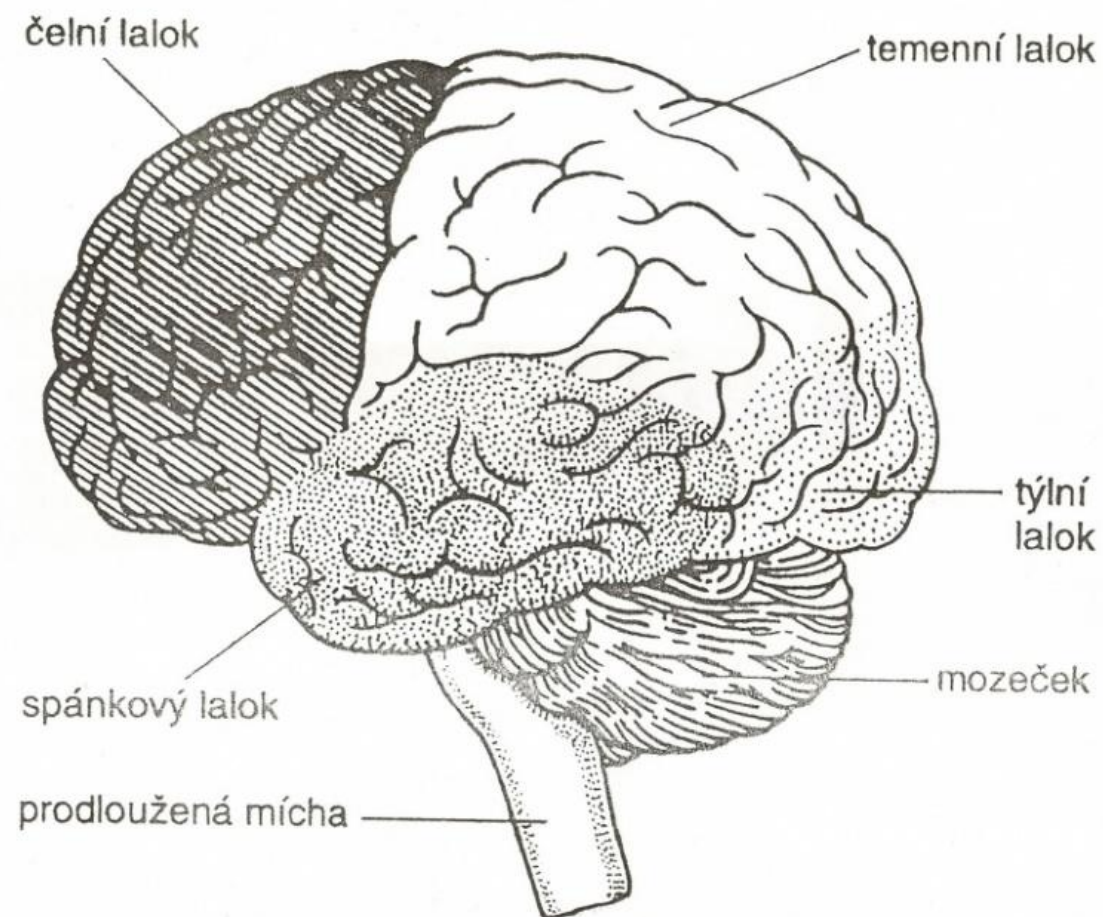


Mezimozek

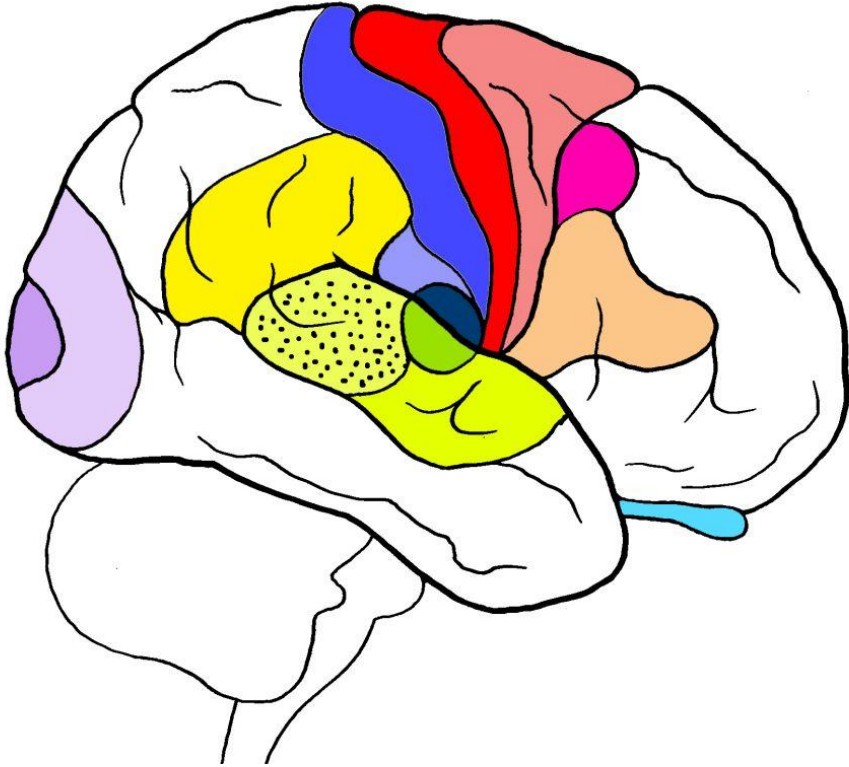
- Thalamus –přepojují se zde všechny informace, které jdou do kůry (brána vědomí – co neprojde thalamem, to si neuvědomujeme; aktivační ascendenční systém).
- Hypotalamus – řídící centrum autonomního nervového systému a spojením s hypofýzou i endokrinního systému. Jeho činnost je ovlivňována z nadřazeného limbického systému. Podílí se tak na vytváření emočních reakcí.
- Epithalamus – šišinka – produkce melatoninu, který se spolu s hypothalamem podílí na řízení cirkadiálních rytmů

Koncový mozek

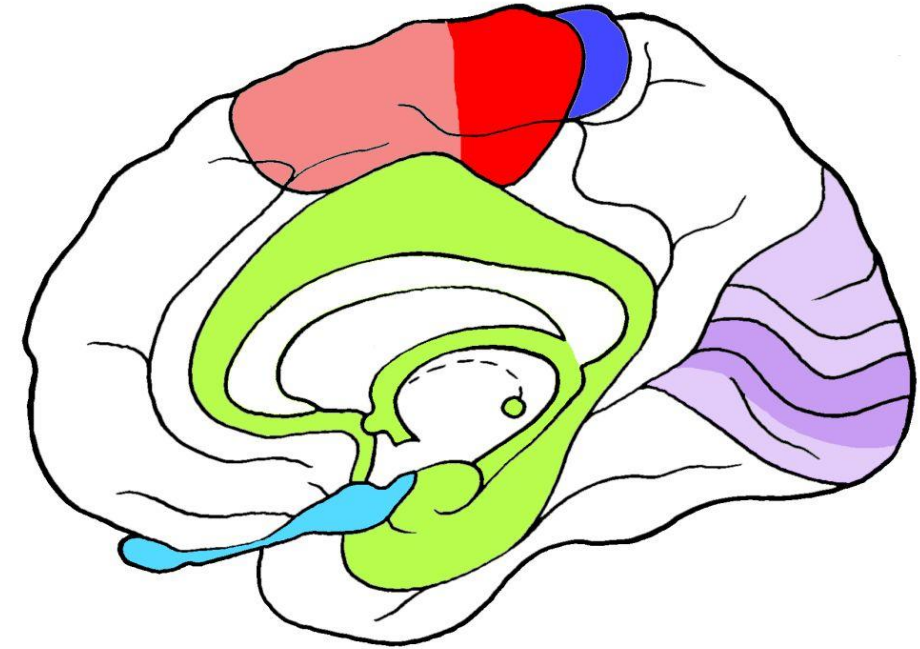
- Největší část mozku
- Vývojově nejmladší
- Neurony jsou uloženy jednak v kůře, jednak v jádrech v hloubce hemisfér
- Kůra má dle vývojového stáří 3-6 vrstev
- Hemisféry se člení v laloky a ty jsou odděleny žlábkami v jednotlivé závitě, které jsou konstantní.



Funkční korové oblasti

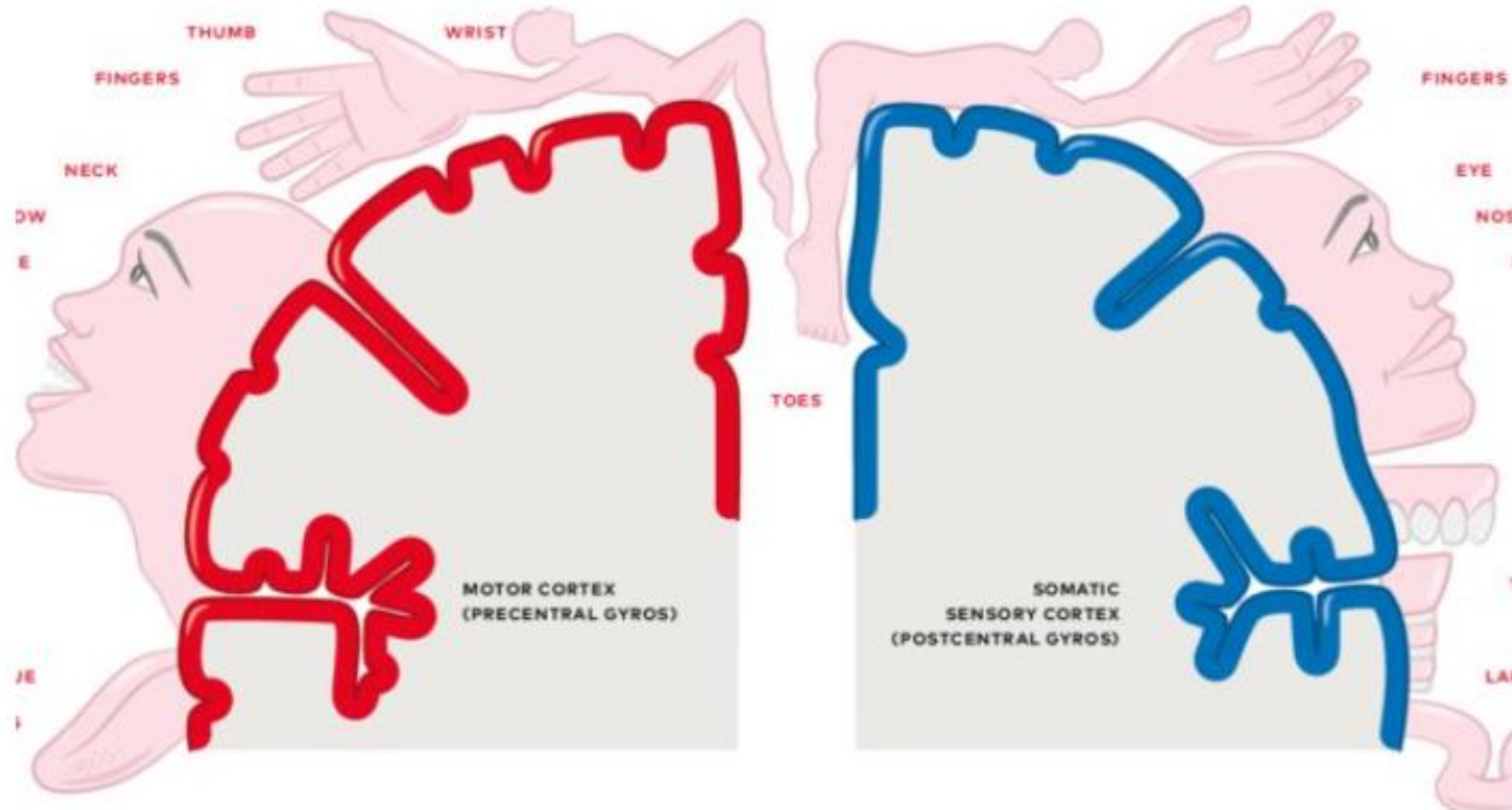


- Motorická oblast
- Premotorická oblast
- Sensitivní oblast
- Přední okohybné pole
- Brocovo centrum řeči (motorické)
- Wernickeho centrum řeči (sensitivní)
- Zraková oblast
- Sluchová oblast



- Motorická oblast
- Premotorická oblast
- Sensitivní oblast
- Zraková oblast
- Limbický systém
- Čichová oblast

Reprezentace jednotlivých svalových skupin a kožních receptorů v primární motorické a senzitivní kůře - **Motorický** a **senzitivní** homunkulus



Podkorové oblasti

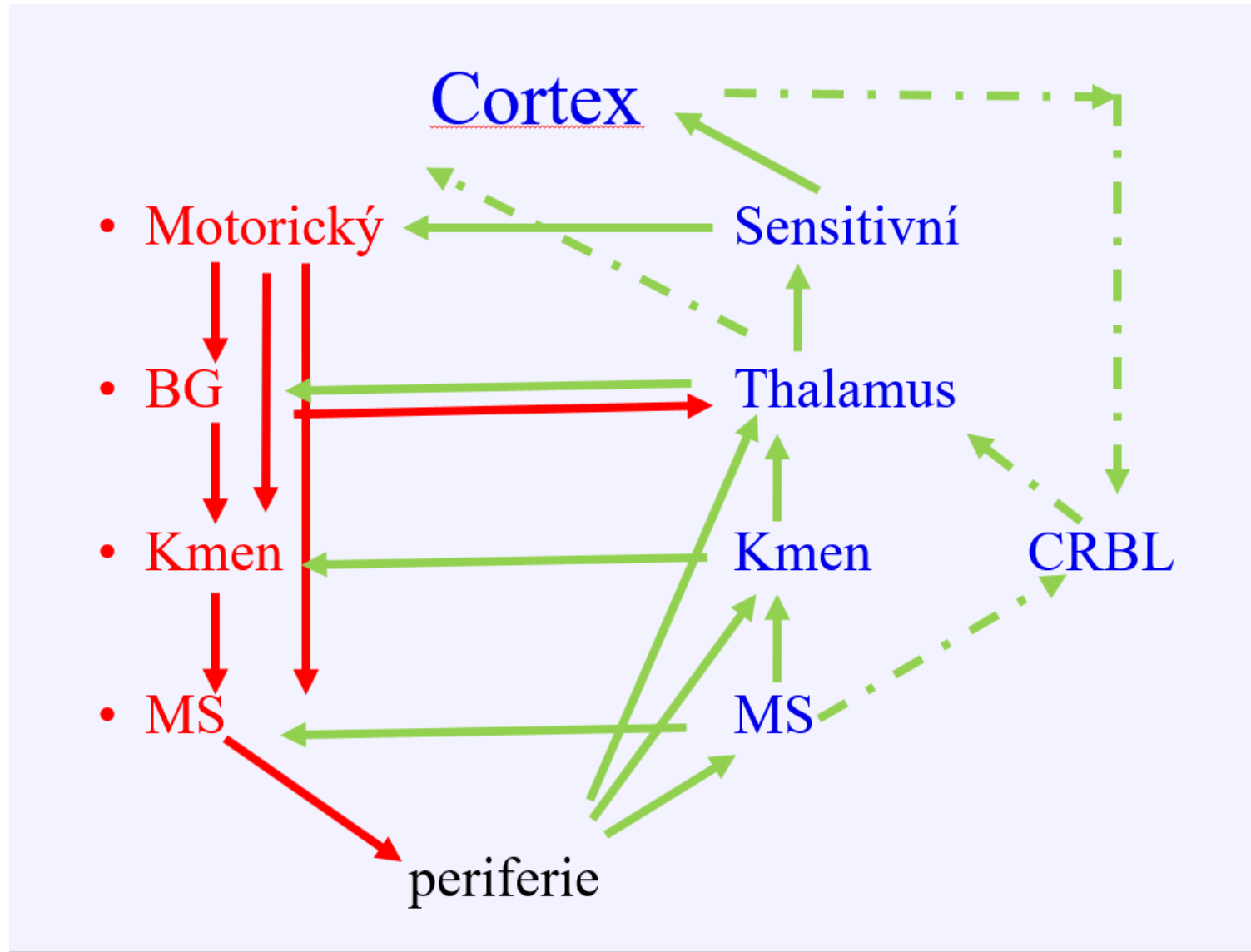
- **Bazální ganglia**

- skupiny neuronů v hloubce mozkové kůry
- Podílejí se na plánování motoriky, vytváření plánu hybnosti
- 2 druhy poruchy – Parkinsonova , Huntingtonova choroba

- **Limbický systém**

- **Vývojově starý**
- spojen s hypotalamem v jeden celek
- komplexní instinktivní a emocionální chování
- aktivity které mají původ v l.s. jsou spojené se silnou motivací
- hraje roli ve formování paměti

Schéma zapojení jednotlivých součástí NS

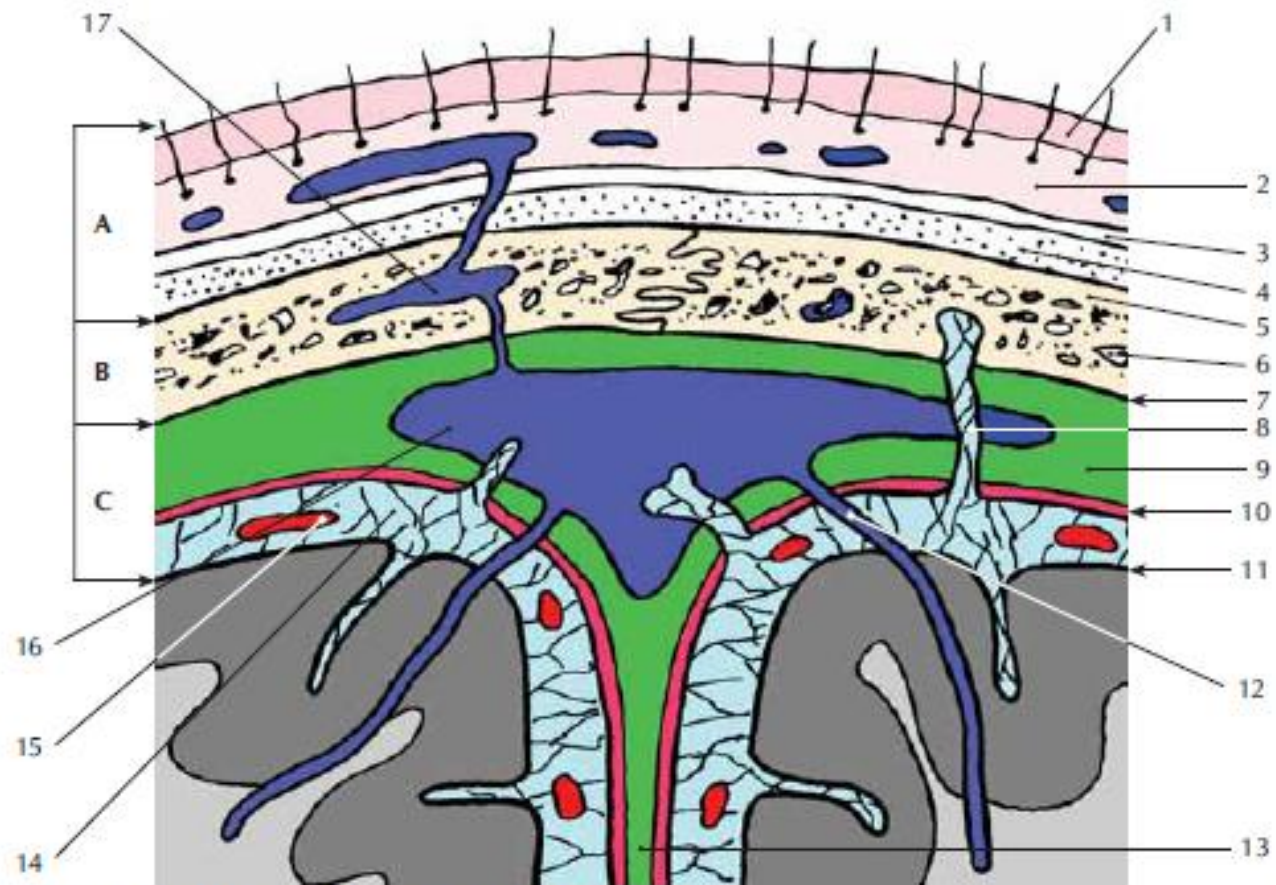


Kost
(virtuální epidurální
prostor – aa. meningeae)

Tvrdá plena
subdurální prostor

Pavučnice
subarachnoidální prostor
– mozkomíšní mok

měkká plena



Obr. 16.1. Schéma měkkých pokrývek lebních a obalů mozku

A – měkké pokrývky lební
B – lebka
C – obaly mozku
1 – kůže
2 – podkožní vazivo
3 – galea aponeurotica
4 – subgaleální řídké vazivo

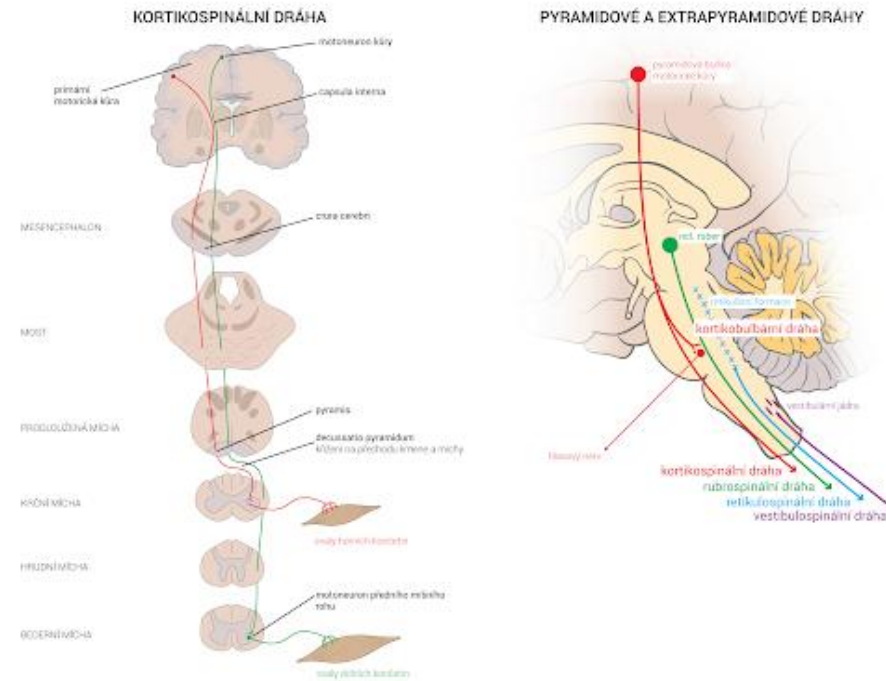
5 – lamina externa
6 – diploë
7 – lamina interna
8 – granulatio arachnoidalis
9 – dura mater encephali
10 – arachnoidea mater encephali
11 – pia mater encephali

12 – přemostující žíla
13 – falx cerebri
14 – spatium subarachnoidale a likvor
15 – mozkové tepny
16 – sinus sagitalis superior
17 – vena emissaria

Řízení motorické činnosti

- Mícha – motor.n. v předních rozích míchy – přímo
 - motorické neurony součástí reflexního oblouku
 - ovládány z různých oblastí mozku
- Mozkový kmen – nyní podřízen mozkové kůře
- Mozková kůra – čelní lalok – nejvyšší oblastí řízení
 - Kortikospinální (pyramidová) dráha, přímá
 - Převod signálů pro jemné, zručné, cílené pohyby (cílená motorika)
 - Nepřímá, v cestě je zapojeno více neuronů
 - Neúmyslné pohyby při udržování polohy a postoje (opěrná motorika)
 - Většina motorických drah se v prodloužené míše kříží

Přímé a nepřímé dráhy



- Kortikospinální (pyramidová) dráha, přímá
 - Převod signálů pro jemné, zručné, cílené pohyby (cílená motorika)
- Nepřímá, v cestě je zapojeno více neuronů
 - Neúmyslné pohyby při udržování polohy a postoje (opěrná motorika)
- Většina motorických drah se v prodloužené míše kříží