

NERVOVÝ SYSTEM



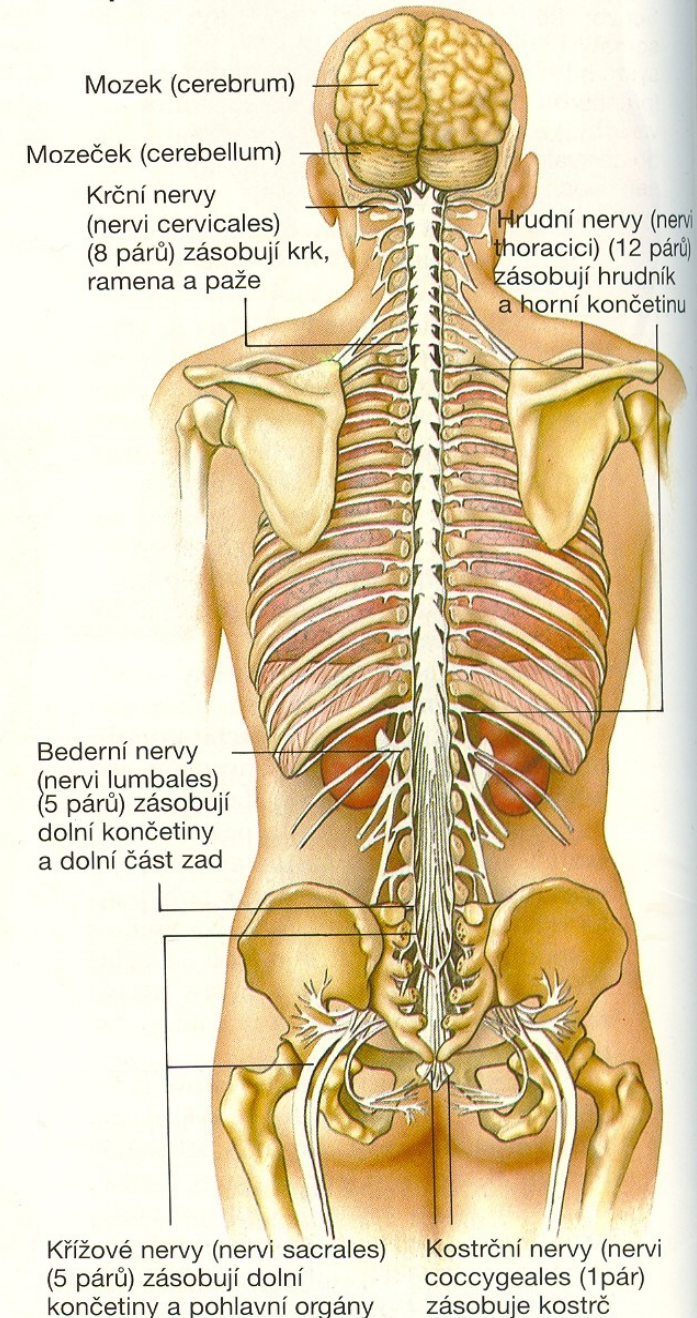
FUNKCE NERVOVÉHO SYSTÉMU

- smyslové vnímání
- vnímání bolesti
- vnímání příjemných pocitů
- kontrola pohybu
- regulace tělesných funkcí
- rozvoj řeči
- myšlení
- paměť

<https://www.khanacademy.org/science/in-in-class-11-biology-india/x9d1157914247c627:neural-control-and-coordination/x9d1157914247c627:overview-of-the-nervous-system/v/crash-course-biology-125>

NERVOVÁ SOUSTAVA

Uspořádání centrálního a periferního nervového systému



Nervová soustava se skládá:

- Centrální nervový systém (CNS)
 - Mozek
 - Mícha
- Periferní nervový systém (PNS)

Central nervous system

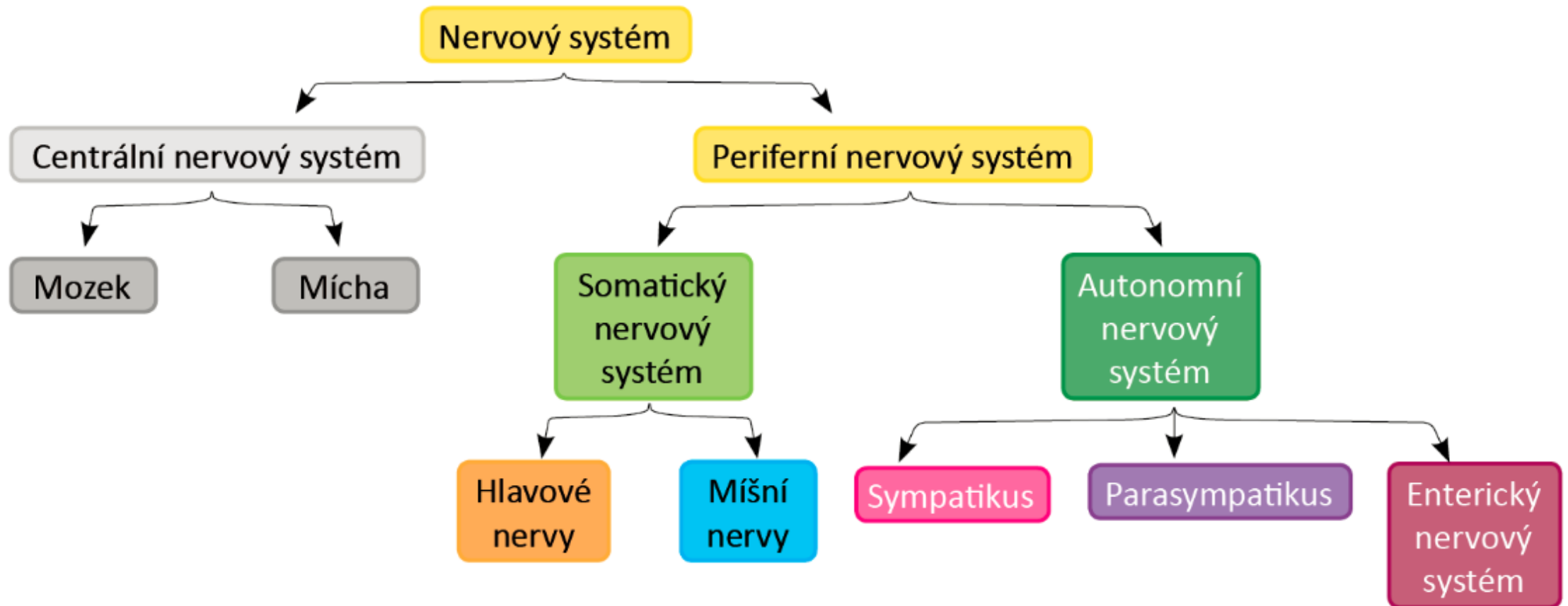
Brain

Spinal cord

Peripheral nervous system

Peripheral nerve

HIERARCHIE NERVOVÉHO SYSTÉMU



Struktura nervové soustavy

Soustava se skládá z mozku, míchy páteřní a husté sítě nervů, které přenášejí elektrické impulsy mezi mozkem a ostatními částmi těla.

Mícha přenáší nervové impulsy mezi mozkem a ostatními částmi těla

Míšní nervy (31 párů) vyběhají z míchy a procházejí páteří ven

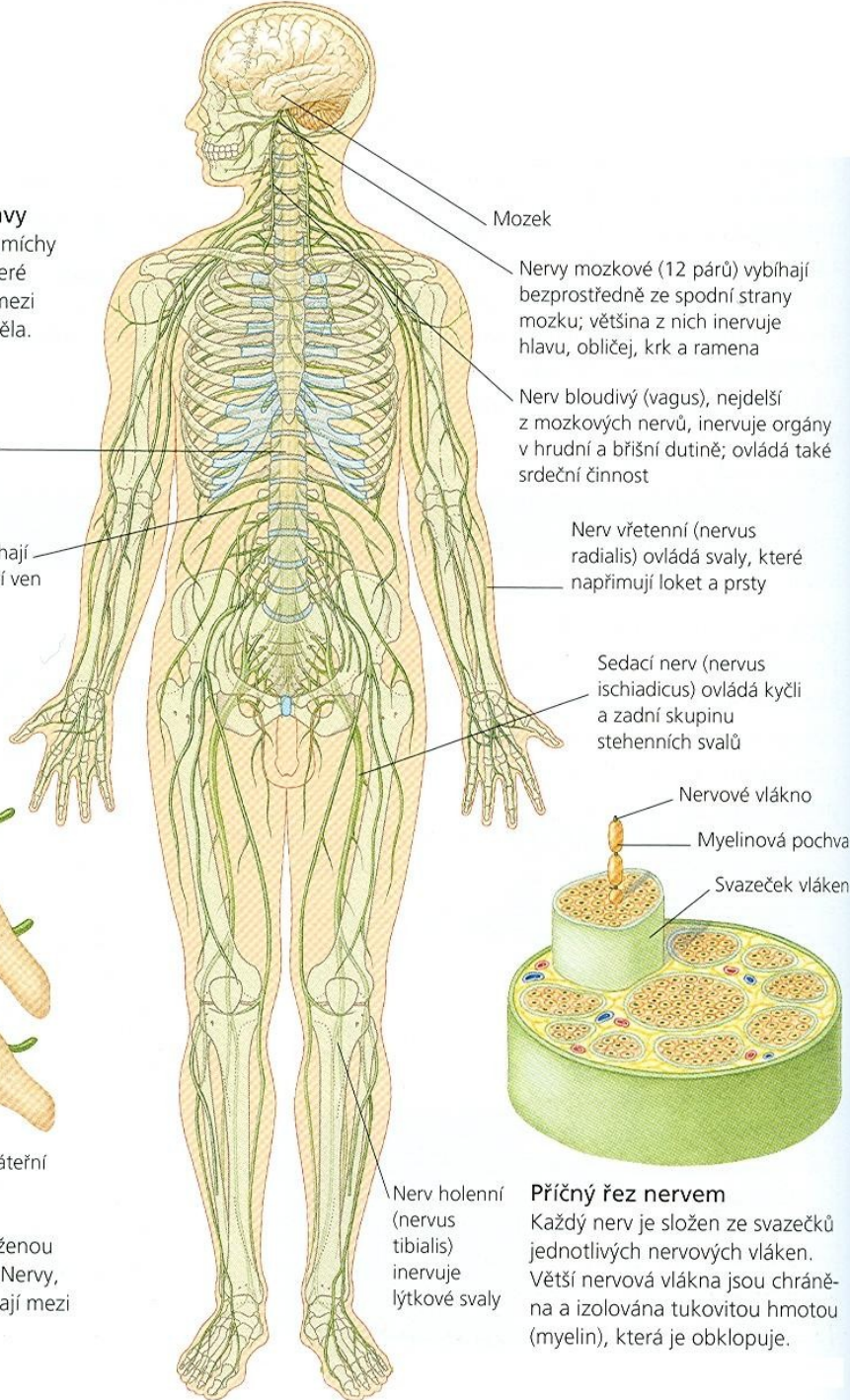
Tělo obratle

Míšní nerv

Mícha páteřní

Ochrana míchy páteřní

Mícha je chráněna páteří, složenou z jednotlivých kostí (obratlů). Nervy, které z míchy vyběhají, probíhají mezi sousedícími obratli.



Mozek

Nervy mozkové (12 párů) vyběhají bezprostředně ze spodní strany mozku; většina z nich inervuje hlavu, obličej, krk a ramena

Nerv bloudivý (vagus), nejdelší z mozkových nervů, inervuje orgány v hrudní a břišní dutině; ovládá také srdeční činnost

Nerv vřetení (nervus radialis) ovládá svaly, které napřimují loket a prsty

Sedací nerv (nervus ischiadicus) ovládá kyčli a zadní skupinu stehenních svalů

Nervové vlákno

Myelinová pochva

Svazek vláken

Nerv holenní (nervus tibialis) inervuje lýtkové svaly

Příčný řez nervem

Každý nerv je složen ze svazků jednotlivých nervových vláken. Větší nervová vlákna jsou chráněna a izolována tukovitou hmotou (myelin), která je obklopuje.

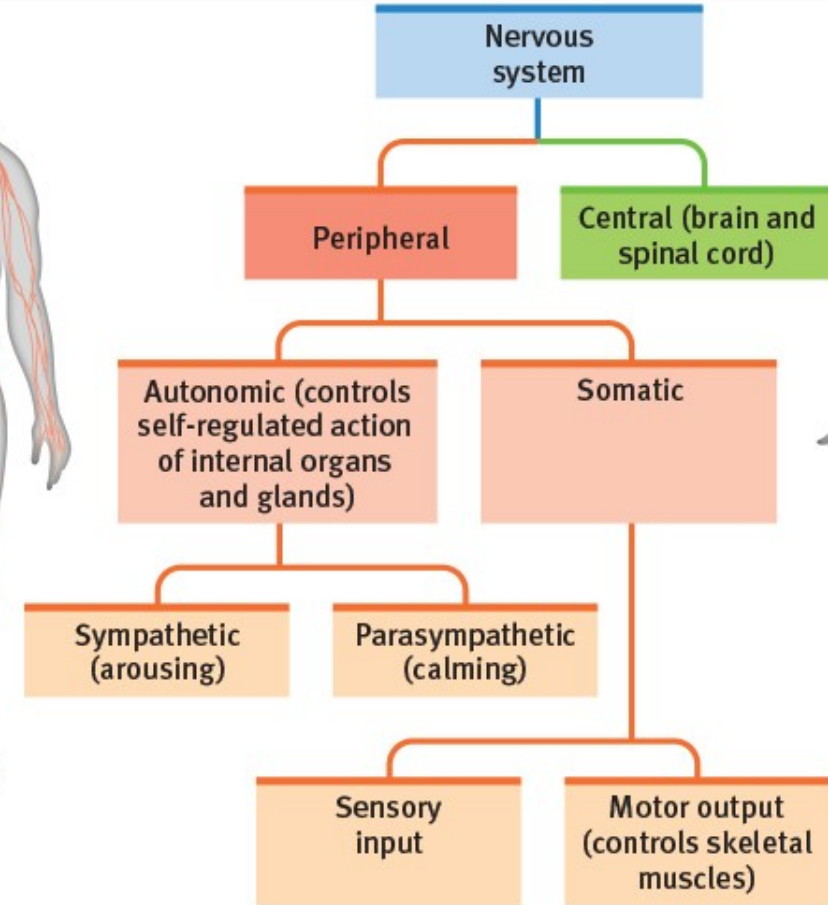
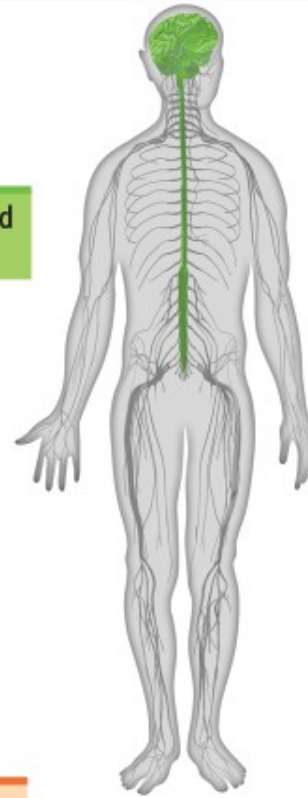
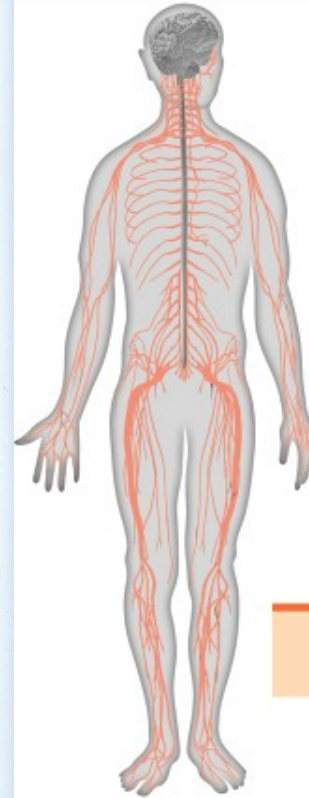
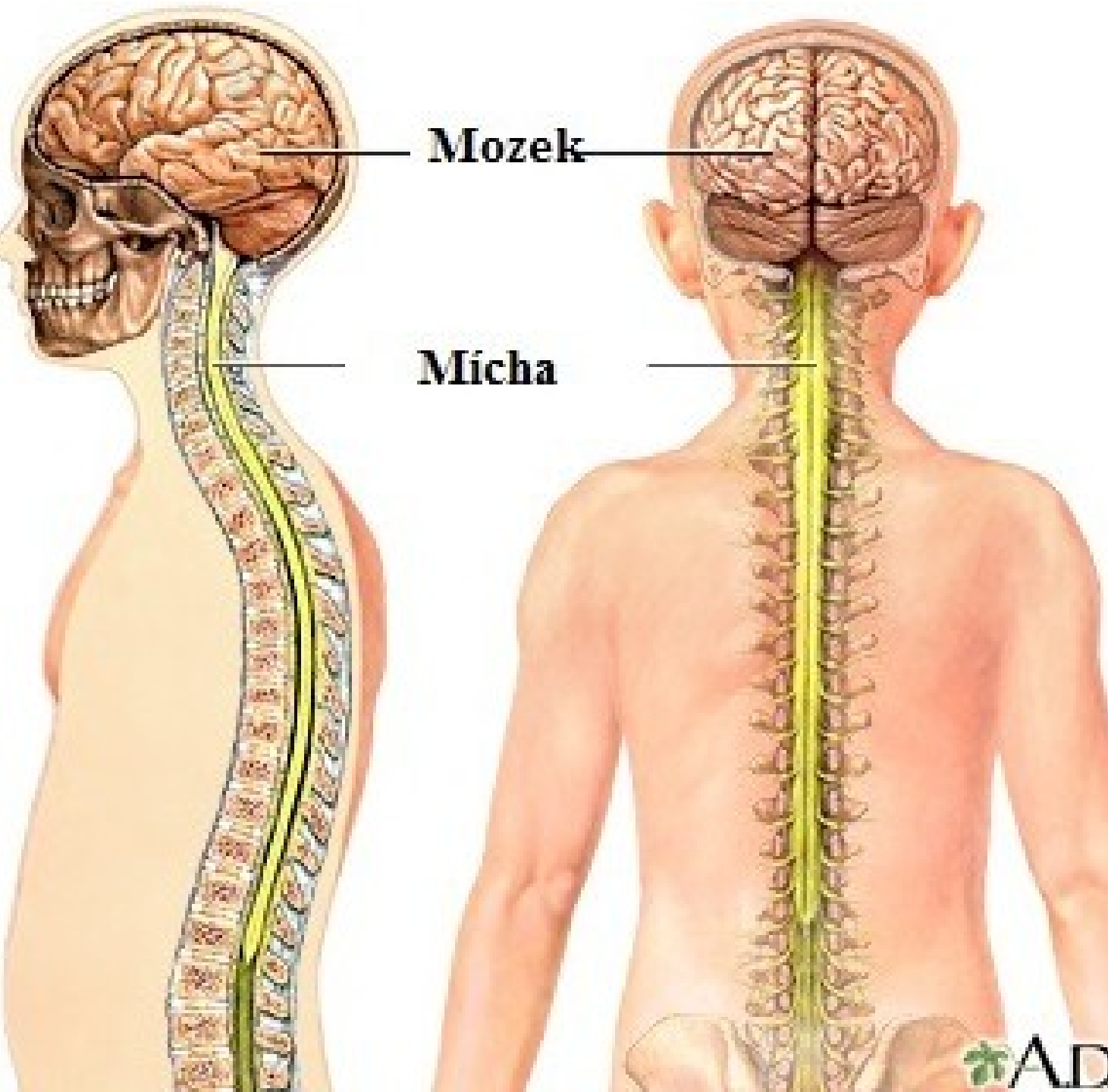


Figure 2.5

Myers/DeWail, *Psychology in Everyday Life*, 4e, © 2017 Worth Publishers



CENTRÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

- Přijímá informace prostřednictvím senzorických vláken ze smyslových orgánů a z receptorů, třídí je a analyzuje a pak vysílá signály po motorických vláknech, které vyvolávají příslušnou reakci ve svalech a žlázách
- CNS musí být zásoben dostatečným množstvím krve, která přivádí kyslík a živiny

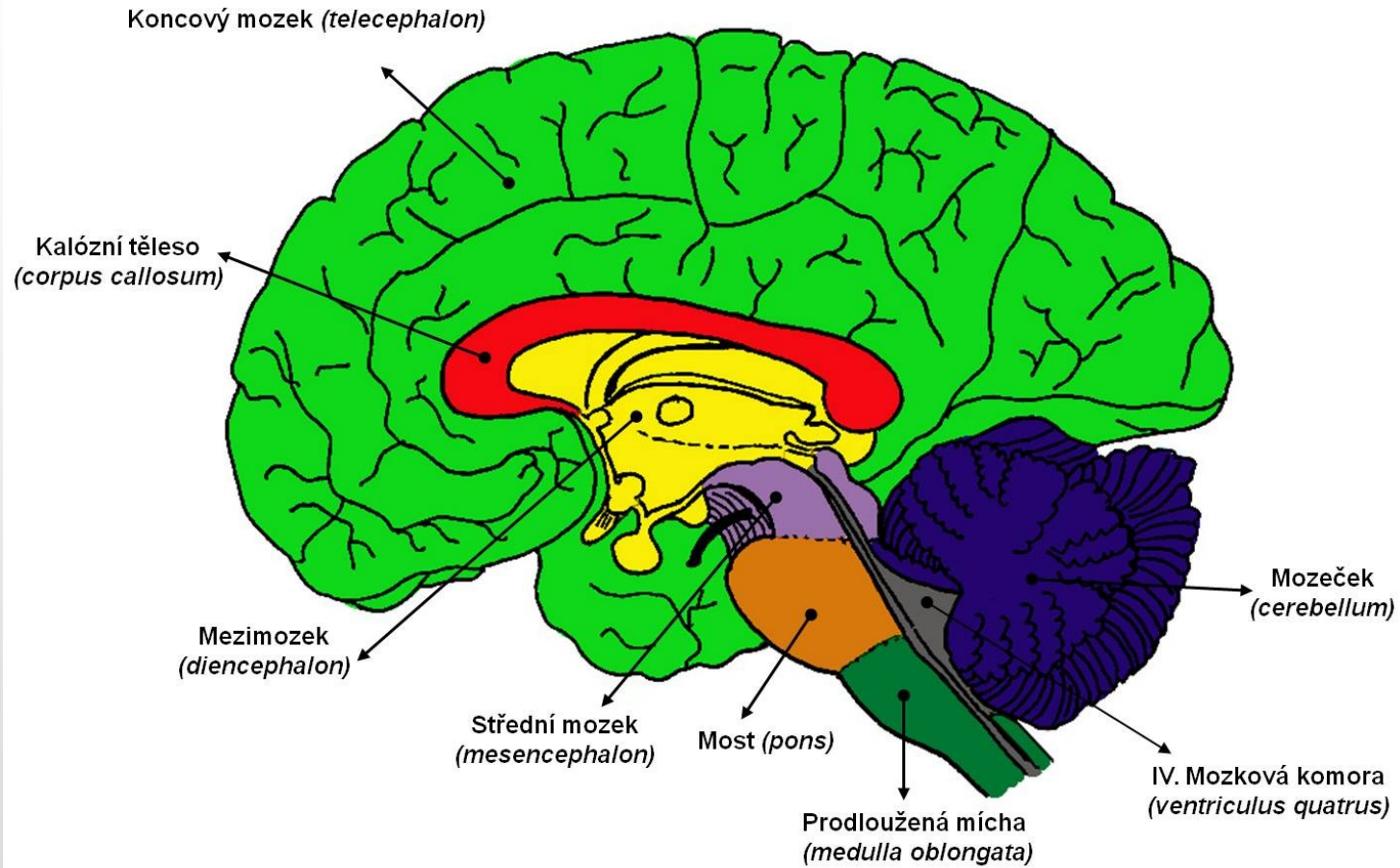
Mozek (cerebrum)

- Řídící centrum NS
- Váží přibližně 2 % hmotnosti jedince, ale spotřebuje pětinu energie

Mícha (medulla spinalis)

- Vystupuje z mozku kaudálním směrem
- Tvořena segmenty, z nichž vychází míšní nervy

MOZEK



Přední mozek (prosencephalon)

- Koncový (velký) mozek (*telencephalon*)
- Mezimozek (*diencephalon*)

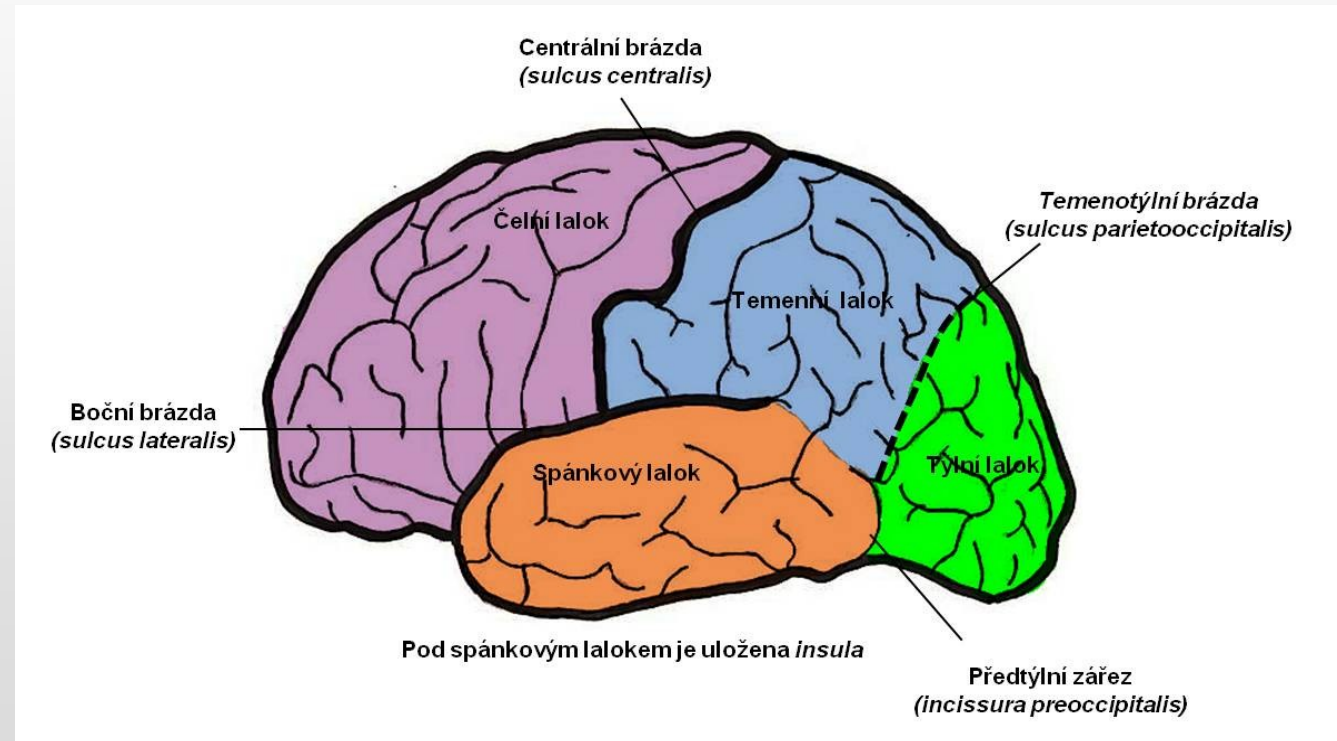
Střední mozek (*mesencephalon*)

Zadní mozek (*rhombencephalon*)

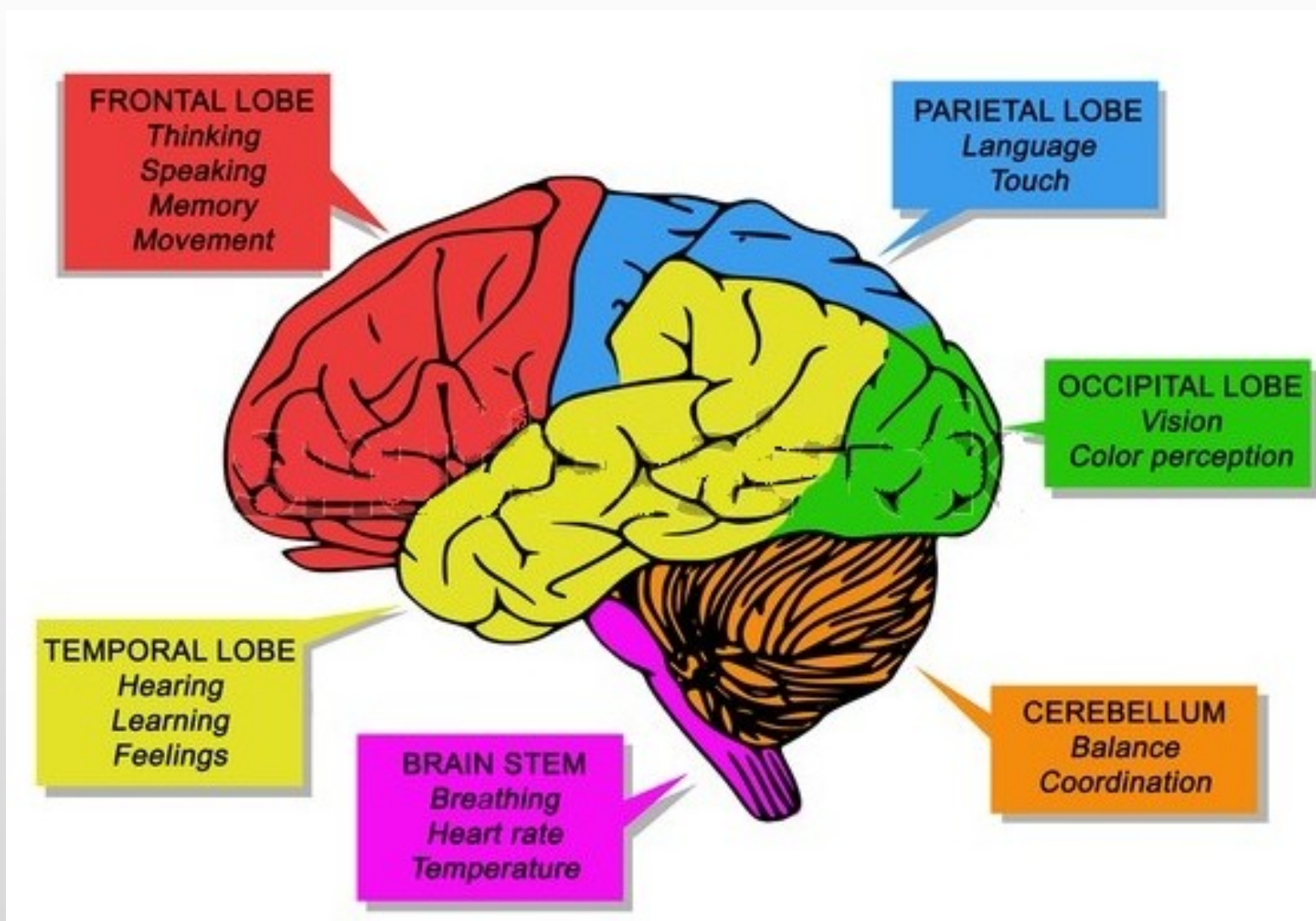
- Mozeček (*cerebellum*)
- Varolův most (*pons Varoli*)
- Prodloužená mícha (*medulla oblongata*)

KONCOVÝ (VELKÝ) MOZEK (CEREBRUM)

- Dvě hemisféry oddělené štěrbinou, obě hemisféry dále dělí brázdy (*sulci*)
 - Čelní lalok – *lobus frontalis*
 - Temenní lalok – *lobus parietalis*
 - Spánkový lalok – *lobus temporalis*
 - Týlní lalok – *lobus occipitalis*
- Sídlo mysli a inteligence
- Každá hemisféra má odlišné funkce a prostřednictvím svorníkového tělesa spolupracují - spojeny hrubým svazkem nervových vláken



KONCOVÝ (VELKÝ) MOZEK (CEREBRUM)

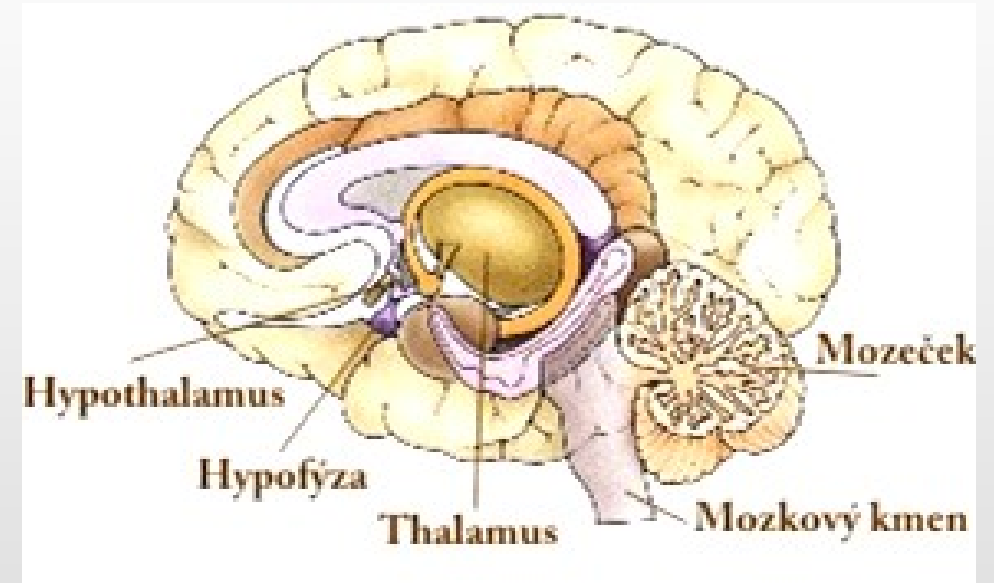


DOKÁŽETE PŘEČÍST NÁSLEDUJÍCÍ VĚTU?

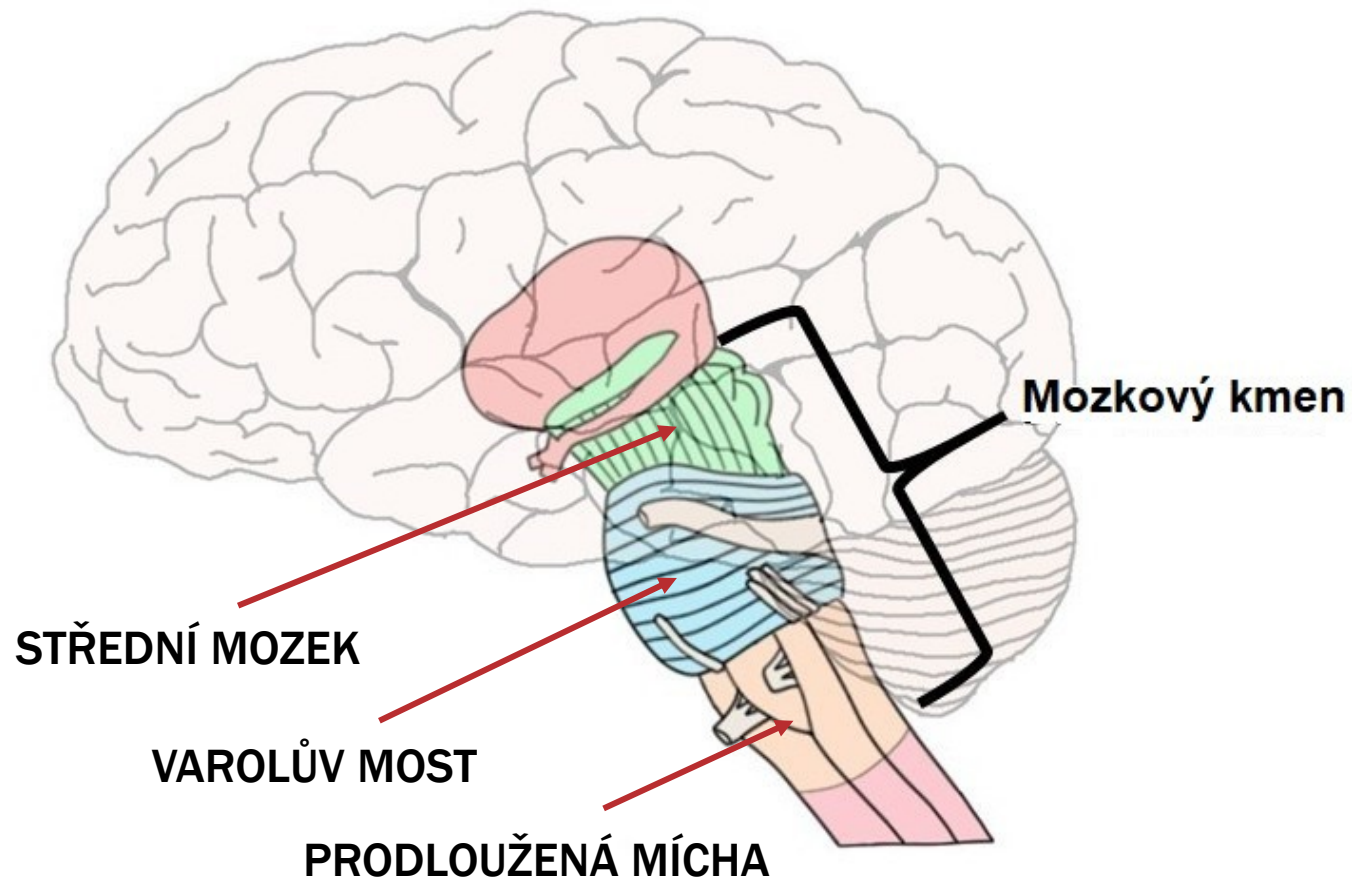
V SUOIVSOLTSI S VZÝUKEMM NA CMABRIGDE UINERV TISY
VLŠYO NJAEVO, ŽE NZEÁELŽÍ NA POŘDAÍ PSÍEMN VE
SOLVĚ. JEDNINÁ DLEUITŽÁ VĚC JE, ABY BLYY PNVRÍ A
PSOELNDÍ PÍMESNA NA SRPVÁÉNĚM MSTÍĚ. ZYBETK MŽUE
BÝT TOTÁNLI SĚMS A TY TO PŘOÁD BEZ PORLBMÉU
PEŘČETŠ. JE TO PORTO, ŽE LDIKSÝ MEZOK NETČE KDAŽÉ
PENSÍMO, ALE SVOLO JKAO CLEEK.
ZJÍMAVÁÉ, EŽ ???

MEZIMOZEK

- **Talamus**
 - Seskupení sensorických, asociačních a nespecifických jader
 - Spolu s mozkovou kůrou ovlivňuje stav **bdělosti** – melatonin (epifýza)
- **Hypotalamus**
 - Hormony (antidiuretický hormon a oxytocin)
 - Regulace sytosti - centra pro žízeň, hlad/sytost
 - Řízení sexuálního chování
 - Centrum emocí (spolu s limbickým systémem)
 - Termoregulace
 - **Nadřazený sympatiku a parasympatiku**
- **Hypofýza (podvěsek mozkový)**
 - Centrální endokrinní žláza nadřazená všem žlázám s vnitřní sekrecí
 - **Adenohypofýza**
 - Produkce hormonů, které řídí další žlázy s vnitřní sekrecí



MOZKOVÝ KMEN



- spojuje mozek s míchou
- Střední mozek + Varolův most + prodloužená mícha

Prodloužená mícha

- Pokračování páteřní míchy
- Křížení pyramidových drah
- Řízení dýchání, činnost srdce a cév, trávení, kašel, polykání, oční reflexy

Varolův most

- Řízení motoriky
- Smyslová analýza
→ regulace pohybu a postoje

Střední mozek

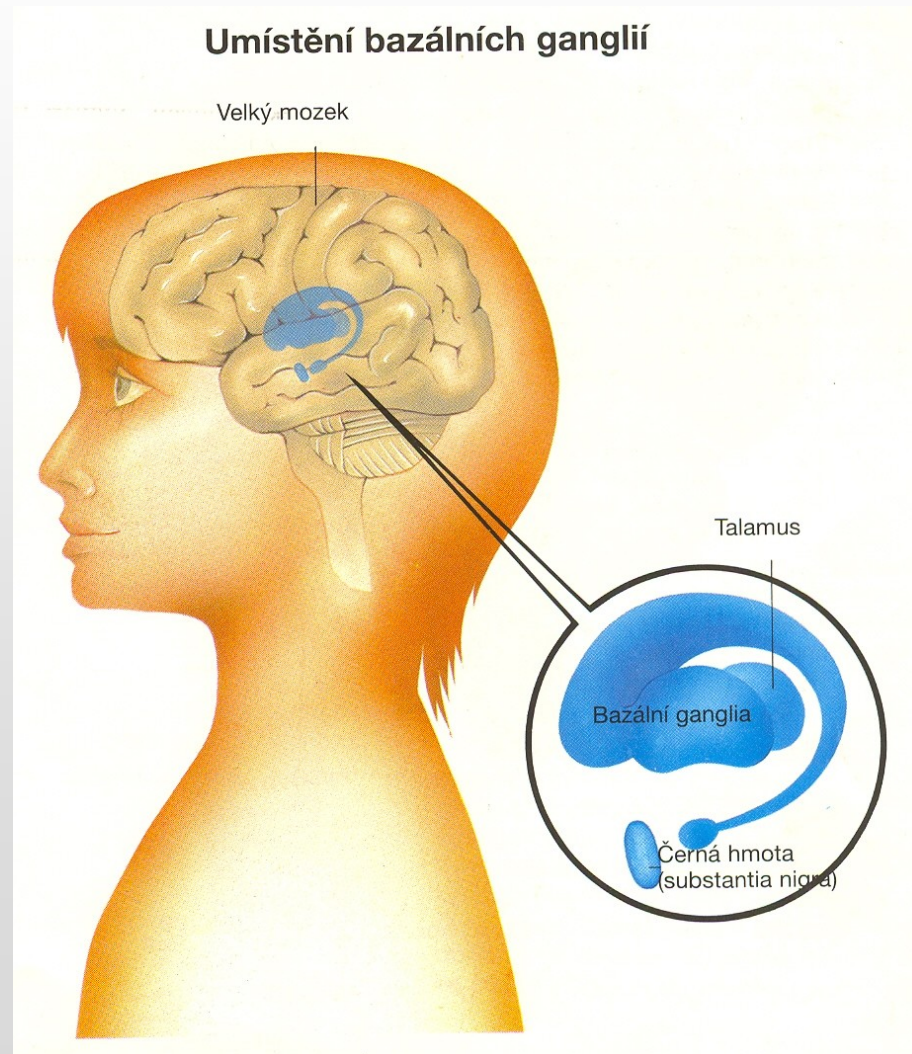
- Zrak, sluch, pohyby očí a těla

MOZEČEK (CEREBELLUM)

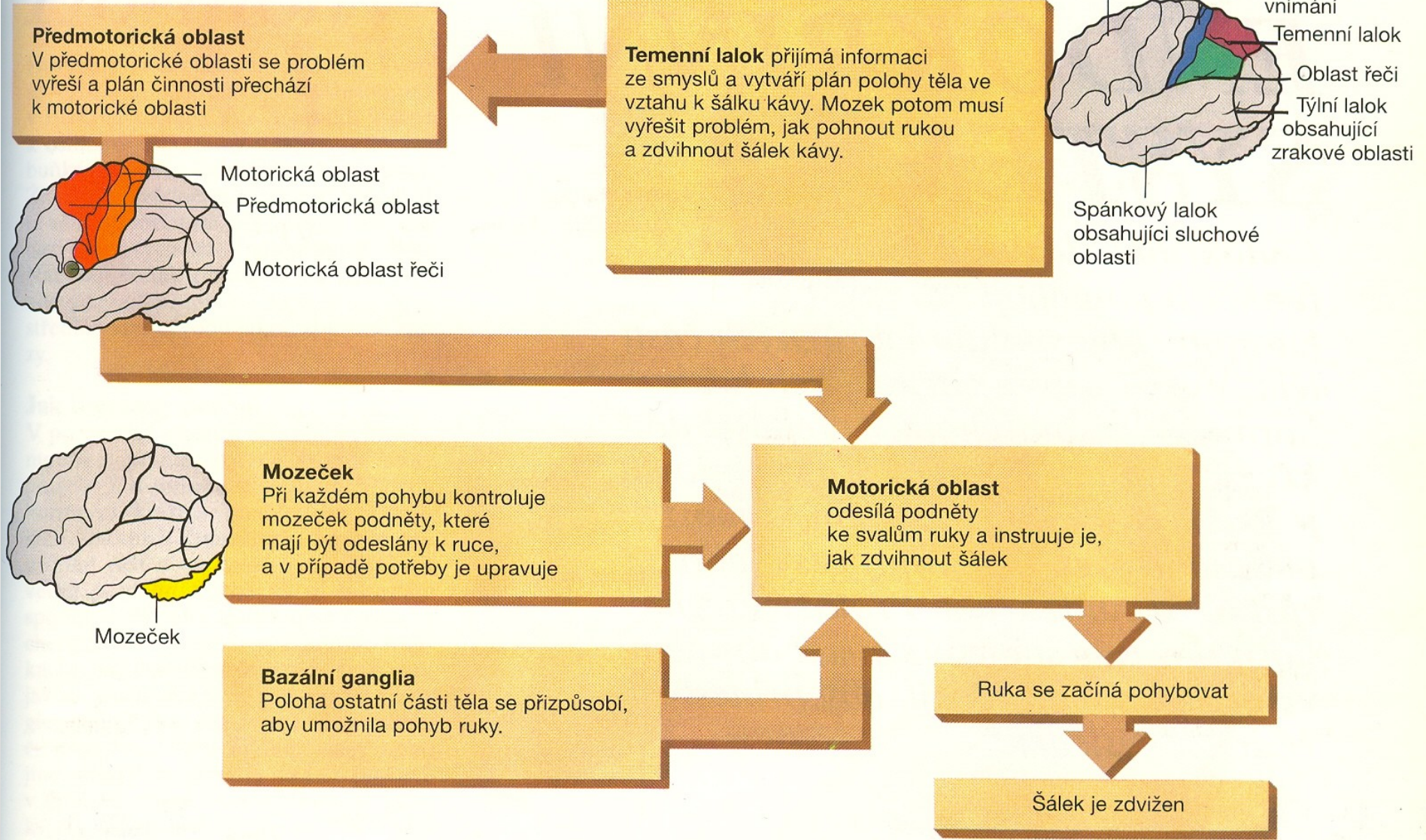
- je to oblast spojená hlavně s motorickou činností – koordinace pohybu
 - Udržování stoje a rovnováhy
 - Tonus svalstva
 - Koordinace pohybů
 - Účast na psychických a kognitivních funkcích

BAZÁLNÍ GANGLIA

- jsou uloženy ve středu mozkových hemisfér
- šedá hmota mozková složená z nervových buněk tvořících složitý řídicí systém koordinující svalovou činnost tak, že tělo může vykonávat určité druhy pohybu nezávisle na vědomí
- např. pohyb rukou při chůzi, výrazy tváře nebo i postavení končetin při stání nebo chůzi

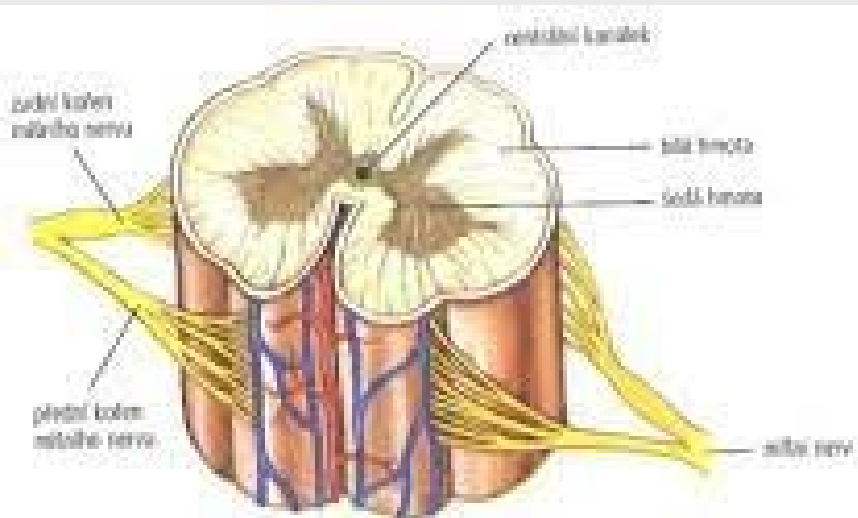
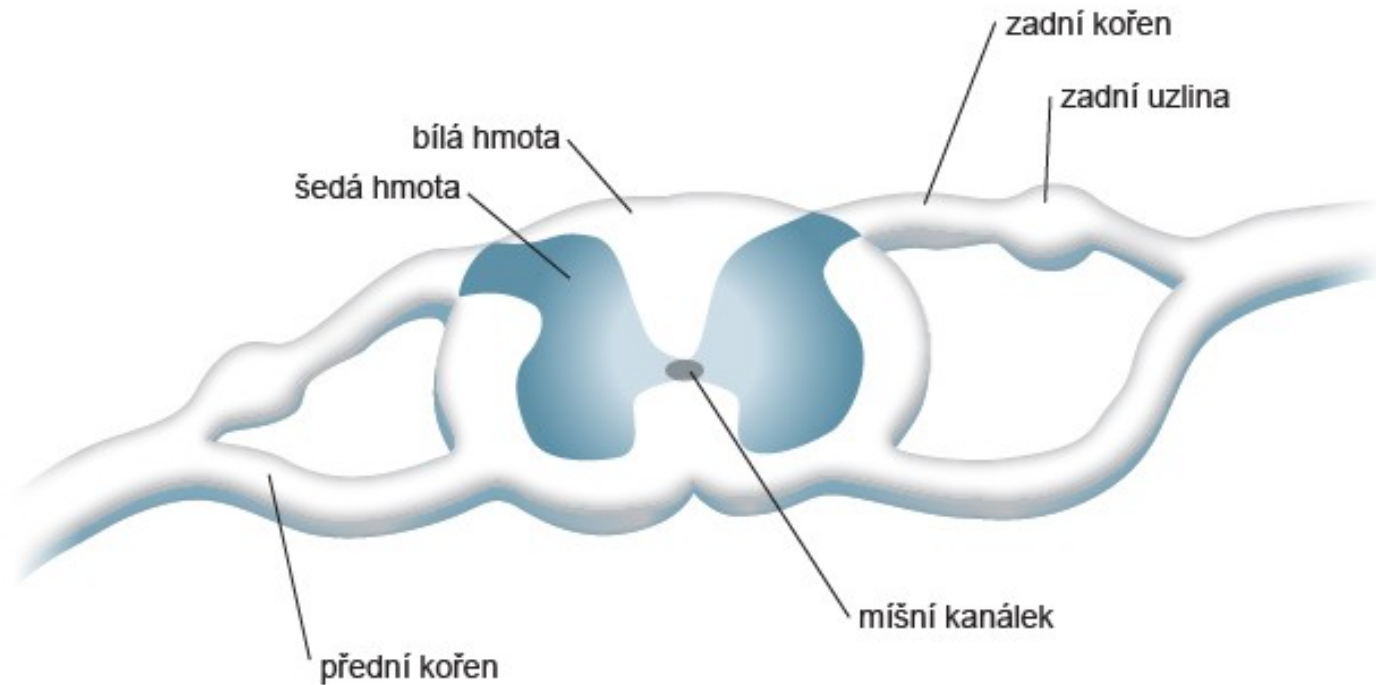


Jak nám mozek umožňuje zdvihnout šálek kávy

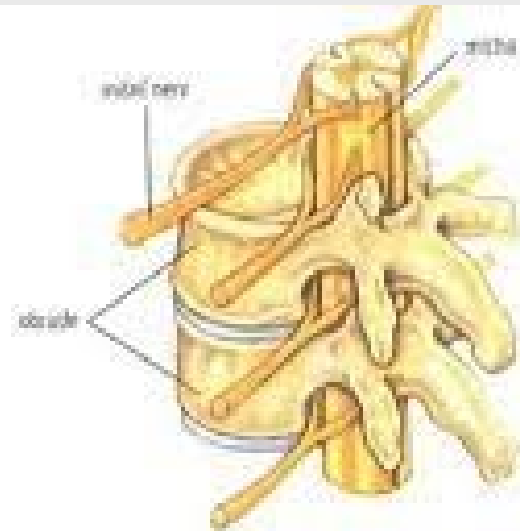


MÍCHA

- je válcový sloupec nervové tkáně, dlouhý přibližně 40cm, který prochází vnitřním kanálem páteře a vede z mozku do dolní části zad
- navazuje na prodlouženou míchu v mozkovém kmeni
- **ŠEDÁ HMOTA**
 - je tvořená seskupením nervových buněk
 - přední roh tvoří motorické neurony, zadní roh se skládá z buněčných těl vmezeřených a sensorických neuronů
- **BÍLÁ HMOTA**
 - obklopuje šedou hmotu
 - je rozdělená do tří sloupců a obsahuje ascendentní (vzestupné) a descendentní (sestupné) nervy, které spojují mozek a míchu s periferním nervovým systémem v obou směrech
 - sestupné nervy vedou motorické impulzy z mozku do periferního nervového systému, zatímco vzestupné nervy přinášejí sensorické impulzy do mozku



Mícha a míšňí nervy



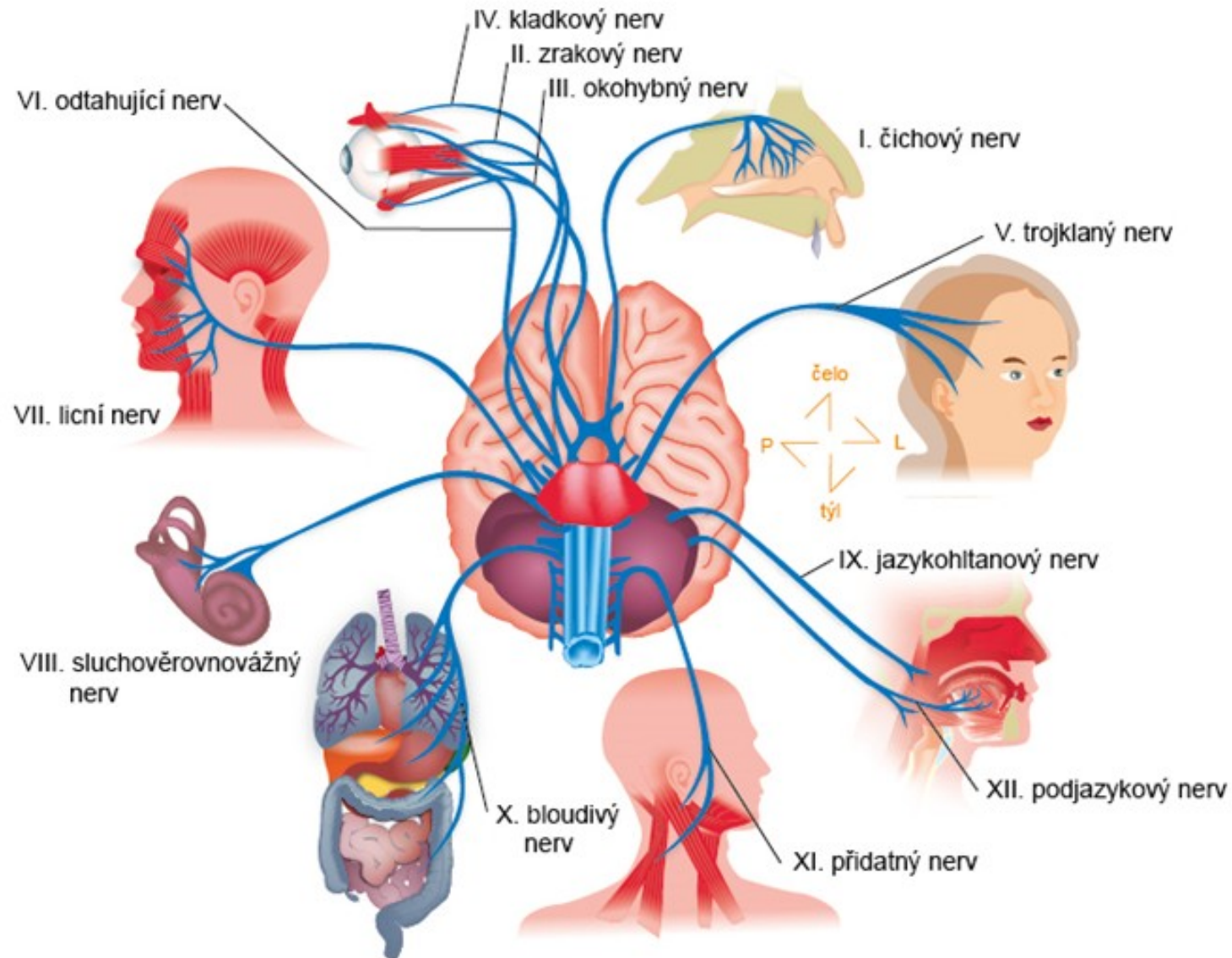
Umístění míchy v páteřním kanálku

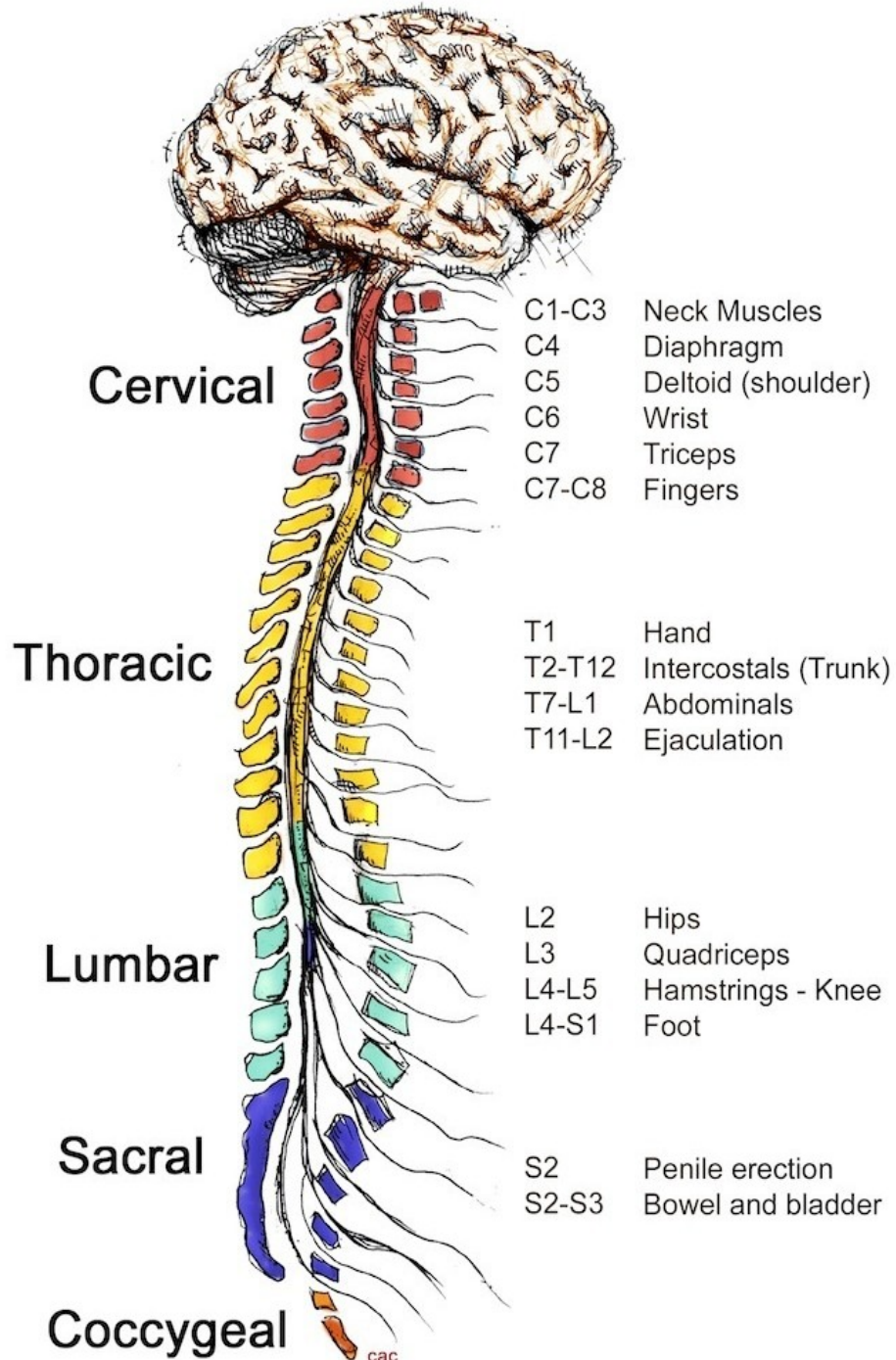
PERIFERNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

- Část nervové soustavy mimo CNS
- **Somatický nervový systém (mozkomíšní nervy)**
 - Je řízen naším vědomím
 - Shromažďuje informace o vnějším světě ze smyslových orgánů
 - Přenáší vzruchy motorickými vlákny z CNS do kosterních svalů → vyvolávání pohybů
 - Hlavové nervy – 12 párů (propojení s mozkem)
 - Míšní nervy – 31 párů (propojení s míchou)
- **Autonomní nervový systém (vegetativní)**
 - Pracuje nezávisle na našem vědomí
 - Sympatikus a parasympatikus

HLAVOVÉ NERVY

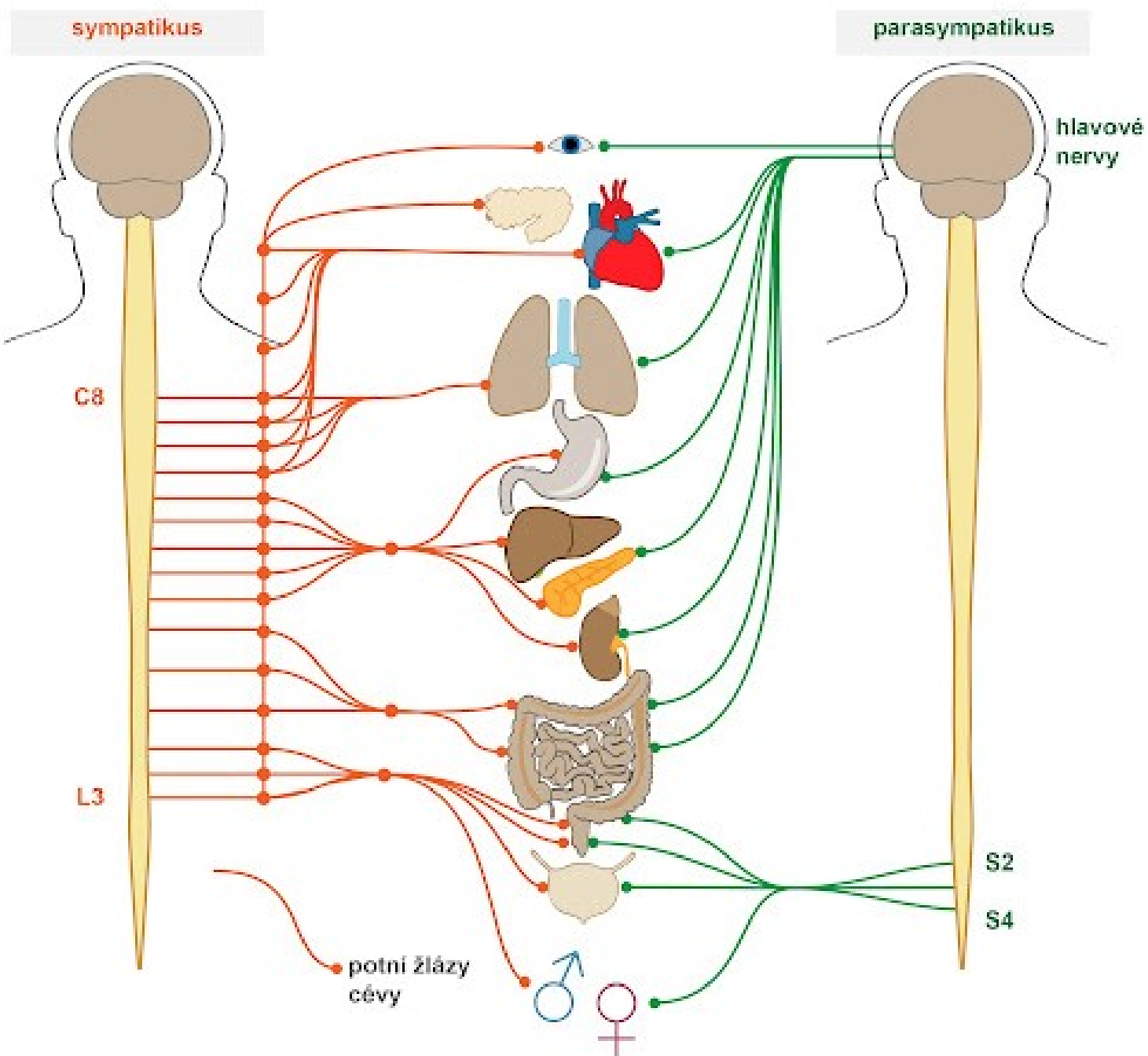
- 12 párů vystupuje z bazální části mozku
- zásobují hlavně smyslové orgány a svaly na hlavě
- bloudivý nerv (nervus vagus) – zásobuje trávicí orgány, srdce a dýchací cesty v plicích





MÍŠNÍ NERVY

- 31 párů
- vystupují v pravidelných odstupech z míchy
- obsahují motorická i senzická vlákna
- zásobují všechny oblasti těla od krku dolů
- jsou připojeny k míše dvěma míšními kořeny, z nichž jeden vede motorická vlákna a druhý vlákna senzická
- těsně za kořeny se motorická a senzická vlákna spojují a vytvářejí společný nerv
- v blízkosti míchy se každý míšní nerv rozděluje na větve, které se dále dělí na menší větve a vytvářejí síť, která se rozbíhá po celém těle



AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

- Řídícím orgánem je hypotalamus
- Činnost orgánů a žláz, cév, kůže a srdce
- Většina orgánů je inervovaná jak sympatikem, tak parasympatikem (protichůdné působení)

AKTIVITA – ANS A STRESOVÁ REAKCE



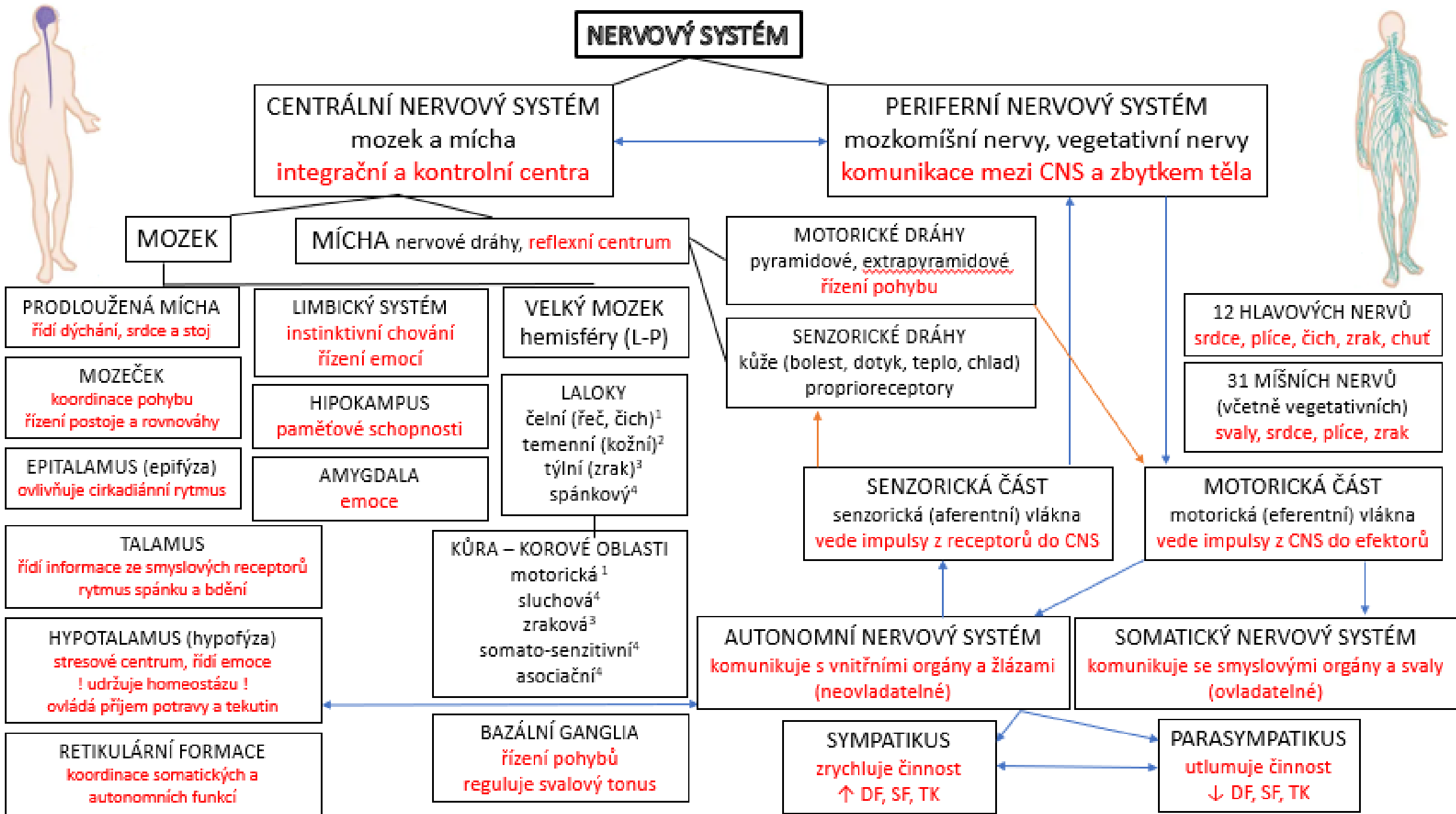
SYMPATIKUS A PARASYMPATIKUS

SYMPATIKUS

- Míšní kořeny sympatiku se nacházejí v hrudní a bederní páteři
- „Fight or flight“ – katabolická složka, připravuje organismus na zátěž (stresová reakce boj nebo útěk)
- Zvyšuje
 - Srdeční frekvenci a srdeční výdej
 - Krevní tlak
 - Krevní průtok aktivními svaly (včetně srdce)
 - Metabolickou aktivitu, uvolňování glukózy z jater
- Zrychluje
 - Vnější dýchání
 - Rychlost odpovědi a mentální aktivitu

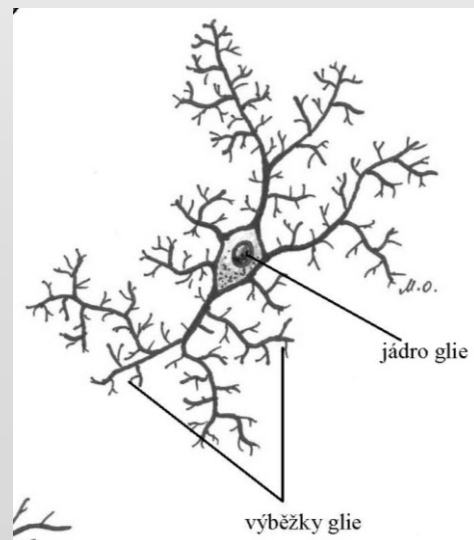
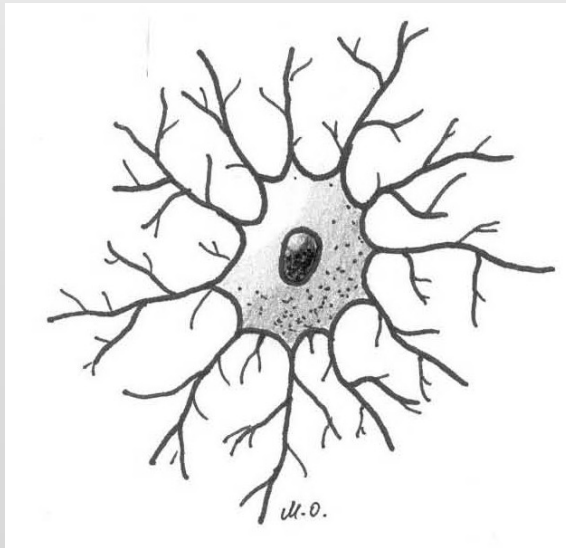
PARASYMPATIKUS

- Míšní kořeny parasympatiku se nacházejí v hlavě a křížové páteři
- „Rest and digest“ – anabolická složka, uchovává organismus v chodu, vytváří zásoby, regeneruje
- Urychluje
 - Zažívání
 - Vylučování
 - Žlázovou sekreci
- Snižuje tepovou frekvenci
- Kontrahuje cévy
- Zpomaluje vnější dýchání



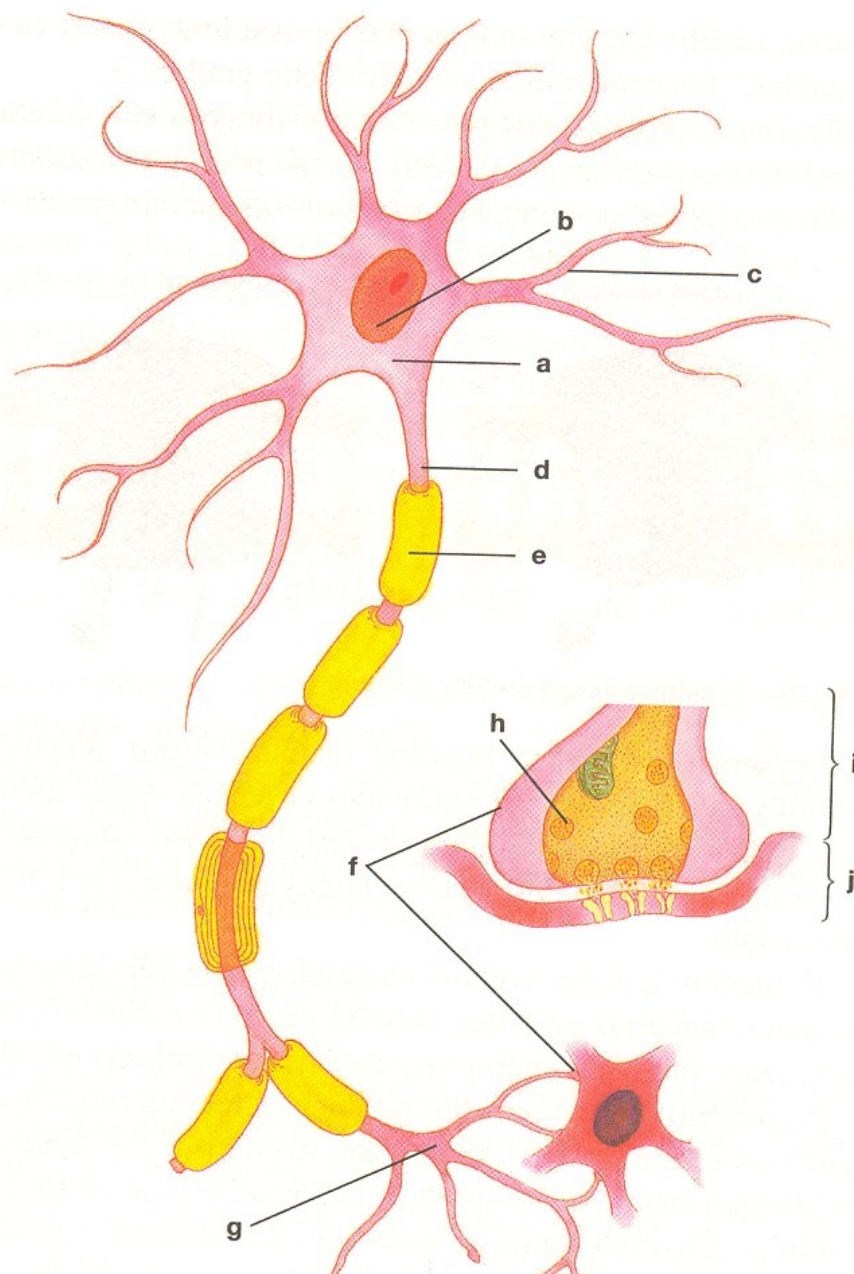
NERVOVÁ TKÁŇ

- Nervová tkáň je tvořena dvěma základními typy buněk – **neurony** a **gliovými buňkami (tzv. glie)**
 - Neurony – přijímají vzruchy z jedné části nervového systému a vysílají je do jiné části, kde se mohou přenášet na další neurony nebo mohou vyvolat nějakou činnost
 - Glie – podpora neuronů, výživa, tvorba myelinu



Obr. 37 Stavba neuronu

- a – tělo buňky
- b – jádro
- c – dendrity
- d – axon
- e – myelinová pochva
- f – synapse
- g – konečné větvení axonu
- h – váčky
- i – presynaptická část
- j – postsynaptická část



NEURON

- **Senzorické neurony**
- **Motoneurony**
- **Interneurony** - určené ke zpracování přijatých informací, zajištění kontaktu a odevzdání informací v síti NS
- **Aferentní** – informace putují do mozku a míchy, kde dochází k jejich analýze
- **Eferentní** – nesou informace z centra ven – motoneurony
- **Membránový potenciál** – rozdíl v napětí mezi vnější a vnitřní stranou membrány – sodíkodraslíková pumpa

VZRUCH

- Nervový vzruch postupně vyvolá svalový vzruch a potom stah svalu. Projevuje se akčním potenciálem, tvorbou tepla a změnami chemickými i metabolickými
- Vzniká změnou membránového potenciálu v počátečním úseku axonu
- Změna rozložení iontů mezi vnější a vnitřní částí membrány, a tím i změna polarizace buněčné membrány, je vyvolána otevřením či uzavřením iontových kanálů

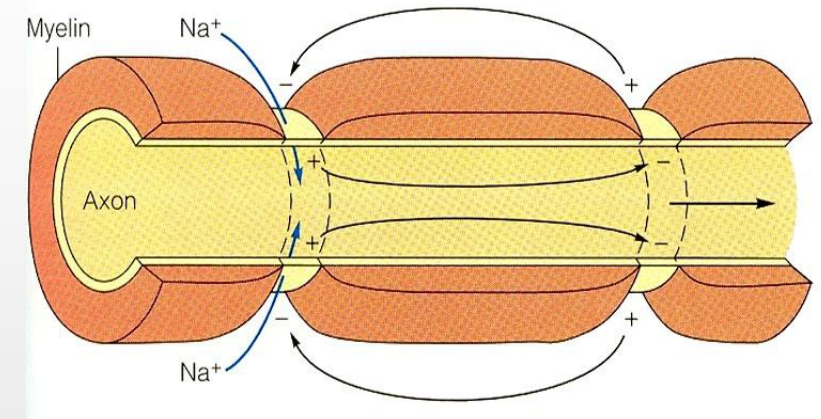
VEDENÍ VZRUCHU

Myelinizovaná vlákna

- Saltatorní (skokové) vedení vzruchu – AP se šíří rychle beze ztrát, „skáče“ mezi Ranvierovými zářezy
- AP je 5–150x rychlejší než u nemyelinizovaných vláken (*sclerosis multiplex*)

▪ Nemyelinizovaná vlákna

- Axon je pokryt pouze tenkou vrstvou Schwanových buněk
- Vzruch se šíří relativně pomalu
- Neurony o větším průměru vedou vzruch rychleji (kladou nižší odpor proudu AP)



AKČNÍ POTENCIÁL

- Elektrický náboj vedený v neuronech (po dosažení prahového napětí)
- Proudí z neuronu na neuron a do cílového orgánu (např. skupina svalových vláken)
- Pro genezi AP je nutná depolarizace přesahující klidové napětí o 15 mV až 20 mV (tzv. prahové napětí)
- Bezprostředně po proběhlém AP následuje tzv. refrakční perioda – krátkodobě nelze vyvolat žádný další AP

<https://www.khanacademy.org/test-prep/mcat/organ-systems/neuron-membrane-potentials/v/neuron-action-potential-mechanism>

KLIDOVÝ POTENCIÁL

- Rozdíl mezi elektrickými náboji uvnitř a vně buňky – způsobený selekční činností enzymu **sodíko-draslíkové pumpy**
- Pumpa udržuje vyšší koncentraci K^+ uvnitř buňky (15x) a Na^+ vně buňky (30x)
- Chemický (koncentrační) gradient (tendence Na^+ proudit dovnitř)
- Elektrický gradient (tendence Na^+ proudit dovnitř)
- Membránové kanály jsou pro K^+ propustné (vyrovnání stavu)
- Klidové membránové napětí **-70 mV**

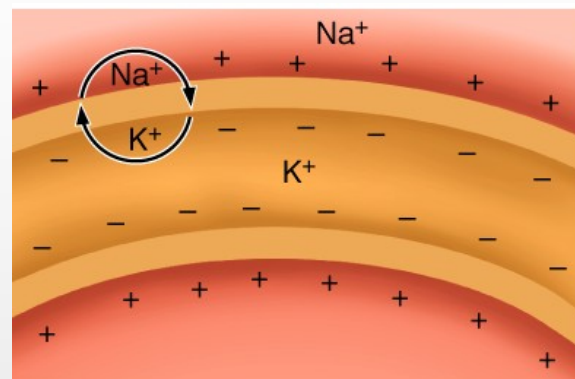
Změny klidového napětí

▪ Depolarizace

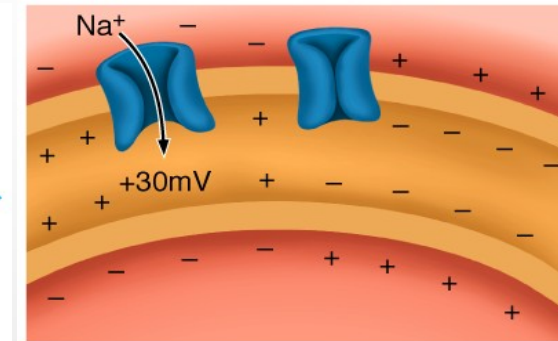
- Vlivem vnějšího podráždění klidové napětí mírně stoupne (-55 mV)
- Otevřou se sodíkové kanály – sodík je hnán elektrochemickým gradientem dovnitř buňky
- Napětí v buňce dosáhne hodnot $+30$ mV – velmi vzdáleno od klidového napětí

▪ Repolarizace

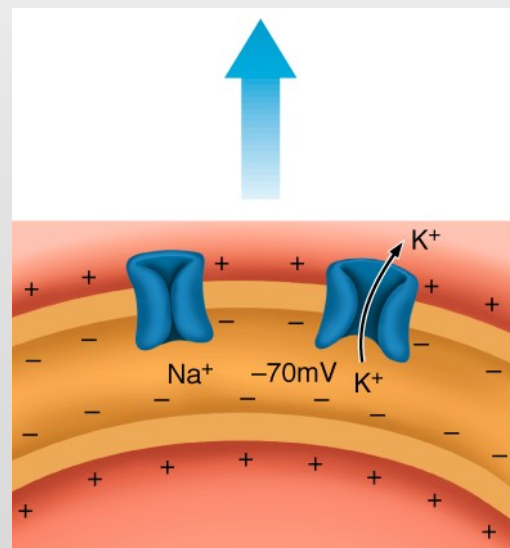
- Draslík je hnán elektrochemickým gradientem ven z buňky (volnými kanály)
- Hyperpolarizace – krátkodobé přechýlení napětí do záporných hodnot (-90 mV)
- Činnost Na^+/K^+ pumpy (navození původního stavu)
- Napětí se vyrovnává (-70 mV)



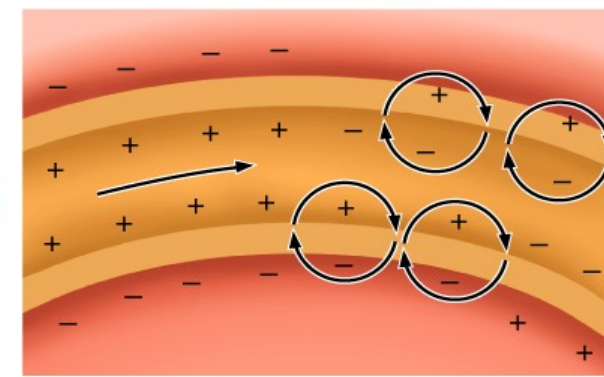
Action of the Na^+/K^+ pump



Increased Na^+ permeability and depolarization



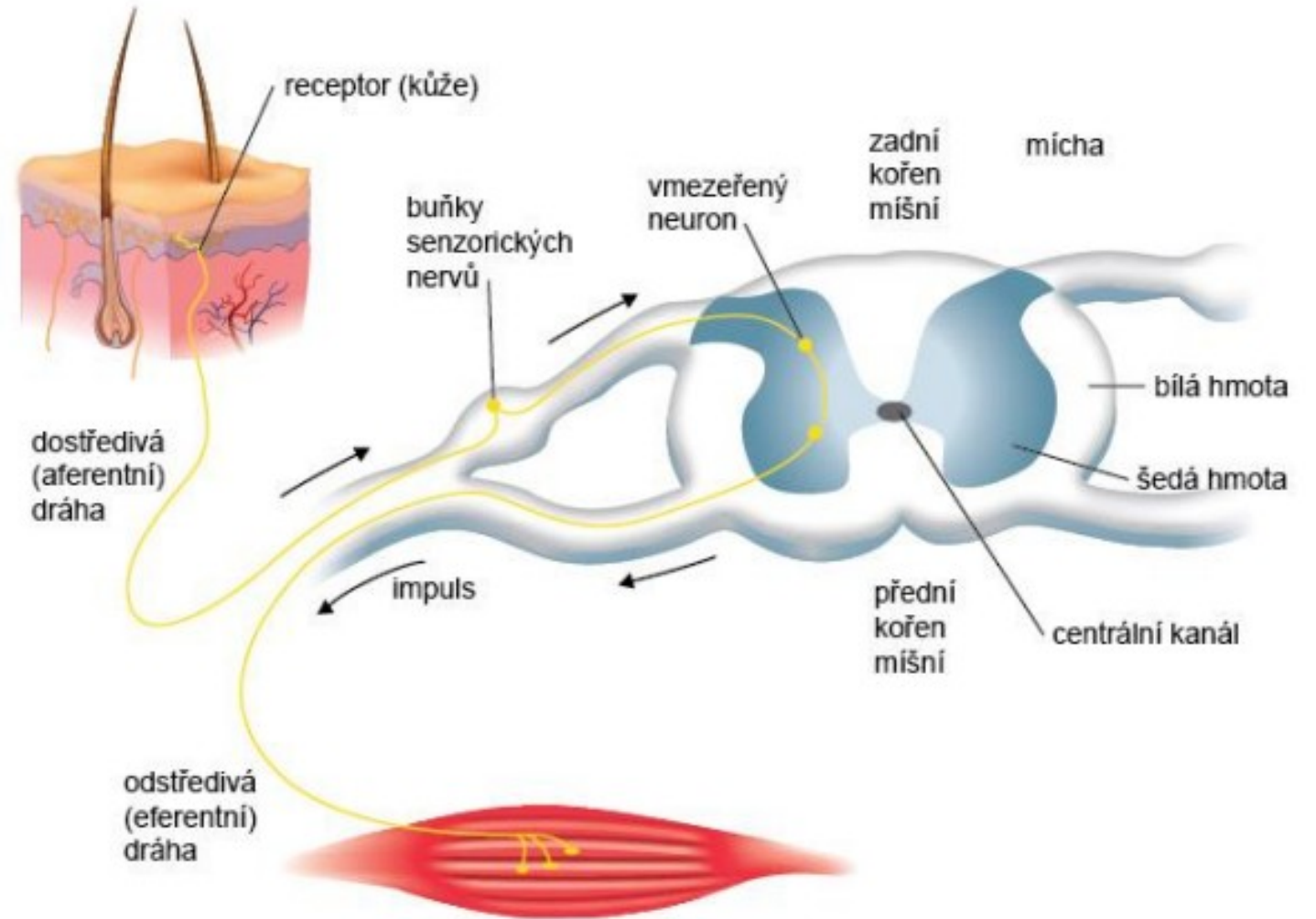
Repolarization



Propagation of an action potential

REFLEX

- Základní funkční jednotkou nervové soustavy
- Odpověď organismu na dráždění receptorů
 - receptor
 - aferentní = dostředivá dráha
 - centrum
 - eferentní = odstředivá dráha

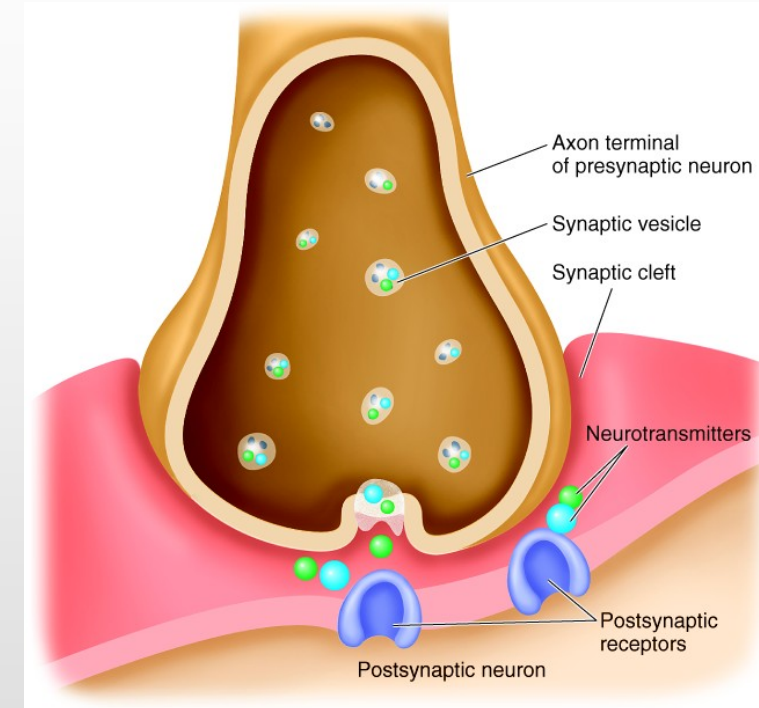


SYNAPSE

- Synapse je místo, kde se impulz přenáší z neuronu na neuron (většinou axon → dendrit)
- Impulz uvolní neurotransmitery ze synaptických vezikul do synaptické štěrbiny
- Neurotransmitery se navážou na postsynaptické receptory přidruženého dendritu, kde vyvolají AP

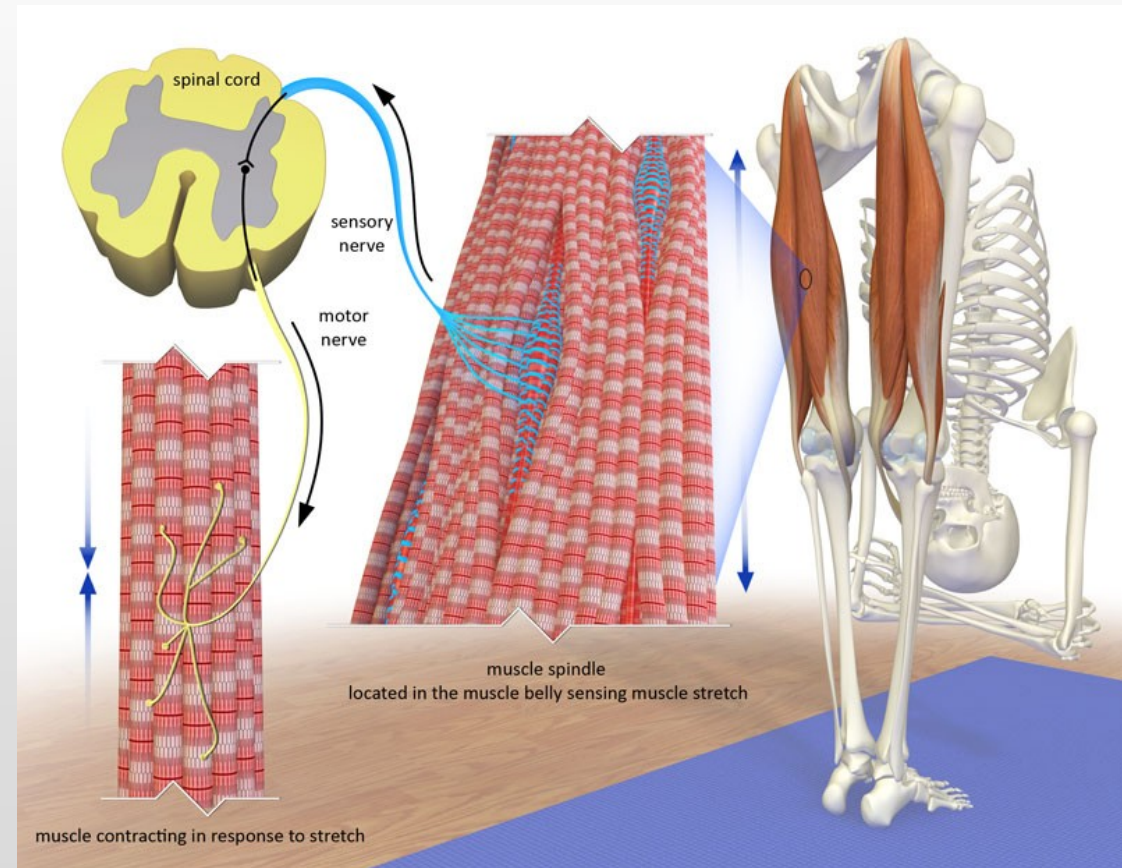
Chemická synapse

- Přenos je zprostředkován chemickou cestou pomocí mediátoru (neurotransmiteru)
- Neurotransmitery se navážou na postsynaptické receptory přidruženého dendritu, kde vyvolají AP
 - Mediátory
 - Acetylcholin, noradrenalin, dopamin, kyselina gama-aminomáselná (GABA) atd.



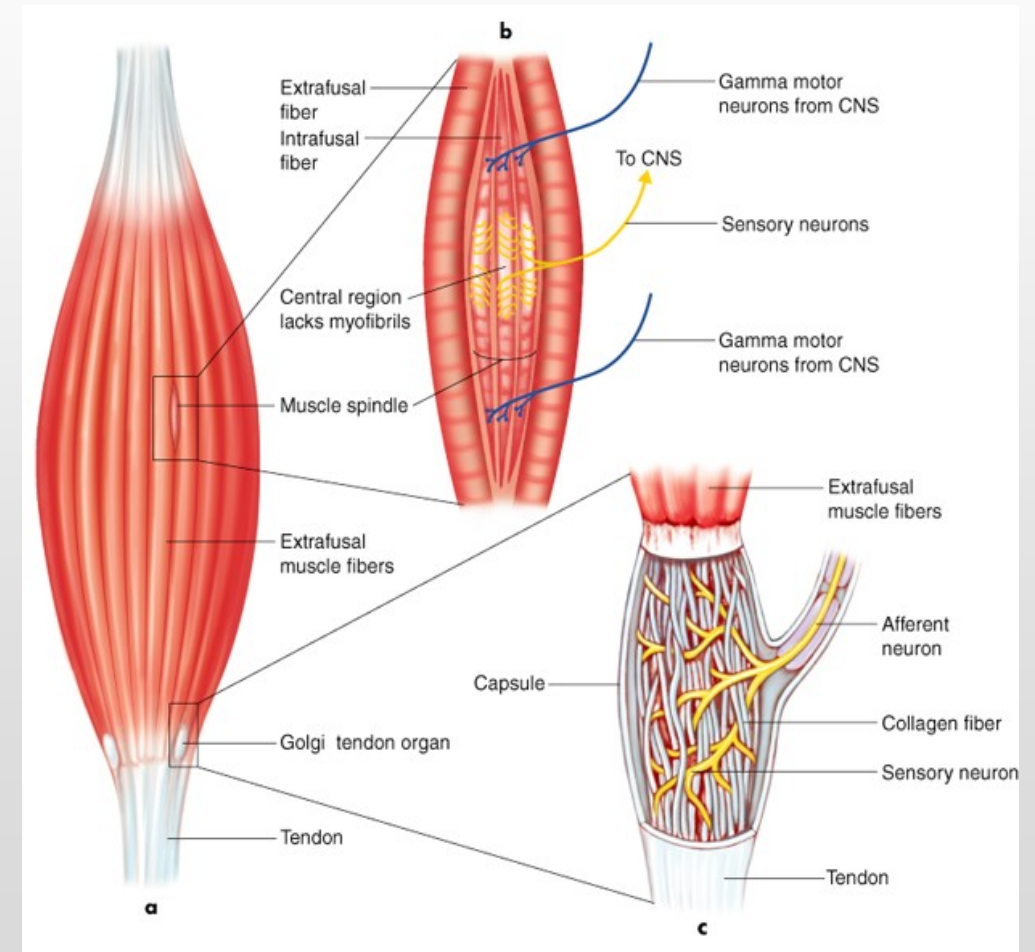
SVALOVÁ VŘETÉNKA

- Mikroskopická tělíska ve svalech, která přenášejí informace o napětí a délce svalu (senzorycké neurony)
- Mohou se natahovat, ale nemohou se kontrahovat – obsahují velmi málo kontraktilních bílkovin
- Čím více je sval protažen, tím více svalových vřetének je drážděno
- Při přílišném protažení svalu dojde prostřednictvím motoneuronů k reflexnímu stahu
- Prevence zranění svalu



Golgiho šlachová tělíska

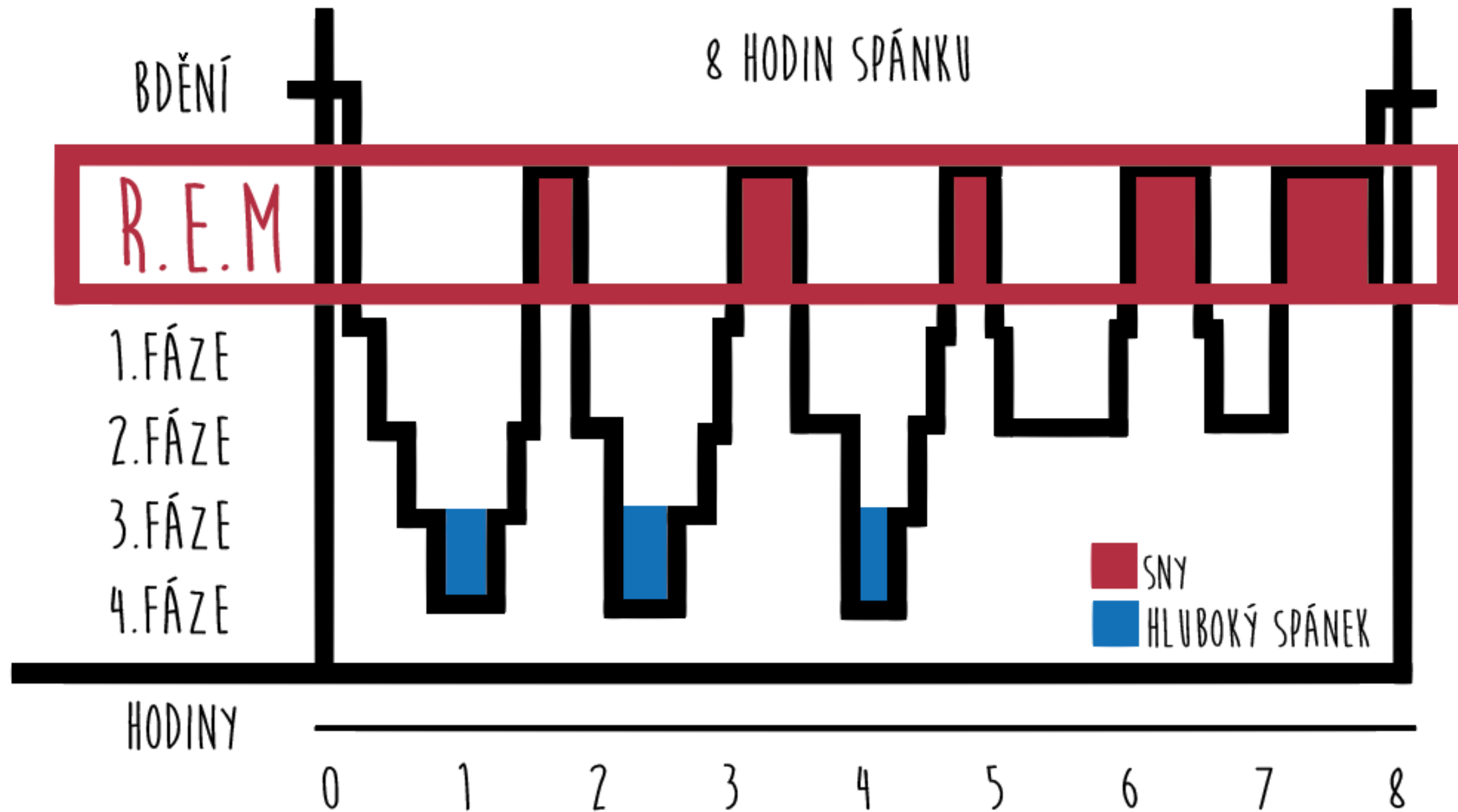
- Mikroskopické receptory, které jsou umístěny na přechodu svalu do šlachy
- Jsou zapojena se svalovými vlákny v sérii
- K jejich aktivaci dochází při napnutí šlachy při svalové kontrakci nebo při zvýšení svalového napětí
- Informace ze šlachových tělísek působí útlum alfa-motoneuronů příslušného svalu, tím chrání sval i šlachu před přetížením
- Inhibují svalové agonisty a aktivují antagonisty
 - prevence zranění



SPÁNEK

- Spánek je rytmicky se vyskytující stav organismu charakterizovaný:
 - sníženou reaktivitou na vnější podněty
 - sníženou pohybovou aktivitou
 - typickými změnami aktivity mozku
- Spánek - reverzibilní stav
- Spánek je aktivní děj a k jeho uskutečnění je nutná spolupráce mnoha mozkových oblastí, přiměřený stav celého organismu a vhodné vnější podmínky

SPÁNKOVÝ CYKLUS



SPÁNEK – NREM

(non rapid eye movement)

- typický klidný pohyb očí
- nízká aktivita neuronů
- nízká teplota mozku
- 75-80 % z celkové doby spánku
- tělesná regenerace

SPÁNEK – fáze NREM (non rapid eye movement)

NREM 1:

- přechod mezi bděním a spánkem, objevují se mírné pohyby očí a záškuby těla

NREM 2:

- tzv. lehký spánek, 45-55% celkové doby spánku

NREM 3:

- fáze hlubokého spánku, je těžké se v této fázi probudit, trvá cca 10 min, mohou se objevovat noční děy, náměsíčnost nebo mluvení ze spaní

NREM 4:

- nejhlubší a nejsilnější část spánku, trvá cca 30 min

SPÁNEK – REM

(rapid eye movement)

- nepravidelná srdeční akce a dýchání, další pokles TK
- snížená termoregulační aktivita – tzn. nepotíme se, neklepeme se zimou
- změny v hormonální regulaci
- REM spánek je aktivní děj – oproti NREMu větší spotřeby kyslíku, vyšší teplota mozku, větší průtok krve mozkiem
- svaly jsou relaxované kromě okohybných a dýchacích svalů
- probudit člověka z REMu může být různě obtížné, vnější i vnitřní podněty se mohou včlenit do snu

SPÁNEK – NREM - REM

REM	NREM
mysl je aktivní	tělesný klid (odpočívá tělo i mysl)
sny	regenerace sil
učení	
paměť	

PRAVIDLA PRO KVALITNÍ SPÁNEK?

- Skupinky po 4-5